

Ñawparisun

[Adelantemos]

Revista de Investigación

Científica

Volumen 1.

Número 2.

Enero - Marzo, 2019.

ISSN 2663-5917



© copyright Luján



Universidad Pública de Calidad

Comisión Organizadora

Dr. Freddy Martín Marrero Saucedo
Presidente

Dr. Percy Francisco Gutiérrez Salas
Vicepresidente Académico

Dr. Domingo Jesús Cabel Moscoso
Vicepresidente de Investigación

Ñawparisun

Revista de Investigación

Científica

Entidad Editora:

AÑO 1 - N° 2 - ENERO-MARZO 2019

Entidad Editora:

La revista ÑAWPARISUN - Revista de Investigación Científica es una publicación editada por la Vicepresidencia de Investigación, de la Universidad Nacional de Juliaca.

Dirección: Av. Nueva Zelandia N° 631, Urb. La Capilla.

Correo electrónico: revistanric@unaj.edu.pe

Web: <http://revista.unaj.edu.pe>

Lugar de edición: Juliaca - Puno - Perú

Cuerpo Editorial:

Editor Principal

Domingo Jesús Cabel Moscoso

Universidad Nacional de Juliaca, Puno

Editor Adjunto

Gustavo Luis Vilca Colquehuanca

Universidad Nacional de Juliaca, Puno

Consejo Editor

Milton Edward Humpiri Flores

Universidad Nacional de Juliaca, Puno

Antonina Juana García Espinoza

Universidad Nacional San Luis Gonzaga, Ica

Julio César Isique Calderón

Universidad Nacional Jorge Basadre G., Tacna

Periodicidad

4 números al año

Correspondencia y solicitudes de canje

Universidad Nacional de Juliaca, Juliaca - Perú

Teléfono: 051 332927

E-mail: revistanric@unaj.edu.pe

ISSN 2663-5917 (Versión Impresa)

Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú:

N° 2018-12716

Impreso en Marzo de 2019 en:

INKAGRAF EDITORIAL E INDUSTRIA GRÁFICA Y PUBLICITARIA E.I.R.L.

RUC: 20448546609

Av. Circunvalación N° 481 - Villa Hermosa del Misti - San Román - Juliaca

Tiraje:

500 Ejemplares

Editorial

El privilegio de la nueva Ley Universitaria N° 30220 es que señala con claridad que debe de construirse una nueva universidad peruana, cuya base descansa en una cultura de investigación y de calidad. Si esto es así, la universidad debe ser semillero de investigadores y científicos, fundamentada en políticas y estrategias de gestión de calidad y de investigación. En este sentido, los semilleros de investigación constituyen una nueva estrategia académica para abordar el conocimiento acorde a una enseñanza activa y constructiva. Si se quiere, es el espacio que permite a sus integrantes, estudiantes y docentes, una participación real, controlada, guiada y procesual del binomio enseñanza-aprendizaje que prioriza la libertad, la creatividad y la innovación para el desarrollo y logro de nuevos métodos de aprendizaje.

El artículo 79 de la citada ley dispone: “Los docentes universitarios tienen como funciones la investigación, el mejoramiento continuo y permanente de la enseñanza, la proyección social y la gestión universitaria...”, esto implica para el profesor mejorar y optimizar la calidad de la enseñanza y para el estudiante mejorar la calidad de su aprendizaje y formación. Es el docente, quien debe ser capaz de construir un saber pedagógico a través de la acción, para lo cual es necesario hacer uso de la reflexión, experimentación, escritura y el diálogo, proceso que se debe dar en ciclos sucesivos de interacción con el estudiante.

Los objetivos generales pueden señalarse como: Fomentar la investigación formativa interdisciplinaria e interinstitucional; definir las propiedades de investigación sobre temas relacionados a las líneas de investigación; establecer las condiciones para participación de los investigadores en comunidades científicas y académicas nacionales e internacionales; contribuir a la creación de nuevos conocimientos y desarrollar capacidades para trabajo en equipo y de diversas disciplinas; entre otras.

La Dirección de Políticas para el Desarrollo y Aseguramiento de la Calidad-DIPODA del Ministerio de Educación viene realizando un mapeo sobre la implementación de los Semilleros de Investigación en las universidades del país. Su utilidad, por cierto, alcanza a la institución, al docente y al estudiante, pues este último aprende a plantear problemas, formular hipótesis, recopilar y sintetizar información, observar, dirigir, realizar entrevistas y encuestas, consultar bases de datos y presentar sus productos de investigación.

Así las cosas, las ventajas y bondades que ofrecen los semilleros de investigación invitan a su implementación en aras de formar mejores personas, mejores profesionales y de generar procesos en la actividad investigativa institucional que permitan al investigador-semilla ser una opción en el ejercicio profesional.

Dr. Domingo Jesús Cabel Moscoso

Revista de Investigación Científica

Ñawparisun, es una publicación periódica cuatrimestral, editada por la Universidad Nacional de Juliaca, cuyo objetivo es ofrecer comunicación científica a través de la publicación de investigaciones científicas realizadas a nivel nacional e internacional. Los trabajos que se presentan, corresponden a diversas temáticas relacionadas con la Ingeniería Ambiental y Forestal, Ingeniería Textil y de Confecciones, Ingeniería en Industrias Alimentarias, Ingeniería en Energías Renovables, Gestión Pública y Desarrollo Social, así como de otras disciplinas afines.

La comunicación científica de los trabajos es publicada en idioma español e inglés, siendo su contenido original e inédito, por lo que no pueden haber sido presentados de manera parcial o total en ninguna otra plataforma de revistas científicas electrónicas y/o impresas.

Los trabajos científicos que aparecen en Ñawparisun, son únicamente responsabilidad de los autores. Sin embargo, cuando un trabajo científico es aceptado para su publicación, los derechos de impresión y reproducción serán propiedad de la revista. El Comité Editorial de Ñawparisun se reserva el derecho de realizar modificaciones pertinentes y formales sobre los artículos, con el propósito de adaptar el texto recepcionado a las normas de publicación. Ñawparisun, no ofrece copia de los artículos científicos publicados.

Los trabajos deberán ser enviados a la Dirección del Comité Editorial: Avenida Nueva Zelandia No. 631- Juliaca, Puno. Teléfono 051-333927. E-mail: revistanric@unaj.edu.pe

◆	Editorial	<i>Domingo Jesús Cabel Moscoso</i>	7
◆	Adsorción de Metales Pesados de Aguas Residuales de la Mina Lunar de Oro con Carbón Activado de Lenteja de Agua (Lemna gibba L.)		13
	Adsorption of Heavy Metals from Residual Waters from the Lunar de Oro Mine With Activated Charcoal of Duckwed (Lemna gibba L.)	<i>Wile Mamani Navarro, Wilmer Ramiro Inofuente Ccarita, Diego Wilman De la Cruz Paredes, Nelson Zea Sacachipana, Reynaldo Salas Sucaticona, Dany Mamani Coaquira, Reyder Sucapuca Mamani</i>	
◆	Elaboración de una Bebida Probiótica con Lacto Suero y Enriquecida con Almidon de Quinoa como Complemento Alimentario para Niños		21
	Elaboration of a Probiótica Drink with serum Lacto, Enriched with Quinoa starch as a Food Supplement for Children	<i>Raúl Arturo Ramírez Mestas, Roxana Larico Camasita, Esther Nilda Nina Ayque, Juan Uriel Cauna Julliri, Lourdes Mamani Calsin, Lizbeth Katherine Quispe Flores, Rocio Sulma Layme Calderon, Cesar Pompeyo Gutiérrez Castillo, Erika Jaqueline Calla Arpi</i>	
◆	Eficiencia del uso de Microalgas (chlorella sp) del Río Torococha en la Remoción de Nitratos y Fosfatos para el Tratamiento Terciario de Aguas Residuales en un Fotobiorreactor a Escala Laboratorio, Juliaca 2017		27
	Efficiency in the use of Microalgas (chlorellasp) in the Removal of Nitrates and Phosphates in Torococha River for the Tertiary Treatment of Wastewater on a Photobiorreactor, on a Laboratory Scale, Juliaca 2017	<i>Edwin Huayhua Huamani, Ricardo Chambi Apaza, Fiorela Esmeralda Quispe Flores, Edwin Mamani Coyla, Reyna Gaby Quispe Acra, Winsthon Fredy Ramos Rojas</i>	
◆	Conciencia Ambiental y el Manejo de Residuos Pecuarios en el Asentamiento Humano Alto Tacna, Distrito Alto de la Alianza de la Ciudad de Tacna, 2014		35
	Environmental Consciousness and Handling of Livestock Residues at Alto Tacna Human Settlement in Alto de la Alianza Aistrict - Tacna City, 2014	<i>Williams Sergio Almanza Quispe, Julio César Isique Calderón</i>	
◆	Análisis Cuantitativo de Riesgos de la Unidad de Destilación Primaria de Nafta – Diesel de la Planta de Fraccionamiento de Líquidos de Gas Natural de Pisco - Perú		41
	Quantitative Analysis of Risks of the Primary Distillation Unit of Nafta - Diesel of the Plant of Fractionation of Natural Gas Liquids of Pisco - Peru	<i>Teresa O. Barrios Mendoza, Pedro Córdova Mendoza, Isis C. Córdova Barrios, Antonina Juana García Espinoza, Cedidec García Espinoza, Ruth Rodríguez Álvarez</i>	
◆	Impacto Económico de la Tecnología Solar Fotovoltaica en la Extracción de Agua para consumo en las Comunidades Rurales del Altiplano Puneño		51
	Economic Impact of Photovoltaic Solar Technology in the Extraction of Water for Consumption in the Rural Communities of the Puneño Highlands	<i>Reynaldo Condori Yucra, Elmer Rodrigo Aquino Larico, Julio Fredy Chura Acero, Wilhem Limachi Viamonte</i>	
◆	Clima Escolar y Liderazgo Estudiantil en la I.E. José Buenaventura Sepúlveda, Cañete Perú		65
	School Climate and Student Leadership in the I.E. José Buenaventura Sepúlveda, Cañete Peru	<i>Jorge Emilio Ricardo Yaya Lévano, Miguel Ángel Coaquira Yapu</i>	
◆	Condicionantes Asociados al Surgimiento de Conflictos Socioambientales en el Distrito de Antauta – Puno 2017		73
	Conditioners Associated with the Emergence of Socio-Environmental Conflicts in the District of Antauta - Puno 2017	<i>Illich Xavier Talavera Salas</i>	
◆	Turismo de Salud y Gestión Comunal de Recursos Naturales en el Balneario Juntuma de la Comunidad de Chacocunca – Asillo, Puno		83
	Tourism of Health and Communal Management of Naturals Resources in the Juntuma Spa of the Community of Chacocunca - Asillo, Puno	<i>Félix Abelardo Arizaca Torreblanca, Javier Cuevaso Cansaya</i>	
◆	Planteamientos Contemporáneos sobre el Estudio de la Creatividad: una Revisión Crítica		89
	Contemporary Approaches on the Study of Creativity: a Critical Review	<i>Gustavo Luis Vilca Colquehuanca</i>	
◆	Normas generales para la presentación de artículos en Ñawparisun		95

Adsorción de Metales Pesados de Aguas Residuales de la Mina Lunar de Oro con Carbón Activado de Lenteja de Agua (*Lemna gibba L.*)

Adsorption of Heavy Metals from Residual Waters from the Lunar de Oro Mine With Activated Charcoal of Duckwed (*Lemna gibba L.*)

Wile Mamani Navarro
wmamani@unaj.edu.pe - Universidad Nacional de Juliaca
Wilmer Ramiro Inofuente Ccarita
inofuente.cc@gmail.com - Universidad Nacional de Juliaca
Diego Wilman De la Cruz Paredes
dwdp.log4@gmail.com - Universidad Nacional de Juliaca
Nelson Zea Sacachipana
nzscatorce@gmail.com - Universidad Nacional de Juliaca
Reynaldo Salas Sucaticona
reynaldo1.salas@gmail.com - Universidad Nacional de Juliaca
Dany Mamani Coaquira
coaquira.dany@gmail.com - Universidad Nacional de Juliaca
Reyder Sucapuca Mamani
reyder.navi@gmail.com - Universidad Nacional de Juliaca

Resumen

En este trabajo de investigación se utilizaron lenteja de agua (*Lemna gibba L.*) que se desarrolla en el lago Titicaca, en la región de Puno, para la elaboración del Carbón Activado (CA). El objetivo es estudiar la capacidad de adsorción de los metales pesados empleando CA preparados a partir de la lenteja de agua (*Lemna gibba L.*), por activación química y activados a una temperatura de 500 °C – 600 °C. El proceso de obtención por la activación química consistió en la impregnación de las muestras en proporciones de 1:1, previamente deshidratadas a 60 °C, durante un periodo de 72 horas, con ácido fosfórico como agente activante en concentraciones de 1 N, durante 24 horas. La carbonización en una mufla se basó en la calcinación de 1 hora a 500 °C. Las propiedades fisicoquímicas se estudiaron mediante mediciones de adsorción de metales pesados por espectrofotometría ICP - OES y microscopia electrónica de barrido. El carbón activado obtenido de la lenteja de agua (*Lemna gibba L.*) presenta un diámetro $\leq 2.094 \mu m$ de partículas de mayor tamaño y diámetros $\geq 150.5 \mu m$ de partículas de menor tamaño. El grado de porosidad presenta entre 10.48 μm y 125.3 μm de diámetro longitudinal del poro. Se tomaron muestras de agua superficial en el área de estudio de la zona minera ubicada en el distrito de Ananea, provincia de San Antonio de Putina, Puno, Perú. Se utilizaron los carbones activados a base de *Lemna gibba L.* para la adsorción de metales pesados: Cobre, Hierro, Mercurio, Arsénico, Níquel, Cromo, Cadmio, Plomo y Zinc. La capacidad de adsorción se determinó en dos pruebas analíticas a nivel del laboratorio, el Mercurio (*Hg*) fue adsorbido en un 99.34% en ambos métodos, método columna de adsorción (MCA) y remoción por agitación magnética (AM), el Hierro (*Fe*) fue adsorbido en un 97.62% por el método de remoción por AM y solo en un 85.48% por el MCA, el cobre (*Cu*) fue adsorbido en un 89.13% por el método de remoción por AM, y sin embargo solo 79.29% fue adsorbido por el MCA. Los factores más importantes que influyen en el proceso de adsorción fueron el *pH* de la solución, la estructura porosa y la acidez superficial del carbón activado.

Palabras claves: Carbón activado, Metales pesados, Adsorción, Remoción, Lenteja de agua.

Abstract

In this research work was used lentil of water (*Lemna gibba L.*) which was developed in Lake Titicaca, in Puno region, for the production of activated carbon (CA). The objective is to study the adsorption capacity of heavy metals using CA prepared from duckweed (*Lemna gibba L.*), by chemical activation and activated at a temperature of 500 °C - 600 °C. The process of obtaining by chemical activation consisted of impregnation of the samples in proportions of 1:1, previously dehydrated at 60 °C, for a period of 72 hours, with phosphoric acid as an activating agent in concentrations of 1 N, for 24 hours. The carbonization in a muffle was based on the calcination of 1 hour at 500 °C. The physicochemical properties were studied by measurements of heavy metal adsorption by ICP - OES spectrophotometry and scanning electron microscopy. Activated charcoal obtained from duckweed (*Lemna gibba L.*) has a diameter ≤ 2.094 mm of particles of larger size and diameters ≥ 150.5 μm of smaller particles. The degree of porosity is between 10.48 μm and 125.3 μm in longitudinal diameter of the pore. Samples of surface water were taken in the study area of the mining area located in the district of Ananea, province of San Antonio de Putina, Puno, Peru. Activated carbons based on *Lemna gibba L.* were used for the adsorption of heavy metals: Copper, Iron, Mercury, Arsenic, Nickel, Chromium, Cadmium, Lead and Zinc. The capacity of adsorption was determined in two analytical tests at the laboratory level, Mercury (Hg) was adsorbed in 99.34% in both methods, adsorption column method (MCA) and removal by magnetic stirring (AM), Iron (Fe) was adsorbed in a 97.62% by the method of removal by AM and only in 85.48% by the MCA, the copper (Cu) was adsorbed in 89.13% by the method of removal by AM, nevertheless only 79.29% was adsorbed by the MCA. The most important factors which influence in the adsorption process were the *pH* of the solution, the porous structure and the surface acidity of the activated carbon.

Keywords: *Activated carbon, Heavy metals, Adsorption, Removal, Duckweed.*

Introducción

El agua es un recurso esencial para la vida, pero debido a la irresponsabilidad de las personas y a la ausencia de regulaciones gubernamentales que controlen la emisión de los efluentes domésticos e industriales, sus diversas fuentes se encuentran en muchos casos contaminadas con sustancias orgánicas y metales pesados altamente tóxicos, que afecta tanto al ecosistema como a la salud de los pobladores que viven en las riberas de los cursos de agua principalmente (Gamarra-Torres et al., 2018).

Entre los metales pesados con mayor toxicidad e incidencia se encuentran el Mercurio (Hg), Arsénico (As), Plomo (Pb), Cadmio (Cd) y el Hierro (Fe), cuyos valores según los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para la categoría 4, conservación del ambiente acuático, son: 0.05 mg/L para As, 0.004 mg/L para Cd, 0.001 mg/L para Pb y en tanto para la categoría 3 tenemos el Hg con 0.001 mg/L, según la legislación peruana DS N° 002 – 2008 – MINAM (MINAM, 2008).

Entre los procesos aplicados al tratamiento del agua están: precipitación, ósmosis inversa, reacciones de oxidación avanzada, intercambio iónico, adsorción, entre otros. Siendo el proceso de adsorción el más recomendado por su versatilidad y bajo costo (Vargas-Nieto, Carriazo, & Castillo, 2011). El carbón activado (CA) es un sólido poroso versátil, relativamente estable, con alta área superficial y con una estructura de micro poros que no constituyen marcadas barreras de difusión aún bajo conformaciones granulares compactas (Céspedes, Valencia, & Díaz, 2007). Además el nombre de carbón activado se aplica a una serie de carbones porosos preparados artificialmente, a través de un proceso de carbonización, para que exhiban un elevado grado de porosidad y una alta superficie interna (Luna, González, Gordon, & Martin, 2007).

Para la elaboración de CA, entre estos se pueden mencionar las cáscaras de diversas frutas, la fibra de

coco, la corteza de plátano, la cáscara de arroz, así como también el bambú y aserrín de maderas, el bagazo de la caña de azúcar, entre otros muchos materiales biológicos ya que presentan una adecuada capacidad de adsorción (Carrillo-Quijano, 2013; Luna et al., 2007; Martín-González, Susial, Pérez-Peña, & Doña-Rodríguez, 2013; Primera-Pedrozo, Colpas-Castillo, Meza-Fuentes, & Fernández-Maestre, 2011; Velázquez-Trujillo, Bolaños-Reynoso, & Pliego-Bravo, 2010).

El CA es un material renovable en la medida en que se obtiene a partir de materias primas vegetales (residuos agrícolas, madera, algas, semillas, cortezas), hulla, lignitos, turba y residuos poliméricos (caucho, plásticos, textiles) (Céspedes et al., 2007). En este trabajo se ha utilizado la lenteja de agua (*Lemna gibba L.*) como material precursor del carbón activado. Para la preparación del CA se siguió una metodología probada en trabajos previos a éste, en donde se encontró que el CA presentan una mayor capacidad de adsorción de metales pesados en solución acuosa, los mismos fueron obtenidos a una temperatura de activación de 500 °C. El objetivo de este trabajo es estudiar la capacidad de adsorción de los metales pesados empleando CA preparados a partir de la lenteja de agua (*Lemna gibba L.*), por activación química y activados a una temperatura de 500 °C – 600 °C.

Materiales y Métodos

El estudio está basado en un diseño experimental (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014) que consta de tres etapas: i) obtención del carbón activado ; ii) caracterización física y textural; y iii) método experimental por columna de adsorción y remoción por agitación magnética.

Obtención del carbón activado

La lenteja de agua (*Lemna gibba L.*) es una planta monoica, con flores unisexuales, angiosperma (plantas con flores), monocotiledónea, perteneciente a

la familia *Lemnaceae*. Su cuerpo vegetativo corresponde a una forma taloide, es decir, en la que no se diferencian el tallo y las hojas. Consiste en una estructura plana y verde y una sola raíz delgada de color blanco (Arroyave, 2004).

Las lentejas de agua, para el estudio, se obtuvieron del lago Titicaca, específicamente de la bahía interior en la ciudad de Puno, Perú. En la actualidad constituye uno de los mayores problemas que enfrenta esta urbe debido al proceso de eutrofización que sufre a causa del mal tratamiento de las aguas residuales (Canales-Gutiérrez, 2010). El material precursor del CA fue transportado al laboratorio donde se deshidrataron durante tres días a 60 °C en una estufa; posterior a ello se almacenó hasta su activación y/o análisis.

Para la activación se pesaron 50 g del material precursor (*Lemna gibba L.*) y se adicionaron 50 mL de ácido fosfórico a una concentración de 1N, es decir la impregnación de las muestras fueron en proporciones de 1:1. El material impregnado se dejó 24 horas en contacto. Transcurrido el tiempo de activación, se carbonizó la muestra en mufla eléctrica de 500 °C a 600 °C durante una hora. El material carbonizado obtenido se dejó enfriar a temperatura ambiente y fue lavado varias veces con suficiente agua destilada hasta ajustar su pH entre 6.5 y 7.0

Caracterización física y textural

El CA obtenido fue caracterizado determinando el diámetro de las partículas y del poro. Entre las técnicas de caracterización usadas para el material del CA (*Lemna gibba L.*) se empleó microscopía electrónica de barrido mediante un equipo modelo ZEISS, y una tamizadora marca FORNEY, modelo LA-0441, que soporta hasta 8 tamices más la charola para polvos. El rango obtenido del tamiz para el CA (*Lemna gibba L.*) es del N° 160 al 200.

El carbón activado obtenido de la lenteja de agua (*Lemna gibba L.*) presenta $\leq 2.094 \text{ mm}$ de diámetro como partículas de mayor tamaño y $\geq 150.5 \mu\text{m}$ de diámetro como partículas de menor tamaño. El grado de porosidad presenta entre $10.48 \mu\text{m}$ y $125.3 \mu\text{m}$ de diámetro longitudinal del poro.

Método experimental por columna de adsorción y remoción por agitación magnética

Los ensayos de adsorción se llevaron a cabo por dos procesos experimentales, i) columna de adsorción y ii) agitación magnética. Previo a los ensayos se realizó un análisis de metales pesados por espectrofotometría ICP - OES en las muestras de agua superficial tomadas de una zona minera ubicada en el distrito de Ananea, provincia de San Antonio de Putina, Puno, Perú (4.610 msnm $14^{\circ}40'40'' \text{ LS}$ y $69^{\circ}31'56'' \text{ LW}$). Previo a los ensayos, las muestras fueron preservadas con ácido nítrico; posterior a ello se dio un tratamiento para evaluar la capacidad de adsorción del carbón activado (*Lemna gibba L.*) que se desarrolló en dos pruebas analíticas a nivel del laboratorio.

Proceso I: Columna de adsorción

Para establecer la adsorción por columna (tubo de adsorción) se utilizaron dos buretas de 100 mL donde se colocaron carbón activado (*Lemna gibba L.*), en forma estratificada y compuesta, y se evaluó la adsorción por un periodo de 48 a 72 horas, a temperatura ambiente.

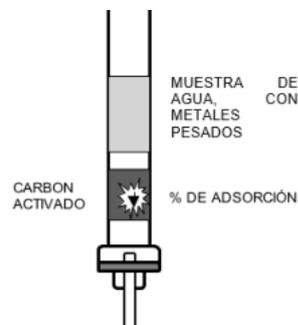


Figura 1. Columna de Adsorción

Proceso II: Agitación magnética

En el proceso de adsorción por agitación magnética se utilizó un equipo de agitador magnético. En el agitador se colocaron 5.00 g de carbón activado (*Lemna gibba L.*), con 500 mL de agua destilada por un periodo de 10 min, 20 min y 30 min, y con velocidades de 400 rpm, 500 rpm y 600 rpm respectivamente. Posterior a los ensayos se realizaron los análisis de metales pesados adsorbidos previo al tratamiento y después, por espectrofotometría ICP - OES.

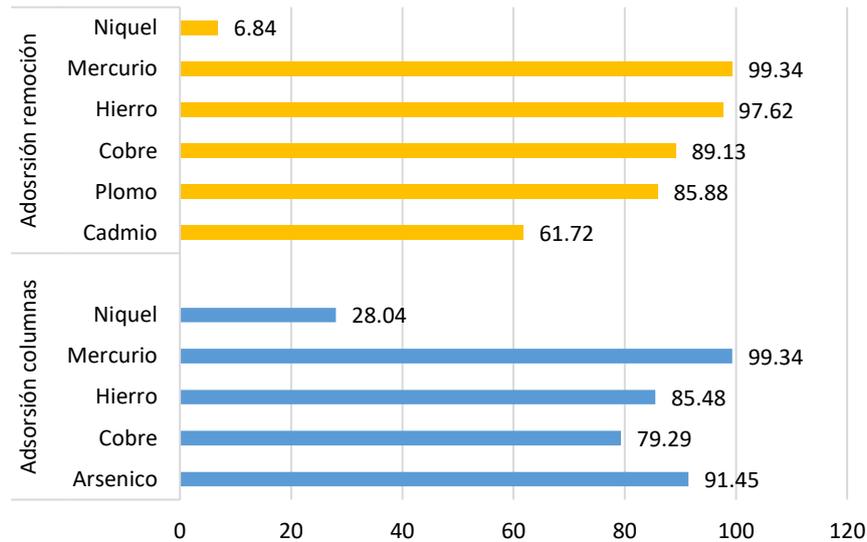


Figura 2. Porcentaje de adsorción obtenido en la fase experimental.

Resultados y discusión

En la figura 3, se observan las imágenes generadas con microscopia de barrido electrónico: CA_0, CA_1, CA_2 y CA_3 a una magnificación de 29X, 30X, 100X y 203X. La muestra CA_0 y CA_1, presenta imágenes de las partículas de carbón activado (*Lemna gibba L.*) en las diferentes dimensiones. Las partículas de mayor tamaño presentan un diámetro $\leq 2.094 \text{ mm}$ y las de menor tamaño diámetros $\geq 150.5 \mu\text{m}$. Por su parte, las imágenes de CA_2, CA_3 evidencian el grado de porosidad del material; presentando entre $10.48 \mu\text{m}$ y $125.3 \mu\text{m}$ de diámetro longitudinal de poro.

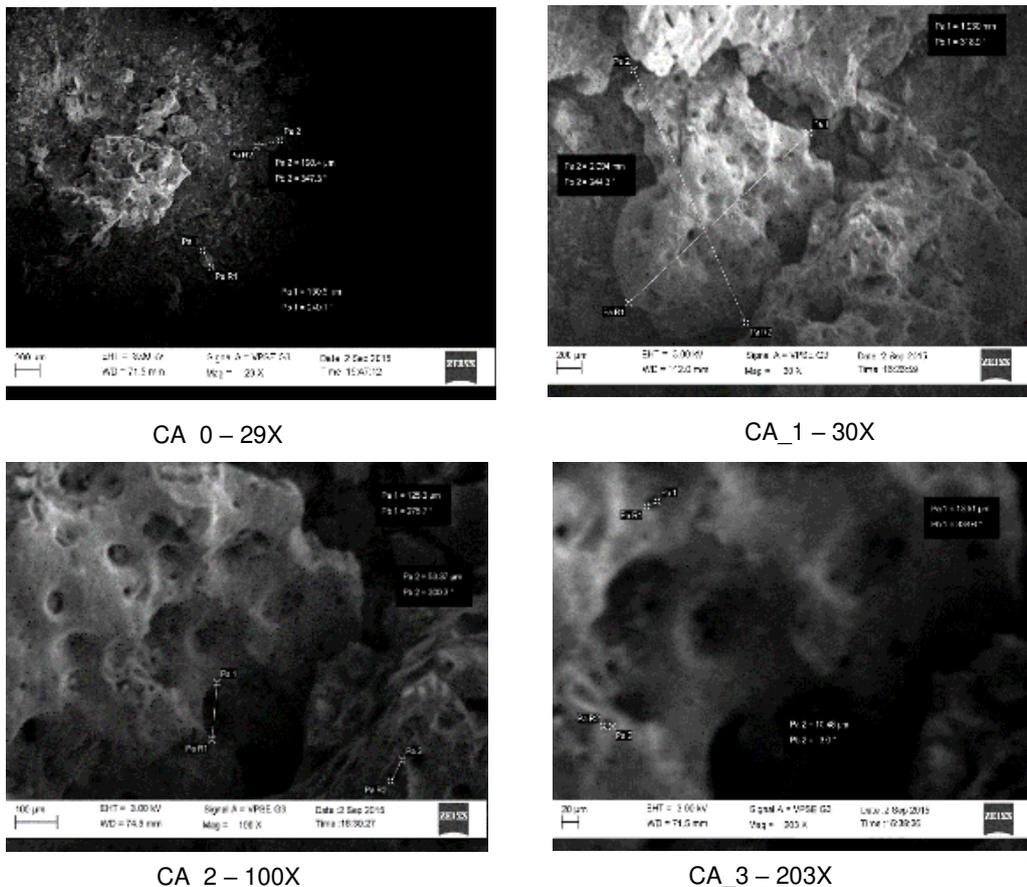


Figura 3. Imágenes obtenidas con microscopia electrónica de barrido, CA_0, CA_2 (lado izquierdo) y CA_1, CA_3 (lado Derecho) con aumentos entre 29X y 203X

En las tablas 1a y 1b se reportan los resultados de metales pesados como parámetros del ensayo, previo al tratamiento. Tenemos entre los metales pesados con mayor toxicidad e incidencia el Mercurio con 0.6186 mg/L , Arsénico con 1.281 mg/L , Plomo 0.1941 mg/L y Cadmio con 0.027015 mg/L en promedio, sobrepasando el parámetro establecido por los *Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (MINAM, 2008)*. En la categoría 4, conservación del ambiente acuático, se obtuvo 0.05 mg/L para Arsénico, 0.004 mg/L para Cadmio, 0.001 mg/L para Plomo; en tanto que en la categoría 3, el Mercurio obtuvo $0,001 \text{ mg/L}$.

Tabla 1a.
Parámetros de metales pesados durante los ensayos expresado en mg/L

Ensayos	Cu	Fe	Hg	Ag	Cd	Cr
Antes - M1	0.1683	116	0.06852	< 0.0024	0.02683	0.02759
Antes - M2	0.1588	117	0.0552	< 0.0024	0.0272	0.02503
Adsorción - MA	0.0144	0.619	< 0.00041	< 0.0024	0.00085	0.05329
Adsorción - MB	0.062	46	< 0.00041	< 0.0024	0.26261	0.01231
Adsorción - MC	0.0253	4.12	< 0.00041	< 0.0024	0.09796	0.04693
Remoción - MD	0.0178	2.77	< 0.00041	< 0.0024	0.01034	0.01816

Tabla 1b.
Parámetros de metales pesados durante los ensayos expresado en mg/L

Ensayos	As	Ni	Pb	Sb	Zn
Antes - M1	1	1.1646	0.1968	0.0118	3.701
Antes - M2	1	1.1571	0.1914	0.0052	3.591
Adsorción - MA	0.1494	0.38232	0.0313	0.00854	0.8794
Adsorción - MB	0.1075	1.2032	1.102	< 0.00049	3.819
Adsorción - MC	0.0717	0.94052	0.5871	0.00125	4.451
Remoción - MD	7	1.0814	0.0274	0.00551	3.248

En la figura 4 se presenta el diagrama de Schoeller – Berkaloff, que permite describir la capacidad de adsorción del carbón activado en relación a los metales pesados como parámetros analizados. El Mercurio (Hg) fue adsorbido en un 99.34% en ambos métodos (método columna de adsorción y remoción por agitación magnética - AM), el Hierro (Fe) fue adsorbido en un 97.62% por el método de remoción por AM y solo en un 85.48% por el método de columna de adsorción. El Cobre (Cu) fue adsorbido en un 89.13% por el método de remocion por AM, y sin embargo solo 79.29% por el método de columna de adsorción.

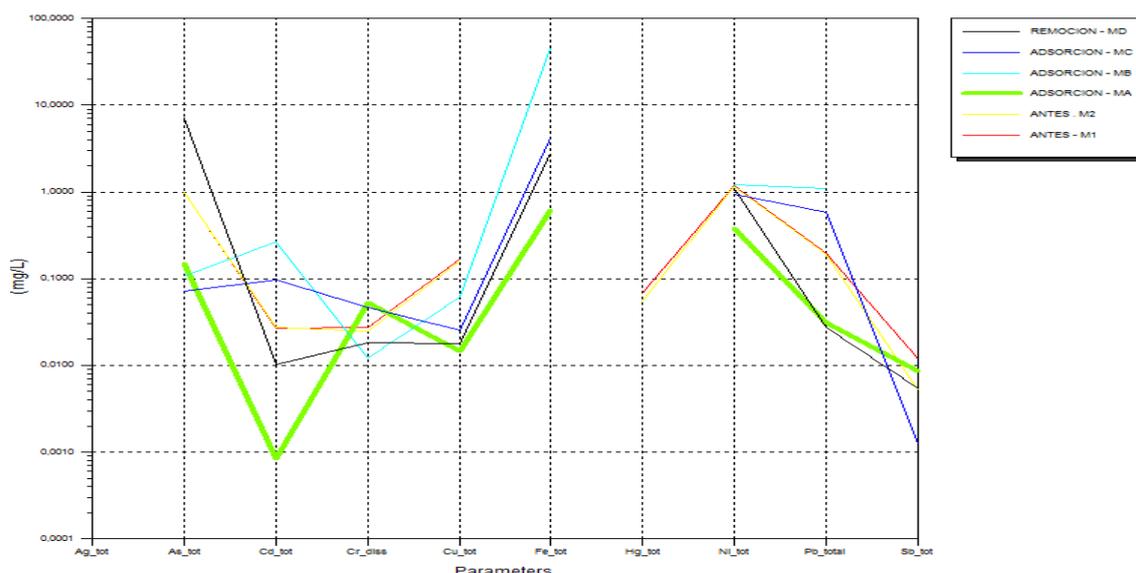


Figura 4. Diagrama de Schoeller – Berkaloff

Contrariamente a los demás metales pesados observados, en el caso de Arsénico (*As*) la capacidad de adsorción se dio en un 91.45% por el método de columna de adsorción y sin embargo por el método de remoción por AM, se registró nula adsorción, es decir solo un aumento de la concentración de este metal. Para el caso de Plomo (*Pb*) y Cadmio (*Cd*) se observó una capacidad de adsorción de 85.88% y 61.72% respectivamente por el método de remoción por AM, y no se registró adsorción alguna por el método de columna de adsorción, este fenómeno se repite para ambos métodos en el caso de Cromo Total (*Cr*).

El comportamiento descrito anteriormente puede estar asociado a la naturaleza del ion en estudio, un comportamiento similar a distinto *pH*, lo cual indicaría que son sensibles al *pH* de la solución y a la acidez de la superficie del CA, esto indicaría que en soluciones acuosas a *pH* menores al punto isoeléctrico la superficie del CA se encuentra cargada en forma positiva lo cual crearía repulsiones electrostáticas con los iones Cd^{2+} y $Cr(Total)$; además, a *pH* bajos se presenta un efecto competitivo en la solución entre los iones H^+ y los iones metálicos, lo cual contribuye a una reducción de la capacidad de adsorción de los metales. Por el contrario, a *pH* mayores, la superficie del CA se encontraría cargada en forma negativa lo cual favorecería las atracciones electrostáticas con los iones metálicos (Sun-Kou, Obregón-Valencia, Pinedo-Flores, Paredes-Doig, & Aylas-Orejón, 2014).

Efecto del pH. Las propiedades adsorbentes de un carbón activado no dependen únicamente de la superficie y la porosidad. La presencia de oxígeno, hidrógeno y nitrógeno en forma de grupos funcionales en la superficie del carbón ejerce un gran efecto en las propiedades adsorbentes, especialmente frente a moléculas polares o polarizables (Rodríguez-Reinoso, 2007).

Los factores más importantes que influyen en el proceso de adsorción son el *pH* de la solución, la estructura porosa y la acidez superficial del carbón activado. La acidez superficial del carbón, la porosidad del adsorbato y el *pH* de la solución son las variables determinantes en el proceso de adsorción de los iones Cd^{2+} , $Cr(Total)$ y Pb^{2+} utilizando carbón activado (Sun-Kou et al., 2014).

Conclusiones

Las partículas de carbón activado obtenido a partir de lenteja de agua (*Lemna gibba L.*) presentan diámetros $\leq 2.094 \text{ mm}$ a cuanto a las de mayor tamaño y diámetros $\geq 150.5 \text{ }\mu\text{m}$ con respecto a las de menor tamaño. El grado de porosidad determinado fluctúa entre $10.48 \text{ }\mu\text{m}$ y $125.3 \text{ }\mu\text{m}$ de diámetro longitudinal del poro.

En las pruebas realizadas con el empleo del carbón activado de lenteja de agua (*Lemna gibba L.*) se alcanzó un porcentaje de 99.34% de adsorción en el caso del Mercurio (*Hg*), por los métodos de columna de adsorción y remoción por agitación magnética, hasta una absorción mínimamente 28.04% para el caso del Níquel, por el método de la columna de adsorción y 6.84% de adsorción por el método de remoción por agitación magnética.

Las propiedades adsorbentes del carbón activado (*Lemna gibba L.*) no dependen únicamente de la superficie y la porosidad, sino también de otros factores más importantes que influyen en el proceso de adsorción como el *pH* de la solución, esto indicaría que en soluciones acuosas a *pH* menores al punto isoeléctrico la superficie del carbón activado se encuentra cargada en forma positiva, lo cual crearía repulsiones electroestáticas con los metales pesados como el Cromo (*Cr*), Cadmio (*Cd*) y Plomo (*Pb*), lo que indicaría el efecto contrario a la adsorción.

Recomendaciones

Desarrollar estudios sobre la capacidad de adsorción de otras biomásas que correspondan a materiales residuales abundantes y de bajo costo, además de realizar investigaciones con variables determinantes como el grado *pH* y temperatura para la adsorción de los metales pesados de *As*, *Cr*, *Cd* y *Pb*.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero brindado por la Vicepresidencia de Investigación de la Universidad Nacional de Juliaca – Puno, Perú a través del Proyecto Semilleros de Investigación UNAJ.

Referencias bibliográficas

- Arroyave, M. del P. (2004). La lenteja de agua (Lemna minor L.): una planta acuática promisoría. *Revista EIA*, (1), 33–38. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n1/n1a04.pdf>
- Canales-Gutiérrez, Á. (2010). Evaluación de la biomasa y manejo de Lemna gibba (lenteja de agua) en la bahía interior del Lago Titicaca, Puno. *Ecología Aplicada*, 9(2), 91–99. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v9n2/a04v9n2.pdf>
- Carrillo-Quijano, C. C. (2013). Producción de carbón activado y sílice a partir de cascarilla de arroz - una revisión. *Scientia et Technica*, 18(2), 422–429. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4457609.pdf>
- Céspedes, N. E., Valencia, J. S., & Diaz, J. de J. (2007). Remoción de Cromo VI de soluciones acuosas por adsorción sobre carbones activados modificados. *Revista Colombiana de Química*, 36(3), 305–322. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcq/v36n3/v36n3a04.pdf>
- Gamarra-Torres, O. A., Barrena-Gurbillón, M. Á., Barboza-Castillo, E., Rascón-Barrios, J., Corroto, F., & Taramona-Ruiz, L. A. (2018). Fuentes de contaminación estacionales en la cuenca del río Utcubamba, región Amazonas, Perú. *Arnaldoa*, 25(1), 179–194. <https://doi.org/http://doi.org/10.22497/arnaldoa.251.25111>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Luna, D., González, A., Gordon, M., & Martin, N. (2007). Obtención de carbón activado a partir de la cáscara de coco. *Contactos*, 64, 39–48. Disponible en: <https://archive.org/details/CarbonActivadoCOCO>
- Martín-González, M. A., Susial, P., Pérez-Peña, J., & Doña-Rodríguez, J. M. (2013). Preparation of activated carbons from banana leaves by chemical activation with phosphoric acid: Adsorption of methylene blue. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 12(3), 595–608. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmiq/v12n3/v12n3a21.pdf>
- MINAM. (2008). Decreto Supremo N° 002 - 2008 - MINAM que aprueban los estándares nacionales de calidad ambiental para agua. Lima - Perú: Normas Legales y Sentencias El Peruano. Disponible en: http://www.ana.gob.pe/media/664662/ds_002_2008_minam.pdf
- Primera-Pedrozo, O., Colpas-Castillo, F., Meza-Fuentes, E., & Fernández-Maestre, R. (2011). Carbones activados a partir de bagazo de caña de azúcar y zuro de maíz para la adsorción de cadmio y plomo. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 35(136), 387–396. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v35n136/v35n136a12.pdf>
- Rodríguez-Reinoso, F. (2007). El carbón activado como adsorbente universal. In *Sólidos porosos: preparación, caracterización y aplicaciones* (pp. 1–42). Bogotá - Colombia: Ediciones Uniandes.
- Sun-Kou, M. del R., Obregón-Valencia, D., Pinedo-Flores, Á., Paredes-Doig, A. L., & Aylas-Orejón, J. (2014). Adsorción de metales pesados empleando carbones activados preparados a partir de semillas de aguaje. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 80(4), 225–236. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v80n4/a02v80n4.pdf>
- Vargas-Nieto, C., Carriazo, J. G., & Castillo, E. (2011). Estudio de materiales adsorbentes de bajo costo para remover Cr (VI) de efluentes acuosos. *Ingeniería e Investigación*, 31(1), 154–162. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v31n1/v31n1a16.pdf>
- Velázquez-Trujillo, A., Bolaños-Reynoso, E., & Pliego-Bravo, Y. S. (2010). Optimización de la producción de carbón activado a partir de bambú. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 9(3), 359–366. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmiq/v9n3/v9n3a10.pdf>

Elaboración de una bebida probiótica con lacto suero y enriquecida con almidon de quinua como complemento alimentario para niños

Elaboration of a probiótica drink with serum lacto, enriched with quinua starch as a food supplement for children

Raúl Arturo Ramírez Mestas
arturoramirezlestas@yahoo.es - Universidad Nacional de Juliaca
Roxana Larico Camasita
amely_654@hotmail.com - Universidad Nacional de Juliaca
Esther Nilda Nina Ayque
esthernilda6@gmail.com - Universidad Nacional de Juliaca
Juan Uriel Cauna Julliri
cauna.juan30@hotmail.com - Universidad Nacional de Juliaca
Lourdes Mamani Calsin
lourdesmamani4444@gmail.com - Universidad Nacional de Juliaca
Lizbeth Katherine Quispe Flores
ikqflores@gmail.com - Universidad Nacional de Juliaca
Rocio Sulma Layme Calderon
rociolayme24@gmail.com - Universidad Nacional de Juliaca
Cesar Pompeyo Gutiérrez Castillo
cesar.gtc@gmail.com - Universidad Nacional de Juliaca
Erika Jaqueline Calla Arpi
erika.yaque@outlook.es - Universidad Nacional de Juliaca

Resumen

El objetivo del estudio fue determinar los parámetros óptimos para la elaboración de una bebida probiótica a base de lactosuero, enriquecida con almidón de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) La idea de fondo es aprovechar las propiedades nutricionales que contiene el suero, que muchas veces es desechado en la industria quesera. Se hicieron pruebas fisicoquímicas a la leche y al lactosuero utilizando el equipo Lactoscam SPSS. Durante la elaboración se adicionaron 50% de leche fresca y 50% de suero, así como también se incluyó el almidón de quinua en tres concentraciones (0.01, 0.015 y 0.03 gramos) conjuntamente con CMC y azúcar. Para la evaluación de la influencia de la sustitución parcial del lactosuero y la adición de almidones de quinua, se realizó un análisis físico-químico de la bebida obteniendo 1.71% (muestra M-1), 2.36% (muestra M-2) y 3.74% (muestra M-3) de proteína. Se realizó un análisis sensorial hedónico de tres niveles y la comparación con un producto comercial; donde participaron 50 panelistas no entrenados. Los criterios de evaluación fueron olor, sabor, color y textura. Según el ANOVA aplicado, con excepción del olor y el sabor el resto de características resultaron tener diferencias estadísticamente significativas.

Palabras claves: *Suero de leche, Almidón de quinua, Bebida probiótica, Lactosuero.*

Abstract

The objective of the research was to determine the optimal parameters for the production of a probiotic drink based on whey, enriched with quinoa starch (*Chenopodium quinoa* Willd.) The basic idea is to take advantage of the nutritional properties contained in whey, which is often discarded in the cheese industry. Physicochemical tests were carried out on the milk and on lactoser using the Lactoscam SPSS equipment. During the elaboration, 50% of fresh milk and 50% of whey were added, as well as quinoa starch in three concentrations (0.01, 0.015 and 0.03 grams) together with CMC and sugar. For evaluating the influence of the partial replacement of whey and the addition of quinoa starches, a physical-chemical analysis of the drink was carried out, having obtained 1.71% (sample M-1), 2.36% (sample M-2) and 3.74% (sample M-3) of protein. A three-level hedonic sensory analysis was performed and compared with a commercial product; in which 50 untrained panelists participated. The evaluation criteria were smell, taste, color and texture. According to the applied ANOVA, with the exception of the smell and taste, the rest of the characteristics were found to have statistically significant differences.

Keywords: Milk serum, Quinoa starch, Probiotic drink, Whey.

Introducción

El lacto suero es un subproducto de la separación de la cuajada durante el proceso de fabricación del queso y uno de los desechos más contaminantes de la industria alimentaria. Anualmente a nivel mundial, se producen 110 millones de toneladas y cada kilogramo de queso producido genera nueve kilogramos de suero (Padín-González & Díaz-Fernández, 2009). En la región de Puno, en promedio, por cada 9 litros (L) de leche procesada se obtienen 8 L de suero, la mayoría de los cuales se desecha en el suelo (medio ambiente), causando problemas de contaminación y pérdida económica. A pesar del alto valor nutritivo, el lacto suero es desechado de los centros de producción de quesos de la región (Azángaro, Huancané, Melgar y San Román), no tomando en cuenta la posibilidad de ser empleado para la elaboración de otros subproductos y así poder lograr una mayor eficiencia económica en su uso. Por lo tanto, el objetivo del estudio fue determinar los parámetros óptimos para la elaboración de una bebida probiótica a base de lacto suero enriquecido con quinua (*Chenopodium quinoa* Wild.), a fin de aprovechar las propiedades nutricionales que contiene el suero.

La quinua constituyó un importante componente de la alimentación de los pueblos prehispánicos en las tierras altas de los Andes. El inicio de su domesticación data desde 5000 a.C., habiendo sido utilizada por culturas pre incas e incas (Repo-Carrasco, Espinoza, & Jacobsen, 2003).

El contenido de almidón en la quinua puede variar entre 42 y 68% del total del grano (Bravo-Puente, 1997), siendo menor que en otros granos como el maíz o el trigo, donde se tienen porcentajes de 60 y 70% respectivamente (Scarpatti & Briceño, 1980).

El almidón se presenta en gránulos pequeños, localizados en el perisperma, con cerca del 20% de amilosa, y gelatiniza entre 55 y 65° C (Romo, Rosero, Forero, & Céron, 2006). Tapia, Gandarillas y Alandia (1979) indican que el almidón de quinua tiene un promedio de 2 μ m de diámetro por gránulo, comparado con 30 y 140 μ m para el almidón de maíz y de papa, respectivamente.

El lactosuero (LS) es un líquido translúcido verde obtenido por separación del coágulo de leche en la elaboración de queso (Jelen, 2003). Sus características corresponden a un líquido fluido, de color verdoso amarillento, turbio, de sabor fresco, débilmente dulce, de carácter ácido, con un contenido de nutrientes o extracto seco provenientes de la leche, del 5,5 al 7% (Parra-Huertas, 2009). Retiene cerca del 55% del total de ingredientes de la leche como la lactosa, proteínas solubles, lípidos y sales minerales (Aider, De Halleux, & Melnikova, 2009).

A pesar que en la actualidad es un material contaminante por su alto contenido orgánico, no hacer uso del lactosuero como alimento es un desperdicio de nutrientes, pues este contiene un poco más del 25 % de las proteínas de la leche, cerca del 8% de la materia grasa y cerca del 95 % de la lactosa (Villacis-Samaniego, 2012).

Las bebidas de suero fermentado o no fermentados son productos en los que el suero de leche se utiliza como un ingrediente (Gomes et al., 2013). Estos productos deben tener un mínimo de 51% de base de leche en la formulación y el uso de grasa vegetal está permitido. Desde un punto de vista tecnológico, la principal diferencia entre las bebidas de suero de leche y yogures fermentados con lactosuero añadido es la forma en la que se añade el suero.

Se considera simplemente como el análisis de las propiedades sensoriales, se refiere a la medición y cuantificación de los productos alimenticios o materias primas evaluados por medio de los cinco sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que significa sentido. Para obtener los resultados e interpretaciones, la evaluación sensorial se apoya en otras disciplinas como la química, las matemáticas, la psicología y la fisiología entre otras (Hernández-Alarcón, 2005).

Materiales y métodos

El trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Nacional de Juliaca (UNAJ). Los análisis físico-químicos de la bebida probiótica se efectuaron en la Universidad Nacional del Altiplano de Puno (UNAP) en el laboratorio de Físico-Química de alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

El método básico consistió en arreglos factoriales para observar diferencias significativas en la formulación, utilizando el máximo de suero posible y teniendo como variable respuesta, la viscosidad cinemática obtenida de la curva de flujo. La variable de estudio fue la cantidad de suero. También, se realizó un segundo arreglo factorial entre la formulación y el análisis sensorial que fue relacionado como variable respuesta.

Para la extracción de almidón se utilizó quinua de la variedad salcedo INIA el cual se desaponificó antes del proceso de extracción. Se diluyó acetato de sodio con peso molecular de 136,08 g (C₂H₃NaO₂) en relación de dilución 3 – 1 de agua y quinua.

$$g = M * V * PM$$

Donde:

g = cantidad de acetato de sodio (g)

M = molaridad

V = volumen de agua en litros (L)

PM = peso molecular

Se dejó reposar por 24 horas en cristalizadores de vidrio y se procedió a un lavado con agua destilada, para luego licuar por 15 minutos; se filtró la mezcla y se colocó en recipientes de vidrio cubriendo los bordes. Posteriormente, se dejó reposar por 24 horas y se cambió el agua destilada (2 veces por 2 días). Por último, se agregó alcohol y después se filtró con una bomba de vacío para el secado al medio ambiente.

En la fase de elaboración de la bebida se usó el 50% de lactosuero como base y 50% de leche fresca, a las que se adicionaron CMC (Carboxi Metil Celulosa), azúcar, almidón de quinua en tres diferentes concentraciones (0.01, 0.015 y 0.03 gramos) y cultivos probióticos, los cuales se llevaron a la cámara de fermentación prefabricada y adecuada para el desarrollo de la bebida. Posteriormente se realizó un batido para luego envasarlos en recipientes de plásticos y almacenarlos a 4 – 5° C.

Se analizaron Sólidos Totales, Humedad, Ceniza, Proteína, Grasa, Carbohidratos y Energía total Kcal / 100g dando mayor importancia al contenido proteínico. Además, se realizó un análisis sensorial hedónico de tres niveles con 50 panelistas no entrenados. Los datos fueron analizados con ANOVA de FRIEDMAN. También se realizó una comparación del producto desarrollado con una bebida comercial.

Resultados y discusión

Evaluación físico química del suero y leche con el equipo LACTO SCAN

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos en 30 segundos por el equipo LactoScan, desde la obtención de la leche, antes de procesarla, y el suero después del primer desuerado del queso.

Tabla 1.
Análisis físico-químico de leche y suero

Componentes	Leche	Suero
Grasa (F)	3.17	1.20
Sólidos no grasos (S)	9.20	6.75
Densidad (D)	32.11	28.31
Proteína (P)	3.37	2.63
Punto de Congelación (FP)	-0.59	-0.44
Agua añadida (W)	0.00	12.36
pH	6.57	4.55
Temperatura °C	21.93	26.85
Lactosa (L)	5.04	3.11
Sales (SA)	0.75	0.59

Nota. Los valores son el promedio de 3 repeticiones.

Como se muestra en la tabla 1 el contenido de proteína y grasa determinado por el analizador ultrasónico se encuentra por encima del promedio teórico que es alrededor de 0.6 % de grasa y 1% de proteína.

Análisis físico químicos de la bebida probiótica desarrollada.

En la tabla 2 se presentan los resultados físico-químicos de cada muestra elaborada (con diferentes cantidades de almidón de quinua) haciendo énfasis en el contenido de proteína.

Tabla 2.
Análisis físico químico de la bebida probiótica

Ensayos	M-1	M-2	M-3
Sólidos Totales %	28.77	25.29	24.99
Humedad %	71.23	74.71	74.01
Ceniza %	0.88	0.8	0.71
Proteína %	1.71	2.36	3.74
Grasa %	0.28	0.25	0.15
Carbohidratos %	25.9	21.88	20.39
Energía total Kcal / 100g	109.72	98.87	97.87

Nota. Los valores son el promedio de 3 repeticiones.

Se observa en la tabla 2 que la muestra M-1 contiene 0.01 gramos de almidón de quinua y presenta un 1.71 % de proteínas, la muestra M-2 contiene 0.015 gramos de almidón de quinua y tiene 2.36 % de proteína y la última muestra M-3 tiene 0.03 gramos de almidón de quinua. Es en este último ensayo que se halló un mayor porcentaje de proteína, por tanto, se infiere que, a mayor contenido de almidones de quinua, mayor será el contenido proteínico de la bebida.

Aceptabilidad y comparación sensorial de la bebida desarrollada con una bebida similar comercial

Se realizó mediante una encuesta de escala hedónica de tres niveles, considerando las tres muestras desarrolladas. Para ello se evaluó las características de olor, sabor, color y textura de la bebida. Se obtuvieron calificaciones altas en todos los criterios a excepción de la textura. Para el análisis estadístico se aplicó el ANOVA FRIEDMAN para comprobar diferencias significativas en las tres muestras desarrolladas. En cuanto al olor, el resultado indica que no muestra diferencias significativas en las tres muestras ($P < 0.32$), el Color si presenta diferencias significativas ($P > 0.004$), el Sabor no muestra diferencias significativas ($P < 0.416$) y la Textura muestra diferencias significativas ($P > 0.006$).

En cuanto a la comparación de la bebida desarrollada con una bebida comercial se determinó que el 62%, 76%, 86% y 66% de los consultados prefieren el color, olor, sabor y textura del producto desarrollado, respectivamente. Esto sugiere que la bebida probiótica elaborada puede ser aceptada por el público consumidor.

Discusión de los hallazgos

Tabla 3.

Parámetros considerados para la elaboración de la bebida

Proceso	Bebida desarrollada			Según Krzeminski, Hinrichs y Grobhable ^a			Según Vanegas & Gutiérrez ^b		
	T ^o (°C)	T (min.)	pH	T ^o (°C)	T (min.)	pH	T ^o (°C)	T (min.)	pH
Pasteurización	85-90	5	-	95	4.25	-	85±2	30	-
Enfriado	42-43	10	-	35	10	-	43±1	-	-
Incubado	42-43	360	-	35	480	-	43±1	300	-
Batido	40	8	4.6	-	1	4.4	-	-	4.6±0.05
Almacenado	4-5	-	4.6	10	42h	4.4	4±1	-	4.6±0.05

^a (Krzeminski, Hinrichs, & Grobhable, 2011).

^b (Vanegas-Azuero & Gutiérrez, 2018).

Según la tabla 3 se muestra los parámetros utilizados para la elaboración de la bebida probiótica y la comparación de otros parámetros según otros autores que desarrollaron bebidas similares, mostrando diferencias y similitudes al respecto.

En un estudio previo, Guerrero-Rodríguez, Gómez-Aldapa, Castro-Rosas, González-Ramírez y Santos-López (2010) muestran la composición de suero dulce y suero ácido. El contenido proteico de suero dulce es de 0.6 - 1.1% a comparación de la muestra tomada a partir de la elaboración de queso andino, para la producción de la bebida probiótica. Presenta una cantidad en proteína de 2.63 %, destacando que la muestra trabajada es la que dio más aporte en el contenido proteico, así mismo se considera el aporte de la leche como parte de la producción de la bebida.

Estos productos elaborados con leche y suero deben tener un mínimo de 51% de base de leche en la formulación según el Ministerio da Agricultura Pecuária e Abastecimento (2005). Para la bebida probiótica se usó un 50 % de leche fresca y un 50 % de suero dulce. En comparación con el autor, la diferencia es de un 1 %, haciendo énfasis a la acción del almidón de quinua añadida a la bebida. Estos componentes tienen la capacidad de aumentar la viscosidad de los productos. Según Isleten & Karagul-Yuceer (2008), puede explicarse por el uso de espesantes y estabilizadores (gelatina y almidón modificado).

Conclusiones

De las tres muestras desarrolladas (M001, M 002 y M003) con almidones de quinua de 0.01, 0.015 y 0.03 gramos respectivamente, tuvieron diferentes valores con respecto a la proteína como son 1.71%, 2.36% y 3.74%. Resalta el hecho de que a mayor cantidad de almidón mayor será el contenido proteínico. Los parámetros utilizados durante la elaboración fueron similar a la elaboración del yogurt. Lo más resaltantes es el uso de 50% de leche y 50% de suero dulce, obtenido de la elaboración de quesos andino. En cuanto a la aceptabilidad sensorial se estudió las características de olor, sabor, color y textura. La bebida probiótica tuvo resultados favorables desde el punto de vista fisicoquímico y sensorial.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Vicepresidencia de Investigación de la Universidad Nacional de Juliaca (UNAJ), por el apoyo al proyecto de Investigación "SEMILLEROS", a nuestros docentes y a los integrantes este grupo de investigación.

Referencias bibliográficas

- Aider, M., De Halleux, D., & Melnikova, I. (2009). Skim acidic milk whey cryoconcentration and assessment of its functional properties: Impact of processing conditions. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 10(3), 334–341. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2009.01.005>
- Bravo-Puente, B. (1997). *Estudio de la hidrólisis enzimática de la harina de quinua (Chenopodium quinoa wild.)*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Gomes, J. J. L., Duarte, A. M., Batista, A. S. M., de Figueiredo, R. M. F., de Sousa, E. P., de Souza, E. L., & de Cássia Ramos do Egypto Queiroga, R. (2013). Physicochemical and sensory properties of fermented dairy beverages made with goat's milk, cow's milk and a mixture of the two milks. *LWT - Food Science and Technology*, 54(1), 18–24. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.04.022>
- Guerrero-Rodríguez, W. J., Gómez-Aldapa, C. A., Castro-Rosas, J., González-Ramírez, C. A., & Santos-López, E. M. (2010). Caracterización Fisicoquímica del Lactosuero en el Valle de Tulancingo. In *XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos* (p. 8). Mexico: Universidad de Guanajuato. Disponible en: https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icbi/LI_FisicAlim/Carlos_Aldapa/3.pdf
- Hernández-Alarcón, E. (2005). *Evaluación sensorial*. Bogotá - Colombia. Disponible en: http://www.inocua.org/site/Archivos/libros/m_evaluacion_sensorial.pdf
- Isleten, M., & Karagul-Yuceer, Y. (2008). Effects of functional dairy based proteins on nonfat yogurt quality. *Journal of Food Quality*, 31(3), 265–280. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2008.00199.x>
- Jelen, P. (2003). Whey processing. Utilization and Products. In H. Roginski, J. W. Fuquay, & P. F. Fox (Eds.), *Encyclopedia of Dairy Sciences* (pp. 2739–2745). London, UK: Academic Press.
- Krzeminski, A., Hinrichs, J., & Grobhable, K. (2011). Structural properties of stirred yoghurt as influenced by whey proteins. *LWT - Food Science and Technology*, 40(10), 2134–2140.
- Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. (2005). Instrução Normativa no. 16. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebida Láctea. Brasília - Brasil: Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Disponible en: http://www.normasbrasil.com.br/norma/instruca_o-normativa-16-2005_75591.html
- Padín-González, C., & Díaz-Fernández, M. (2009). Fermentación alcohólica del lactosuero por *Kluyveromyces marxianus* y solventes orgánicos como extractantes. *Revista de La Sociedad Venezolana de Microbiología*, 29(2), 110–116. Disponible en: http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_vm/article/view/600
- Parra-Huertas, R. A. (2009). Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 62(1), 4967–4982.

- Disponibile en:
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24892>
- Repo-Carrasco, R., Espinoza, C., & Jacobsen, S. (2003). Nutritional Value and Use of the Andean Crops Quinoa (*Chenopodium quinoa*) and Kaniwa (*Chenopodium pallidicaule*) AU - Repo-Carrasco, R. *Food Reviews International*, 19(1–2), 179–189. <https://doi.org/10.1081/FRI-120018884>
- Romo, S., Rosero, A., Forero, C., & Céron, E. (2006). Potencial nutricional de harinas de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) variedad Piartal en los Andes Colombianos. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 4(1), 112–125. Disponible en:
<http://revistabiotecnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotecnologia/article/view/39>
- Scarpatti, Z., & Briceño, O. (1980). Evaluación de la composición química y nutricional de algunas entradas de quinua del banco de germoplasma de la Universidad Nacional Técnica del Altiplano. *Anales Científicos UNALM*, XVIII(1–4), 125–134.
- Tapia, M., Gandarillas, H., & Alandia, S. (1979). *La quinua y la kaniwa: cultivos andinos*. Bogotá - Colombia: CIID, Oficina Regional para América Latina.
- Vanegas-Azuero, A. M., & Gutiérrez, L. F. (2018). Physicochemical and sensory properties of yogurts containing sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds and β -glucans from *Ganoderma lucidum*. *Physicochemical and Sensory Properties of Yogurts Containing Sacha Inchi (Plukenetia Volubilis L.) Seeds and β -Glucans from Ganoderma Lucidum*, 101(2), 1020–1033. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29153530>
- Villacís-Samaniego, M. E. (2012). *Elaboración y evaluación nutricional de una bebida proteica para infantes a base de lactosuero y leche de soya*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1583>

Eficiencia del uso de Microalgas (*Chlorella sp*) del Río Torococha en la Remoción de Nitratos y Fosfatos para el Tratamiento Terciario de Aguas Residuales en un Fotobiorreactor a Escala Laboratorio, Juliaca 2017

Efficiency in the use of Microalgas (*Chlorella sp*) in the Removal of Nitrates and Phosphates in Torococha River for the Tertiary Treatment of Wastewater on a Photobiorreactor, on a Laboratory Scale, Juliaca 2017

Edwin Huayhua Huamani
ehuayhua@unaj.edu.pe - Universidad Nacional de Juliaca
Ricardo Chambi Apaza
ricardochambiapaza@gmail.com - Universidad Nacional de Juliaca
Fiorela Esmeralda Quispe Flores
fiorelaesmeralda121@gmail.com - Universidad Nacional de Juliaca
Edwin Mamani Coyla
edwin.123.4@hotmail.com - Universidad Nacional de Juliaca
Reyna Gaby Quispe Acra
gali_angell1@hotmail.com - Universidad Nacional de Juliaca
Winsthon Fredy Ramos Rojas
wins666_@gmail.com - Universidad Nacional de Juliaca

Resumen

El objetivo del estudio fue determinar el efecto del uso de microalgas en el tratamiento de aguas residuales para la reducción de NO_3 y PO_4 , con un fotobiorreactor a escala laboratorio. Las muestras en estudio fueron extraídas de las aguas del río Torococha y de la laguna de oxidación de la ciudad de Juliaca. Se aisló e inoculó *Chlorella Sp.*, cultivándosele en seis reactores, iluminados durante 18 hora/día, con seis lámparas leds en cada fotobiorreactor. El experimento, para la evaluación de muestras in situ de OD con el método winckler, duro un periodo de 12 días. Se usó PCD650 en caso del *pH* y temperatura; posteriormente a la marcha experimental se determinó NO_3 y PO_4 , que fueron analizados por métodos HACH 8048 y HACH 8039 respectivamente, la DQO se hizo por el método APHA-AWWA-WEF 5220 y 2510-B para la conductividad. De los resultados obtenidos se estimó que muchos de los parámetros evaluados in situ mejoran su calidad; a partir de los cinco días, los nitratos y fosfatos empiezan a disminuir notablemente, ya que a los 12 días la población de microalgas empieza a disminuir por falta de nutrientes. La eficiencia de las microalgas en la remoción de nitratos fue de 93% en promedio en los seis fotobiorreactores; pero en el caso de los fosfatos esto no ocurre así, en el FBRT1 se logra reducir en un 85%, en los demás fotobiorreactores la remoción fue menor a 30%. Por lo tanto, la disminución de NO_3 y PO_4 en los fotobiorreactores a escala laboratorio resultaron ser eficientes con respecto a los nitratos, en comparación con los fosfatos.

Palabras claves: Aguas residuales, Fosfatos, Fotobiorreactores, Microalgas, Nitratos.

Abstract

The objective of the study was to determine the effect of the use of microalgae in the treatment of wastewater for the reduction of NO₃ and PO₄, with a photobioreactor on laboratory scale. The samples under research were extracted from the waters of the Torococha River and from Juliaca city Oxidation Lagoon. Microalgae were isolated and *Clorella*SP inoculated, cultivated in six reactors; each photoreactor illuminated with 6 led lamps for 18 hours a day. The insitu OD sample evaluation experiment lasted 12 days. The Winkler method was used. For the PH and temperature, the PCD650 was used, later, the NO₃ and PO₄ were determined, analyzed both by the HACH 8048 and HACH 8039 methods respectively. The DQO was performed by the APHA – AWWA – WEF 5220 method and the 2510-B for conductivity. From the results obtained it was estimated that many of the parameters evaluated in situ improve its quality; after five days, nitrates and phosphates begin to decrease markedly, since after 12 days the microalgae population begins to decrease due to lack of nutrients. The efficiency of microalgae in the removal of nitrates was 93% on average in the six photobioreactors; but in the case of phosphates, this does not happen, in the FBRT1 it is possible to reduce by 85%, in the other photobioreactors the removal was less than 30%. Therefore, the decrease of NO₃ and PO₄ in photobioreactors on laboratory scale was found to be efficient with respect to nitrates, compared to phosphates.

Keywords: Wastewater, Phosphates, Photobioreactors, Microalgae, Nitrates.

Introducción

Las microalgas presentan características únicas y deseables, ya que son una fuente para la producción de biocombustibles, incluyendo un crecimiento rápido y una capacidad de adaptación en diferentes tipos de aguas residuales (Delgadillo, Lopes, Taidi, & Pareau, 2016; Gonçalves, Pires, & Simões, 2017a), de hecho las microalgas tienen mayores ventajas comparadas con otras plantas más grandes: a) se estima que la producción de microalgas es 10 veces más que otras plantas más grandes; b) el crecimiento de microalgas es independiente al cultivo que es sometido (Hernández & Labbé, 2014; Hernández, Riaño, Coca, & García, 2013); c) las microalgas son ricas en lípidos, proteínas y almidón, el cual podría convertirse en energía usando procesos de esterificación, procesos termoquímicos y procesos biológicos para la producción de biodiesel (Abdel-Raouf, Al-Homaidan, & Ibraheem, 2012a; Elizabeth, Castillo, Antonio, & Vargas Machuca, 2011; Hom-Diaz et al., 2017; Rosales Loiza & Morales, 2007; von Sperling, 2008).

Las microalgas representan una alternativa para el tratamiento de aguas residuales por su capacidad de remoción de nutrientes y alto valor comercial de la biomasa producida (Abdel-Raouf, Al-Homaidan, & Ibraheem, 2012b; Lv et al., 2018; Peltroche, 2015), son un grupo de microorganismos fotosintéticos, obtienen la energía de la luz proveniente del sol y se desarrollan a partir de materia inorgánica, en general son organismos fotoautótrofos que permiten el rápido crecimiento celular por lo tanto una mayor producción de biomasa (Benavente, Montanez, Aguilar, & Zavala, 2012; Gómez, 2007; Orlando et al., 2016); estos microorganismos tienen la capacidad de remover cantidades significativas de nitratos, fosfatos y materia orgánica (Hu, Hao, van Loosdrecht, & Chen, 2017; Martin, 2010; Ozkan & Berberoglu, 2013; Pérez, Campos, & Salgado, 2013); los cuales se encuentran entre los contaminantes peligrosos, ya que constituyen una preocupación para el bienestar de los ecosistemas acuáticos; el Fosfato (PO₄) y Nitrato (NO₃) son elementos muy comunes en las aguas residuales, son movilizados al medio ambiente a través de una combinación de procesos que incluyen procesos naturales (actividad biológica, emisiones volcánicas) y procesos antropogénicos como la

actividad industrial; uso de fertilizantes, pesticidas, herbicidas, desecantes (Gonçalves, Pires & Simões, 2017b; Mohd Udaiyappan, Abu Hasan, Takriff & Sheikh Abdullah, 2017; Pires, Alvim-Ferraz, & Martins, 2017; Pulz, 2001; Rehman & Shakoory, 2004; Saied & Chojnacka, 2015).

Recientemente la aplicación de microalgas para el tratamiento de aguas residuales han estado investigados por su capacidad de remoción de nutrientes y a través de la simbiosis con bacterias heterótrofas (Aurelio, López, Meas Vong, Ortega, & Olguín, 2004; García, 2011; Montañón, 2015; Orduz, 2016); el crecimiento de microalgas requiere usar luz como principal fuente de energía, ya que con la luz se desarrolla el proceso de fotosíntesis, quien libera oxígeno disuelto en el medio acuático, así como la fijación de dióxido de carbono, liberada por los microorganismos presentes, es así que esta simbiosis reduce los nutrientes inorgánicos como NO₃, PO₄, metales y otras concentraciones de microcontaminantes en aguas residuales (Camacho, 2015; Contreras et al., 2003; Delgadillo, González, Prieto, & Villagómez, 2011; Fernando et al., 2015; Sacristán, Luna, Cadena & Alva, 2014).

La generación de aguas residuales acentuándose el problema al ser evacuados al río Coata por la topografía discurren en el Lago Titicaca siguiendo un curso de contaminación, deteriorando los ecosistemas acuáticos y de las riberas del río, la contaminación y la falta de tratamiento a las aguas residuales (Sunass, 2008), es un problema palpable en la actualidad en nuestra ciudad de Juliaca, los trabajos investigados de remoción de nutrientes en aguas residuales usando microalgas fueron publicados por (Alexandra et al., 2014; Florez, 2014; Hodges, Fica, Wanlass, Van Darlin, & Sims, 2017; Martin, 2010); ameritando realizar un estudio de las características de las microalgas y la eficiencia que estos pudieran ofrecer en condiciones controladas en la remoción de contaminantes propios de las aguas residuales, debido a todo esto se derivan las siguientes preguntas: ¿Cuál es el efecto del uso de microalgas en la remoción de nitratos y fosfatos dentro del Fotobiorreactor? ¿Bajo qué parámetros dentro del Fotobiorreactores las microalgas son eficientes para reducir la carga de nitratos y fosfatos de aguas del río Torococha?

Dado que las microalgas presentarían alto consumo de nutrientes, es probable que la capacidad de remoción de nitrato y fosfato en aguas del río Torococha sea eficiente; el objetivo de nuestra presente investigación fue determinar la eficiencia de remoción de nitratos y fosfatos en aguas del río Torococha mediante microalgas, en particular utilizando *Chlorella sp.*; los rendimientos de los Fotobiorreactores fueron evaluados en términos de remoción de NO₃ y PO₄.

Materiales y métodos

Fotobiorreactores y condiciones de cultivo inoculación de *Chlorella sp.*

Chlorella sp. fue obtenida por muestreo en la zona del puente Santa Mónica, ubicada en el riachuelo Torococha, la inoculación de la microalga fue preparada de acuerdo (González, Buitrago & Frontado, 1999; Schmidt, 2007), la temperatura promedio fue de 21°C; antes de la inoculación las microalgas son centrifugadas (400 RPM) por 15 minutos y seguidamente resuspendido en agua destilada, el lodo aeróbico fue obtenido por muestreo de la misma zona del río Torococha.

Composición de las aguas residuales

Fueron recolectados dos tipos de agua: (a) aguas del río Torococha; (b) aguas de las lagunas de oxidación de la ciudad de Juliaca, para el cual se empleó los principios de muestreo en aguas residuales establecidos por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), posteriormente las muestras fueron homogenizadas y almacenadas a 4 °C para su futuro uso en los fotobiorreactores.

Tabla 1.
Características de las muestras de aguas residuales del río Torococha y la laguna de oxidación – Juliaca.

Parámetros	Torococha	Laguna de oxidación
DQO (mg/l)	294.00	326.00
DBO ₅ (mg/l)	50.60	65.30
OD (mg/l)	2.86	3.60
PH (mg/l)	8.63	5.30
NO ₃ (mg/l)	3.98	4.68
PO ₄ (mg/l)	5.40	6.40
Conductividad (uS/m)	1486.00	1432.00

Montaje experimental

Fue desarrollado en laboratorios de la Universidad Nacional de Juliaca (UNAJ). Consistió en la construcción de seis fotobiorreactores de sistema abierto, de libre interacción con la atmosfera, para ambos tratamientos de aguas residuales. Los fotobiorreactores fueron clasificados de acuerdo a su capacidad de volumen (10.8 y 6 litros) (Aguilar *et al.*, 2011); cada fotobiorreactor fue iluminado usando 6 lámparas leds (Philips 9 watts) por 18 horas/día. El volumen del agua fue observado diariamente; el agua perdida por evaporación fue compensado adicionando agua destilada. El oxígeno disuelto, el pH y la

temperatura fueron monitoreados in situ, utilizando el water proof cyber Scan PCD650-multiparamétrico.

Los fotobiorreactores fueron repartidos en dos secciones, el primero para aguas residuales obtenidas de las lagunas de oxidación con inoculación de *Chlorella sp.*, el cual fue aislado de aguas del río Torococha, luego la otra parte de Fotobiorreactores son mantenidas con aguas del río Torococha, para todo el tratamiento la retención hidráulica fue de 12 días.

Resultados y discusión

Evaluación de crecimiento de *Chlorella sp.* en diferentes fotobiorreactores

Una vez aislada la *Chlorella sp.*, se inoculó en seis fotobiorreactores FBRT1, FBRT2, FBRT3, FBRL1, FBRL2, FBRL3; los fotobiorreactores presentan medidas diferentes en su altura, así también lo sugieren otros investigadores (Saeid & Chojnacka, 2015; Sukačová, Trtílek & Rataj, 2015; Tuantet *et al.*, 2014; Unc, Monfet, Potter, Camargo & Smith, 2017; Velásquez & Brenes, 2015), quienes mencionan que para la producción óptima de microalgas es determinante la altura del fotobiorreactor, esto debido a la distancia de luz, ya que recibe menos cantidad de iluminación a la superficie, lo cual induce a una baja fotosíntesis. Se observó que a los tres días el crecimiento de microalgas ya era notorio; para cada fotobiorreactor se usó iluminación de focos de 9 watts, con una duración de 36 horas, con su respectiva suspensión de 12 horas en todo el ensayo; para verificar el crecimiento se usó microscopio de 10 a 40X.

El crecimiento de *Chlorella sp.* en cada fotobiorreactor fue distinto, esto debido a las características de las muestras de agua utilizadas del río Torococha y la laguna de oxidación; otros factores que influyeron, fueron la iluminación, la altura de cada fotobiorreactor y la temperatura. Esto coincide con lo mencionado por otros investigadores (Labbé, Ramos-Suárez, Hernández-Pérez, Baeza & Hansen, 2017; S.E.Manaham, 2007; Yang, Cheng, Yang, Zhou & Cen, 2016) quienes dicen que el crecimiento de microalgas depende de las condiciones que se propician para su óptimo crecimiento en los fotobiorreactores.

Variaciones cotidianas

Los resultados obtenidos indican que las variables influenciadas por la fotosíntesis (OD y pH) han tenido variaciones significativas durante el día, ya que la iluminación del sol influye sobre la iluminación artificial, así como la temperatura interna de cada fotobiorreactor es influenciada por la temperatura externa o ambiente. La influencia del sol tanto en la iluminación y temperatura han sido previamente reportados en otros estudios (Alcántara, Posadas, Guieysse, & Muñoz, 2015; Alexandra *et al.*, 2014; Almeida *et al.*, 2017; Delgadillo *et al.*, 2016; JBARI, 2012; Lizarazo & Gutiérrez, 2013). Durante la noche, la ausencia de la actividad fotosintética en conjunción con la continua respiración de las microalgas y otros microorganismos, provocaron que los valores del

oxígeno disuelto y el pH sean más bajos. La actividad fotosintética de las microalgas comienza a la salida del sol, produciendo el incremento de pH y oxígeno disuelto; algunos investigadores (Aurelio *et al.*, 2004; Bertule *et al.*, 2014; Burkart & Stoner, 2007; Fernando *et al.*, 2015) sugieren que los fotobiorreactores deben estar aislados de la iluminación solar.

Evaluación de remoción de NO₃ y PO₄ en los fotobiorreactores

La eficiencia de remoción de nutrientes como el NO₃ y el PO₄, presentes en las aguas de la laguna de oxidación y del río Torococha, no ha sido similar en todos los casos analizados. Así, los nitratos presentan mayor remoción en todos los fotobiorreactores, a diferencia del PO₄ que solo se observa con mayor eficiencia en el FBRT1; esto debido a que en este reactor hubo condiciones favorables para la formación de biopelículas que ayudaron a una mayor remoción de fosfatos, esto también lo firman otros

investigadores (Aznar, 2000; Coila, 2017; Fernando *et al.*, 2015; Hodges *et al.*, 2017) quienes mencionan que la generación de biopelículas en zonas con microalgas presentan mayor ventaja a la microalgas que no lo hacen, y una de esas ventajas es la mayor eficiencia en remoción de nutrientes, es también claro que para ello se debe considerar otras condiciones propuestas por Sukačová *et al.* (2015) quien propone las condiciones para que las biopelículas generadas por la microalgas sea mucho más eficientes en la reducción de nitratos y fosfatos de aguas residuales. En el experimento, específicamente en el FBRT1, se observa efectivamente la generación de dichas películas por *Chlorella sp.*; el cual indica que el tipo de agua residual, la temperatura y la iluminación, son factores claves para el desarrollo de biopelículas. Debido a ello, en el referido fotobiorreactor, la remoción de NO₃ y PO₄ han sido más efectiva, más detalle se presenta la tabla 2.

Tabla 2.
Porcentaje de remoción de nitratos y fosfatos

	FBRT1	FBRT2	FBRT3	FBRL1	FBRL2	FBRL3
NO ₃ mg/l (CI)	3.98	3.98	3.90	4.68	4.68	4.68
NO ₃ mg/l (CF)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
PO ₄ mg/l (CI)	5.70	5.70	5.70	23.50	23.50	23.50
PO ₄ mg/l (CF)	0.82	4.83	5.44	16.75	16.63	22.05
Remoción NO ₃ %	93	93	93	94	94	94
Remoción PO ₄ %	85	28	26	25	25	21

Nota. CI: Condiciones iniciales; CF: Condiciones finales después del tratamiento.

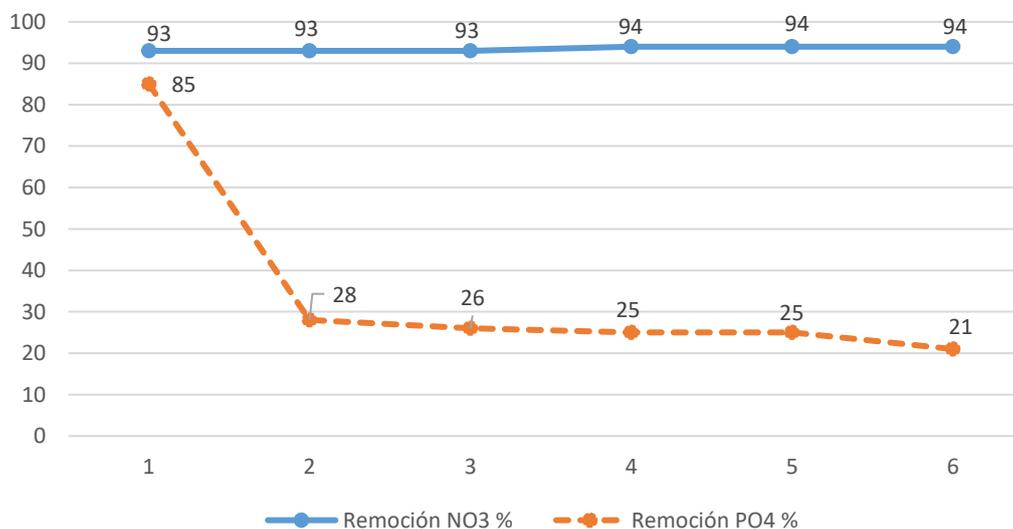


Figura 1. Remoción de nitratos y fosfatos en los Fotobiorreactores.

Conclusiones

Se logró diseñar un sistema de reactores y construir el sistema de iluminación a escala laboratorio, con el fin de poder mantener el cultivo de microalgas durante 12 días, en donde se observó factores de diseño, como la profundidad, el volumen usado las microalgas (*Chlorella sp.*) dentro de un sistema de fotobiorreactores a escala de laboratorio logran la

remoción de NO₃ y PO₄ los cuales resultan ser eficientes con respecto a los nitratos ya que la remoción en todos los fotobiorreactores es un 93%, mientras que los fosfatos están alrededor más bajo en < 30% de remoción; excepto en el FBRT1, una de las razones es por la formación de biopelículas en la etapa experimental, también debido a las condiciones óptimas como la temperatura, pH y la iluminación.

De acuerdo al estudio realizado nosotros sugerimos que se haga un estudio más detallado del por qué el elemento inorgánico de fosfato no se logra reducir eficientemente, también los métodos de extracción de la masa residual de microalgas, cuando estas ya finalizan su periodo de consumo de nutrientes (NO₃ y PO₄) de las aguas residuales.

Referencias bibliográficas

- Abdel-Raouf, N., Al-Homaidan, A. A. & Ibraheem, I. B. M. (2012a). Microalgae and wastewater treatment. *Saudi Journal of Biological Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2012.04.005>
- Abdel-Raouf, N., Al-Homaidan, A. A. & Ibraheem, I. B. M. (2012b). Microalgae and wastewater treatment. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 19(3), 257–275. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2012.04.005>
- Aguilar, C. S., Chang, I. A., Tenorio, L. G., Ynga, G. H., Oscanoa, A. H., Flores, L. R., ... García, Flores Ramos, I. (2011). Compendio metodológico para la extracción de lípidos totales a partir de biomasa microalgal proyecto imarpe-fincyt “determinación de la biomasa microalgal potencialmente acumuladora de lípidos para la obtención de combustible.” Lima, Peru. Disponible en: <http://www.imarpe.pe>
- Alcántara, C., Posadas, E., Guieysse, B., & Muñoz, R. (2015). Microalgae-based Wastewater Treatment. In *Handbook of Marine Microalgae: Biotechnology Advances*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800776-1.00029-7>
- Alexandra, M., Cabrera, C., Fernanda, M., Tenemaza, P., Andrés, I., & Alvarado Martínez, O. (2014). Línea base para el aprovechamiento de microalgas de sistemas de tratamiento de agua residual. Universidad de Cuenca.
- Almeida, A., Carvalho, F., Imaginário, M. J., Castanheira, I., Prazeres, A. R., & Ribeiro, C. (2017). Nitrate removal in vertical flow constructed wetland planted with *Vetiveria zizanioides*: Effect of hydraulic load. *Ecological Engineering*, 99, 535–542. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.11.069>
- Aurelio, R., López, N., Meas Vong, Y., Ortega Borges, R., & Olgún, E. J. (2004). Fitorremediación: fundamentos y aplicaciones. *Fitorremediación*, 4, 15.
- Aznar, J. A. (2000). Determinación de los parámetros físico-químicos de calidad de las aguas. Madrid.
- Benavente, R., Montanez, J. C., Aguilar, C. N. & Zavala, A. M. (2012). Tecnología de cultivo de microalgas en fotobiorreactores. *Revista Científica de La Universidad Autónoma de Coahuila*, 4, 13. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/262560081>
- Bertule, M., Lloyd, J., Korsgaard, L., Dalton, J., Welling, R., Barchiesi, S., & Smith, M. (2014). Nations Environment Programme Publication: Green Infrastructure Guide for Water Management: Ecosystem-based management approaches for water-related infrastructure projects.
- Burkart, M. R., & Stoner, J. D. (2007). Nitrate in aquifers beneath agricultural systems. In *Water Science and Technology*. <https://doi.org/10.2166/wst.2007.436>
- Camacho, J. C. (2015). “Cosechado de microalgas cultivadas en lagunas de alta carga para el tratamiento de aguas residuales: efecto del almidón sobre la floculación y la producción de biogás.” UPC.
- Coila, J. C. (2017). Evaluación de la concentración de metales pesados en las aguas superficiales del río Coata. Universidad Nacional del Altiplano.
- Contreras, Coral, Peña, J., Flores, Bernardo, L., ... Olivia. (2003). Avances en el diseño conceptual de fotobiorreactores para el cultivo de microalgas. *Interciencia*, 28(8), 8.
- Delgadillo, E., González, C. A., Prieto, F., & Villagómez, J. R. (2011). Fitorremediación: una alternativa para eliminar la contaminación. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14, 597–612.
- Delgadillo, L., Lopes, F., Taidi, B. & Pareau, D. (2016). Nitrogen and phosphate removal from wastewater with a mixed microalgae and bacteria culture. *Biotechnology Reports*, 11, 18–26. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2016.04.003>
- Elizabeth, L., Castillo, B., Antonio, J., & Vargas Machuca, P. (2011). Estudio del cosechado de cultivos de microalgas en agua residual mediante técnicas de centrifugado.
- Fernando, J., González, C., Larios-Meño, Taranco, Yennyfer, & Morales, O. (2015). Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. *Saber y Hacer Revista de La Facultad de Ingeniería de La USIL*, 2, 18.
- Florez Franco, R. O. (2014). Analisis del problema del agua potable y saneamiento: ciudad de puno Situación Actual y Realidad. *Rev. Investig. Altoandín (Vol. 16)*. Disponible en: <http://www.unap.edu.pe/oui/ria/>
- Gómez Luna, L. M. (2007). Microalgas: aspectos ecológicos y biotecnológicos (vol. xix).
- Gonçalves, A. L., Pires, J. C. M. & Simões, M. (2017a). A review on the use of microalgal consortia for wastewater treatment. *Algal Research*. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2016.11.008>
- Gonçalves, A. L., Pires, J. C. M. & Simões, M. (2017b). A review on the use of microalgal consortia for wastewater treatment. *Algal Research*, 24, 403–415. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2016.11.008>
- González, B., Buitrago, E., & Frontado, K. (1999). Evaluación de medios nutritivos para el crecimiento de tres microalgas marinas de uso común en acuicultura (número 151). Venezuela.
- Hernández-Pérez, A. & Labbé, J. I. (2014). Microalgas, cultivo y beneficios. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572014000200001>
- Hernández, D., Riaño, B., Coca, M. & García-González, M. C. (2013). Treatment of agro-industrial wastewater using microalgae-bacteria consortium combined with anaerobic digestion of the produced biomass. *Bioresource Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.09.029>
- Hodges, A., Fica, Z., Wanlass, J., VanDarlin, J., & Sims, R. (2017). Nutrient and suspended solids

- removal from petrochemical wastewater via microalgal biofilm cultivation. *Chemosphere*. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.01.107>
- Hom-Díaz, A., Jaén-Gil, A., Bello-Laserna, I., Rodríguez-Mozaz, S., Vicent, T., Barceló, D., & Blánquez, P. (2017). Performance of a microalgal photobioreactor treating toilet wastewater: Pharmaceutically active compound removal and biomass harvesting. *Science of the Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.02.224>
- Hu, Y., Hao, X., van Loosdrecht, M., & Chen, H. (2017). Enrichment of highly settleable microalgal consortia in mixed cultures for effluent polishing and low-cost biomass production. *Water Research*. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.08.034>
- JBARI, N. (2012). Utilización secuencial de microalgas icroalgas en depuración y adsorción de Cr(VI). Universidad de Granada.
- Julio Cèsar, B. R. (2014). Desarrollo de un proceso de remoción de nutrientes de efluentes eutróficos por un consorcio de microalgas nativas de nuevo león, méxico cultivadas en un nuevo fotobiorreactor. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Labbé, J. I., Ramos-Suárez, J. L., Hernández-Pérez, A., Baeza, A. & Hansen, F. (2017). Microalgae growth in polluted effluents from the dairy industry for biomass production and phytoremediation. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2016.12.040>
- Lizarazo, M., & Gutiérrez, M. I. O. (2013). Sistemas de plantas de tratamiento de aguas residuales. Universidad Nacional de Colombia Facultad.
- Lv, J., Liu, Y., Feng, J., Liu, Q., Nan, F., & Xie, S. (2018). Nutrients removal from undiluted cattle farm wastewater by the two-stage process of microalgae-based wastewater treatment. *Bioresource Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.05.085>
- Martin, F. P. H. (2010). Optimization of photobioreactor for astaxanthin production in *Chlorella zofingiensis*. national university of singapore. Disponible en: <http://scholarbank.nus.sg/bitstream/10635/23745/1/MartinFPH.pdf>
- Mercedes García González. (2011). Producción de biomasa de microalgas rica en carbohidratos acoplada a la eliminación fotosintética de CO₂. Universidad de Sevilla.
- Mohd Udaiyappan, A. F., Abu Hasan, H., Takriff, M. S., & Sheikh Abdullah, S. R. (2017). A review of the potentials, challenges and current status of microalgae biomass applications in industrial wastewater treatment. *Journal of Water Process Engineering*, 20(September), 8–21. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2017.09.006>
- Montaño, S. A. (2015). Microalgas: aplicaciones e innovaciones en el tratamiento de aguas contaminadas y la producción de biocombustibles. universidad de los andes.
- Orduz, R. D. C. (2016). Las microalgas y el tratamiento de aguas residuales: conceptos y aplicaciones. Una revisión bibliográfica Rubén. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Orlando, M., Alfaro, G., Roger, I., Proenza, A., li, R. M., Ajani, I., & li, R. (2016). Dynamic model of a thin layer photobioreactor, used for the cultivation of the microalga *Chlorella* sp. and bacteria in wastewater of high organic load (Vol. XXXVII).
- Orlando, M., Alfaro, G., Roger, I., Proenza-Yero, A., li, R. M.-D., Ajani, I. & li, R.-J. (2017). Modelo dinámico de un fotobiorreactor de capa fina, utilizado para el cultivo de la microalga *Chlorella* sp. y bacterias en aguas residuales de alta carga orgánica Dynamic model of a thin layer photobioreactor, used for the cultivation of the microalga *Chl. cuba*.
- Ozkan, A., & Berberoglu, H. (2013). Physico-chemical surface properties of microalgae. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2013.08.001>
- Peltroche, J. G. J. A. (2015). Evaluación de la remoción de nitratos y fosfatos a nivel laboratorio por microalgas libres e inmovilizadas para el Tratamiento Terciario de Aguas Residuales Municipales. Universidad Ricardo Palma.
- Pérez Rodríguez, C., María, J., Campos, C., & Salgado Silva, V. (2013). Tratamiento de aguas residuales con tecnologías alternativas en una pequeña unidad doméstica-productiva. *UNICIENCIA*, 27(1), 2013. Disponible en: www.revistas.una.ac.cr/uniciencia
- Pires, J. C. M., Alvim-Ferraz, M. C. M., & Martins, F. G. (2017). Photobioreactor design for microalgae production through computational fluid dynamics: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.064>
- Pulz, O. (2001). Photobioreactors: Production systems for phototrophic microorganisms. *Applied Microbiology and Biotechnology*. <https://doi.org/10.1007/s002530100702>
- Rehman, A., & Shakoori, A. R. (2004). Tolerance and Uptake of Cadmium and Nickle by *Chlorella* sp., Isolated from Tannery Effluents. *Pakistan J. Zool* (Vol. 36).
- Rosales Loaiza, N., & Morales, E. D. (2007). Microalgas presentes em uma laguna para pulimento de efluentes de uma planta de tratamento de águas residuales urbanas Development of technologies for sustainable use of microalgae View project. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/28247030>
- S. E. Manaham. (2007). Hidden page. (Reverte, Ed.) (primera ed). Mexico.
- Sacristán, M., Luna, V. M., Cadena, E. & Alva, F. (2014). Producción de biodiésel a partir de microalgas y una cianobacteria cultivadas en diferentes calidades de agua. *Agrociencia*.
- Saeid, A., & Chojnacka, K. (2015). Toward production of microalgae in photobioreactors under temperate climate. *Chemical Engineering Research and Design*. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2014.06.008>
- Schmidt, C. J. B. (2007). Aislamiento, purificación y mantenimiento de cepas de microalgas. in d. (Eds. . Voltolina (Ed.), Métodos y herramientas analíticas en la evaluación de la biomasa microalgal (p. 75). México.
- Sukačová, K., Trtílek, M., & Rataj, T. (2015). Phosphorus removal using a microalgal biofilm

- in a new biofilm photobioreactor for tertiary wastewater treatment. *Water Research*. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2014.12.049>
- SUNASS. (2008). Diagnóstico situacional de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en las eps del Perú y propuestas de solución. Lima, Perú.
- Tuantet, K., Temmink, H., Zeeman, G., Janssen, M., Wijffels, R. H., & Buisman, C. J. N. (2014). Nutrient removal and microalgal biomass production on urine in a short light-path photobioreactor. *Water Research*. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2014.02.027>
- Unc, A., Monfet, E., Potter, A., Camargo-Valero, M. A., & Smith, S. R. (2017). Note to Editor: Microalgae cultivation for wastewater treatment and biofuel production: a bibliographic overview of past and current trends. *Algal Research*. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2017.05.005>
- Velásquez Vásquez, S., & Brenes, A. U. (2015). Diseño, construcción y puesta en marcha de un fotobiorreactor tubular para producir la microalga *Chlorella* sp. *Ciencia y Tecnología*, 30(1), 28–49.
- von Sperling, M. (2008). Basic principles of wastewater treatment. In I. Publishing (Ed.), *Choice Reviews Online* (p. 208). Brazil: London SW1H 0QS. <https://doi.org/10.5860/CHOICE.45-2632>
- Yang, Z., Cheng, J., Yang, W., Zhou, J., & Cen, K. (2016). Developing a water-circulating column photobioreactor for microalgal growth with low energy consumption. *Bioresource Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.09.071>

Conciencia Ambiental y el Manejo de Residuos Pecuarios en el Asentamiento Humano Alto Tacna, Distrito Alto de la Alianza de la Ciudad de Tacna, 2014

Environmental Consciousness and Handling of Livestock Residues at Alto Tacna Human Settlement in Alto de la Alianza Aistrict - Tacna City, 2014

Williams Sergio Almanza Quispe

Sergio_almanza_q@hotmail.com - Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann

Julio César Isique Calderón

Jisique2@gmail.com - Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann

Resumen

La investigación tuvo como objetivo determinar la relación entre la conciencia ambiental y el manejo de residuos pecuarios en el Asentamiento Humano Alto Tacna del distrito Alto de la Alianza de Tacna. El diseño empleado fue descriptivo correlacional, se aplicó una ficha de observación de campo y un cuestionario, como instrumentos de recolección de datos. Como resultados, la prueba estadística chi cuadrado proporcionó un valor de $\chi^2 = 49.038$, con $p = 0.000$. Lo que prueba que existe relación entre la conciencia ambiental y el manejo de residuos pecuarios. Además, el 84% de los criadores, poseen bajo nivel de conciencia ambiental, caracterizado por el déficit de conocimientos, carencia de habilidades y actitud inadecuada en relación a la contaminación ambiental. También se comprobó que diariamente se produce 5.3 toneladas de residuos pecuarios, de los cuales el 78,48% provienen de las deyecciones de excrementos y orinas porcinas, mientras que las aves producen el 10.52% y los cuyes, el 7.91% de excremento. Finalmente, se comprobó que 90,78% de criadores maneja inadecuadamente los residuos, al no tomar medidas de bioseguridad, precario almacenamiento, traslado y eliminación de residuos; provocando focos infecciosos que atentan contra la salud de la población.

Palabras claves: *Conocimientos, Residuos Pecuarios, Conciencia Ambiental.*

Abstract

The objective of the research was to determine the relationship between environmental awareness and the management of livestock waste at Alto Tacna Human Settlement Alto de la Alianza District. The design used was the Descriptive Correlational, a field observation card, and a questionnaire were applied as data collection instruments. As results, the chi-square statistical test yielded a value of $\chi^2 = 49.038$, with $p = 0.000$. Which proves that there is a relationship between environmental awareness and the management of livestock waste. In addition, 84% of breeders have low environmental awareness characterized by a lack of knowledge, lack of skills and inadequate attitude in relation to environmental pollution. It was also found that 5.3 tons of livestock waste are produced daily, which 78.48% come from the droppings of excrement and swine urine, while the birds produce 10.52% and the guinea pigs, 7.91% of excrement. Finally, it was found that 90.78% of breeders improperly handle waste. By not taking measures of biosecurity, by precarious storage, transfer and elimination of waste; infectious foci that threaten health of the population is caused.

Keywords: *Knowledge, Livestock Waste, Environmental Awareness.*

Introducción

Una de las principales consecuencias del incremento constante de población mundial es la presión sobre el sector agropecuario para producir más alimentos. El 40% de los alimentos generados en el mundo tiene origen animal, lo que supone una gran cantidad de impactos negativos sobre el medio ambiente. Por ejemplo, el estiércol generado en los sistemas ganaderos muchas veces genera efectos negativos, debido a la emisión de gases contaminantes hacia la atmósfera, y la acumulación de micro y macro nutrientes en el suelo y en los cuerpos hídricos superficiales. Estos efectos pueden atenuarse, si se implementasen prácticas de control en el almacenamiento, el transporte o la disposición final (Pérez, Pérez, & Ravelo, 2005; Pinos-Rodríguez et al., 2012).

Algunos sectores ambientalistas responsabilizan a la industria pecuaria, principalmente intensiva, por acrecentar el calentamiento global, debido a la generación de residuos contaminantes que son vertidos al suelo, agua y atmósfera (Pinos-Rodríguez et al., 2012). En el caso de la presente investigación, el manejo inadecuado de los desechos pecuarios son la causa de muchos problemas de contaminación que se registran cada año, pero los problemas potenciales varían entre cada región, según los factores locales.

En este sentido la presente investigación cobra importancia, porque tiende a describir el manejo de los residuos provenientes de las actividades pecuarias en un asentamiento humano, donde el crecimiento poblacional se ha incrementado en los últimos años, a la par que la crianza de cerdos y aves también se va incrementando. Por ello, objetivo del estudio fue determinar la relación entre la conciencia ambiental y el manejo de residuos pecuarios en el asentamiento humano Alto Tacna, del distrito Alto de la Alianza de Tacna.

Materiales y métodos

La investigación propuesta tuvo un diseño descriptivo, de corte transversal y correlacional (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). La población de estudio estuvo comprendida por 666 criadores pecuarios pertenecientes a siete (07) asociaciones del Asentamiento Humano Alto Tacna (sector VII) del Distrito Alto de la Alianza de la ciudad de Tacna, en el Perú. Para la estimación de la muestra se empleó el muestreo probabilístico (Cea D'Ancona, 1999). La muestra se determinó de la siguiente manera:

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{N * e^2 + Z^2 * p * q}$$

Donde:

- n = Tamaño de la muestra
- Z = Nivel de confianza al 95%
- p = Variabilidad positiva 50%
- q = Variabilidad negativa 50%
- e = Margen de error 7%
- N = Tamaño de la población = 666

Para este estudio se utilizó como técnica la encuesta y la observación; y como instrumentos el cuestionario estructurado (Díaz de Rada, 2009). Para la ejecución del presente trabajo de investigación, primeramente, se coordinó con los directivos de las diferentes asociaciones del asentamiento humano Alto Tacna. Gracias a esta acción se pudo recabar información importante sobre la ubicación y datos generales de las asociaciones.

Seguidamente se preparó el terreno para aplicar los cuestionarios de conciencia ambiental a los criadores pecuarios de la zona. Luego se recurrió a los trabajos de observación de campo, para la toma de evidencias y su valoración. Las observaciones comprendieron las visitas a cada uno de los criaderos seleccionados. Culminado este acto se procedió a procesar la información, cuyos resultados se presenta a continuación.

Resultados y discusión

En la figura 1, se presentan los resultados con referencia al nivel de conocimientos sobre la contaminación ambiental de los criadores pecuarios, donde observamos que el 46.7% tiene un nivel muy bajo de conocimientos, el 41.4 % nivel bajo, el 9.9 % regular, el 2.0% nivel alto y muy alto ninguno.

De esta información se puede deducir que la mayoría de los criadores pecuarios tienen un nivel bajo o muy bajo de conocimientos sobre la contaminación ambiental (88%), y que el 10% de los criadores pecuarios solo alcanzan un nivel regular de conocimientos. Es decir que, desconocen sobre las causas del calentamiento global, cuáles son los organismos públicos que se encargan de ver sobre el asunto del medio ambiente, qué tipos de gases contaminantes producen los excrementos, orinas, animales muertos, etc., de los animales que ellos crían.

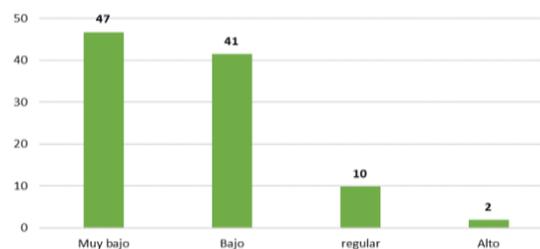


Figura 1. Nivel de conducta y/o habilidades en relación a la contaminación ambiental en los criaderos pecuarios. Elaboración propia.

En la figura 2, se presenta la información relacionada con la conducta y/o las habilidades de los criadores pecuarios en relación a la contaminación ambiental, donde apreciamos que el 46.7% de los criadores tiene muy bajo nivel de habilidades en relación a la contaminación ambiental. También apreciamos que, en el acumulado, tan solo el 4% poseen un nivel alto o muy alto de habilidades en relación a la contaminación ambiental. Esto significa que la gran mayoría de los productores estudiados no realizan actividades orientadas para mantener limpios los criaderos, no realizan campañas de limpieza, ni disponen acciones para la limpieza de los residuos que producen en los criaderos.

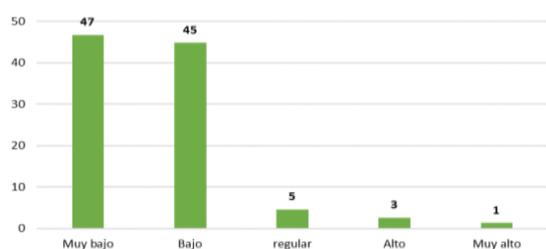


Figura 2. Nivel de conducta y/o habilidades en relación a la contaminación ambiental en los criaderos pecuarios. Elaboración propia.

La figura 3, presenta los resultados sobre la actitud de los criadores pecuarios en relación a la contaminación ambiental. Observamos que el 39% (59) tiene una actitud muy negativa, el 44% (67) negativa, el 8% (12) regular, el 7% (10) positiva y el 3% (4) muy positiva. De los resultados anteriores se puede concluir que la mayoría de los criadores pecuarios poseen una actitud negativa frente a los problemas de gestión ambiental. Si visualizamos el acumulado, concluimos que el 83% poseen una actitud entre muy negativa y negativa. Esto significa que no les preocupa que la población de la zona, sea afectada por la contaminación ambiental causado por los desechos que produce su actividad y rechazan la idea de invertir en tecnología para mejorar el tratamiento de residuos.

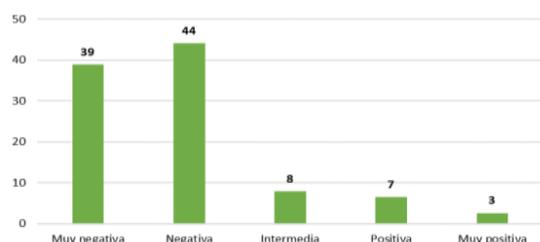


Figura 3. Actitud de los criadores pecuarios en relación a la contaminación ambiental. Elaboración propia.

La figura 4, presenta la información sobre el nivel de conciencia ambiental de los criadores pecuarios pertenecientes al asentamiento humano Alto Tacna. En el que apreciamos los datos de frecuencia y porcentaje; que 29 (el 19%) obtiene un nivel muy bajo, 100 (el 66%) bajo y 23 (el 15%) regular. En el acumulado de la tabla también se observa que el 85% de los criadores pecuarios pose un nivel de conciencia entre muy bajo y bajo nivel.

De esta información se concluye que la mayoría de los criadores pecuarios tiene un nivel de conciencia ambiental bajo, lo cual implica una carencia de conocimientos, habilidades y muy pocas actitudes para el cuidado del ambiente.

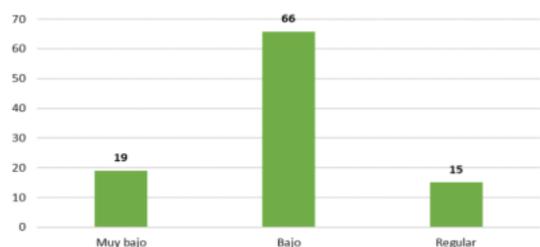


Figura 4. Nivel de conciencia ambiental de los criadores pecuarios del Asentamiento Humano Alto Tacna. Elaboración propia.

La hipótesis general planteada señalaba que la conciencia ambiental está directamente relacionada con el manejo de residuos pecuarios y avícolas en el asentamiento humano Alto Tacna, en el año 2014.

Los resultados presentados en la prueba de hipótesis, muestran que se obtuvo un chi cuadrado de $\chi^2 = 49.038$ con un $p = 0.00$, lo que significa que $p < 0.05$; por tanto, queda comprobado que existe relación entre la conciencia ambiental y el manejo de residuos pecuarios; lo que quiere decir que, el manejo inadecuado de los residuos pecuarios (en cuanto a su recolección, almacenamiento, la bioseguridad y eliminación) se debe a la falta de conciencia ambiental de los criadores del Asentamiento Humano Alto Tacna. También se obtuvo que el 68.8% de los criadores que realizan un mal manejo de los residuos, tienen un bajo nivel de conciencia ambiental. Estos resultados coinciden con la postura de Jiménez & Lafuente (2007) quienes consideran que una persona concienciada ecológicamente sería aquella proclive a desarrollar un amplio abanico de comportamientos pro ambientales. Sostienen, además, que el comportamiento de los individuos frente al medio ambiente viene determinado por el querer (motivación) y el poder (competencia). Esta teoría plantea un modelo para la predicción y el entendimiento de la conducta humana; según ésta, la conducta de las personas está condicionada por la motivación y la competencia, es decir la conciencia ambiental. A su vez González & Amérixox (1999) en su trabajo sobre las actitudes hacia el medio ambiente y conducta ecológica, comprueban que las actitudes pro ambientales se vinculan de forma positiva con el eco centrismo y de forma negativa con el antropocentrismo. Como podemos ver: los resultados de la investigación coinciden con estos autores al afirmar que la conciencia ambiental está relacionada con el manejo de los residuos pecuarios, entendiéndose que su buen o mal manejo afectan el medio ambiente.

Una hipótesis específica puesta contraste señalaba que existe bajo nivel de conciencia ambiental en los pobladores y productores pecuarios del asentamiento humano Alto Tacna del distrito Alto de la Alianza de la ciudad de Tacna, en el año 2014. Al respecto, debemos recurrir a los resultados de la figura 4 donde apreciamos que el 85% (19 muy bajo y 66 bajo) de los criadores pecuarios posee un nivel de conciencia ambiental bajo y muy bajo nivel, lo cual, implica un bajo nivel de conocimientos sobre el medio ambiente y su contaminación (figura 1); pocas habilidades para gestionar actividades relacionadas con la contaminación ambiental (figura 2) y una actitud negativa frente a los problemas de contaminación ambiental (figura 3), que se traducen en el tratamiento inadecuado de los residuos pecuarios que producen en su actividad diaria. Estos resultados son compartidos con la Amadio, Operti y Tedesco (2013), cuando sostienen que "se necesitan nuevos conocimientos, valores y actitudes a todos los niveles y para todos los elementos de la sociedad, para este fin nos educaremos a nosotros mismos, a nuestras comunidades y naciones". Sin embargo, postular un nuevo paradigma no es suficiente, se necesita con urgencia comenzar con el ser humano como ente individual, fortalecer la conciencia sobre el medio ambiente para así llegar a convertirse en agentes

activos de la defensa del planeta y no pobladores del mundo que ven con indiferencia como se desvanece ante sus ojos el legado natural de las nuevas generaciones.

Otra hipótesis específica planteaba que los residuos pecuarios que se producen en el Asentamiento Humano Alto Tacna del Distrito Alto de la Alianza, principalmente son deyecciones compuestas de orina y excremento producidas por la población porcina. Al respecto, se pudo comprobar que la población animal en los criaderos del asentamiento humano Alto Tacna, ascienden a 12,745 unidades aproximadamente, de los cuales el 16 %, 87 % son porcinos, el 21.97 % son conejos y el 60.8 % son aves, estos datos dan la sensación que la mayoría de los residuos se producen según la proporción de la población animal, no obstante, los resultados hallados, permiten aclarar que de la producción total diaria de 5.3 toneladas de residuos pecuarios, el 78.48 % lo produce la población porcina que contiene deyecciones de excremento y orinas, mientras que las aves producen el 10.52 % de toneladas diarias y los cuyes el 7.91 %; compuesto por excrementos.

La tercera hipótesis específica mencionaba que el manejo de los residuos pecuarios por parte de los criadores del asentamiento humano Alto Tacna del distrito Alto de la Alianza, es inadecuado.

Tabla 1.
Conciencia ambiental y manejo de residuos pecuarios

Manejo de residuos		Nivel de conciencia			Total
		Muy bajo	Bajo	Regular	
Malo	f	29	95	14	138
	%	21.0	68.8	10.1	100.0
Regular	f	-	5	1	6
	%	-	83.3	16.7	100.0
Bueno	f	-	-	8	8
	%	-	-	100.0	100.0
Total		29	100	23	152
		19.10%	65.80%	15.10%	100.00%

Los resultados de la tabla 1 permiten comprobar que del 100 % de criadores pecuarios el 90.78% no realiza un buen manejo de los residuos pecuarios, es decir, que casi la totalidad de criadores no les interesa ni tampoco toman medidas para evitar la contaminación ambiental en los procesos de crianza de animales.

Tabla 2.
Prácticas de bioseguridad aplicadas por los criaderos

N°	Bioseguridad	Si	Regular	No
01	El personal cuenta con ropa especial para ingresar al criadero	-	08	144
02	Personal ha recibido capacitación para el manejo de los residuos pecuarios	-	-	152
03	Cuenta con protocolo de higiene y desinfección sanitaria de los criaderos	-	18	134
04	Cuenta con un arco de desinfección en las zonas de acceso a la granja	-	05	147
05	La ubicación del criadero pone en riesgo la salud y bienestar de la población	120	-	32
06	Cuenta con un cerco perimetral fuerte que lo aisle del acceso de personas u otros animales	21	-	131
07	Las instalaciones están debidamente señalizadas, en cuanto a prevención de riesgos infecciosos, seguridad, equipos, etc.	-	-	152
08	Sus instalaciones están debidamente protegidas contra insectos, roedores, etc.	-	-	152

El análisis dimensional de la tabla 2 permite confirmar que en cuanto a la bioseguridad: los criaderos no utilizan una ropa especial para ingresar y realizar las faenas dentro de los criaderos, no cuentan con protocolos de desinfección, la construcción de los cercos es precaria y no asegura la prevención de riesgos infecciosos, al estar expuestos al contacto con roedores, insectos y otros agentes contaminantes.

Tabla 3.
Almacenamiento de los desechos pecuarios

N°	Almacenamiento	Si	No
01	Recoge periódicamente los lechos de estiércol, orinas y otros residuos que producen los animales y los almacena	12	140
02	Su construcción está diseñada para lograr una buena limpieza y almacenamiento de los residuos (estiércol y/o purines)	-	152
03	Cuentan con depósitos especiales para almacenar los residuos de los animales	08	144

Nota. La opción "regular" resulto nula en todos los casos.

En relación al almacenamiento y traslado de los residuos pecuarios se observa en las tablas 3 y 4, que los criaderos no cuentan con depósitos especiales para almacenar los residuos que producen los animales, tampoco recogen los lechos de estiércol y orinas que producen los animales diariamente, el personal no toma medidas de seguridad para recoger y trasladar los residuos, como tampoco tiene un plan y un protocolo de recolección y traslado de ellos (en este caso las figuras 5-F1 y 5-F2, son elocuentes). Con respecto a la eliminación final de los residuos pecuarios, estos no son depositados en botaderos especiales, sino que más bien, son tirados en cualquier lugar, así lo demuestra las figuras 5-F3 y 5-F4.

Tabla 4.
Recolección de los desechos pecuarios para su traslado a destinos finales.

N°	Bioseguridad	Regular	No
01	Cuenta con recipientes especiales para su traslado a los destinos finales	05	147
02	El personal toma las medidas de seguridad para manipular los residuos y evitar contaminarse.	-	152
03	Cuenta con un plan para recolectar y trasladar los residuos	-	152
04	Cuenta con un protocolo de manipulación para el traslado de residuos	-	152

Nota. La opción "Si" resultado nula en todos los casos.

El manejo inadecuado de los residuos pecuarios es un problema que cada día reviste más importancia dada

la dimensión del problema que representa, no sólo por el aumento de los volúmenes producidos, generado a su vez por una mayor intensificación de las producciones, sino también por la aparición de nuevos productos y principalmente por enfermedades que afectan la salud humana y animal que tienen directa relación con el manejo inadecuado de los desechos orgánicos [Rodríguez \(2002\)](#). Como podemos ver los hallazgos sobre el mal manejo de los residuos pecuarios en el asentamiento humano Alto Tacna, no solo es una realidad local, sino que trasciende las regiones del Perú. Considerando que el potencial contaminante de los residuos pecuarios viene determinado por los parámetros: materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio y metales pesados, particularmente cobre. y son portadores de poblaciones microbianas que inciden negativamente en la salud humana y animal, constituyendo un riesgo que debe ser conocido, tratándose de bacterias, virus y hongos.



Figura 5. Tomas fotográficas de las instalaciones de los criadores. F1 Vías de acceso, F2 Distribución de los criaderos pecuarios, F3 Mal manejo de residuos pecuarios, F4 Residuos pecuarios al campo libre.

Recomendaciones

El Estado debe organizar a las autoridades municipales y el Ministerio del Ambiente, debe organizar eventos de capacitación sobre la gestión del cuidado ambiental dirigidos a los criadores pecuarios de la zona.

Las autoridades municipales deben canalizar mediante supervisión la eliminación de los residuos

pecuarios que realizan los criadores, en botaderos especiales.

La autoridad municipal del distrito Alto de la Alianza, debe establecer en la zona de los criaderos del asentamiento humano Alto Tacna un estándar en la forma de almacenar y eliminar los residuos pecuarios, a fin que se evite la formación de focos de contaminación.

Referencias bibliográficas

- Amadio, M., Operti, R., & Tedesco, J. C. (2013). *Porqué importa hoy el debate curricular*. Geneva, Switzerland. Recuperado de: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000221328>
- Cea D'Ancona, M. . Á. (1999). *Metodología cuantitativa. Estrategias y técnicas de investigación social*. Madrid - España: Editorial Síntesis.
- Diáz de Rada, V. (2009). *Análisis de datos de encuesta. Desarrollo de una investigación completa utilizando SPSS*. Baelona: Editorial UOC.
- González, A., & Amérigox, M. (1999). Actitudes hacia el medio ambiente y conducta ecológica. *Psicothema*, 11(1), 13–25. Recuperado de: <http://www.psicothema.com/pdf/227.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación. Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Jiménez, M., & Lafuente, R. (2007). La Conciencia Ambiental: Qué es y Como Medirla. In *IX Congreso Español de Sociología, Grupo de Trabajo 21: Sociología y Medio Ambiente*. Barcelona - España.
- Pérez, T., Pérez, J. L., & Ravelo, D. (2005). Qué podemos hacer los productores del sector pecuario a favor del medio ambiente. *Gestión y Ambiente*, 8(1), 147–150. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/1694/169421171001.pdf>
- Pinos-Rodríguez, J. M., García-López, J. C., Peña-Avelino, L. Y., Rendón-Huerta, J. A., González-González, C., & Tristán-Patiño, F. (2012). Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América. *Agrociencia*, 46(4), 359–370. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v46n4/v46n4a4.pdf>
- Rodríguez, C. (2002). *Residuos ganaderos. Cursos de Introducción a la Producción Animal*. Argentina. Recuperado de: http://www.produccion-animal.com.ar/sustentabilidad/05-residuos_ganaderos.pdf

**Análisis Cuantitativo de Riesgos de la Unidad de Destilación Primaria de Nafta – Diesel de la
Planta de Fraccionamiento de Líquidos de Gas Natural de Pisco - Perú**

**Quantitative Analysis of Risks of the Primary Distillation Unit of Nafta - Diesel of the Plant of
Fractionation of Natural Gas Liquids of Pisco - Peru**

Teresa O. Barrios Mendoza
obarriosm17@yahoo.es - Facultad de Ingeniería Química y Petroquímica - UNICA
Pedro Córdova Mendoza
pcordovam@hotmail.com - Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria-UNICA.
Isis C. Córdova Barrios
isiscordovabarrios@hotmail.com - Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria-UNICA
Antonina Juana García Espinoza
garcianina40@hotmail.com - Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria-UNICA
Cedidec García Espinoza
cedidec.garcia.espinosa@gmail.com- Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria
Ruth Rodríguez Álvarez
ruthra@gmail.com - Facultad de Ingeniería Química-UNA

Resumen

El análisis cuantitativo de riesgos es una técnica de identificación de riesgos inductiva basada en la matriz de valor de riesgos de accidentes, problemas de operabilidad por incendios, explosión, dispersión de gases, derrames de hidrocarburos y riesgos operacionales, se producen como consecuencia de desviación de las variables dinámicas de control en la unidad, respecto a los parámetros normales de operación y el entorno por fenómenos naturales. La ponderación del valor de la probabilidad y la consecuencia es de 2 de un máximo de 16, para ser considerado moderado, implica que el trabajo operativo de riesgos debe hacerse con supervisión permanente.

Palabras claves: *Destilación primaria, Riesgos, Probabilidad, Análisis de consecuencias, Derrames de hidrocarburos.*

Abstract

Quantitative analysis of risks is an identification technique of inductive risks based on the value matrix of accident risks, operability problems due to fires, explosion, dispersion of gases, spills of hydrocarbons and operational risks, which are produced as a result of deviation from the dynamic variables of control in the unit, with respect to the normal parameters of operation and the environment by natural hazards. The weighting of the value of the probability and the consequence is 2 out of a maximum of 16, to be considered moderate, implies that the operative work of risks must be done with permanent supervision.

Keywords: *Primary distillation, Risks, Probability, Consequences analysis, Hydrocarbon spills.*

Introducción

El proceso de valoración del riesgo para la salud y seguridad de los trabajadores permite que se verifique un determinado peligro en el lugar de trabajo (Cortés-Díaz, 2007; Quintanilla-Guerrero et al., 2011). Los líquidos de gas natural en Loberías-Pisco cuenta con tecnologías de última generación, la disponibilidad de ésta juega un rol fundamental en la vida y economía del país. Prácticamente imposible el desarrollo de un país si no dispone de fuentes de energía seguras y a costos razonables, los hidrocarburos (gas natural y petróleo) constituyen la primera fuente de energía del mundo (Chambergó, 2009).

La probabilidad de un evento en riesgo mediante la técnica del árbol de fallas a la unidad, desarrolla modelo gráfico, que muestra las distintas combinaciones de fallas de componentes y/o errores humanos cuya ocurrencia simultánea es suficiente para desembocar en un suceso accidental, así como la consecuencia de un evento en riesgo mediante el análisis de consecuencias en la unidad de destilación primaria, es un proceso combinado de árboles de fallas y de árboles de sucesos, elabora procedimientos de riesgo en base a símbolos lógicos de Nielsen, en cada evento se empleó la calificación de la NFPA 59A (2016), para la producción, almacenamiento y manejo de gas natural licuado.

Materiales y métodos

Recopilación bibliográfica

Se realizó la recopilación bibliográfica con el fin de acceder a información que relacionada con el análisis de riesgos con metodología inductiva basada en la matriz de valor de riesgos de accidentes.

Análisis cuantitativo de riesgos

Método de ingeniería y formulaciones matemáticas, combinadas con información estadística de fallas, para producir resultados numéricos de consecuencias de accidentes y sus frecuencias o probabilidades de ocurrencia, usados para estimar riesgos (Leza, 2010). El proceso de aplicación del análisis cuantitativo de riesgos se desarrolla en forma más detallada en el documento PLUSPETROL PERÚ CORPORATION, S.A. PLANTA DE FRACCIONAMIENTO PISCO: "Criterios para el Análisis Cuantitativo de Riesgos"

Esta metodología no establece preconcepciones acerca de la credibilidad de cualquier accidente. De hecho, cualquier peligro o escenario de accidente que puede ser identificado es considerado para análisis, incluyendo error humano, fallas de los sistemas de protección y eventos fortuitos como caída de aviones.

Una fortaleza particular del Análisis Cuantitativo de Riesgo es que, siendo cuantitativo en su naturaleza, provee una visión óptima de los riesgos asociados con una actividad particular, a diferencia de cualquier generalización cualitativa o subjetiva. Provee por lo tanto una mejor comprensión del sistema bajo estudio y sus debilidades potenciales y puede conducir a la identificación de posibles modificaciones que reduzcan significativamente el riesgo total.

Algunas de las principales ventajas del Análisis Cuantitativo de Riesgos son las siguientes:

- Permite considerar todos los escenarios de accidentes incluyendo aquellos con muy baja probabilidad de ocurrencia o sobre los cuales no se tiene experiencia.
- Identifica las posibles secuencias de accidentes, cuantificando su frecuencia y severidad, con el objeto de clasificarlas de acuerdo con su importancia relativa.
- Ofrece oportunidades para analizar en base a criterios Costo-Beneficio, las propuestas de inversión en reducción de riesgos, facilitando la toma de decisiones más objetivas.
- Considera el entorno de la instalación, favoreciendo la armonía en las interacciones.

Análisis y cuantificación del riesgo

¿Qué es el análisis del Riesgo? Habiendo ya identificado y clasificados los riesgos, pasamos a realizar el análisis de los mismos, es decir, estudiar la posibilidad y las consecuencias de cada factor de riesgo con el fin de establecer el nivel de riesgo del proyecto o proceso. El análisis de los riesgos determinará cuáles son los factores de riesgo que potencialmente tendrían un mayor efecto sobre el proyecto y, por lo tanto, deben ser gestionados por el responsable con especial atención. Existen tres tipologías de métodos utilizados para determinar el nivel de riesgos de los proyectos o procesos: cualitativos, cuantitativos o semicuantitativos (Comunidad de Madrid, 2010).

Métodos Cualitativos. Es el método de análisis de riesgos más utilizado en la toma de decisiones en los proyectos, los responsables de la gestión de riesgos se apoyan en su juicio, experiencia e intuición para la toma de decisiones. Se pueden utilizar cuando el nivel de riesgo sea bajo y no justifica el tiempo y los recursos necesarios para hacer un análisis completo. También cuando los datos numéricos son inadecuados para un análisis más cuantitativo que sirva de base para un análisis posterior y más detallado del riesgo global. Los métodos cualitativos incluyen brainstorming, cuestionario y entrevistas estructuradas, evaluación para grupos multidisciplinares, juicio de especialistas y expertos (Comunidad de Madrid, 2010).

Métodos Semicuantitativos. Se utilizan clasificaciones de palabra como alto, medio o bajo, o descripciones más detalladas de la probabilidad y la consecuencia. Estas clasificaciones se demuestran en relación con una escala apropiada para calcular el nivel de riesgo. Se debe poner atención en la escala utilizada a fin de evitar malos entendidos o malas interpretaciones de los resultados del cálculo (Comunidad de Madrid, 2010).

Métodos Cuantitativos. Se consideran métodos cuantitativos a aquellos que permiten asignar valores de ocurrencia a los diferentes riesgos identificados, es decir, calcular el nivel de riesgo del proyecto. Los métodos cuantitativos incluyen el análisis de probabilidad, el análisis de consecuencias y la

simulación computacional (Comunidad de Madrid, 2010).

Proceso de análisis cuantitativo de riesgos

El procedimiento del proceso de análisis cuantitativo de riesgos utilizado para lograr el objetivo propuesto en la investigación se detalla a continuación:

Paso 1. Revisión de normas y documentos relacionados con la materia de seguridad industrial en instalación de líquidos de gas natural.

Paso 2. Establecimiento de un cronograma de visitas a las instalaciones de PLUSPETROL, en el distrito Paracas, provincia de Pisco, a fin de familiarizarse con los procesos de la estación de descarga objeto de investigación.

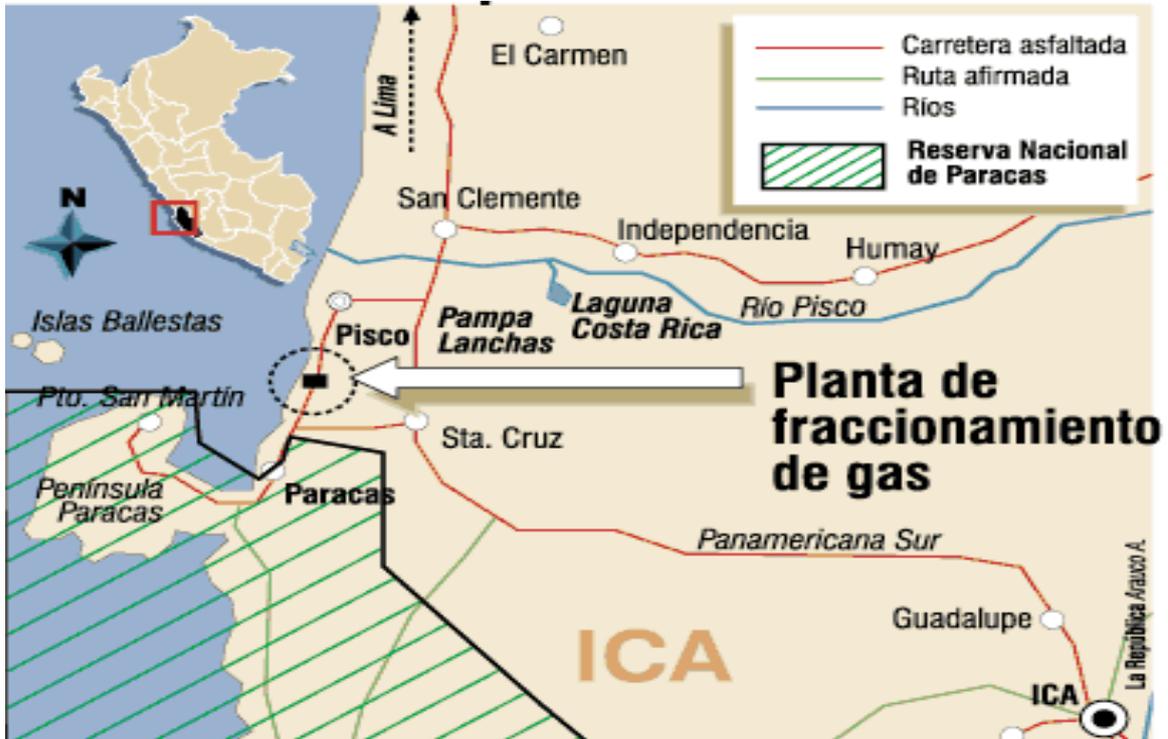


Figura 1. Ubicación de la Planta de Fraccionamiento de Líquidos de Gas Natural (LGN) de Pisco está ubicada al sur de la ciudad de Pisco, en el Distrito de Paracas, Provincia de Pisco, Departamento de Ica, aproximadamente a 250 km. al sur de Lima, al Este de la Carretera Pisco — Paracas. http://gasnatural.osinerg.gob.pe/contenidos/ciudadania/alcance_labores_planta_fraccionamiento_lgn_pisco.html

Paso 3. Sala de control, describiendo sus procesos, operaciones y condiciones de trabajo presentes en la misma.

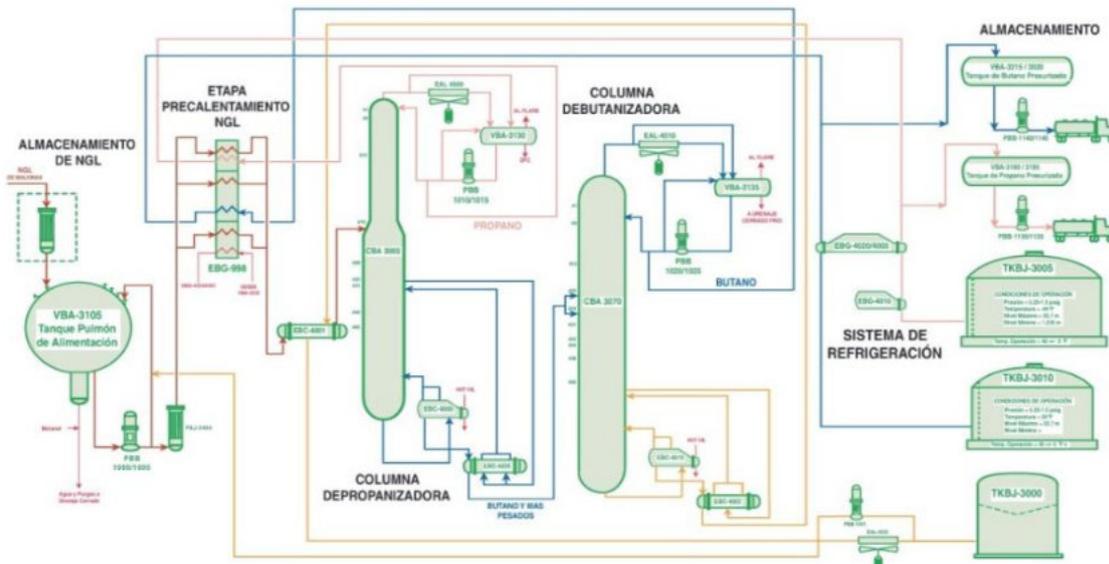


Figura 2. Diagrama de proceso unidad de fraccionamiento planta de fraccionamiento de LGN Pisco. Fuente: Pluspetrol

Paso 4. Verificación del cumplimiento de las normas de seguridad para las instalaciones, con el fin de observar si el diseño de los diferentes equipos tiene la adecuada ubicación y cumplen con la separación entre equipos que establece la norma (NTP 333: Análisis probabilístico de riesgos: Metodología del "Árbol de fallos y errores") y (NTP 238: Los análisis de peligros y de operabilidad en instalaciones de proceso) "Separación entre equipos e instalaciones" para llevar a cabo el objetivo de identificar los puntos críticos (Bestratén-Belloví, 1998; Piqué-Ardanuy & Cejalvo-Lape, 1999).



Figura 3. Planta de fraccionamiento de LGN Pisco. Fuente: Pluspetrol

Paso 5. Identificación de escenarios y eventos peligrosos. A fin de identificar las situaciones indeseables, fue necesario construir un escenario de posibles accidentes. Para poder entender el accidente fue necesario describir todos los pasos significativos, desde la causa inicial hasta el procedimiento final de emergencia.

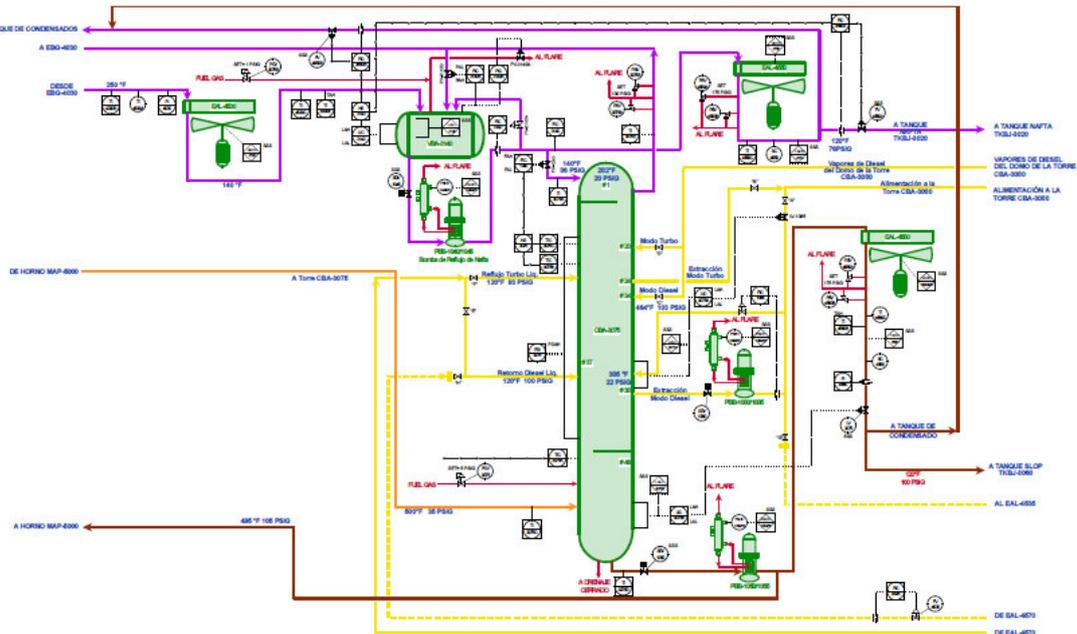


Figura 4. Diagrama de condensados de nafta y diesel. Fuente: Pluspetrol Perú Corporation, S.A. Planta de Fraccionamiento Pisco

Se establecieron ciertos escenarios de potenciales accidentes que son representativos en este tipo de instalaciones. La definición de estos escenarios se basó en las siguientes premisas. Clasificación de los potenciales accidentes en dos categorías: i) escape de gas inflamable y ii) fuga de líquidos. Se consideraron dentro de estas categorías puntos críticos que presentaban las mismas características en cuanto a presión, temperatura, flujo y composición. En cada uno de los puntos estudiados puede ocurrir una contingencia, bien sea por fuga de líquido o por escape de gas, esta puede ser originada por diversas causas.

Paso 6. Determinación de la Frecuencia de Ocurrencia de los Eventos y los efectos sobre la instalación, personal y terceros. Para ello se realizó:

1. Inspección en operación. En esta inspección se incluyen listas de verificación (Check List) donde se especifican las características esperadas en el equipo. Se utiliza un formato para el registro de los resultados de la inspección. En este tipo de inspección están incluidas las actividades de Mantenimiento Predictivo.
2. Inspección en paro. Es necesario revisar el equipo cuando se encuentra fuera de servicio para detectar desgaste, deformaciones o desviaciones de ciertas partes que no puedan inspeccionarse en servicio. En las inspecciones en paro se incluyen las recomendaciones del fabricante con respecto a todas las tareas de inspección (Predictivo-Preventivo).
3. Mantenimiento Periódico. Se han considerado las recomendaciones del fabricante con respecto

a las tareas que se requieren realizar como mantenimiento preventivo para asegurar el correcto funcionamiento del equipo.

4. Pruebas. Estas actividades son necesarias realizarlas para verificar básicamente los datos de ingreso y salida. Es necesario establecer parámetros ideales del equipo, mencionando los valores correctos de entradas y salidas. Asimismo, se verifican condiciones de antes, durante y después del arranque del equipo. En estas actividades se utilizan hojas de Inspección para no repetir información.
5. Ajustes. Se definen los ajustes a considerar, mencionando las especificaciones y rangos permisibles. Debe de identificarse si se refiere al equipo o son exclusividad de conjuntos funcionales.
6. Detección de fallas. Para poder realizar la detección de estas fallas se utiliza una secuencia lógica: a) confinación del problema, b) operación apropiada, c) problemas históricos y d) detección analítica de falla.

Confinación del problema. Utilizando la figura "Diagrama de entradas y salidas", confirmar que las alimentaciones y los servicios tienen un flujo normal. Así se puede asegurar que el problema está dentro del sistema. Luego utilizar la Figura 5 "Diagrama Funcional de Bloques", para verificar qué subconjunto tiene bien las entradas, pero mal las salidas. Al confinar el problema dentro de un conjunto, es posible confinar el problema a un componente en la misma forma.

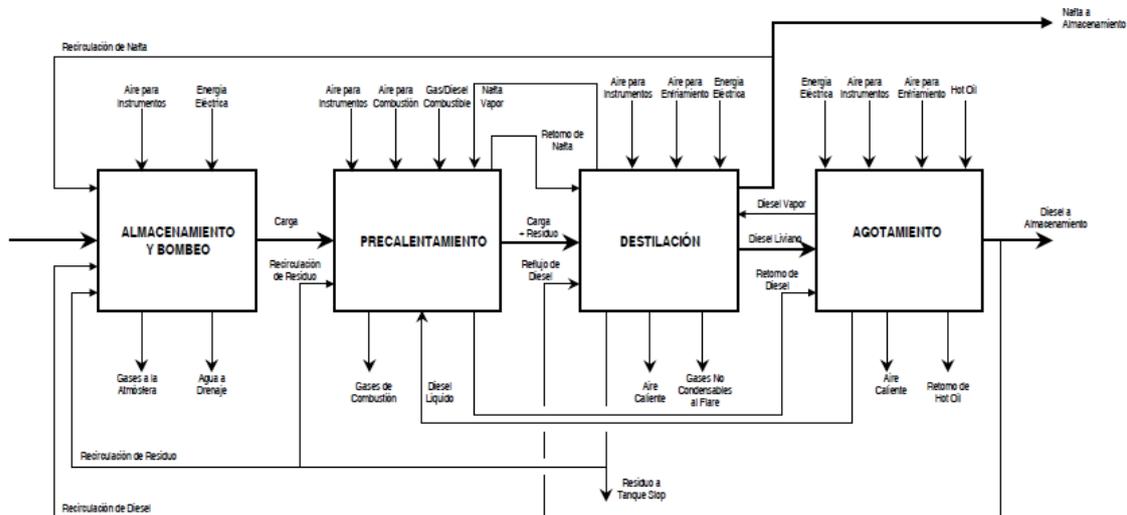


Figura 5: Diagrama Funcional de Bloques. Fuente: M. P. del Sistema de Fraccionamiento de Condensados-Pluspetrol.

Operación Apropia. Debe determinarse si el problema es el equipo o la forma en como está siendo operado. Se deben verificar los contactos para asegurar que el equipo está operando correctamente. Verificar: i) Condiciones normales de operación del equipo, ii) condiciones normales de operación del proceso. La clave para localizar un problema se

encuentra en las "Condiciones Normales de Operación". Antes de hacer cualquier ajuste asegúrese que esta información ha sido revisada puesto que la información puede provenir de errores de instrumentos por lo que se deben considerar otros indicadores, ver figura 6.

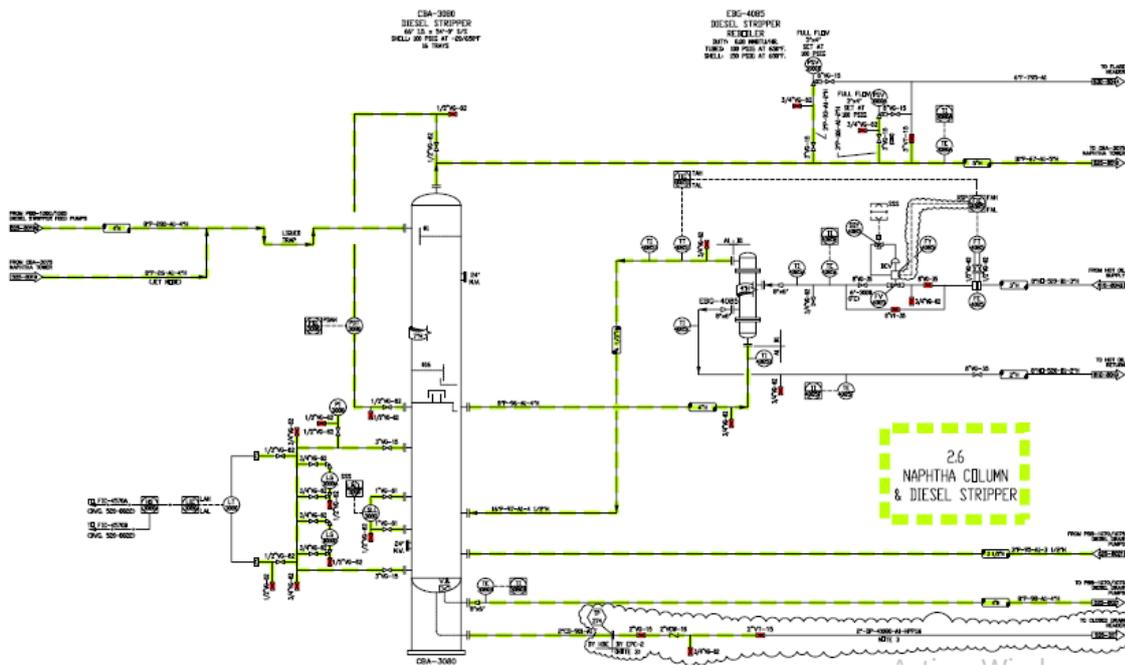


Figura 6: Columna Nafta y Diesel stripper. Fuente: M. P. del Sistema de Fraccionamiento de Condensados-Pluspetrol

Problemas históricos. En algunos casos se puede determinar por fallas pasadas las causas que las originaron y como corregirlas. Es necesario considerar que un síntoma puede ser producido por diferentes causas.

Detección analítica de fallas. Se utiliza la definición de normalidad para cada conjunto, componente o conjunto de componentes. El objeto es realizar una "Detección de Fallas" como guía para detectar anomalías únicamente del equipo. El Árbol se organiza por conjuntos y subconjuntos. Para el uso del Árbol de Detección de Fallas, comenzar con la prueba de todo el sistema, entradas y salidas, si está bien continuar con los conjuntos, subconjuntos y componentes de cada rama.

Resultados y discusión

Análisis cuantitativo mediante la técnica del árbol de fallas

Se ha precisado conocer la indisponibilidad o probabilidad de fallo de aquellos sucesos que en el árbol se representan en un círculo (sucesos básicos) y se ha determinado los valores probabilísticos de fallo a aquellos sucesos que se representan en un rombo (sucesos no desarrollados) (Piqué-Ardanuy & Cejalvo-Lape, 1999).

Según este modo en que ha fallado el componente, se calcula la probabilidad de fallo del mismo en función de la tasa de fallo que se puede obtener en bancos de datos y, fundamentalmente, de la propia experiencia. Existe, asimismo, información que nos proporciona datos estimativos sobre tasas de errores humanos que permite asignar valores probabilísticos a su ocurrencia (Piqué-Ardanuy & Cejalvo-Lape, 1999).

En esta situación, analizamos la probabilidad de contaminación del derrame de líquidos en tanques de almacenamiento de condensados, TKBJ-3000 Tanque de Condensado (Nodo 1, figura 7), mediante la elaboración del correspondiente árbol de fallas. Considerando para el análisis cuantitativo mediante la técnica del árbol de fallas.

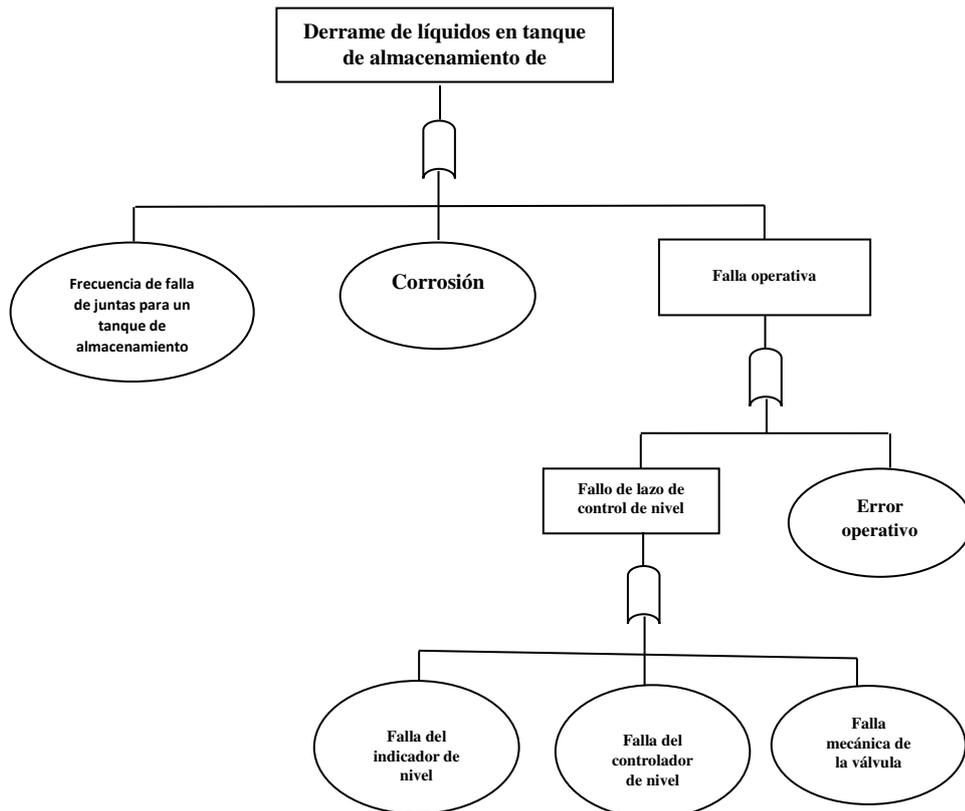


Figura 7. Árbol de fallas del derrame de líquidos en tanques de almacenamiento de condensados. (Nodo 1)

El condensado, la Nafta y el Diesel son contaminantes de suelos y del agua; por lo tanto, deben evitarse las fugas o pérdidas, de producirse deben ser eliminadas de inmediato y reportadas.

Es necesario siempre que el producto derramado fluya a los drenajes establecidos, para su posterior recuperación en el sistema de tratamiento de efluentes.

Si la fuga es en una zona no pavimentada, el suelo contaminado deberá disponerse adecuadamente. Utilizar los kits antiderrames para controlar cualquier derrame en el sector de la planta. Se ha descrito la secuencia a seguir en una detección analítica, marcando los valores normales que debe registrar el equipo para una correcta operación

Análisis cuantitativo mediante la técnica de las causas y consecuencias

Es un proceso combinado de árboles de fallas y de árboles de sucesos. Se emplean los símbolos lógicos de nielsen, ver más abajo, para expresar relaciones e interrelaciones similares a los de los árboles de fallos, más otros procedentes de los árboles de sucesos. Se definen, determinan y analizan conjuntos mínimos de fallos (cmf) como se hace en el método del árbol de fallas. Se puede efectuar análisis cualitativos, semicuantitativos, o cuantitativos de riesgos.

1. Se eligió un suceso significativo para ser evaluado, puede ser un complejo como en el árbol de fallas o iniciador como en el árbol de sucesos.
2. Se ha identificado los factores condicionantes y sucesos intermedios incluyendo los elementos o sistemas de seguridad.
3. Se ha establecido las secuencias de acontecimientos entre los elementos definidos, incluyendo sus salidas disyuntivas o no.
4. Se aplicó el árbol de fallas a las salidas de las disyuntivas que los supongan.
5. Se ha determinado los cmf (conjuntos mínimos de fallos), de igual forma que en el método del árbol de fallas.
6. Luego evaluamos los resultados.

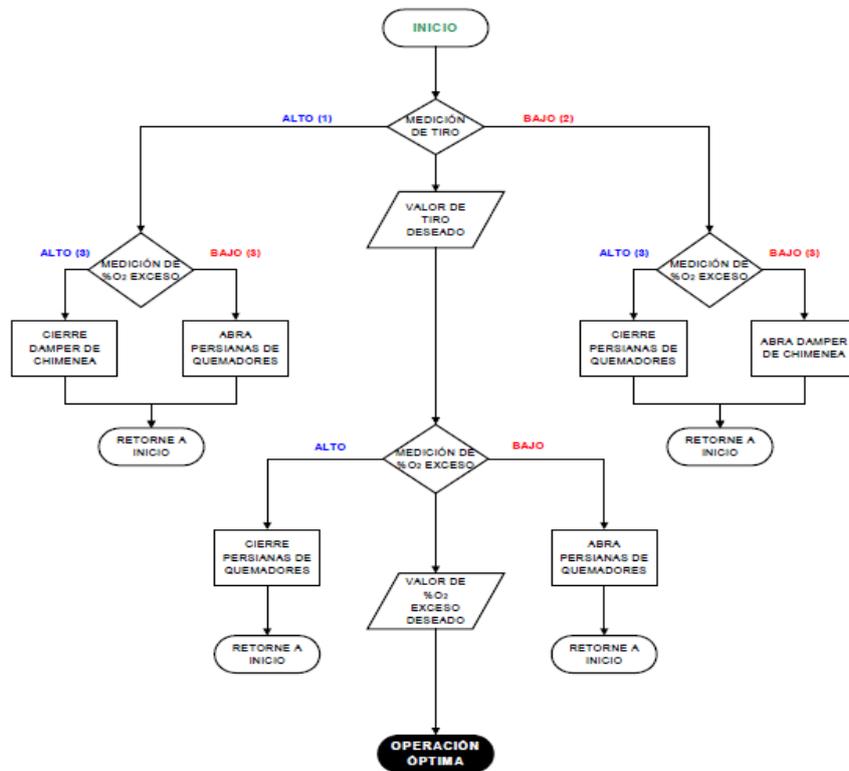


Figura 11. Calentamiento de condensados que van a la columna primaria de nafta y diesel. Fuente: DOC-PERPI-1006 Mantenimiento Planeado del Sistema de Fraccionamiento de Condensados-Pluspetrol.

Análisis cuantitativo de la matriz de valor de riesgo de un evento.

Tabla 1. Análisis de riesgos del equipo: 1° Tanques de almacenamiento de condensado TKRJ-3000

Escenarios de Riesgo				Calificación de Riesgos				Medida de Mitigación Prevención, Monitoreo, Control del Riesgo	Calificación del Riesgos Residual		
N°	Peligro	Riesgo	Indicador de alerta /Control existente	Valoración de Consecuencias		Probabilidad / frecuencia		Valoración de Riesgo cuantitativo	Consecuencias	Probabilidad	Magnitud de Riesgo
				Efectos Económicos	Clasificación	Frecuencia	Clasificación				
1	Tanques de almacenamiento de condensados TKBJ-3000	Incendio tipo Pool fire en el exterior de tanques de almacenamiento de condensado	Ataño por muy alto nivel LALL-23001 Alarma por bajo caudal FAL-11036		4		1	-	4	1	4

Tabla 2. Análisis de riesgos del equipo: 2° Tanques de almacenamiento de condensado TKBJ-3000

Escenarios de Riesgo				Calificación de Riesgos				Medida de Mitigación Prevención, Monitoreo, Control del Riesgo	Calificación del Riesgos Residual		
N°	Peligro	Riesgo	Indicador de alerta /Control existente	Valoración de Consecuencias		Probabilidad / frecuencia		Valoración de Riesgo cuantitativo	Consecuencias	Probabilidad	Magnitud de Riesgo
				Efectos Económicos	Clasificación	Frecuencia	Clasificación				
2	Tanques de almacenamiento de condensados TKBJ-3000	Incendio tipo Pool fire en el exterior de tanques de almacenamiento de condensado	Ataño por muy alto nivel LALL-23001 Alarma por bajo caudal FAL-11036		4		1	-	4	1	4

Tabla 3.
Análisis de riesgos del equipo: Torre de Fraccionamiento de Nafta CBA 3075

N°	Peligro	Riesgo	Indicador de alerta /Control existente	Calificación de Riesgos		Medida de Mitigación Prevención, Monitoreo, Control del Riesgo	Calificación del Riesgo Residual				
				Valoración de Consecuencias			Probabilidad / frecuencia		Consecuencias	Probabilidad	Magnitud de Riesgo
				Efectos Económicos	Clasificación		Frecuencia	Clasificación			
3	Torres de fraccionamiento de Nafta CBA-3075	Incendio tipo Pool fire exterior en las torres de fraccionamiento de Nafta.	Detector de fugas. Alarmas de muy bajo nivel (LALL-23075A). Detector de flama. Accionamiento de la válvula de seguridad que va hacia el Fiare que está ubicado después del intercambiador EBG-24030.	2	1	-	2	1	2		

Nivel		Consecuencias				
		1	2	3	4	
		Menor	Moderado	Grave	Muy grave	
Probabilidad	4	Alta	4	8	12	16
	3	Media	3	6	9	12
	2	Baja	2	4	6	8
	1	Remota	1	2	3	4
Niveles de Riesgo		Bajo: 1 - 3	Moderado: 4 - 6	Importante: 8 - 9	Alto: 12 - 16	
		Se procede con el trabajo y no es necesario mejorar la acción preventiva: Sin embargo, se deben considerar soluciones rentables o mejorar que no supongan una carga económica importante.	Se hace el trabajo con supervisión permanente y/o, se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implementarse a mediano plazo	Nivel de riesgo debe ser reducido. De lo contrario no se debe comenzar la actividad hasta que se haya reducido el riesgo en el corto plazo	No se hace el trabajo bajo ninguna circunstancia y se deben para las actividades hasta que se reduzcan el riesgo, sino es posible reducirlo, debe prohibirse las actividades en las áreas afectadas por el siniestro	

Figura 4. Matriz de Valor de Riesgo

Los condensados proveniente del fondo de la debutanizadora, las fracciones de nafta, diesel, residuo y gas son los eventos iniciales de ingreso a la unidad de destilación primaria, mediante la técnica del árbol de fallas se evidencio puntos débiles en el nodo 1: tanque almacenamiento de condensados TKB-3000, nodo 2: bombas de carga PBB-1030, intercambiadores precalentamiento de nafta EBG-4030 e intercambiadores precalentamiento de diesel EBG-4040, nodo 3: columnas de fraccionamiento CBA-3175, nodo 4: acumuladores de nafta VBA-1040/1045, bombas de reflujo de nafta PBB-1040/1045 y nodo 5: reboilers de diesel EBG-4085, obteniéndose la frecuencia del suceso en un rango de 9.0×10^{-6} a 4.8×10^{-4} veces/año.

La técnica de consecuencias en la unidad determina la probabilidad de eventos críticos denominado potencial incendio tipo Pool fire. Eventos N°1: exterior TJB-3000, por ignición de vapores inflamables derrame de líquidos orificio 1" causadas por falla de uniones. Eventos N°2: interior TJB-3000, recipiente originado por eventos externos: clima, rayos, choques de autos. Evento N°3: exterior CBA-3175, por derrame de líquidos vía orificio 1" causadas por fallas de control. Probabilidad de muerte 10 min, distancia 50 metros.

El análisis de la matriz valor de riesgo su ponderación es 2 de un máximo de 16 para ser considerado moderado.

Referencias bibliográficas

- Bestratén-Belloví, M. (1998). NTP 238: Los análisis de peligros y de operabilidad en instalaciones de proceso. España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Disponible en:
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_238.pdf
- Chambergó, O. (2009). Aspectos Esenciales del Gas Natural: Un Enfoque que Contribuye a Promover su Desarrollo. *La Revista Del Gas Natural*, 1(1), 18–29.
- Comunidad de Madrid. (2010). *Análisis de riesgos. Gestión de riesgos. Análisis y cuantificación*. Madrid - España. Disponible en:
http://www.madrid.org/cs/StaticFiles/Emprendedores/Analisis_Riesgos/pages/pdf/metodologia/4AnalisisycuantificaciondelRiesgo%28AR%29_es.pdf
- Cortés-Díaz, J. M. (2007). *Técnicas de prevención de riesgos laborales: seguridad e higiene del trabajo* (9na.). Madrid - España: Editorial Tebar.
- Leza, R. S. (2010). *Análisis cuantitativo de riesgos QRA (Quantitative Risk Assessment)*. Argentina. Disponible en: https://www.lea-global.com/uploads/circulares/2015/09/9_analisis_cuantitativo_de_riesgos_-_qra.pdf
- NFPA 59A. (2016). *Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG)*. USA. Disponible en:
https://www.nfpa.org/Assets/files/AboutTheCodes/59A/TIA_59A_16_1.pdf
- Piqué-Ardanuy, T., & Cejalvo-Lape, A. (1999). NTP 333: Análisis probabilístico de riesgos: Metodología del “Árbol de fallos y errores.” España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Disponible en:
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_333.pdf
- Quintanilla-Guerrero, E., Gamboa-Oyarce, H., Vargas-Aroca, J. P., Clasing-Jalabert, O., Urzúa-Pérez, G., & Abarca-Moreno, E. (2011). *Manual de Procedimientos para la Gestión de Prevención de Riesgos*. Santiago de Chile: Universidad de Chile. Disponible en:
<http://www.uchile.cl/.../manual-de-procedimientos-para-la-gestion-de-prevencion-de-riesgos.pdf>

Impacto Económico de la Tecnología Solar Fotovoltaica en la Extracción de Agua para consumo en las Comunidades Rurales del Altiplano Puneño

Economic Impact of Photovoltaic Solar Technology in the Extraction of Water for Consumption in the Rural Communities of the Puneño Highlands

Reynaldo Condori Yucra
rcondori@unaj.edu.pe - Universidad Nacional de Juliaca
Elmer Rodrigo Aquino Larico
rodrigo19_x@hotmail.com - Universidad Nacional de Juliaca
Julio Fredy Chura Acero
juliofredy@gmail.com - Universidad Nacional de Juliaca
Wilhem Limachi Viamonte
limachi.via@gmail.com - Universidad Nacional de Juliaca

Resumen

La extracción de agua en pequeñas y grandes escalas es una aplicación de mucha trascendencia en la actualidad; tiene especial impacto en comunidades rurales donde no hay suministro de energía eléctrica convencional. Los sistemas de bombeo fotovoltaicos se caracterizan por ser de alta confiabilidad, larga duración y mínimo mantenimiento, lo cual se traduce en un menor costo a largo plazo si se le compara con otras tecnologías (Red eléctrica, Grupo electrógeno, etc). Además, no requiere del empleo de un operador y tienen un bajo impacto ambiental (no contaminan el aire o el agua y no producen ruido). Otra ventaja es que los sistemas son modulares, de manera que pueden adecuarse para satisfacer las necesidades específicas del usuario en cualquier momento. Estos sistemas son muy sencillos en su operación. Para realizar un proyecto con éxito es necesario entender conceptos como la energía solar fotovoltaica, la hidráulica del sistema y el funcionamiento del conjunto motor-bomba. Se requerirá una electrobomba sumergible de 10 HP [7,5 kW], que incluye su sistema de protección respectivamente. La bomba debe ser capaz de circular un volumen cercano a los 4.5 l/s. Sin tener problemas con pérdidas de carga en el circuito (impulsión y aspiración). El arreglo fotovoltaico para la extracción de agua estará basado en 48 paneles de 240 Wp modelo SM – 230MA12, controlado por un controlador híbrido modelo CBS11001 de 11000 [kW], con una potencia mínima de generación de los paneles FV de 11.14 [kW] y un intervalo de tensión en continua V_{cd} de entrada de 560 – 800 Vcc, la altura dinámica total es de 90 m, con una longitud de impulsión de 487.5 m, para una capacidad de 90 m³. El costo de operación con un sistema convencional para 6 horas de operación constante es de 2,467.00 U\$ equivalente a 8,192.31 Soles, y el ahorro de energía generado en un año es de 11,224.00 U\$. El costo de operación para diferentes horas de operación durante el año con tecnología solar FV es de 3,380.25 U\$, equivalente a 11,222.42 Soles, y el ahorro de energía generado en un año es de 15,369.00 U\$.

Palabras claves: *Energía solar, Extracción de agua, Costo de Operación, Ahorro Económico, agua potable.*

Abstract

The extraction of water in small and large scales is an application of great transcendence at present; It has a special impact in rural communities where there is no conventional electricity supply. The photovoltaic pumping systems are characterized by high reliability, long duration and minimal maintenance, which translates into a lower long-term cost when compared to other technologies (power grid, generator set, etc.). In addition, it does not require the use of an operator and have a low environmental impact (they do not pollute air or water and do not produce noise). Another advantage is that the systems are modular, so that they can be adapted to meet the specific needs of the user at any time. These systems are very simple in their operation. In order to carry out a successful project, it is necessary to understand concepts such as photovoltaic solar energy, system hydraulics and the operation of the motor-pump unit. A submersible 10 HP [7.5 kW] electric pump, which includes its protection system respectively, will be required. The pump must be able to circulate a volume close to 4.5 l/s. Without having problems with losses of load in the circuit (impulsion and aspiration). The photovoltaic array for the extraction of water will be based on 48 panels of 240 Wp model SM-230MA12, controlled by a hybrid controller model CBS11001 of 11000 [kW], with a minimum generation power of the PV panels of 11.14 [kW] and a voltage range in continuous Vcd of input of 560-800 Vcc, the total dynamic height is 90 m, with a drive length of 487.5 m, for a capacity of 90 m³. The cost of operation with a conventional system for 6 hours of constant operation is 2,467.00 U\$ equivalent to 8,192.31 Soles, and the energy savings generated in one year is 11,224.00 U\$. The cost of operation for different hours of operation during the year with solar PV technology is 3,380.25 U\$, equivalent to 11,222.42 Soles, and the energy savings generated in a year is 15,369.00 U\$.

Keywords: *Solar energy, Water extraction, Cost of Operation, Economic Saving, drinking water.*

Introducción

La región de Puno, cuenta con trece provincias y 110 distritos, de los cuales el distrito de Capachica es uno de los que posee mayor población y se encuentra localizado en la cuenca del lago Titicaca, lado este a una altitud aproximada de 3,819 m s. n. m., tiene una latitud de 15° 38' 30" sur y una longitud de 69° 49' 50" oeste. Actualmente cuenta con una población estimada en 11,326 habitantes (CEPLAN, 2017). El lugar de estudio son los sectores Huajeron y Toctoro, que cuentan con 385 familias de cuatro miembros cada una en promedio. El clima es frío y húmedo con una temperatura media anual de 8° a 12°C según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).

Uno de los parámetros para medir la calidad de vida de una sociedad son los servicios con los que cuentan sus pobladores. Dos de los principales servicios son el agua potable y la energía eléctrica (Cerdán-Cabrera, 2011). El agua también posibilita la vida en un sentido más amplio: el ser humano necesita de agua limpia y saneamiento para preservar la salud y mantener su dignidad, por eso el agua debe ser accesible y segura (PNUD, 2006). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la posibilidad de abastecimiento regular de agua potable constituye un fundamental derecho humano (Katsiri, 2009) y son necesarios, por lo menos, 20 litros de agua cada día por persona para atender sus necesidades básicas (PNUD, 2006). En América del Sur existen grandes áreas semiáridas y regiones secas como: Paraguay, Argentina, Perú, Chile y Bolivia y la región semiárida del noreste brasileño (Ab'Sáber, 1999). El desarrollo de estrategias de supervivencia en una economía precaria, agravada

por el medio físico hostil, es el denominador común de estas poblaciones (Rodríguez, Herrera, Kiskia, Iriarte, & Fabris, 2000).

Los principales factores que determinan la configuración de un sistema de bombeo fotovoltaico son: 1) la altura estática de elevación del agua por encima de la superficie del suelo (por o la profundidad del nivel del agua en el pozo bajo la superficie, 2) la energía suministrada por el generador fotovoltaico a lo largo del día, determinada por la altura dinámica, radiación solar y las condiciones climatológicas (Alonso-Abella & Chenlo-Romero, 2005). Sin embargo, la amplia difusión de estos sistemas aún no sucedió como esperado por razones de apropiación tecnológica y diversos factores (Valer, Moura de Moraes, Morante, Zilles, & Fedrizzi, 2014).

El dimensionado de sistemas de bombeo fotovoltaico se puede abordar mediante diferentes métodos dependiendo su complicación, del número de variables consideradas y del grado de optimización en la obtención de los resultados. En general, existen tres pasos que son necesarios seguir: 1) evaluación de la energía hidráulica necesaria, 2) evaluación de la energía solar disponible y 3) definición del equipo de bombeo necesario (Alonso-Abella & Chenlo-Romero, 2005), y la opción de bombeo fotovoltaico tiene menor costo de ciclo de vida y costo unitario de agua (Ortiz-Ortiz & Aldana, 2013).

Así, el propósito del presente estudio es estimar el impacto económico en la extracción de agua para consumo humano, con tecnología solar fotovoltaica en las comunidades rurales del distrito de Capachica, sectores Huajeron y Toctoro en el altiplano puneño. El punto de la sostenibilidad se situará en función del costo de otro tipo de energía sustituto (Redes

eléctricas, grupos electrógenos, etc.) dando cabida a plantear el abastecimiento de agua potable con tecnología solar fotovoltaica.

Materiales y métodos

El presente estudio se inició con la evaluación del recurso energético solar, en planos inclinados, tomando como referencia datos de Puno, debido a que son aproximadamente iguales con el lugar de estudio en latitud y altitud, alcanzando un promedio anual $6,8 \text{ kWh/m}^2$, estos datos fueron registrados durante cinco años (1977 – 1981) (Meléndez & Yucra, 2005).

En este estudio nos interesa la intensidad de la irradiación en planos inclinados, y según los datos recabados para Puno el mejor aprovechamiento de la irradiación solar sobre el plano inclinado es para el ángulo de inclinación de $\beta = [0 - 25^\circ]$, tal como se puede verificar en la tabla 1. El aprovechamiento energético para esas condiciones en promedio es de $6,4 \text{ kWh/m}^2$. Luego, en la figura 1, se muestra el comportamiento de las curvas de la radiación solar sobre un plano inclinado para ángulos de inclinación diferentes. En este gráfico se puede ver que para los ángulos beta de 15° , 83° , 20° y 25° , respectivamente, la energía solar es cercana a $6.0 \text{ kWh/m}^2 / \text{meses}$, en el invierno no bajan de $5,5 \text{ kWh/m}^2 / \text{meses}$, durante el verano (Condori-Yucra, 2010), tomando datos para un $\beta = 20^\circ$.

Tabla 1.
Resumen de datos registrados de irradiación (kWh/m^2) e insolación (Hrs.) (1977-1981)

Meses	Irradiación media anual kWh/m^2	Irradiancia W/m^2	Temperatura promedio de agua de red $^\circ\text{C}$	Temperatura promedio de aire ambiente $^\circ\text{C}$	Insolación Hrs.	Humedad Relativa %
Enero	6.1	1028.4	15.6	15.8	6.1	59.8
Febrero	6.0	901.0	15.8	15.0	6.6	61.4
Marzo	5.7	898.3	15.8	14.5	6.4	63.8
Abril	5.8	694.1	15.8	13.8	8.4	52.0
Mayo	5.5	565.8	14.1	12.8	9.7	42.4
Junio	5.2	532.6	12.5	12.0	9.8	39.6
Julio	5.2	561.4	12.0	12.0	9.3	41.0
Agosto	5.8	609.1	12.1	13.0	9.5	40.4
Setiembre	6.3	692.9	13.3	14.0	9.2	43.2
Octubre	6.6	769.4	14.6	14.8	8.6	46
Noviembre	6.7	842	15.7	15.5	8.1	47.8
Diciembre	6.4	955.9	16.1	15.8	6.8	52.8

Nota. Extraído de Meléndez & Yucra (2005).

Tabla 2.
Radiación global sobre un plano inclinado ($\text{kWhm}^{-2}\text{mes}^{-1}$) para diferentes ángulos de inclinación (β)

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
$HT(\beta = 0)$	6.7	6.7	6.3	6.3	6.0	5.6	5.6	6.3	7.0	7.0	7.4	6.9
$HT(\beta = 5)$	6.5	6.7	6.4	6.4	6.1	5.7	5.7	6.4	7.0	7.1	7.3	6.8
$HT(\beta = 10)$	6.3	6.6	6.4	6.5	6.2	5.8	5.8	6.5	7.1	7.1	7.1	6.5
$HT(\beta = 15.63)$	6.1	6.4	6.4	6.5	6.3	6.0	5.9	6.5	7.0	7.1	6.8	6.3
$HT(\beta = 20)$	5.9	6.3	6.3	6.5	6.3	6.0	6.0	6.5	7.0	7.1	6.6	6.0
$HT(\beta = 25)$	5.6	6.1	6.3	6.4	6.3	6.1	6.0	6.5	6.9	7.0	6.4	5.7

Nota. Considerar a = 0.378 Albedo (reflectividad del sol) 0.2 y b = 0.438. Extraído de Condori-Yucra (2010).

El estudio tomó en consideración tres secciones para la determinación de los costos de operación por hora, mes y año, y el ahorro anual para una población rural de 385 familias.

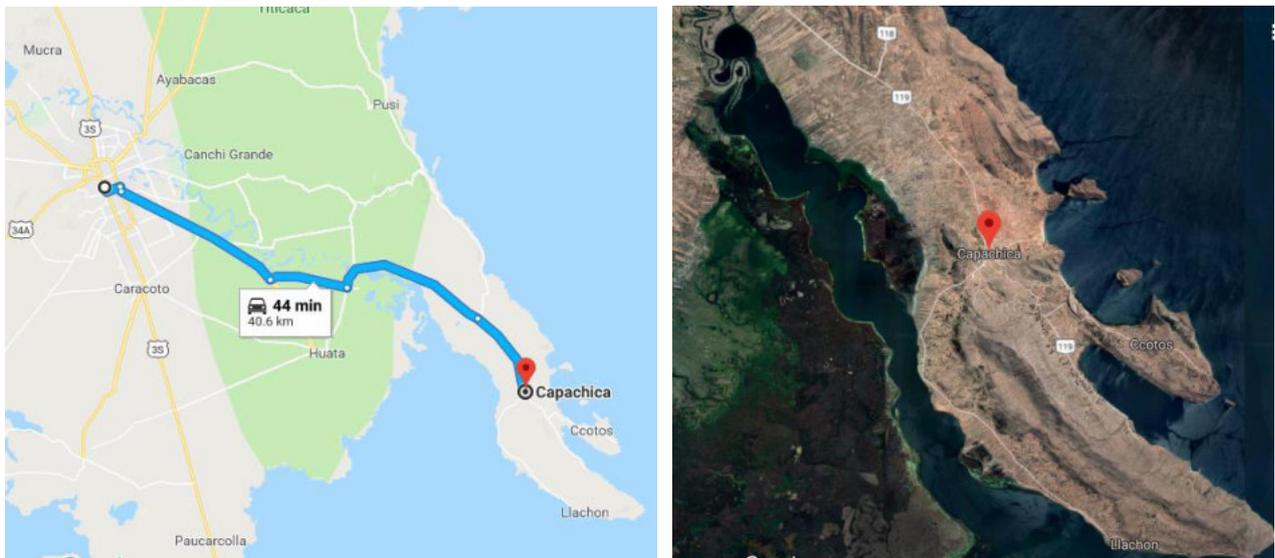


Figura 1. Ubicación del distrito y los sectores donde se realizaron la toma de datos. Las vistas fueron extraídas de Google Maps (www.google.com/maps/search/Capachica).

Línea de Impulsión. En esta sección se ha de partir con la población actual y con la tasa de crecimiento obtenido de documentos oficiales (INEAI-Puno), determinar la población futura, que será el punto de partida para determinar los parámetros de consumo, dotación, volumen de reservorio y finalmente la determinación de la potencia de extracción.



Figura 2. Escenas del reconocimiento de campo para el levantamiento topográfico y vista de extracción manual de agua de pozos existentes utilizados por los pobladores para el consumo de agua.

Potencia Hidráulica Teórica Diaria Necesaria de la Bomba. Es necesario conocer el volumen de agua diario medio mensual necesario para satisfacer la demanda de la aplicación. Las diferentes demandas pueden ser: i) agua para consumo humano, ii) agua para consumo de animales domésticos y iii) agua para riego de cultivos (Alonso-Abella & Chenlo-Romero, 2005). Para el bombeo de agua, la demanda energética va estar asociada a dos variables: por un lado, a la demanda de presión del sistema, y por otro lado, a la demanda en caudal propia de la demanda de agua del proceso (Al-Badi & Yousef, 2016), se calculan de la siguiente forma:

$$P_H = \rho g Q H \quad (1)$$

Donde:

P_H : Potencia hidráulica de la bomba en [kW]

ρ_{H_2O} : Densidad del agua en [Kg/m³]

Q : Caudal en volumen en [m³/seg]

H : Presión indicada en términos de altura (altura dinámica total) en [m]

Energía hidráulica diaria necesaria de la bomba. La energía hidráulica necesaria diaria (Arija-González, 2010), se calcula de la siguiente forma:

$$E_H = \frac{K \cdot Q_d \cdot H_{TE}}{\eta_M} \quad (2)$$

Donde:

E_H : Energía hidráulica necesaria diario en [kWH/día]

Q_d : Caudal requerido de bombeo en [m^3 /seg]

H_{TE} : Carga dinámica total o altura dinámica total en [m]

η_M : Rendimiento del conjunto motor-bomba en [%]

K : Constante de conversión [2,725]

Consumo Promedio Anual. El consumo promedio se calcula en función a la población futura y la dotación (OPS, 2005). Generalmente se acepta que el consumo medio diario por persona es de 40 litros/persona/día, aumentando a 100 litros/persona/día en ciudades grandes (Alonso-Abella & Chenlo-Romero, 2005), se calcula de la siguiente forma:

$$Q_P = \frac{P_f \cdot Dot}{86400} \quad (3)$$

Donde:

Q_P : Consumo promedio anual de agua en [l/s]

Dot : Dotación de agua en [l/Hab/día]

Consumo máximo diario. Este consumo de agua máximo está dado por un periodo de tiempo (OPS, 2005), y se calculará con la siguiente fórmula:

$$Q_{md} = 1,3 \times Q_P \quad (4)$$

Donde:

Q_{md} : Consumo máximo anual de agua en [l/s]

Q_P : Consumo promedio anual de agua en [l/s]

Tiempo de Llenado del Reservorio (OPS, 2005), que se refiere a la duración que demora el reservorio en llenarse.

$$t = \frac{V_{Res}}{Q_{md} \times 3600} \quad (5)$$

Donde:

t : Tiempo de llenado del reservorio en [Hr]

V_{Res} : Volumen del reservorio de agua en [m^3]

Q_P : Consumo promedio anual de agua en [m^3]

Potencia de la Electrobomba, (OPS, 2005)

$$P_b = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{75\eta} \quad (6)$$

Donde:

P_b : Potencia de la bomba en [HP]

γ : Peso específico del agua en [Kgf/m^3]

H : Altura total (m)

Q : Caudal de impulsión de agua en [m^3/s]

η : Rendimiento o eficiencia de la bomba en [%]

Dimensionamiento del sistema de generación Fotovoltaica. Para proceder al dimensionado de un sistema fotovoltaico se necesitan datos medios mensuales de irradiación solar del lugar donde se desee realizar la instalación, ver tabla 1. (Condori-Yucra, 2010).

Es necesario determinar la orientación y el ángulo de inclinación que optimicen la relación entre la energía incidente y la energía hidráulica demandada a lo largo de todo el año. Para ello es necesario estimar la radiación global incidente sobre una superficie a distintos ángulos de inclinación y orientada al sur a partir de los datos de radiación global sobre superficie horizontal (Alonso-Abella & Chenlo-Romero, 2005).

Potencia Pico De Generación, (Arija-González, 2010)

$$P_p = \frac{E_h}{\eta_{mb}} \cdot \frac{G_{CEM}}{F_m(1 - \delta(T_c - T_{CEM})) \cdot G_{dm}} \quad (7)$$

Donde:

P_p : Potencia Pico necesaria de generación en [w]

E_h : Energía hidráulica necesaria diario en [kWH/día]

η_{mb} : Rendimiento del conjunto motor-bomba en [%]

G_{CEM} : Radiación solar media diaria (constante solar) en [w/m^2]

F_m : Factor de acoplo medio [0.9]

δ : Coeficiente de variación de la potencia con la temperatura en [$1/^\circ C$]

T_c : Temperatura media diaria de los módulos durante las horas de sol en [$^\circ C$]

T_{CEM} : Temperatura en condiciones estándares de prueba CEM en [$^\circ C$]

G_{dm} : Radiación solar media diaria (mes más desfavorable) en [KWH/m^2]

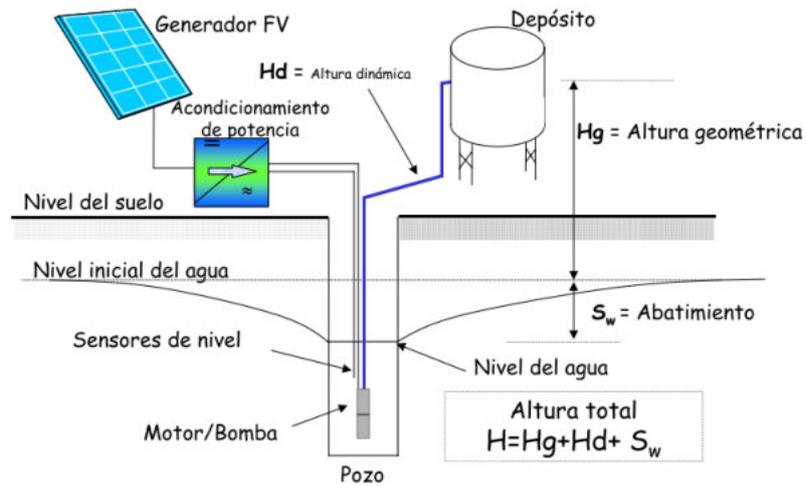


Figura 3. Esquema de la tecnología de bombeo de acuerdo al ciclo hidráulico. Elaborado en base a Alonso-Abella & Chenlo-Romero (2005).

Costo de operación del sistema. En este apartado se determina el costo de operación de un sistema si funcionara con energía de la red de sub-distribución secundaria de baja tensión, para una hora, día, mes y anual, y finalmente hacer la estimación para las 385 familias beneficiarias, y con ello determinar el costo de ahorro anual, para eso se emplea la siguientes fórmulas.

Costo de operación por hora.

$$C_{op} = \frac{0.000189 \times Q \times H \times E_{Kwh}}{\eta_b \cdot \eta_m} \quad (8)$$

Donde:

- Q : Caudal en [GPM]
- H : Altura dinámica total en [Pies]
- E_{Kwh} : Costo de la Energía en [S./Kwh]
- η_b : Rendimiento medio de la bomba en [%]
- η_m : Rendimiento medio del motor en [%]

Costo del ahorro anual

$$S = 0.746HP \cdot L \cdot C \cdot N \cdot \left(\frac{100}{E_b} - \frac{100}{E_a} \right) \quad (9)$$

Donde:

- S : Ahorro anual en [U\$ o S/.]
- HP : Potencia del Motor en [HP]
- L : Factor de carga del motor
- C : Tarifa de Energía Eléctrica de BT en [Soles / Kwh]
- N : Tiempo de operación anual en [h]
- E_b : Eficiencia de un motor estándar en [%]
- E_a : Eficiencia de un motor de alta eficiencia MAE en [%]

Resultados y discusión

Línea de impulsión

Tabla 3.

Resultados de cálculo de la línea de impulsión

Parámetro	Valor	Unidad
Población actual (Po)	1,540	hab.
Tasa de Crecimiento (r)	2.51	%
Periodo de Diseño (T)	20	años
Población Futura (PF)	2,312	hab.
Dotación (Dot)	100	l/hab./día
Consumo Promedio Anual (Qp)	2675	l/s
Consumo Máximo Diario (Qmd)	3478	l/s
Volumen del Reservorio	57.79	m ³
Volumen de Reserva	28.89	m ³
Volumen del reservorio final	90	m ³
Desnivel del terreno	72	m ³
Longitud	487.45	m ³
Caudal de impulsión Qmd	3478	l/s
Altura del reservorio	4	m
Profundidad del pozo	6	m

Nota. Elaboración propia.

De estos resultados se deduce lo siguiente: el reservorio tiene una capacidad de 90 m³, esto indica que abastecerá 20 años, que es conocido como el periodo de diseño, esto significa que hay una población inicial 1,540 hab., y en 20 años habrá una población futura de 2,312 hab., por otro lado, debe indicarse que hay un % de reserva del reservorio que equivale a un 25% del volumen. Esto ayuda a tener días de autonomía con tecnología solar fotovoltaica.

Tabla 4.

Pérdida de carga total equivalentes en m

Parámetro	Valor	Unidad de medida
Tramo	PB-RE	
Caudal Qmd	3.478	l/s
Longitud L	487.45	m
Cota de terreno inicial	3,823	m s.n.m.
Cota de terreno final	3,895	m s.n.m.
Desnivel del terreno	72	m
Pérdida de carga unit. Disponible hf	0.1477	m/m
Diámetro D	1,682	pulg.
Diámetro Comerc. Dc	3	pulg.
Velocidad V	0.763	m/s
Pérdida de carga unitaria hf	0.00882	m/m
Pérdida de carga de tramo hf	4299	m
Cota piezométrica inicial	3,908.3	m s.n.m.
Cota piezométrica final	3,905.0	m s.n.m.
ADT - Presión	86.3	m

Nota. Elaboración propia.

Tabla 5.

Potencia de electrobomba a utilizar para la tecnología solar

Parámetros	Valor	Unidad de medida
Peso específico del agua	1000	Kgf/m ³
Caudal de impulsión	0.0035	m ³ /s
Pérdida de carga total	86.299	m
Eficiencia de la bomba	42	%
Potencia de electrobomba	10	HP

Nota. Elaboración propia.

Dimensionamiento del Sistema de Bombeo Fotovoltaico.

Tabla 6.

Especificaciones técnicas del panel FV seleccionado

Parámetro	Valor
Potencia pico (Wp)	240.00
Tensión a circuito abierto (Voc)	59.50
Corriente de cortocircuito (Acc)	5.20
Tensión de máxima Potencia (Vmp)	48.90
Intensidad de máxima potencia (Amp)	4.91
Temperatura de trabajo	-40°C a +90°C

Nota. Elaboración propia.

Tabla 7.
Potencia pico de generación

Parámetros	Valor	Unidad de medida
Energía hidráulica necesaria E_h	22.07	$Kwh/día$
Rendimiento del grupo motor bomba	0.42	
Radiación solar media diaria CEM	1000	w/m^2
Factor de acoplo medio (F_m)	0.9	
Coefficiente de variación de la potencia con la temperatura	0.004	$1/°C$
Temperatura media diaria de los módulos durante las horas de sol	40	$°C$
Temperatura en condiciones estándares de prueba CEM	25	$°C$
Radiación solar media diaria en un mes dado (más desfavorable)	5.9	Kwh/m^2
Potencia pico de generación con tecnología solar fotovoltaica	11.14	Kw

Nota. Elaboración propia.

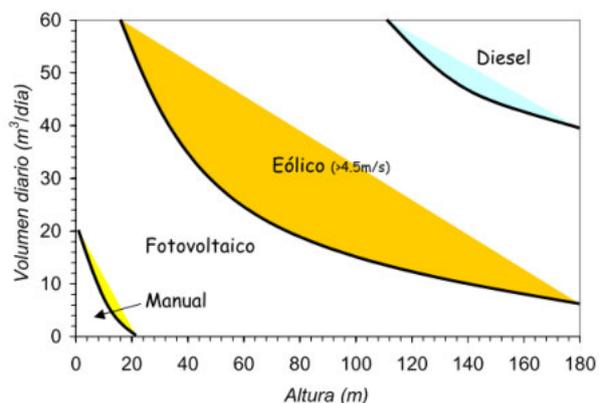


Figura 4. Gráfico indicativo de selección de la tecnología más apropiada de acuerdo al volumen diario y profundidad de bombeo. Extraído de [Alonso-Abella & Chenlo-Romero \(2005\)](#).

Costo de ahorro mensual para las 385 familias beneficiarias (S), considerando un tipo de cambio de U\$ 1.0 = 3.32 soles.

Tabla 10.
Costos de operación y ahorro anual si fuera convencional

Número de horas	Op. por día U\$	Op. anual U\$	Ahorro anual U\$
2	2887.50	313,191	16,690
4	5775.00	626,382	33,381
6	8666.35	939,572	50,071
8	11553.85	1,252,763	66,761
10	14441.35	1,565,954	83,452
12	17328.85	1,879,145	100,142

Nota. Elaboración propia.

Tabla 8.
Número total de Paneles FV del que ocupara 20m² de área

Parámetro	Valor
Número Paneles FV en serie	8
Número Paneles FV en paralelo	6
Número Paneles FV Total	48

Nota. Elaboración propia.

Análisis del costo de operación del sistema si fuera convencional

Si el caudal es de 0.00456 m³/s, y la bomba trabaja 6.0 h/día, 180 h/mes y 365 días/año, el volumen bombeado será de: 2160 h/año. Eligiendo la tarifa BT5B (una sola energía activa), en baja tensión de la red pública, siendo el Kwh mensual de 0.6323 soles/ Kwh , (Fuente: Tarifa actualizada a enero 2019 de Electro Puno S.A.A.)

Tabla 9.
Datos de partida para el cálculo del sistema si fuera convencional

Parámetros	Valor	Unidad de medida
Población	385	$fam.$
HDT	90	m
Ef. Bomba (Eb)	80 ^a	%
Ef. Motor	85 ^a	%
Caudal (Q)	0.00456	m^3/s
Volumen	90	m^3
Potencia	10	HP
Factor de carga del motor (L)	0.8	—
Eficiencia de un MAF (Ea)	95	%

Nota. Elaboración propia.

^a/ Convencional.

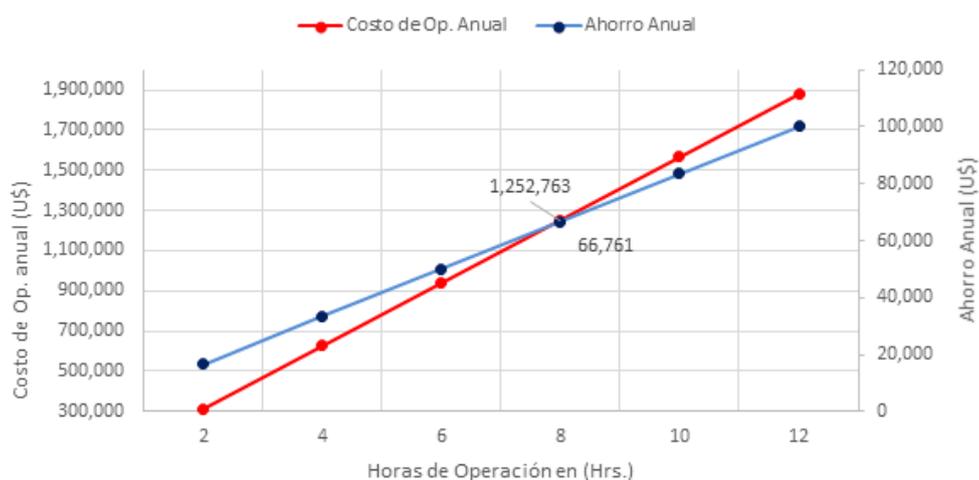


Figura 5. Costo por el número de horas de operación y el ahorro anual en (US\$). Elaboración propia.

Esta figura 5, considerando un sistema convencional, nos ilustra un comportamiento lineal entre las horas de operación y el ahorro obtenido durante un año, la intersección entre ambas rectas corresponde a 8 h, de operación por día, que sería el adecuado, como puede apreciarse el número de horas de operación es constante durante todo el año.

Tabla 11.
Costos de operación y ahorro mensual si fuera convencional

Meses	Número de días	Número de horas de operación/mes	Costo de operación mensual (US\$)	Ahorro mensual (US\$)
Enero	31	186	210.00	956.00
Febrero	28	168	190.00	863.00
Marzo	30	180	203.00	925.00
Abril	30	180	203.00	925.00
Mayo	31	186	210.00	956.00
Junio	30	180	203.00	925.00
Julio	31	186	210.00	956.00
Agosto	31	186	210.00	956.00
Setiembre	30	180	203.00	925.00
Octubre	31	186	210.00	956.00
Noviembre	30	180	203.00	925.00
Diciembre	31	186	210.00	956.00
Ahorro anual				11,224.00

Nota. Elaboración propia.

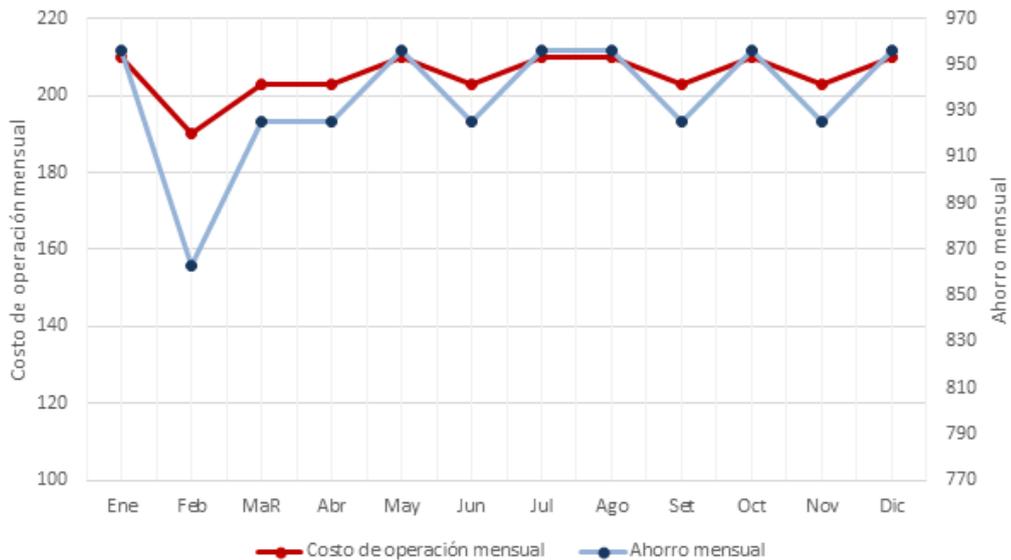


Figura 6. Costo por el número de horas de operación y el ahorro anual en (U\$). Elaboración propia.

En este gráfico apreciamos que el ahorro mensual va de la mano con el costo de operación evidenciando que en un sistema convencional las horas de operación son constantes durante el día.

Tomando en cuenta la figura 7, nos hace ver que la tecnología solar tiende a comportarse de manera constante, mientras que otro tipo de tecnología como es el caso del diésel se ve un crecimiento a lo largo de los años.

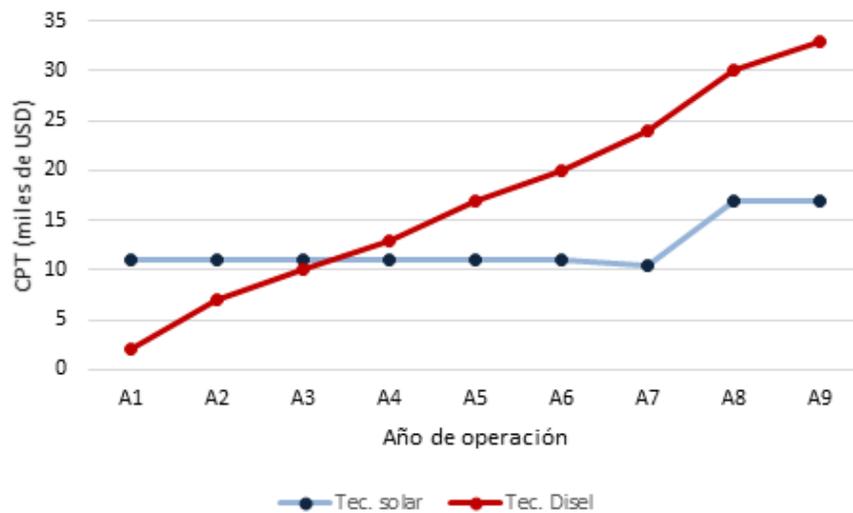


Figura 7. Comparación a largo plazo de costo de operación con sistema FV y convencional. Elaborado en base a Figueroa & Loard (2014).

En tal sentido podemos afirmar que la población de las comunidades en el caso de estudio, no están en condiciones de pagar el costo del servicio de agua potable, en vista de que el costo de operación tiende a subir durante los años, agregándose el costo del mantenimiento que crecería anualmente y esto demuestra que la tecnología convencional no es sostenible en el tiempo.

Análisis del Costo de operación del sistema si fuera renovable

Tabla 12.
Costos de operación y ahorro mensual con energía renovable

Meses	Número de días	Insolación en horas <i>h</i>	Irradiación <i>Kwh/m²</i>	Número de horas op./mes <i>h</i>	Costo de operación mensual <i>U\$</i>	Ahorro mensual <i>U\$</i>
Enero	31	6.1	5.9	189	214.00	971.00
Febrero	28	6.6	6.3	185	209.00	949.00
Marzo	30	6.4	6.3	192	217.00	986.00
Abril	30	8.4	6.5	252	285.00	1,295.00
Mayo	31	9.7	6.3	301	340.00	1,545.00
Junio	30	9.8	6.0	294	332.00	1,510.00
Julio	31	9.3	6.0	288	326.00	1,481.00
Agosto	31	9.5	6.5	295	333.00	1,513.00
Setiembre	30	9.2	7.0	276	312.00	1,418.00
Octubre	31	8.6	7.1	267	301.00	1,370.00
Noviembre	30	8.1	6.6	243	275.00	1,248.00
Diciembre	31	6.8	6.0	211	238.00	1,083.00
Ahorro anual						15,369.00

Nota. Elaboración propia.

La tabla 12, indica que, en un escenario donde se utiliza la tecnología solar como fuente de energía, las horas de operación no son constantes, están dadas de acuerdo al número de horas por día, esto se ve en la columna de datos sobre insolación para cada mes, donde la horas de bombeo estarán directamente relacionadas con ese parámetro y con el ahorro que generaría podría financiarse un sistema con tecnología solar que sumaría alrededor de 27,688.00 U\$ (ver tabla 13.)

En la figura 8, se aprecia que el comportamiento de los costos de operación mensual tiende a mostrarse constante y el ahorro mensual tiende a su crecimiento, según la variación de horas de sol durante el día.

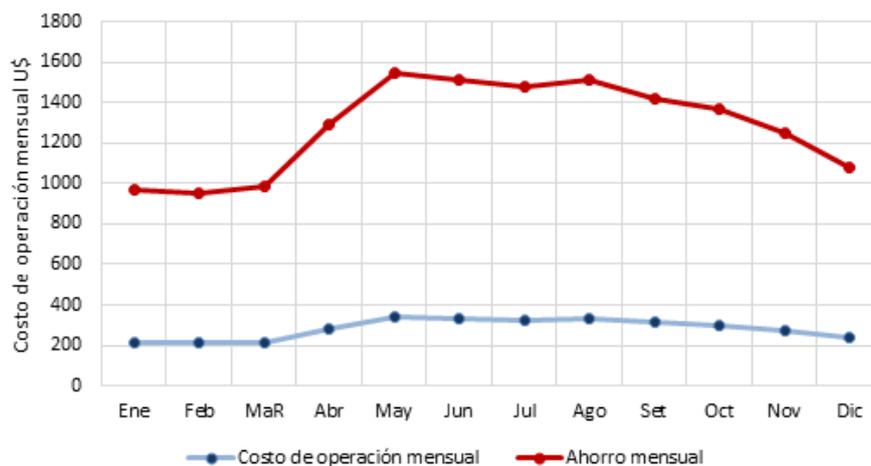


Figura 8. Costo por el número de horas de operación y el ahorro anual con tecnología solar en (U\$). Elaboración propia.

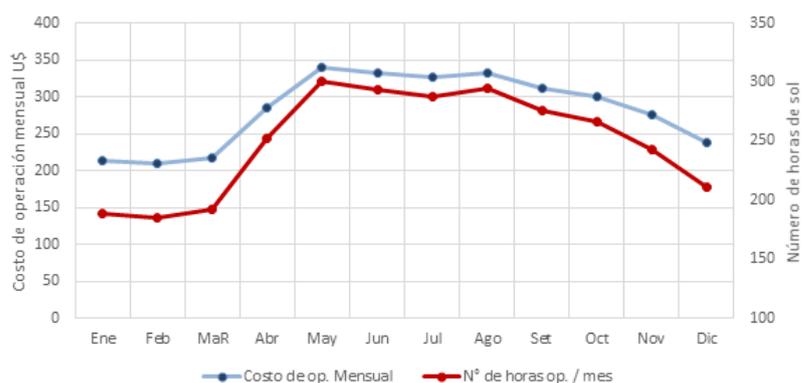


Figura 9. Costo por el número de horas de operación y el ahorro anual en (U\$). Elaboración propia.

La figura 9 indica que, según la variación de las horas de sol, los costos de operación siguen el mismo comportamiento, en realidad mucho depende de las horas de operación y esto a su vez de las horas de sol.

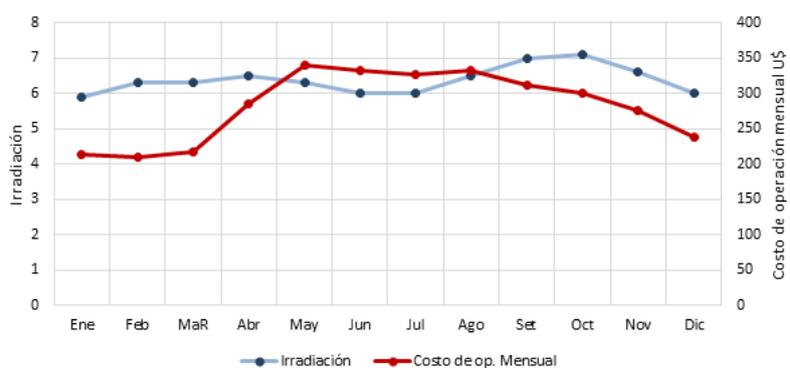


Figura 10. Costo por el número de horas de operación y el ahorro anual en (U\$). Elaboración propia.

Tabla 13.
Inversión de un Sistema de bombeo PV

Descripción	Cantidad	Precio unitario (s/.)	Precio unitario (U\$)	Valor total (U\$)
<i>Costos directos</i>				
Panel solar celda monocristalina INTIPOWER 12WP-12V	52	-	186.00	9,672.00
Sensor contra marcha en vacío	1	-	95.00	95.00
Bomba Lorentz PS400 C-SJ17-4+Controlador	1	-	6,384.00	6,384.00
Interruptor de protección PV Disconnect	1	-	650.00	650.00
Sensor de irradiación solar SunSwitch Lorentz	1	-	314.00	314.00
Tubería C10 de 4" x 1.5 Km	1	-	7,944.00	7,944.00
Accesorios eléctricos	1	-	600.00	600.00
Accesorios hidráulicos	1	-	300.00	300.00
<i>Costos Indirectos</i>				
transporte de materiales	1	800.00	243.00	243.00
Costos de instalación	1	-	1,000.00	1,000.00
Soporte de paneles	1	800.00	243.00	243.00
Columnas de madera natural	1	800.00	243.00	243.00
Total inversión				27,688.00

Nota. Elaborado en base a [Peralta-Vera \(2018\)](#).

Conclusiones

La contrastación del uso de tecnología convencional (ahorro de U\$ 11,220.00) frente a la tecnología fotovoltaica (ahorro de U\$ 15,370.00) para la extracción de agua permite verificar que efectivamente existe un impacto económico favorable cuando se opta por las tecnologías limpias y sostenibles como es el caso de los sistemas de bombeo fotovoltaico. Se trata de una tecnología confiable y sostenible en el tiempo, además de no requerir almacenamiento de energía (acumuladores), sino en cambio un porcentaje de almacenamiento hidráulico en los reservorios. Además, la población usuaria, familias que no acceden al servicio de agua potable, no asumiría la responsabilidad del coste elevado de operación de un sistema de bombeo convencional.

Referencias bibliográficas

- Ab'Sáber, A. N. (1999). Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida. *Dossiê Nordeste Seco: Estudos Avançados*, 13(36), 5–59. <https://doi.org/10.1590/S0103-40141999000200002>
- Al-Badi, A., & Yousef, H. (2016). Design of Photovoltaic Water Pumping System as an Alternative to Grid Network in Oman. *Renewable Energy and Power Quality Journal*, 11–16. <https://doi.org/10.24084/repqj14.203>
- Alonso-Abella, M., & Chenlo-Romero, F. (2005). *Sistemas de Bombeo Fotovoltaico*. Madrid - España. Disponible en: http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45334/componente45332.pdf
- Arija-González, D. (2010). Prototipo de sistema de bombeo fotovoltaico para proyectos de cooperación al desarrollo con tecnologías apropiadas. Universidad Carlos III de Madrid, Escuela Politécnica Superior. Disponible en: https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/10871/PROYECTO_fina_David_Arija_Gonzalez.pdf
- CEPLAN. (2017). Información departamental, provincial y distrital de población que requiere atención adicional y devengado per cápita - Perú. Lima - Perú: Centro Nacional de Planeamiento Estratégico. Disponible en: <https://www.ceplan.gob.pe/wp-content/uploads/2017/08/Matriz-de-indicadores-nacionales-a-Julio-de-2017.pdf>
- Cerdán-Cabrera, A. M. (2011). Diseño de un sistema de bombeo solar-eólico para consumo de agua en las cabañas ecoturísticas en La Pitaya (Veracruz, México). Universidad Internacional de Andalucía. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10334/1468>
- Condori-Yucra, R. (2010). Estudio para la climatización de la piscina y la producción de agua caliente sanitaria acs con energía solar de la UNAP. Cusco - Perú: IV Conferencia Latino Americana de Energía Solar (IV ISES_CLA) y XVII Simposio Peruano de Energía Solar. Disponible en: <https://docplayer.es/7039487-Estudio-para-la-climatizacion-de-la-piscina-y-la-produccion-de-agua-caliente-sanitaria-ac-con-energia-solar-de-la-unap.html>
- Figueroa, E., & Loard, M. (2014). El auge de la energía solar fotovoltaica en sistemas de riego. In XXI Simposio Peruano de Energía Solar y del Ambiente (XXI- SPES) (pp. 20–15). Piura - Perú. Disponible en: <https://docplayer.es/6175037-El-auge-de-la-energia-solar-fotovoltaica-en-sistemas-de-riego.html>
- Katsiri, A. (2009). Public Water Supply and Access To Improved Water Sources. Athens - Greece. Disponible en: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/96943/1.2.-Access-to-improved-water-sources-EDITED_layouted_V3.pdf?ua=1
- Meléndez, T. A., & Yucra, R. C. (2005). Diseño y Construcción de un Colector Tipo CPC para un Módulo Experimental de Calentamiento de Agua con Energía Solar. Puno - Perú: Editorial Universitaria UNA-PUNO. Disponible en: <https://www.escavador.com/sobre/596105/tedd-y-arturo-flores-melendez>
- OPS. (2005). Guías para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable. Organización Panamericana de La Salud. Lima - Perú: Organización Panamericana de la Salud. <https://doi.org/10.1159/000112599>
- Ortiz-Ortiz, J. P., & Aldana, D. M. (2013). Dimensionamiento de un sistema de bombeo fotovoltaico para una zona rural de Piura, Perú. In XX Simposio Peruano de Energía Solar y del Ambiente (XX -SPES) (pp. 11 –15). Tacna: Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería - Programa académico de Ingeniería Mecánica Eléctrica. Disponible en: <http://docplayer.es/21296732-Dimensionamiento-de-un-sistema-de-bombeo-fotovoltaico-para-una-zona-rural-de-piura-peru.html>
- Peralta-Vera, A. A. (2018). Estudio experimental de un sistema de bombeo solar fotovoltaico en corriente continua. Universidad Tecnológica del Perú. Disponible en: http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/1132/1/Aixa_Peralta_Trabajo_de_Investigacion_Bachillerato_2018.pdf
- PNUD. (2006). RESUMO Relatório do Desenvolvimento Humano 2006. A água para lá da escassez: poder, pobreza e a crise mundial da água. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. New York - USA: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Disponible en: http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2006_portuguese_summary.pdf
- Rodríguez, C., Herrera, R., Kiskia, M., Iriarte, A., & Fabris, A. (2000). Bombeo fotovoltaico: un análisis técnico-social de instalaciones en la provincia de Catamarca. Argentina. Disponible en: <https://www.mendoza-conicet.gob.ar/asades/modulos/averma/trabajos/2000/2000-t004-a002.pdf>
- Valer, R., Moura de Moraes, A., Morante, F., Zilles, R., & Fedrizzi, M. C. (2014). Desafíos actuales para la difusión de sistemas fotovoltaicos de bombeo de agua en el semiárido brasileño: observaciones de campo. Acta de La XXXVII Reunión de Trabajo de La Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente, 2, 93–100. Disponible en: https://www.academia.edu/16824033/DESAFIOS_ACTUALES_PARA_LA_DIFUSIÓN_DE_SISTEMAS_FOTVOLTAICOS_DE_BOMBEO_DE_AGUA_EN_EL_SEMIÁRIDO_BRASILEÑO_OBSERVACIONES_DE_CAMPO

Clima Escolar y Liderazgo Estudiantil en la I.E. José Buenaventura Sepúlveda, Cañete Perú **School Climate and Student Leadership in the I.E. José Buenaventura Sepúlveda, Cañete Peru**

Jorge Emilio Ricardo Yaya Lévano
jeryl221@hotmail.com - Universidad Privada Sergio Bernales
Miguel Ángel Coaquira Yapu
mcoaquira23@gmail.com - Universidad Privada Sergio Bernales

Resumen

El presente trabajo de investigación se realizó con la finalidad de determinar la relación que existe entre las actitudes de los líderes democráticos estudiantiles de la IE José Buenaventura Sepúlveda, Cañete Perú, y el desarrollo del clima escolar. El método empleado para el desarrollo del estudio es el no experimental, debido a que únicamente trata de analizar las dos variables de estudio: liderazgo estudiantil y clima escolar. La investigación se efectuó durante el año 2018 en la mencionada institución, con una muestra representada por 30 estudiantes del tercer año de educación secundaria. Se suministraron dos instrumentos para la recolección de datos: Un cuestionario para observar actitud de líderes estudiantiles y otro cuestionario para determinar el clima escolar. Los resultados de la investigación demuestran la existencia de una relación estadísticamente significativa y directa entre el liderazgo estudiantil y el clima escolar, por lo que cabe afirmar que el actual clima escolar en la mencionada institución tiene mucho que ver con la formación de los líderes estudiantiles, que asumen los estudiantes de educación secundaria en el tercer grado. De la misma forma, el clima escolar tiene mucho que ver con un ambiente adecuado de estudio.

Palabras claves: *Actitud de líderes estudiantiles democráticos, Realización dinámica, Clima escolar, Democracia.*

Abstract

The present research work was carried out in order to determine the relationship between the attitudes of the democratic student leaders of the IE José Buenaventura Sepúlveda, Cañete Peru, and the development of the school climate. The method used for the development of the study is the non-experimental, because it only tries to analyze the two study variables: student leadership and school climate. The research was carried out during the year 2018 in the mentioned institution, with a sample represented by 30 students of the third year of secondary education. Two instruments were provided for data collection: A questionnaire to observe the attitude of student leaders and another questionnaire to determine the school climate. The results of the research demonstrate the existence of a statistically significant and direct relationship between student leadership and the school climate, so it can be said that the current school climate in the aforementioned institution has a lot to do with the formation of student leaders, assumed by secondary school students in the third grade. In the same way, school climate has a lot to do with an adequate study environment.

Keywords: *Attitude of democratic student leaders, dynamic realization, school climate, democracy.*

Introducción

Existen diversas definiciones de liderazgo, entre las cuales destaca aquella que hace referencia a la influencia interpersonal originada en una situación y que está ejercida a través del proceso de comunicación, con un propósito o finalidad particular. De este modo, el liderazgo vendría a ser la influencia interpersonal que se ejerce en una situación dada y dirigida, vía un proceso de comunicación humana, a la consecución de uno o diversos objetivos específicos (Chiavenato, 1989).

Gairín-Sallán (2000) aboga para que en el centro escolar predomine un estilo de liderazgo democrático, que dé participación al resto de la comunidad educativa, e incluso defiende la opción de un liderazgo compartido, rompiendo así con el tópico tradicional que identificaba al líder con el órgano unipersonal de dirección. Se debe potenciar los liderazgos en los centros educativos, siempre que no sean únicos y que se utilicen con una finalidad ecológica para el conjunto del centro. Se tiene que trabajar con los aspectos positivos del liderazgo en diferentes personas y grupos.

Para la UNESCO (2005, p.195), "Un buen liderazgo escolar consiste en transformar los sentimientos, actitudes y opiniones, así como las prácticas, con objeto de mejorar la cultura de la escuela". A la vez, reconoce que, en muchas partes de América Latina, incluido el Perú, las escuelas aisladas y con pocos recursos proveen escasa motivación e incentivos para que un director sea innovador, previsor y participativo, en comparación con escuelas que cuentan con posibilidades socioeconómicas más favorables.

Según la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico, el papel de los líderes escolares ha cambiado radicalmente conforme los países transforman sus sistemas educativos para preparar a los jóvenes para que funcionen en el mundo actual de rápido cambio tecnológico, globalización económica, mayor migración y movilidad (Pont, Nusche, & Hopkins, 2008).

Por su parte Casares-Arrangoiz (1996), define al líder como alguien que tiene características de no conformarse, cuya acción, forma de actuar, conducta, ética, son necesarias para crear un compromiso con los demás. El líder no resulta por sus rasgos individuales únicos, universales (estatura alta, baja, aspecto, voz, etc.). Sino que cada grupo considera líder al que sobresalga en algo que le interesa, o más brillante, o mejor organizador, el que posee más tacto, el que sea más agresivo, más santo o más bondadoso. Cada grupo elabora su prototipo ideal y por lo tanto no puede haber un ideal único para todos los grupos. El líder debe organizar, vigilar, dirigir o simplemente motivar al grupo a determinadas acciones o inacciones según sea la necesidad que se tenga. Otra exigencia que se presenta al líder es la de tener la oportunidad de ocupar ese rol en el grupo, si no se presenta dicha posibilidad, nunca podrá demostrar su capacidad de líder.

Existen diversos planteamientos sobre tipologías del liderazgo. Thomas Sergiovanni (1994) considera cinco

tipos de liderazgo en función del aspecto predominante, similares a los definidos por Leithwood, Begley y Cousins (1990):

- El líder técnico hace hincapié en conceptos como técnicas de planificación y de distribución del tiempo, teorías sobre liderazgo de contingencia y estructuras organizativas. El directivo es el encargado de planificar, organizar, coordinar y establecer el horario de las actividades escolares, de forma que se asegure una eficacia óptima.
- El líder humanista concede mayor importancia a las relaciones humanas, a la competencia interpersonal, a las técnicas de motivación instrumental. Se dedica especialmente a apoyar, animar y proporcionar oportunidades de desarrollo profesional a los miembros de la organización. Este tipo de directivo promueve la creación y mantenimiento de una moral de centro y utiliza este proceso para la toma de decisiones participativa.
- El líder educativo utiliza conocimientos y acciones de profesional experto en la medida en que estos se relacionan con la eficacia docente. Uno de estos programas educativos y la supervisión clínica, diagnostica problemas educativos, orienta a los profesores, promueve la supervisión, la evaluación y el desarrollo del personal y se preocupa por el desarrollo del currículo.
- El líder simbólico asume el papel de jefe y pone el énfasis en la selección de metas y comportamientos, señalando a los demás lo realmente importante. Recorre el centro, visita las aulas, mantiene contacto permanente con los alumnos, da prioridad a los intereses educativos frente a los de gestión, preside ceremonias, rituales y otras ocasiones importantes y proporciona una visión unificada del centro, que transmite hábilmente a través de las palabras y las acciones. Un aspecto importante de este tipo de liderazgo es la visión, definida como la capacidad de crear y comunicar la imagen de un estado deseable de acontecimientos que lleven al compromiso entre aquellos que trabajan en la organización.
- El líder cultural, caracterizado por definir, fortalecer y articular aquellos valores, creencias y raíces culturales que dan a la escuela su identidad única. Se encarga de crear un estilo organizativo, lo que define a la escuela como una entidad diferenciada que cuenta con una cultura propia. Las actividades asociadas con más frecuencia a este líder son: articular una misión del centro, socializar a los nuevos miembros a la cultura de la escuela, contar historias y mantener mitos, tradiciones y creencias, explicar cómo funciona el centro, desarrollar y manifestar un sistema de símbolos a lo largo del tiempo, y recompensar a quienes reflejan esta cultura. El efecto global de este tipo de líder es la vinculación y creencia de alumnos, profesores,

padres y otros miembros de la comunidad escolar en el trabajo del centro.

Las características principales de un líder:

- Capacidad de comunicarse. La comunicación es en dos sentidos. Debe expresar claramente sus ideas y sus instrucciones, y lograr que su gente las escuche y las entienda. También debe saber "escuchar" y considerar lo que el grupo expresa al que dirige.
- Inteligencia emocional. Salovey y Mayer (1990) definieron inicialmente la Inteligencia emocional como la habilidad para manejar los sentimientos y emociones propios y de los demás, de discriminar entre ellos y utilizar esta información para guiar el pensamiento y la acción. Los sentimientos mueven a la gente, sin inteligencia emocional no se puede ser líder.
- Capacidad de establecer metas y objetivos. Para dirigir un grupo, hay que saber a dónde llevarlo. Sin una meta clara, ningún esfuerzo será suficiente. Las metas deben ser congruentes con las capacidades del grupo. De nada sirve establecer objetivos que no se pueden cumplir.
- Capacidad de planeación. Una vez establecida la meta, es necesario hacer un plan para llegar a ella. En ese plan se deben definir las acciones que se deben cumplir, el momento en que se deben realizar, las personas encargadas, los recursos necesarios, etc.
- Posee carisma. Carisma es el don de atraer y caer bien, llamar la atención y ser agradable a los ojos de las personas. Para adquirir carisma, basta con interesarse por la gente y demostrar verdadero interés en ella; en realidad, en el carisma está la excelencia. Se alimenta con excelencia, porque es lo más alejado que hay del egoísmo. Cuando un líder pone toda su atención en practicar los hábitos de la excelencia, el carisma llega y como una avalancha cae un torrente sobre el líder.

En el Perú, el liderazgo y el clima escolar en las instituciones educativas son motivo de interés para los investigadores orientados a la gestión de la educación. En este caso, una institución objeto de estudio del presente artículo es el Colegio José Buenaventura Sepúlveda - San Vicente de Cañete, Perú. En ella se busca determinar la relación de las actitudes y prácticas de los líderes estudiantiles y el desarrollo del clima escolar.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio de tipo descriptivo de corte transversal y con diseño no experimental (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). Descriptivo, porque se analizaron las relaciones entre los factores componentes de la empleabilidad y la satisfacción con la formación profesional. Transversal porque se trabajaron con datos de un solo corte de tiempo. Es no experimental, porque no se manipularon las variables de estudio.

Se consideró una muestra de 30 alumnos del tercer año de educación secundaria de la Institución Educativa José Buenaventura Sepúlveda de San Vicente de Cañete, a quienes se les suministró los siguientes instrumentos para la recolección de datos: un cuestionario para observar la actitud de líderes estudiantiles y otro cuestionario para determinar el clima escolar.

Resultados y discusión

El estudio de las relaciones que pudiera haber entre el contexto escolar (clima escolar) y la práctica del liderazgo ha estado casi siempre abordado desde el rol directivo de los profesores y los administrativos, quienes tienen a su cargo las instituciones educativas. Sin embargo, también es necesario estudiar el impacto del clima escolar sobre la comprensión práctica del liderazgo a nivel estudiantil, puesto que hoy más que nunca, al ser considerados como sujetos activos del proceso de enseñanza aprendizajes, los estudiantes deben asumir ciertas prácticas de liderazgo necesarias (McNae, 2014).

Los estudiantes empiezan a ser vistos cada vez más como una parte integral de una concepción auténtica de liderazgo escolar distribuida (Lizzio, Dempster, & Neumann, 2011), por lo que es necesario comprender como el clima escolar impactan sobre las ideas y prácticas de los estudiantes, en cuanto al liderazgo (Dempster & Lizzio, 2007; Fertman & Van Linden, 1999; Wheeler & Edlebeck, 2006).

En el contexto escolar, la comprensión que tiene los estudiantes sobre el liderazgo constituye una fuerza poderosa para moldear las prácticas pedagógicas y extra-pedagógicas. El liderazgo tiene diferentes significados para diferentes estudiantes, y estos significados dependen del contexto en que se desenvuelven (Harris, 2003). En el presente estudio se exploró cuatro dimensiones del liderazgo estudiantil: La realización dinámica, poder personal, la interacción personal y finalmente la dimensión del trabajo en equipo y organización.

Tabla 1.

Componente de realización dinámica del Liderazgo estudiantil

Ítem: El líder estudiantil ...	SI	% (SI)
... enfoca gran parte de su labor como una tarea colectiva y no como algo individual.	25	83.3
... propicia que los estudiantes respondan creativa y oportunamente ante distintas situaciones en el aula y la IE.	24	80.0
... es dinámico, integrador y facilitador de aprendizajes entre los compañeros y el profesorado.	24	80.0
... propicia alta autoestima en los alumnos y mucha expectativa de aprendizaje.	23	76.7
... considera que sus compañeros pares son dinámicos, asertivos y empático con él y su labor.	23	76.7
... lidera democráticamente en el aula y la institución.	21	70.0
... apoya a sus compañeros en todo momento.	21	70.0
... fomenta actividades extra escolares y complementaria para dinamizar y crear un clima favorable de aprendizaje.	19	63.3
... se convierte como promotor de cambios y rompe esquema.	19	63.3
... promueve que la mayoría de los alumnos respondan eficazmente a las exigencias de la institución educativa.	15	50.0

La tabla 1 presenta la respuesta de los estudiantes examinados ante los diez reactivos que compone la dimensión de la realización dinámica del liderazgo estudiantil. Evidentemente el 80% o más (83.3%) consideran que el líder estudiantil debe actuar en términos de colectividad, eficacia (con creatividad y efectividad) y sobre todo ser dinámico. Queda claro entonces que el accionar de un líder estudiantil debería caracterizarse principalmente por anteponer

los objetivos colectivos a los individuales; a su vez, este accionar debería lograr resultados. Los estudiantes tienden a reconocer en un compañero par como un líder cuando éste se muestra dinámico, no egotista y capaz de lograr resultados. Este resultado coincide con los hallazgos de [McNae \(2014\)](#), cuando propone la noción de liderazgo de servicio, es decir, un liderazgo centrado en el trabajo por el bien de otros y la creación de beneficios para la comunidad escolar.

Tabla 2.

Componente de poder personal del liderazgo estudiantil

Ítem: El líder estudiantil ...	SI	% (SI)
... está dispuesto a que evalúen su desempeño	27	90.0
... promueve e inspira un estado de ánimo motivador en el aula.	27	90.0
... se preocupa por la excelencia educativa en el aula y la institución.	25	83.3
... procura que los profesores estén comprometidos con la enseñanza eficiente y eficaz	25	83.3
... muestra autoridad y firmeza en sus decisiones.	24	80.0
... respeta la diversidad cultural y social de sus compañeros.	24	80.0
... muestra siempre una actitud positiva y propositiva.	23	76.7
... denuncia la falta de trabajo en equipo y de buena organización que favorezca la eficiencia educativa.	23	76.7
... tiene una comunicación fluida y horizontal con todos los agentes educativos.	19	63.3
... asume una postura crítica ante trabajo de baja calidad.	18	60.0

La tabla 2 presenta las respuestas favorables a los reactivos que componen la dimensión de poder personal del liderazgo estudiantil. El poder personal, en tanto dimensión del liderazgo estudiantil, implica lo que puede hacer un estudiante cuando se le reconoce como líder, a fin de reforzar su estatus. Los ítems con mayor respuesta positiva son la disposición de líder a estar sometido a escrutinio de sus acciones (90%) y la capacidad de motivar e inspirar a los seguidores a la acción (90%). Aspectos como firmeza en el ejercicio de la autoridad, respeto a las diferencias, búsqueda de

compromiso de otros actores educativos (profesores y directivos) obtuvieron un 80% de aprobación. En este sentido, tal como lo sugiere [Fertman y Van Linden \(1999\)](#) en su propuesta del liderazgo positivo, basado en la formación en valores como la honestidad, confianza, cooperación, respeto, responsabilidad, esperanza, determinación y lealtad. Los valores mencionados son importantes para los líderes, independientemente de su raza, religión, estatus económico u otras características definitorias, para promover una sociedad habitable y viable.

Tabla 3.
Componente de interacción personal del liderazgo estudiantil

Ítem: El líder estudiantil ...	SI	% (SI)
... acoge consejos, sugerencias y opiniones de compañeros.	29	96.7
... obtiene opinión favorable de los demás.	27	90.0
... maneja un tono de voz adecuado, preciso y claro.	24	80.0
... propone y cumple normas de convivencia dentro de aula y la IE.	24	80.0
... propicia reuniones efectivas y relevantes en el aula.	22	73.3
... escucha la voz de los compañeros y de sus superiores para tomar decisiones oportunas.	22	73.3
... interactúa asertivamente en todo momento con los compañeros y profesores.	21	70.0
... procura tener una buena relación con todos.	21	70.0
... busca tener buenas relaciones con los líderes estudiantiles y con todos los agentes educativos.	21	70.0
... maneja adecuadas estrategias comunicativas.	19	63.3

El tercer componente de liderazgo estudiantil es la interacción personal. Este componente comprende las acciones y prácticas que tipifican al líder estudiantil frente a sus seguidores. Esto sugiere que mientras mayor sea la puntuación que obtenga un líder en este componente, más altas son sus capacidades para establecer una comunicación directa con sus seguidores. De acuerdo a la tabla 3, el 96.7% de los seguidores valora el hecho de que el líder estudiantil esté dispuesto a acoger consejos, sugerencias y opiniones de compañeros. Se tiende a dar mucha

importancia a la horizontalidad en las comunicaciones, a la presencia del otro como sujeto con voz. Otro aspecto importante es que el líder obtenga opinión favorable de los demás (90%). Aspectos como el liderazgo basado en el ejemplo (80%), y el liderazgo comunicativo-empático (80%) también destacan con alta puntuación. Esto sugiere que los estudiantes esperan que sus líderes guíen al grupo con el ejemplo: "... propone y cumple normas de convivencia dentro de aula y la IE". Asimismo, es importante destacar las competencias comunicativas de los líderes.

Tabla 4.
Componente de trabajo en equipo y organización del liderazgo estudiantil

Ítem: El líder estudiantil ...	SI	% (SI)
... tiene capacidad para trabajar en equipo.	27	90.0
... tiene bastante tacto para liderar un equipo de trabajo.	26	86.7
... propicia el trabajo consensuado y planificado.	24	80.0
... facilita proyectos en equipo en bien de la IE.	23	76.7
... procura coordinar los esfuerzos de todos para lograr objetivos comunes.	22	73.3
... está a favor de conformar equipos de trabajos con estudiantes, docentes y directivos.	21	70.0
... piensa que debe existir concordancia entre los líderes estudiantiles y los demás actores de la IE.	20	66.7
... conoce en detalle los objetivos que persigue la institución educativa.	19	63.3
... está a favor de estimular el trabajo en equipo.	19	63.3
... considera que objetivos del grupo son más importantes que las metas individuales.	17	56.7

Finalmente, el trabajo en equipo y organización es el último componente del liderazgo estudiantil. En esta dimensión, el líder debería mostrar competencias para hacer que los seguidores puedan actuar como una unidad, es decir un equipo organizado. Aspectos como capacidad (90%), tacto (86.7%), consenso y planificación (80%) son cualidades más destacadas y valoradas por los seguidores. Trabajar en equipo implica establecer una visión u objetivo que goce de consenso por el grupo, así como también planificar las acciones para su concretización y el tacto para que el equipo cumpla con lo planificado.

Para analizar el clima escolar, es necesario partir por las propuestas de la perspectiva interaccionista de [Dessler \(1979\)](#). Esta perspectiva parte de la concepción del clima social escolar como una construcción social multicausal multidireccional, considerando el dinamismo, las personas en tanto agentes activos, permeables, subjetivos, emotivos, sociales, simbólicos, con sentido de pertinencia y finalmente con percepciones colectivas y compartidas ([Parra-Robledo, 2017](#)).

Tabla 5.
Reactivos considerados en el análisis del clima escolar.

Ítem: El clima escolar	SI	% (SI)
<i>I - Expectativa académica de excelencia</i>		
La escuela contribuye para que se formen un clima de excelencia educativa.	28	93.3
El docente utiliza estrategia de investigación para innovar sus clases	25	83.3
El docente maneja contenidos actualizados acorde con la visión de la IE	24	80.0
Las expectativas son altas y apropiadas en la institución educativa.	22	73.3
Existe un currículo adecuado, contextualizado y moderno.	20	66.7
<i>II - El liderazgo de la escuela</i>		
Existen estudiantes con capacidades de liderazgo y trabajo en equipo.	29	96.7
Los agentes educativos se interesan por mejorar la imagen institucional.	26	86.7
El director tiene un papel relevante dentro de la institución educativa	23	76.7
Las decisiones se toman después de un debate entre los agentes educativos.	22	73.3
El director es ejemplar y coherente en sus actos.	19	63.3
<i>III - Contexto ordenado y la coherencia escolar</i>		
Los padres de familia participan en las actividades escolares.	26	86.7
Existe una buena comunicación entre el claustro institucional y la dirección	21	70.0
Existe un ambiente ordenado y seguro en la institución educativa.	18	60.0
Existe una atmósfera de respeto y confianza en la institución educativa.	16	53.3
La infraestructura y material educativo responde a las necesidades de la IE.	15	50.0
<i>IV - Ética y moral del profesorado y alumnado</i>		
Las personas son responsables, respetuosas y honrada en la IE.	23	76.7
El profesorado respeta a los estudiantes sin ninguna distinción.	21	70.0
Las normas se cumplen a bien de todos dentro de la institución educativa.	20	66.7
El profesorado demuestra una conducta adecuada a seguir.	19	63.3
Las normas son flexibles y adecuadas acordes con la realidad institucional	16	53.3

El clima escolar, tal como ha sido analizado en este estudio comprende cuatro dimensiones: i) Expectativa académica de excelencia, ii) el liderazgo de la escuela, iii) el contexto ordenado y la coherencia escolar y iv) la ética y moral del profesorado y alumnado. Según la tabla 5, los estudiantes encuestados valoran más los aspectos relacionados con las expectativas académicas de excelencia, como: 'La escuela contribuye para que se formen un clima de excelencia educativa' (93.3%) y 'El docente utiliza estrategia de investigación para innovar sus clases' (83.3%). Le siguen aspectos relacionados como el liderazgo de la escuela: 'Existen estudiantes con capacidades de liderazgo y trabajo en equipo'

(96.7%) y 86.7% con 'Los agentes educativos se interesan por mejorar la imagen institucional'. Por último, el aspecto más destacable de la tercera dimensión, contexto ordenado y la coherencia escolar, es Los padres de familia participan en las actividades escolares (86.7%). Dentro de los aspectos menos valorados, que no contribuyen a la recreación de un adecuado clima escolar son: las limitaciones que se tiene en materia de infraestructura y recursos educativo que respondan a las necesidades de la IE (50% están insatisfechos). Otro aspecto es la rigidez de las normas que no ase ajustan a la realidad, especialmente en cuanto a los deberes y derechos de los estudiantes (46.7 están en desacuerdo).

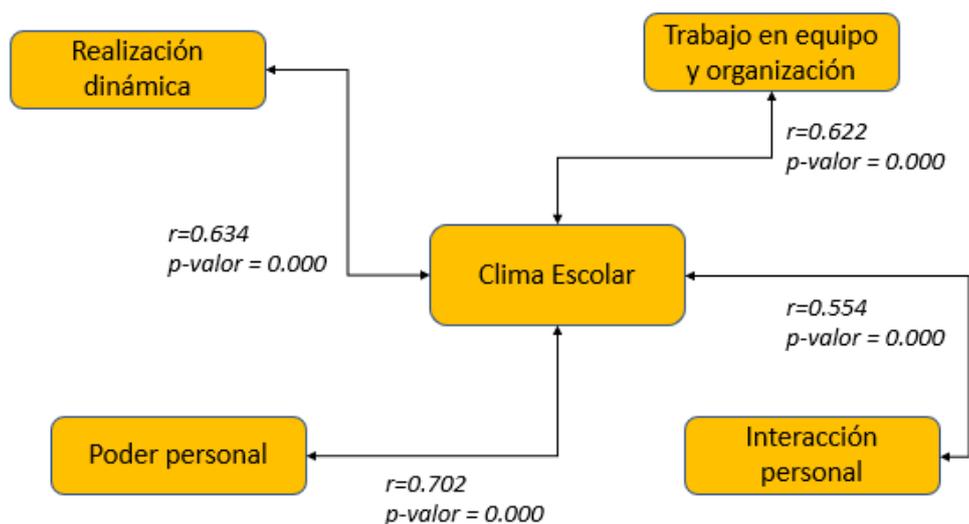


Figura 1. Correlaciones r de Pearson entre las dimensiones del liderazgo estudiantil y el clima escolar percibido.

Puesto que el objetivo del estudio era analizar o determinar la relación que existe entre las actitudes y prácticas de los líderes estudiantiles y el desarrollo del clima escolar en la IE José Buenaventura Sepúlveda, Cañete Perú, se optó por descomponer el constructo de liderazgo estudiantil en cuatro dimensiones. Estas dimensiones fueron relacionadas con el clima escolar, empleando el cálculo del coeficiente de correlación r de Pearson. En la figura 1, puede verificarse que existe en los cuatro casos una relación positiva entre liderazgo estudiantil y clima escolar. Esto quiere decir que mientras mejor sea el liderazgo estudiantil existe la posibilidad de que se desarrolle un mejor clima escolar, los resultados coinciden con la afirmaciones de [Parra-Robledo \(2017\)](#). Este investigador considera que el clima social escolar, si bien se relaciona con el accionar del líder-director, también se vincula directamente con la cultura escolar imperante en un centro educativo. Y es en este aspecto, en donde el liderazgo estudiantil cobra importancia, porque favorece a la generación de climas escolares no tóxicos.

Referencias bibliográficas

- Casares-Arrangoiz, D. (1996). *Liderazgo: Capacidades para dirigir* (2da.). México: Fondo de Cultura Económica.
- Chiavenato, I. (1989). *Administración de Recursos Humanos*. Mexico: Mc Graw-Hill.
- Dempster, N., & Lizzio, A. (2007). Liderazgo Estudiantil: Investigación Necesaria. *Revista Australiana de Educación*, 51(3), 276–285. <https://doi.org/10.1177/000494410705100305>
- Dessler, G. (1979). *Organization and Management*. Cali - Colombia: Prentice-Hall.
- Fertman, C., & Van Linden, J. (1999). Educación del carácter: un ingrediente esencial para el desarrollo del liderazgo juvenil. *Boletín NASSP*, 83(609), 9–15. <https://doi.org/10.1177/019263659908360902>
- Gairín-Sallán, J. (2000). Cambio de cultura y organizaciones que aprenden. *Revista Educar*, 27, 31–85. Disponible en: <https://www.raco.cat/index.php/Educar/article/download/20734/20574>
- Harris, A. (2003). El liderazgo docente como liderazgo distribuido: ¿Herejía, fantasía o posibilidad? *School Leadership and Management*, 23(3), 313–324. <https://doi.org/10.1080/1363243032000112801>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación. Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Leithwood, K. A., Begley, P. T., & Cousins, J. B. (1990). The Nature, Causes and Consequences of Principals' Practices: An Agenda for Future Research. *Journal of Educational Administration*, 28(4), 5–35. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/09578239010001014>
- Lizzio, A., Dempster, N., & Neumann, R. (2011). Caminos hacia el liderazgo estudiantil formal e informal: la influencia de las relaciones entre compañeros y maestros y estudiantes y el nivel de identificación escolar en las motivaciones de los estudiantes. *Revista Internacional de Liderazgo En Educación*, 14(1), 85–102. Disponible en: <https://experts.griffith.edu.au/publication/n36edb5809b3d505ee71ecc8ded84e8b5>
- McNae, R. (2014). Liderazgo estudiantil en las escuelas secundarias: La influencia del contexto escolar en las percepciones de liderazgo de las mujeres jóvenes. *REICE. Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia y Cambio En Educación.*, 12(4), 227–244. Disponible en: <https://www.redalyc.org/html/551/55131688011/>
- Parra-Robledo, R. (2017). Gestión del clima social escolar desde el liderazgo educativo. *Revista Iberoamericana de Educación*, 74(1), 119–132. Disponible en: https://ddd.uab.cat/pub/dim/dim_a2018m3n36/dim_a2018m3n36a1.pdf
- Pont, B., Nusche, D., & Hopkins, D. (2008). *Mejorar el liderazgo escolar. Volumen II: Casos prácticos sobre el liderazgo del sistema*. Francia: Organización de Cooperación y Desarrollo Económico. Disponible en: <https://www.oecd.org/australia/41204251.pdf>
- Salovey, P., & Mayer, J. D. (1990). Emotional intelligence. *Imagination, Cognition, and Personality*, 9, 185–211.
- Sergiovanni, T. J. (1994). *Building Community in Schools*. San Francisco, CA, EE. UU: Jossey-Bass.
- UNESCO. (2005). *Informe de Seguimiento de la Educación para Todos en el Mundo 2005: El imperativo de la calidad*. Francia: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000150169>
- Wheeler, W., & Edlebeck, C. (2006). Leading, learning, and unleashing potential: Youth leadership and civic engagement. *New Directions for Youth Development*, 2006, 89–97. <https://doi.org/10.1002/yd.156>

Condicionantes Asociados al Surgimiento de Conflictos Socioambientales en el Distrito de Antauta – Puno 2017

Conditioners Associated with the Emergence of Socio-Environmental Conflicts in the District of Antauta - Puno 2017

Illich Xavier Talavera Salas
xaviertalaverasalas@gmail.com - Universidad Nacional de Juliaca

Resumen

La investigación tuvo como objetivo identificar los principales factores condicionantes que dan lugar a la aparición de conflictos socioambientales entre la Unidad Minera San Rafael y la población del distrito de Antauta – Melgar, Puno 2017. Para ello, a modo de hipótesis se exploró tres posible condicionantes que darían lugar a los conflictos: competencias por los recursos naturales (agua y tierras) entre la Unidad Minera San Rafael y las comunidades de su entorno, percepción del riesgo a la contaminación ambiental, y percepción sobre los beneficios socioeconómicos del canon minero en la mejora de la calidad de vida de la población. El método empleado según el grado de profundidad fue de tipo descriptivo-analítico. Se trabajó con una muestra probabilística estratificada de 78 jefes de familia de tres sectores ubicados en Antauta, cuya particularidad es que se encuentran en las proximidades de la Unidad Minera San Rafael. Para la recolección de datos se aplicó una encuesta semiestructurada de 35 preguntas. Producto de la investigación se obtuvo los siguientes resultados: La mayoría de la población considera que no existe competición por recursos naturales, por lo que este factor no constituye una condicionante de conflicto (67.9%). En cambio, la alta percepción de riesgo de contaminación (92.3%) y los escasos beneficios socioeconómicos percibidos producto de la actividad minera si constituyen factores condicionantes de conflicto (52.6%).

Palabras claves: *Canon minero, Conflictos socioambientales, Contaminación ambiental, Minería, Recursos naturales.*

Abstract

The objective of the research was to identify the main conditioning factors that give place to the emergence of socio-environmental conflicts between the San Rafael Mining Unit and the population of Antauta district – Melgar, Puno 2017. For this, as a hypothesis, three possible conditions were explored which would give rise to conflicts: competences for natural resources (water and land) between San Rafael Mining Unit and the surrounding communities, perception of the risk of environmental contamination, and perception of the socioeconomic benefits of the mining canon in the improvement of the quality of life of the population. The method used according to the degree of depth was descriptive-analytical. It was worked with a stratified probabilistic sample of 78 heads of family of three sectors located in Antauta, whose peculiarity is that they are in the vicinities of San Rafael Mining Unit. For the data collection, a semi-structured survey of 35 questions was applied. As a result of the research, the following results were obtained: The majority of the population considers that there is not competition for natural resources, so this factor does not constitute a condition of conflict (67.9%). In changes, the high perception of risk of contamination (92.3%) and the meagre socioeconomic profits perceived as a result of mining activity are factors that condition conflict (52.6%).

Keywords: *Mining Canon, Socio-Environmental Conflicts, Environmental Pollution, Mining, Natural Resources.*

Introducción

En el Perú en los últimos diez años la inversión privada y sobre todo la expansión de la industria minera han contribuido significativamente al crecimiento económico del país (Magallanes-Reyes, 2016). Sin embargo, paralelamente a esta bonanza se constata un clima creciente de conflictos sociales entre empresas mineras y las comunidades de su entorno. Este problema social ha adquirido dimensiones que han llegado a poner en entredicho la efectividad de las políticas públicas de fomento a la inversión minera y de manejo de los recursos naturales.

La relevancia del tema ha cobrado visibilidad en el Perú por el incremento cuantitativo de los casos de conflictos sociales en minería que la Defensoría del Pueblo viene reportando constantemente y, la intensidad de la violencia ejercida por los actores involucrados en los últimos años (Defensoría del pueblo, 2016). La presente investigación aborda los factores que condicionan el surgimiento de las situaciones de conflicto entre empresa minera y comunidades campesinas de su entorno. En este sentido, el objetivo del estudio fue identificar los principales factores condicionantes que dan lugar a la aparición de conflictos socioambientales entre la Unidad Minera San Rafael y la población del distrito de Antauta – Melgar, Puno 2017. A continuación, se presenta un breve marco teórico para entender cuáles serían estos posibles factores condicionantes.

Competencia por los recursos naturales

Las comunidades campesinas se desarrollan en un espacio físico, pero éste es más que un territorio geográfico, ya que, la tierra constituye un elemento integrador de la organización social y la forma de pensar y actuar de hombres y mujeres de las comunidades rurales (Velázquez, 2001). Es en este espacio donde se asienta la población, crece, se desenvuelve, se transforma y se relaciona por medio de sus actividades productivas y económicas (Plaza & Sepúlveda, 1996).

La economía de las familias campesinas se caracteriza por conformar una unidad de producción y de consumo. Independientemente del conjunto heterogéneo de relaciones de producción existentes dentro de cada comunidad y fuera de ella, la producción familiar es destinada para el autoconsumo o el intercambio. Es decir, que las familias campesinas producen mayormente para su propio consumo (Gonzales de Olarte, 1986).

Debido a la enorme variedad de condiciones micro climáticas y ecológicas, los productores han creado condiciones para tener estabilidad y seguridad, además han logrado ejercer un control del territorio bajo estas condiciones. La forma de control del espacio y los ecosistemas como estrategia económica se debe recurrir al control vertical de un máximo de pisos ecológicos elaborado por John Murra (Rodríguez-Achung, 2005).

En los últimos años las operaciones mineras transnacionales están afectando significativamente la distribución vertical de los patrones de uso de tierras.

Esto está conduciendo a una “rezonificación” de las actividades de uso de tierras de las unidades familiares a lo largo de las históricamente importantes zonas de producción ecológicas verticales de la región (Bury, 2007).

La expansión espacial (territorial) de la minería no ocurre en tierras vacías. Por el contrario, se da en tierras ya ocupadas y que son propiedad de otros, tierras que tienen significados culturales e históricos para sus moradores y tierras que son la fuente de diversos activos naturales que sustentan las estrategias de vida de estos pobladores. La relación entre empresas mineras y las comunidades campesinas de su entorno ha estado marcada en los últimos años por una situación tensa que ha derivado en enfrentamientos violentos, resquebrajándose las buenas relaciones establecidas (Bebbington, Connarty, Coxshall, O’Shaughnessy, & Williams, 2007).

Una de las causas que influyen para que se genere un conflicto social, es la competencia por el uso y control de recursos naturales como el agua y la tierra, puesto que estos son fundamentales para el desarrollo de la vida de las comunidades campesinas. Esta competencia por recursos escasos como agua y tierra, emprendida entre empresa minera y las comunidades de su entorno, es una competencia muy desigual en cuanto al poder que representa cada actor social involucrado, ya que “compiten por el mismo objeto que puede generar ingresos o al uno o al otro, pero no a ambos” (De Echave et al., 2009).

Los pobladores rurales perciben que la minería al usar los recursos escasos como el agua y la tierra puede tener impactos negativos en su medio natural y social. Ahí está la oposición, como incompatible con la actividad agrícola y ganadera (Castro-Salvador, 2013). La representación de la comunidad frente a la presencia de una empresa minera en su entorno, genera incertidumbre y riesgo a cualquier cambio abrupto del modo de vida, por tanto, se resisten en aceptar una operación minera cerca de ellos, a pesar de los grandes beneficios que ofrece la actividad extractiva.

Uno de los recursos escasos, fuente de conflicto por la competencia del uso y control entre empresas mineras y comunidades de su entorno, es el agua. Para las comunidades, el agua es más que un recurso natural, ya que dinamiza la vida cotidiana pues lo usan de diferentes formas para el consumo humano, para la crianza de ganado y en las partes bajas para el cultivo agrícola. Es por eso que este recurso es un capital importante en las zonas andinas, porque tiene mucha relación con la actividad productiva (Castro-Salvador, 2013). Por su parte, para las empresas mineras el agua es un recurso natural que se usa para llevar a cabo el proceso de explotación minera, es un insumo básico en el proceso de separación del mineral de los desechos mineros (Bocchio-Carbajal, 2008). Además, el uso de este recurso está monitoreado por entidades, con el fin que se aproveche de manera sostenible.

Otro recurso natural escaso es la tierra que es fuente de conflicto por la competencia de uso y control entre empresas mineras y comunidades de su entorno. Para

las comunidades, la tierra representa no solo un medio de producción sino también de vinculación con el espacio y con otros actores, pues además de proveer insumos para la producción y el consumo; es un lugar para vivir y para socializar con otros (Castro-Salvador, 2013). Para las empresas mineras la tierra es un recurso natural que se usa para asentarse y llevar a cabo un proceso de explotación orientado a la obtención de ganancias. Sin embargo, esto no ocurre en tierras vacías, sino muchas veces en tierras ya ocupadas por las familias campesinas (Bebbington et al., 2007).

El riesgo a la contaminación ambiental

Los proyectos mineros afrontan un problema que los hace más vulnerables que otros sectores industriales: están atados a un determinado espacio geográfico, es decir, no pueden trasladarse de lugar cuando las cosas no salen bien y deben encontrar una forma de convivencia con la población en las zonas de su intervención. En el pasado, eso por lo general no significaba mayor problema: bastaba con la prepotencia. Pero en los últimos años las comunidades han levantado su voz y reclaman derechos sociales y ambientales, con la novedad de que ahora cuentan con el apoyo de aliados nacionales e internacionales con el poder suficiente para influir en las decisiones políticas. De esta manera, el mantener buenas relaciones con las comunidades colindantes se ha convertido en “una necesidad, no una opción” para las empresas mineras (Tanaka, Zárate, & Huber, 2011).

Las percepciones del riesgo, es una de las expresiones emblemáticas de la época contemporánea, tal como fue expuesto por el sociólogo alemán Ulrich Beck en su concepto de la “sociedad del riesgo” (Beck, 2002). Beck describe cómo los peligros producidos por el hombre en su afán de dominar la naturaleza a través de la tecnología se han convertido en la médula de lo que él llama la “segunda modernidad” o “modernidad reflexiva”, exponiendo a la humanidad a peligros como la radioactividad, la contaminación del aire y del agua, accidentes de tráfico y aviación o, muy presente después del reciente informe de las Naciones Unidas, el calentamiento global. En vez de ofrecer control y predictibilidad, la ciencia produce riesgos e incertidumbres; en vez de resolver los problemas, los genera. Para las comunidades que se encuentran aledañas a una operación minera, la presencia de la unidad minera, solo puede significar correr peligro inminente a que sus recursos naturales como agua y suelo se contaminen. A pesar que la nueva legislación minera monitorea cada acción que realiza la empresa extractiva, por medio de herramientas de gestión, que en su incumplimiento advierte sanciones severas.

La voluntad del gobierno de Fujimori de promover una fuerte inversión extranjera en el sector minero lo obligaba a contar con el apoyo del Banco Mundial para disponer de un modelo de gestión ambiental acorde con los criterios que este organismo privilegiaba en sus financiamientos y préstamos para el desarrollo de dichas actividades. Sin embargo, los pasivos ambientales dejados por la minería tradicional produjeron deterioro ambiental en distintas regiones donde estaban localizadas las minas. Prueba de ello

son los pasivos dejados a lo largo de las ciudades como Huancavelica, Ayacucho, Apurímac y Cusco en donde hay alrededor de 152 minas abandonadas que han contaminado las respectivas cuencas hidrográficas, a través del drenaje ácido de rocas (Yupari, 2003).

En la actualidad, la población ve a la actividad minera como una amenaza de contaminación ambiental y desorganización social. Este temor no solo es discurso, sino que está basado en experiencias funestas. Por ejemplo, el caso de derrame de mercurio por parte de la minera Yanacocha, la minera de oro más grande del mundo, en Choropampa, Cajamarca. Este hecho marcó un hito en el temor por contaminación. Ese año, un camión de la empresa RANSA, contratado por la minera derramó 151 kilogramos de mercurio elemental a lo largo de 40 kilómetros de la carretera que cruza Choropampa y dos poblados vecinos. La ONG Oxfam América empezó a darle mucha importancia a Yanacocha desde este accidente apoyando incluso la producción de un documental sobre el tema. “Este evento confirmó el miedo que muchos tenían a las consecuencias de la actividad minera” (Panfichi & Coronel, 2011).

Estos pasivos son lo que caracterizan, en palabras del sector minero, la “antigua minería” en el Perú, donde “antigua” hace referencia tanto a valores y tecnologías empresariales específicas como a un periodo histórico. En el lenguaje del sector, este periodo se diferencia de la “nueva minería” que data de principios de la década de 1990. Se dice que este periodo de “nueva minería” está caracterizado por prácticas tecnológicas más modernas y limpias, un comportamiento empresarial más responsable y un proceso de crecimiento económico más rápido (Bebbington et al., 2007). Sin embargo, debemos señalar que La Defensoría del Pueblo, identifica como una de las causas de los conflictos socioambientales el temor justificado de la población a la potencial contaminación que pueden ocasionar las actividades extractivas (Defensoría del pueblo, 2013).

Beneficios económicos del canon minero

El Estado peruano ha creado algunos mecanismos legales para redistribuir parte de los ingresos que provienen de la minería a las regiones afectadas, como el canon minero y las regalías. Sin embargo, ninguno ha logrado cumplir del todo con las expectativas de la población, en buena medida debido a las deficiencias en su aplicación (Barrantes, Patricia Zárate, & Durand, 2005).

A principios de la primera década del nuevo milenio, en el Perú se había experimentado un crecimiento de la demanda de recursos mineros con altos precios internacionales. Ello había generado al Estado, por medio del impuesto a la renta que pagan las empresas mineras, disponer de importantes recursos económicos, los cuales fueron distribuidos al amparo del marco legal del canon minero a los gobiernos subnacionales. Sin embargo, ha llamado la atención de la coexistencia de una alta tasa de crecimiento económico y los altos niveles de insatisfacción social, consecuencia de un patrón de desarrollo con limitados efectos redistributivos, así como de la debilidad de las

políticas sociales implementadas desde el Estado (Barrantes-Cáceres, Tanaka-Gondo, Vera-Rojas, & Pérez-León-Quinoso, 2010).

Estas deficiencias han provocado que muchos distritos mineros, se encuentren aun con altos índices de pobreza, razón que ha conllevado a su vez a movilizaciones de las comunidades aledañas a las empresas mineras, que perciben como poco los beneficios que trae la minería. Según la Ley N° 28077, se define el canon minero como la participación económica que reciben los Gobiernos Regionales y Locales (municipalidades provinciales y distritales), del total de ingresos y rentas obtenidas por el Estado por la explotación económica de los recursos mineros (metálicos y no metálicos). La definición puede darse desde el punto de vista de los beneficiarios (gobiernos locales y regionales), que consideran que el canon es un derecho constitucional que les permite participar de un porcentaje de los ingresos y rentas captadas por el Estado por la explotación de recursos en su jurisdicción. Y desde el punto de vista del Estado, el canon es una forma de distribuir los ingresos que el fisco capta de quienes explotan los recursos naturales (Boza-Dibos, 2006).

El canon minero, al igual que las otras transferencias que reciben las regiones, no tiene sentido salvo como una herramienta para impulsar el desarrollo local. La Constitución no lo dice explícitamente, pero es el supuesto obvio que justifica el derecho a recibir una participación adecuada del total de los Ingresos y Rentas obtenidos por el Estado en la explotación de los recursos naturales. Como señala la norma, el canon minero permite financiar proyectos que incrementan el acervo de capital de las localidades. Así, según el art. 4 de la Ley 28077, los recursos del canon tienen como destino el financiamiento o cofinanciamiento de proyectos y obras de infraestructura de impacto regional y local, es decir, las transferencias de canon permiten financiar proyectos que conduzcan a un mayor desarrollo de la población local (Caballero-Martín, 2009).

Lo que realmente interesa es que el dinero del canon se traduzca en alguna mejoría para la vida, la familia y los pobladores; que viven en zonas de influencia minera y que salte del papel y se convierta en progreso para la comunidad. Que sea una palanca para su desarrollo (Boza-Dibos, 2006). A pesar de estos esfuerzos, el descontento en la población se mantiene. Una razón evidente para la insatisfacción es que a pesar de las medidas estatales y de las contribuciones de las empresas, el nivel de vida de la población en las zonas mineras no ha mejorado sustancialmente. Las provincias donde se desarrolla la actividad minera figuran entre las más pobres del país, por debajo del promedio nacional (Barrantes et al., 2005).

El meollo de la problemática del canon minero consiste en que la población no percibe que ese dinero se traduzca en obras concretas que la beneficien. Ello se explica en parte por la limitada capacidad de gestión de las autoridades locales. Sin embargo, hay otro factor que entra en juego: el pobre intercambio de información, en un escenario donde resulta escaso el acceso a fuentes creíbles y el secretismo sigue siendo común (Boza-Dibos, 2006). Es así, que los recursos

de la minería, parecería que solo llegan a engrosar los presupuestos del gobierno central y de las autoridades regionales y locales (lo que ayuda a entender su entusiasmo con la promoción de la actividad minera), pero no llegan necesariamente a traducirse en beneficios tangibles para comunidades aisladas, pobres, que son las afectadas de manera más directa por la actividad minera (Barrantes-Cáceres et al., 2010).

Si las poblaciones aledañas se sienten afectadas por la actividad minera, estas estarán más propensas a cometer algún acto que se manifieste en conflicto social (paros, marchas, bloqueos de caminos). Es posible que la población siga protestando si se percibe que la empresa extrae el valor de la riqueza de su tierra y a cambio no son compensados de manera justa, cuando en realidad la autoridad política (municipalidad o gobierno regional) recibe un monto de transferencias que debe ser invertido en obras públicas en beneficio de toda la población (Caballero-Martín, 2009). De este modo, la forma deficiente como los gobiernos locales manejan el presupuesto del canon, sería una parte fundamental para entender los conflictos socio ambientales (Barrantes-Cáceres et al., 2010). La incapacidad que evidencian los gobiernos locales acrecienta el descontento de la población al no poder trasladar los beneficios de la extracción de los recursos naturales hacia toda la población a través de la ejecución de proyectos de inversión pública con las transferencias de canon minero (Caballero-Martín, 2009).

Materiales y métodos

El estudio tiene un enfoque cuantitativo, con una perspectiva sociológica de alcance descriptivo analítico. El diseño de investigación es de tipo no experimental, de corte transversal y nivel descriptivo (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

La investigación se realizó en el distrito de Antauta, que se encuentra ubicado al norte de la provincia de Melgar, región Puno – Perú. Sus coordenadas de localización son: 70° 22' 05" longitud oeste del meridiano de Greenwich y 14° 07' 35" de latitud sur. Antauta tiene una superficie total de 636.17 km². La altitud del distrito de Antauta fluctúa entre los 3,895 a 5,280 msnm, y la capital distrital se encuentra ubicada a 4,151 msnm. La parte más baja está ubicada en el sector Chauca Ccoñej Uno a 3,895 msnm; y la cumbre más alta, el de San Francisco de Quenamari a 5,280 msnm, en cuyas faldas se encuentra el asiento minero San Rafael a 4,530 msnm.

Según el censo de población del INEI del 2007, la población del distrito de Antauta era de 4,993 habitantes (2,652 son hombres y 2,341 mujeres), con una densidad poblacional de 7.8 hab/km². Mientras que, en el censo del 2017, la población alcanzó los 5,359 habitantes con una densidad poblacional de 8.42 hab/km². La gran mayoría de la población se comunica mediante el quechua y castellano, el mismo que les permite interactuar de manera pertinente con sus conciudadanos. Esta población se caracteriza culturalmente por la prevalencia de su cosmovisión andina, el respeto de sus tradiciones y las prácticas agropecuarias orientadas por el culto a la

Pachamama, lo cual norma la ejecución de las actividades agropecuarias.

La forma de organización social más importante en el distrito de Antauta es por sectores, cada sector agrupa en su interior a pequeños propietarios minifundistas, que se caracterizan por la parcelación y dispersión de su propiedad atendiendo a criterios de orden ecológico y climático. Estas familias campesinas que habitan y conforman los sectores, son pequeños productores agropecuarios que se caracterizan por poseer limitados recursos productivos, un gran porcentaje de ello producen únicamente para el autoconsumo, con tecnología tradicional y desarrollan sus actividades productivas sobre la base de su fuerza de trabajo familiar y su vinculación en condiciones de subordinación a los mercados locales y regionales vía los sistemas de rescatistas e intermediación de sus productos agropecuarios, a precios que se encuentran por debajo de su costo de producción.

Específicamente la población del estudio comprendió a todos los jefes de familia de los sectores colindantes o aledaños (Kenamari, Chaconi y Santa Isabel) a la empresa minera San Rafael. Los criterios de inclusión fueron: i) que vivan en sus sectores, ii) estén empadronados, iii) sean mayores de edad y iv) naturales del distrito. Para la determinación de la muestra se aplicó un muestreo probabilístico estratificado de afiliación proporcional (Cea D'Ancona, 1999). El tamaño total de la muestra fue de 78 jefes de familia de los tres sectores identificados: Kenamari (30), Chaconi (22) y Santa Isabel (26).

Para poder medir las variables de estudio se utilizó un cuestionario con 35 preguntas entre abiertas y cerradas, cuyas respuestas se codificaron. Para lograr la confiabilidad, validez y objetividad del instrumento se realizó una prueba piloto con el 10% de la muestra. Una vez administrado el instrumento a los jefes de familia de los tres sectores, se procesaron los datos en el programa estadístico SPSS versión 24.0.

Resultados y discusión

Competencia por recursos naturales

La ganadería es la principal actividad económica de las familias de los sectores Kenamari, Chaconi y Santa Isabel. En la Tabla 1, se observa que el 83.3% de los jefes de familia declaran como principal actividad económica la crianza de ganado, mientras que el 9% se dedica a otras actividades y solo el 5.1% a la agricultura. Los datos muestran que de cada 10 personas, 8 son productores ganaderos, cuya actividad es fuente de recursos económicos para sostener a su familia. Cabe indicar que los sectores en estudio por encontrarse en la zona andina a más de 4,500 *msnm* de la región de Puno, la crianza de alpacas y llamas está muy extendida y en las zonas bajas la crianza de vacas y ovejas.

Tabla 1.
Distribución de la población, por principal actividad económica que realizan los jefes de familia según sectores del distrito de Antauta

Sectores	Principal actividad económica			Total
	Ganadería	Agricultura	Otros	
Kenamari	29 37.2%	0 0.0%	1 1.3%	30 38.5%
Chaconi	15 19.2%	1 1,3%	6 7.7%	22 28.2%
Santa Isabel	21 26.9%	3 3.8%	2 2.6%	26 33.3%
Total	65 83.3%	4 5.1%	9 11.6%	78 100.0%

Nota. Elaborado en base a la encuesta aplicada a los jefes de familia.

La particularidad de los sectores en estudio, que se encuentran próximos a la empresa minera, es su ubicación geográfica en donde se han desarrollado. Pero ¿a qué se debe que habiten en estos lugares? Gonzáles de Olarte, refiere en un estudio realizado que esto se debió a factores de subordinación de las haciendas, que iban arrinconando a las comunidades a zonas abruptas y poco rentables o también por acción del Estado, que han relegado a las tierras quechua, suní y puna, los pisos ecológicos menos productivos de la sierra peruana (Gonzales de Olarte, 1986).

Tabla 2.
Composición de la población, por efectos en la producción ganadera según sectores del distrito de Antauta

Sectores	Efectos en la producción ganadera por la expansión minera		Total
	Si	No	
Kenamari	27 34.6%	3 3.8%	30 38.5%
Chaconi	17 21.8%	5 6.4%	22 28.2%
Santa Isabel	11 14.1%	15 19.2%	26 33.3%
Total	55 70.5%	23 29.5%	78 100.0%

Nota. Elaborado en base a la encuesta aplicada a los jefes de familia.

En la Tabla 2, se observa que el 70.5% de los jefes de familia mencionan que sí le afecta la expansión de la empresa minera en la producción ganadera, mientras que el 29.5% mencionan que no le afecta. Si apreciamos estas cifras según el sector al que pertenecen los encuestados, en Kenamari el 34.6% siente que sí le impacta la expansión minera; mientras que en Chaconi el 21.8% y Santa Isabel solo el 14.1% respectivamente. También, se debe resaltar que el sector con mayor impacto por la expansión minera es en Kenamari con 31.5%.

A partir de estos datos se puede señalar que la empresa minera está trastocando en algunas zonas, las tierras que usan los jefes de familia para pastoreo de su ganado, con especial atención en el sector Kenamari. Como el porcentaje no es abrumador que señala a la operación minera como un fuerte impacto

en su actividad ganadera, entonces difiere de lo que indica varios autores, las actividades mineras de empresas transnacionales están afectando decisivamente la distribución vertical de los patrones de uso de tierras, lo que está conduciendo a una rezonificación de las actividades del uso de tierras de las unidades familiares a lo largo de las zonas de producción ecológicas verticales de la región (Bury, 2007; Pulgar-Vidal, 1981).

Tabla 3.
Distribución de la población, por ocupación de tierras sin consentimiento del propietario en los últimos 3 años según sectores del distrito de Antauta 2017

Sectores	Ocupación de tierras sin consentimiento		Total
	Si	No	
	10	20	30
Kenamari	12.8%	25.6%	38.5%
	12	10	22
Chaconi	15.4%	12.8%	28.2%
	3	23	26
Santa Isabel	3.8%	29.5%	33.3%
	25	53	78
Total	32.1%	67.9%	100.0%

Nota. Elaborado en base a la encuesta aplicada a los jefes de familia.

En la Tabla 3, se evidencia que el 67.9% de los jefes de familia mencionan que fueron ocupadas sus tierras con su consentimiento, mientras que el 32.1% afirma que sí ocuparon sus tierras sin su consentimiento. Si apreciamos estas cifras según el sector al que pertenecen los encuestados, en Kenamari el 25.6% señala que no ocuparon sus tierras, seguido de Chaconi con el 12.8% y Santa Isabel el 29.5%. También podemos observar que el sector que más ha sufrido la ocupación de sus tierras es Chaconi con 15.4%. A partir de estos datos se puede señalar que la empresa minera no ocupa tierras sin antes negociar con los propietarios de los terrenos, ya sea de la comunidad o de una persona individual. Sin embargo, existe un número mínimo de encuestados que se vieron afectados por la ocupación de sus tierras. Ya que la expansión de las operaciones mineras no ocurre en tierras vacías, sino en tierras ya ocupadas, que son propiedad de otros. Tierras que tienen significados culturales e históricos para sus moradores y tierras que son la fuente de diversos activos naturales que sustentan las formas de vida de estos pobladores (Bebbington et al., 2007).

Puesto que las comunidades campesinas se desarrollan en un espacio físico, que más que un territorio geográfico, es un elemento integrador de la organización social y la forma de pensar y actuar de hombres y mujeres (Velázquez, 2001). Es en este espacio donde se asienta la población, crece, se desenvuelve, se transforma y se relaciona por medio de sus actividades productivas y económicas (Plaza & Sepúlveda, 1996). Y como indica Bury (2007), sobre el impacto de la minería sobre la distribución vertical de los patrones de uso de tierras, provocando la "rezonificación" de las actividades de uso de tierras de las familias rurales. Sin embargo, los datos difieren de la población de estudio ya que no considera que la empresa minera haya ocupado sus tierras sin su

consentimiento, lo cual no es un factor para que se emprendan procesos de luchas y movilizaciones contra la empresa minera.

Riesgo a la contaminación ambiental

La relación entre percepción sobre peligro a la contaminación y proximidad a las actividades mineras tiene fuerte respaldo empírico. La Tabla 4 muestra como el 92.3% de los jefes de familia sienten que por vivir cerca de la mina corren un mayor peligro a la contaminación ambiental, mientras que solo el 7.7% no percibe ningún peligro. Si apreciamos estas cifras según el sector al que pertenecen, en Kenamari el 38.5% menciona que corre peligro estar cerca de la mina, seguido de Santa Isabel con 29.5% y Chaconi con el 24.4% respectivamente.

Tabla 4.
Composición de la población, por peligro a la contaminación ambiental por habitar cerca de la mina según sectores del distrito de Antauta 2017

Sectores	Peligro a la contaminación por habitar cerca de la mina		Total
	Si	No	
	30	0	30
Kenamari	38.5%	0.0%	38.5%
	19	3	22
Chaconi	24.4%	3.8%	28.2%
Santa Isabel	23	3	26
	29.5%	3.8%	33.3%
	72	6	78
Total	92.3%	7.7%	100.0%

Nota. Elaborado en base a la encuesta aplicada a los jefes de familia.

A partir de estos datos, podemos señalar que los resultados reflejan lo señalado por (Castro-Salvador, 2013), al indicar que las comunidades sienten temor a la contaminación del recurso agua y suelo por encontrarse cerca de una operación minera, esto representa una amenaza a la transformación del equilibrio que sostiene un estilo de vida, que depende de la producción agrícola y crianza de ganado.

Las familias campesinas pueden verse afectadas por la degradación o contaminación ambiental, aunque no tengan la certeza que la actividad minera provoque este hecho (Castro-Salvador, 2013). La parte final de esta cita, es importante resaltarla, ya que es muy difícil tener certeza o no, que la actividad minera produce contaminación. Pero como sustenta la teoría de Thomas "las personas que definen las situaciones como reales, estas son reales en sus consecuencias". Todo esto nos lleva a reflexionar sobre la importancia que tiene realizar el monitoreo de las aguas y tierras que están aledañas a la operación minera.

Tabla 5.
Distribución de la población, por contenido de sustancias tóxicas en el río Antauta según sectores del distrito de Antauta 2017

Sectores	Contiene sustancias tóxicas el río Antauta		
	Si	No	Total
	28	2	30
Kenamari	35.9%	2.6%	38.5%
	21	1	22
Chaconi	26.9%	1.3%	28.2%
	20	6	26
Santa Isabel	25.6%	7.7%	33.3%
	69	9	78
Total	88.5%	11.5%	100.0%

Nota. Elaborado en base a la encuesta aplicada a los jefes de familia.

En la Tabla 5, se observa que el 88.5% de los jefes de familia consideran que el río Antauta sí contiene sustancias tóxicas, mientras que el 11.5% señalan que no. Si apreciamos estas cifras según el sector que pertenecen los encuestados, en primer lugar, está Kenamari con 35.9% quienes afirman que el río Antauta contiene sustancias tóxicas, le sigue Chaconi con el 26.9% y Santa Isabel con el 25.6%. De los que afirman que existe contenido de sustancias tóxicas en el río Antauta, sostienen que identifican estas sustancias porque las aguas son turbias (coloración), mientras otros jefes de familia señalan que tiene olor a mineral y un sabor desagradable.

Estos datos muestran el riesgo que implica la actividad minera, por estar ubicado en la cabecera del nevado Kenamari, de donde hay un afluente de agua, que llega a parar al río Antauta. Además, la empresa minera usa estas aguas. Por lo tanto, es propenso a contaminar el río. Cabe indicar que en las riberas del río Antauta se asienta familias que usan estas aguas para la crianza de sus animales, el consumo y en la zona baja para la agricultura.

Si la población aldeaña a la actividad minera en su mayoría percibe que su fuente principal de abastecimiento, para el consumo y la crianza de ganado, contiene sustancias tóxicas, o sea contaminantes, existe alta probabilidad a generar descontento en la gente, que puede canalizarse en paros y huelgas hacia la empresa minera. Que pide incluso el cierre de la operación, en caso de incumplimiento de controlar los daños que produce.

Aquí se mezcla otro ingrediente, que hace particular un conflicto minero: "En las comunidades campesinas, el agua está concebida como algo más que un "recurso" y, por lo tanto, la vinculación con ella es más que instrumental. El agua representa vida y el bienestar integral de la comunidad y su entorno. La contaminación del agua representa una amenaza de la transformación del equilibrio que sostiene un estilo de vida y una cosmovisión particular" (Budds, 2010).

Aunado con lo anterior, los resultados reflejan la forma cómo identifican las aguas con sustancias tóxicas de la población en estudio. Los cuales coincide con lo señalado por (De Echave et al., 2009) la población basa sus creencias en elementos perceptibles

directamente como el color, sabor y olor para determinar si el agua está contaminado.

Tabla 6.
Distribución de la población, por contenido de sustancia tóxicas de las tierras aldeañas a la empresa minera según sectores del distrito de Antauta 2017

Sectores	Contenido de sustancias tóxicas las tierras aldeañas a la mina		
	Si	No	Total
	26	4	30
Kenamari	33.3%	5.1%	38.5%
	21	1	22
Chaconi	26.9%	1.3%	28.2%
	17	9	26
Santa Isabel	21.8%	11.5%	33.3%
	64	14	78
Total	82.1%	17.9%	100.0%

Nota. Elaborado en base a la encuesta aplicada a los jefes de familia.

En la Tabla 6, se puede apreciar que el 82.1% de los jefes de familia mencionan que las tierras aldeañas a la empresa minera sí contienen sustancias tóxicas, mientras que el 17.9% señala que no. Si observamos según el sector al que pertenecen los encuestados se tiene el siguiente detalle: el primero que afirma contener sustancias tóxicas es Kenamari con el 33.3%, seguido de Chaconi con el 26.9%, y Santa Isabel con el 21.8%. De los que afirman contener sustancias tóxicas, sostienen que identifican porque no crece el pasto y las tierras están áridas.

Las sustancias tóxicas contenidas en la tierra de los pobladores, como compuestos que son capaces de dañar un organismo expuesto. Producen efectos en todo un organismo de un animal, una planta y del hombre así como a los efectos en la subestructura del organismo, tal como una célula (citotoxicidad) o un órgano (organotoxicidad), por ejemplo, el hígado (hepatotoxicidad) (Castro-Salvador, 2013). A partir de estos datos obtenidos se puede señalar que, está presente en la conciencia colectiva de las familias rurales la relación entre actividad minera y contaminación ambiental como amenaza que desertifica las tierras y las hace improductivas (Panfichi & Coronel, 2011).

Beneficios del Canon Minero

En el Tabla 7, se puede observar que el 59% de los jefes de familia desconoce el significado de Canon Minero, mientras que el 41% afirman conocer el significado. Si apreciamos estas cifras según el nivel educativo de los encuestados, el 24.4% que alcanzaron estudios de nivel primaria desconoce el significado de Concesión Minera, seguido del 15.4% de los que estudiaron secundaria, el 6.4% de los que alcanzaron el nivel superior y el 12.8% de los que no tienen estudios.

Tabla 7.

Composición de la población, por conocimiento del significado del Canon Minero según nivel educativo de los jefes de familia del Distrito de Antauta 2017

Nivel educativo	Conoce que significa el Canon Minero		Total
	Si	No	
	1	10	11
Sin estudios	1.3%	12.8%	14.1%
	14	19	33
Primaria	17.9%	24.4%	42.3%
	10	12	22
Secundaria	12.8%	15.4%	28.2%
	7	5	12
Superior	9.0%	6.4%	15.4%
	32	46	78
Total	41.0%	59.0%	100.0%

Nota. Elaborado en base a la encuesta aplicada a los jefes de familia.

A partir de estos datos podemos indicar que la población de estudio al tener poco conocimiento sobre este concepto, resulta difícil reconocer el mecanismo creado por el Estado para redistribuir los recursos económicos que se explotan en su jurisdicción. Además, cabe indicar que el Canon Minero es un derecho constitucional que les permite participar de un porcentaje de los ingresos y rentas captadas por el Estado por la explotación de recursos. El reglamento vigente establece que éste equivale al 50% del Impuesto a la Renta de tercera categoría, recaudado por el Estado de los titulares de la actividad minera, sea metálica o no metálica. Por lo tanto, la población de estudio al no conocer el significado de la categoría Canon Minero, tampoco va reconocer sus alcances y esta carencia de información conlleva a pensar que la empresa minera no aporta al desarrollo de su distrito, existiendo predisposición para emprender procesos de protesta y movilización.

Tabla 8.

Composición de la población, por conocimiento de los jefes de familia de la inversión del canon minero según sectores del distrito de Antauta 2017

Sectores	Conoce la inversión del Canon Minero el gobierno local		Total
	Si	No	
	5	25	30
Kenamari	6.4%	32.1%	38.5%
	0	22	22
Chaconi	0.0%	28.2%	28.2%
	7	19	26
Santa Isabel	9.0%	24.4%	33.3%
	12	66	78
Total	15.4%	84.6%	100.0%

Nota. Elaborado en base a la encuesta aplicada a los jefes de familia.

En la Tabla 8, se puede observar que el 84.6% de los jefes de familia desconoce en qué invierte el dinero del Canon Minero el municipio de Antauta, mientras que el 15.4% afirman saber su destino. A partir de estos datos, se puede señalar que el gobierno local de Antauta no tiene obras ejecutadas que beneficie a la población, es decir, no está redistribuyendo el dinero que tiene en sus arcas. Estos resultados confirman lo que señala Boza-Dibos (2006), cuando afirma que en contextos de debilidad técnico-político de los gobiernos locales, los ciudadanos y las comunidades aledañas a las minas tienden a pensar que las autoridades locales no están realizando obras; o al menos no aquellas obras que podrían contribuir a

mejorar su calidad de vida. En el caso de Antauta, existe la percepción de que la compañía minera se enriquece, mientras que el pueblo y sus habitantes no progresan y se hacen cada vez más pobres (ver Tabla 9).

Tabla 9.

Composición de la población, por beneficios que conlleva la actividad minera al jefe de familia según sectores del distrito de Antauta 2017

Sectores	Beneficia la actividad minera a su sector		Total
	Si	No	
	13	17	30
Kenamari	16.7%	21.8%	38.5%
	7	15	22
Chaconi	9.0%	19.2%	28.2%
	17	9	26
Santa Isabel	21.8%	11.5%	33.3%
	37	41	78
Total	47.4%	52.6%	100.0%

Nota. Elaborado en base a la encuesta aplicada a los jefes de familia.

En la Tabla 9, se puede observar que el 52.6% de los jefes de familia mencionan que la minería no trae beneficios en su sector, mientras que el 47.4% afirman que sí. Si apreciamos estas cifras según al sector que pertenecen los encuestados, en Kenamari el 21.6% siente que la mina no trae beneficios a su sector, seguido de Chaconi con el 19.2% y Santa Isabel con el 11.5%. Al consultar el porqué, respondieron que la empresa minera solo contamina y no beneficia a sus sectores, otros señalaron que no les beneficia porque no les construyó su local comunal.

Estos datos muestran que los sectores sienten que la empresa minera poco o nada les beneficia, por lo que una razón evidente para la insatisfacción es que a pesar de las medidas estatales y de las contribuciones de las empresas, el nivel de vida de la población en las zonas mineras no ha mejorado sustancialmente. Las provincias donde se desarrolla la actividad minera figuran entre las más pobres del país, por debajo del promedio nacional (Barrantes et al., 2005).

Además, estos resultados reflejan lo que muchos llegan a pensar con respecto a la minería, "no trae beneficios a la población", más al contrario empobrece las zonas donde realiza sus operaciones extractivas (Quezada, 2004). De este modo, en concordancia con Boza, el meollo de la problemática del canon minero consiste en que la población no percibe que ese dinero se traduzca en obras concretas que beneficien a la población. Ello se explica en parte por la limitada capacidad de gestión de las autoridades locales. Es decir, se tiene todos los recursos económicos disponibles, que no son traducidos en obras concretas hacia la población (Boza-Dibos, 2006).

Por lo tanto, la población de estudio no siente que la presencia de la empresa minera beneficie a su sector, pero ¿acaso no son los gobiernos municipales instituciones dedicadas a la promoción del desarrollo, y la empresa minera un aliado para emprender proyectos sociales en las comunidades de su entorno? Si no se conjugan estos dos actores, va ser imposible llegar a traducir ingentes recursos

económicos, para mejorar la calidad de vida de la población.

Conclusiones

Las poblaciones de los sectores de Kenamari, Chaconi y Santa Isabel, que habitan en terrenos próximos a la empresa minera, perciben baja competencia por el uso y control de los recursos naturales, el cual no es un factor importante que genere conflictos socioambientales, a pesar que se practican distintos sistemas de creencias y valores. Del mismo modo, no se disputan por el uso de recursos naturales contra la empresa minera, ya que el acceso a tierras y agua, son negociadas positivamente.

En cambio, si perciben alto riesgo a ser víctimas de la contaminación ambiental provocada por la actividad minera. Este aspecto constituye un factor importante que genera conflictos sociales; por la desconfianza, la falta de credibilidad y la duda en su relacionamiento. En este mismo sentido, existe por parte de las familias, una percepción pobre sobre el impacto social de la minería en sus vidas, el cual es un factor importante que genera conflictos sociales. Esto debido a que los recursos económicos que provienen del canon minero y que administra el Municipio distrital de Antauta, no se traduce en la mejora de la calidad de vida de la población que habita entorno a la empresa minera, por la falta de proyectos de inversión pública que canalicen recursos que les beneficie.

Referencias bibliográficas

- Barrantes-Cáceres, R., Tanaka-Gondo, M., Vera-Rojas, S., & Pérez-León-Quinoso, M. (2010). *El boom de los recursos naturales y las coaliciones presupuestarias: una ilustración con el caso peruano*. Lima - Perú. Disponible en: <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/57a08b15e5274a27b2000951/Peru-paper.pdf>
- Barrantes, R., Patricia Zárate, P., & Durand, A. (2005). *Te quiero, pero no: relaciones entre minería, desarrollo y poblaciones locales*. Lima - Perú: IEP; OXFAM.
- Bebbington, A., Connarty, M., Coxshall, W., O'Shaughnessy, H., & Williams, M. (2007). *Minería y desarrollo en el Perú: con especial referencia al Proyecto Río Blanco, Piura*. Lima - Perú: Oxfam Internacional; IEP; CIPCA; PSG. Disponible en: http://hummedia.manchester.ac.uk/schools/see/d/andes/publications/reports/mineria_y_desarrollo_en_peru.pdf
- Beck, U. (2002). *La sociedad del riesgo*. Madrid - España: Siglo veintiuno España editores.
- Bocchio-Carbajal, G. (2008). Agua y minería: manejo de conflictos. In A. Guevara-Gil (Ed.), *Derechos y Conflictos de Agua en el Perú* (pp. 115–138). Lima - Perú: Concertación; Walir; PUCP. Disponible en: <http://departamento.pucp.edu.pe/derecho/wp-content/uploads/2014/05/DerechosyConflictosdeAguaenelPeruv2.pdf>
- Boza-Dibos, B. (2006). *Canon minero: ¿Caja chica o palanca para el desarrollo?* Lima - Perú: CAD Ciudadanos al Día & Consorcio de Investigación Económica y Social. Disponible en: <https://www.cies.org.pe/sites/default/files/files/otrasinvestigaciones/archivos/canon-minero-caja-chica-o-palanca-para-el-desarrollo.pdf>
- Budds, J. (2010). Las relaciones sociales de poder y la producción de paisajes hídricos. In *Justicia hídrica: siete ensayos como aportes para articular las luchas* (pp. 31–44). Bogotá - Colombia: CENSAT Agua Viva / Amigos de la Tierra Colombia. Disponible en: <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/38/2011/11/JusticiaHidrica.pdf>
- Bury, J. (2007). Neoliberalismo, minería y cambios rurales en Cajamarca. In A. Bebbington (Ed.), *Minería, movimientos sociales y respuestas campesinas: una ecología política de transformaciones territoriales* (pp. 49–80). Lima - Perú: Instituto de Estudios Peruanos & Centro Peruano de Estudios Sociales. Disponible en: https://imas2010.files.wordpress.com/2010/06/bebbington-mineria_y_mov_soc_caratula_contenido1.pdf
- Caballero-Martín, V. (2009). *Los conflictos sociales y socio – ambientales en el sector rural y su relación con el desarrollo rural. Notas para un balance de investigaciones*. Cusco - Perú. Disponible en: [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3_uibd.nsf/71267BC7FE0F83FA05257966007877E5/\\$FILE/Los_conflictos_sociales_y_socioambientales.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3_uibd.nsf/71267BC7FE0F83FA05257966007877E5/$FILE/Los_conflictos_sociales_y_socioambientales.pdf)

- Castro-Salvador, S. (2013). *Pobreza, minería y conflictos socioambientales en el Perú*. Lima - Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, Instituto de Ciencias de la Naturaleza, Territorio y Energías Renovables. Disponible en: http://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/51909/Castro_conflictos_socioambientales.pdf?sequence=1
- Cea D'Ancona, M. . Á. (1999). *Metodología cuantitativa. Estrategias y técnicas de investigación social*. Madrid - España: Editorial Síntesis.
- De Echave, J., Diez, A., Huber, L., Revesz, B., Lanata, X. R., & Tanaka, M. (2009). *Minería y conflicto social*. Lima - Perú: CBC; CIPCA; CIES; IEP. Disponible en: http://repositorio.iep.org.pe/bitstream/IEP/639/2/huber_mineriyayconflictosocial.pdf
- Defensoría del pueblo. (2013). *Reporte mensual de conflictos sociales N.º 113 de la Adjuntía para la prevención de conflictos sociales y la gobernabilidad*. Lima - Perú. Disponible en: <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2018/07/Reporte-Mensual-de-Conflictos-Sociales-N-113-Julio-2013.pdf>
- Defensoría del pueblo. (2016). *Reporte mensual de conflictos sociales N.º 148 de la Adjuntía para la prevención de conflictos sociales y la gobernabilidad*. Lima - Perú. Disponible en: <https://www.defensoria.gob.pe/modules/Downloads/conflictos/2016/Reporte-Mensual-de-Conflictos-Sociales-N-148--Junio--2016.pdf>
- Gonzales de Olarte, E. (1986). *Economía de la comunidad campesina. Aproximación regional*. Lima - Perú: Instituto de Estudios Peruanos. Disponible en: https://centroderecursos.cultura.pe/sites/default/files/rb/pdf/Economia_de_la_comunidad_campesina.pdf
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación. Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Magallanes-Reyes, C. A. (2016). *Minería en el Perú: aporte a la población económicamente activa (PEA) y al producto bruto interno (PBI). Informe Temático N° 23/2015-2016*. Lima - Perú. Disponible en: [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/8A09CA1C29B600D00525804100771A34/\\$FILE/30_INFTEM23_2015_2016_mineria_en_el_peru.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/8A09CA1C29B600D00525804100771A34/$FILE/30_INFTEM23_2015_2016_mineria_en_el_peru.pdf)
- Panfichi, A., & Coronel, O. (2011). Conflictos hídricos en el Perú 2006-2010: Una lectura panorámica. In R. Boelens, L. Cremers, & M. Zwartveen (Eds.), *Justicia hídrica: Acumulación, conflicto y acción social* (pp. 391–420). Lima - Perú: Instituto de Estudios Peruanos; Fondo Editorial P. Disponible en: http://justiciahidrica.org/wp-content/bibtex/pdf/23JH1_Panfichi-Coronel_Cap.23.pdf
- Plaza, O., & Sepúlveda, S. (1996). *Desarrollo sostenible: metodología para el desarrollo microrregional*. San José – Costa Rica: IICA. Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/B0583e/B0583e.pdf>
- Pulgar-Vidal, J. (1981). La regionalización transversal del territorio peruano con el fin de lograr la administración del desarrollo nacional. In *Lecturas sobre regionalización* (pp. 135–162). Lima - Perú: Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico. Disponible en: <http://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/1566/LeonCarlos1981.pdf?sequence=1>
- Quezada, A. (2004). *La Minería y sus impactos*. Lima - Perú. Disponible en: https://www.servindi.org/pdf/Serv_57_Mineria.pdf
- Rodríguez-Achung, M. (2005). *Desarrollo, pobreza-exclusión social y manejo de espacios socio ambientales en el mundo rural: El caso del área andina de Perú*. Bélgica: Leuven University Press. Disponible en: <https://pul.uclouvain.be/book/?GCOI=29303100717780>
- Tanaka, M., Zárate, P., & Huber, L. (2011). *Mapa de la conflictividad social en el Perú: análisis de sus principales causas*. Lima - Perú: Programa de Apoyo para una Cultura de Paz y el Fortalecimiento de Capacidades Nacionales para la Prevención y el Manejo Constructivo de Conflictos. Disponible en: http://repositorio.iep.org.pe/bitstream/IEP/701/2/tanaka_mapa-conflictividad.pdf
- Velázquez, E. (2001). El territorio de los popolucas de Soteapan, Veracruz: Transformaciones en la organización y apropiación del espacio. *Relaciones. Estudios de Historia y Sociedad*, XXII(87), 16–47. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/137/13708702.pdf>
- Yupari, A. (2003). *Pasivos ambientales mineros en Sudamerica. Informe elaborado para la CEPAL, el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales, BGR, y el Servicio Nacional de Geología y Minería, SERNAGEOMIN*. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/61333228/Informe-Pasivos-Ambientales-Mineros-en-Sudamerica>

Turismo de Salud y Gestión Comunal de Recursos Naturales en el Balneario Juntuma de la Comunidad de Chacocunca – Asillo, Puno

Tourism of Health and Communal Management of Natural Resources in the Juntuma Spa of the Community of Chacocunca - Asillo, Puno

Félix Abelardo Arizaca Torreblanca

albelab@unap.edu.pe - Universidad Nacional del Altiplano

Javier Cuevaso Cansaya

j.cuevaso.ca@unaj.edu.pe - Universidad Nacional de Juliaca

Resumen

El turismo de salud es un fenómeno mundial vigente que trasciende fronteras y tiene que ver con tres variantes: turismo médico, de medicina alternativa y de relajación. En el Perú, y en particular en Puno, el turismo de salud comprende principalmente el aprovechamiento de las bondades de las aguas Termales medicinales, mediante operadores privados. Uno de estos casos es la experiencia de la empresa comunal de Juntuma, que brinda servicios mediante los baños termales desde el 2015. Los objetivos del estudio fueron describir el desarrollo del turismo de salud y caracterizar el manejo de la gestión comunal del balneario de Juntuma. Por tratarse de un estudio cualitativo, en la recolección de información se aplicaron entrevistas semiestructuradas a tres socios, que poseían información relevante sobre el desarrollo del balneario. Las aguas Termales medicinales de Juntuma vienen siendo aprovechadas desde el año 1989 hasta la actualidad con la denominación: Empresa Comunal de Aguas Termales medicinales Juntuma de Responsabilidad Limitada. El manejo de la gestión comunal del balneario Juntuma, en un inicio estuvo dirigido por los comuneros y en la actualidad está integrado por 66 socios activos, representados por una junta administradora. El turismo de salud en el balneario de Juntuma tiene un despegue interesante, debido a las mejoras realizadas en las instalaciones.

Palabras claves: *Turismo de salud, Gestión comunal, Aguas termales, Balneario, Termalismo, Empresa comunal.*

Abstract

Health tourism is a current global phenomenon that transcends borders and has to do with three variants: medical tourism, alternative medicine and relaxation. In Peru, and in particular in Puno, health tourism comprises mainly the use of the benefits of thermo-medicinal water, through private operators. One of these cases is the experience of the communal enterprise of Juntuma, which provides services through the thermal baths since 2015. The objectives of the study were to describe the development of health tourism and characterize the management of the communal management of the Juntuma spa. Because it is a qualitative study, it was applied semi-structured interviews to three partners in the information gathering, who had relevant information on the development of the spa. The thermal medicinal waters of Juntuma have been used since 1989 up to the present time with the denomination: Communal Company of Medicinal Terms Water of Juntuma of Limited Responsibility. The handling of the communal management of Juntuma spa was originally led by the people from the spa and currently it consists of 66 active members, represented by an administrative board. Health tourism in the spa of Juntuma has an interesting lift-off, due to the improvements made in the facilities.

Keywords: *Health Tourism, Community Management, Thermal Waters, Spa, Hydrotherapy, Communal Enterprise.*

Introducción

En el mundo, los turistas de salud buscan servicios que tengan que ver con la curación de enfermedades, el mantenimiento de la salud, la rehabilitación, la prevención, la liberación del estrés y la ruptura con monotonía de la vida urbana, entre otras motivaciones asociadas con la salud (Arias, Caraballo, & Matos, 2011). Por lo tanto, el turismo de salud ha presentado un notable crecimiento en los últimos años, aunque desde tiempos remotos (Grecia y Roma antigua) éste se ha venido dando con diferentes grados de presentación y desarrollo (Arias et al., 2011). Sin embargo, la investigación sobre turismo de salud se hace relevante por la importancia que representan el turismo como actividad de servicios a nivel mundial y como medio de desarrollo a nivel local (Arévalo-Pacheco & Guerrero-García, 2014). Por ejemplo, Asia es el destino principalmente de los residentes en Norteamérica y Europa, adicionalmente, existe un flujo importante entre los países de la región (Barriga-Castro, Fariás-Villarraga, Ruiz-Barreto, Sánchez-Victoria, & Jiménez-Barbosa, 2011). Sin embargo, cada vez gana mayor importancia entre los turistas de diferentes países esta variante turística (Barriga-Castro et al., 2011).

En la actualidad, son muchos los turistas que viajan a otros países para hacer turismo de salud, ya sea en la categoría de bienestar o en las categorías médicas (Arias et al., 2011). En países como Cuba, Costa Rica, Argentina, Chile, Rusia, España, Nueva Zelanda, República Checa, Hungría, Alemania, Francia, Japón, China, e Italia se han desarrollado productos turísticos de salud por medio del uso de las aguas termales con éxito (Arévalo-Pacheco & Guerrero-García, 2014). Sin embargo, los principales países que han logrado desarrollar el turismo en salud con aguas Termo medicinales son Brasil, Tailandia, Malasia, Costa Rica y Cuba (Barriga-Castro et al., 2011).

El desarrollo del turismo en los países en vías de desarrollo y particularmente en Latinoamérica ha seguido un curso muy diferente al comportamiento mundial (Barrionuevo, 2014). En Latinoamérica, países como Cuba han buscado convertirse en potencia médica en este campo. Colombia no ha sido ajena a este auge a nivel mundial, por lo que muchas instituciones de salud ofrecen paquetes médicos para este tipo de turismo (Arias et al., 2011). En los últimos diez años se ha potenciado este tipo de práctica médica; actualmente los países en vía de desarrollo están incrementando la atención de pacientes del extranjero para elevar el aporte económico y lograr ser más competitivos en esta área (Barriga-Castro et al., 2011).

La finalidad de los primeros balnearios de aguas termales era la recuperación de la salud, sin embargo, el concepto ha cambiado; actualmente los balnearios representan un lugar más para divertirse, que un espacio de salud (Gracia-Hernández, 2016). El turismo termal consiste en el aprovechamiento de

aguas termales para la recreación y el descanso (Ortiz & Arévalo, 2016). Sin embargo, el aprovechamiento, en el turismo comunitario se plantea como una alternativa al turismo tradicional de sol y playa, que, mediante la participación activa de las comunidades locales, conlleva al desarrollo y a la conservación de su patrimonio común (Toscana-Aparicio, 2017).

En el Perú, el turismo de la salud es visto como una fuente importante de ingresos. Este turismo comprende principalmente a las aguas medicinales y el tratamiento de cirugía plástica, que generan unos 120 millones de dólares al año¹. El balneario de “Los Baños del Inca” es uno de los más importantes de América y se encuentra en el departamento de Cajamarca, pero no es el único, existen también otros centros importantes como Laguna Seca (Cajamarca), los baños o duchas termales de Colca (Arequipa), Monterrey (Áncash) y Churín (Lima) (Tourism Leisure & sports, 2012). Por lo tanto, el turismo ha tenido que adaptarse a la realidad emergente, la variedad de recursos turísticos diversificados (Barrionuevo, 2014). Dentro de este marco, en Puno, el termalismo y el turismo de la salud vienen constituyéndose en una nueva alternativa de diversificación turística, puesto que existen gran cantidad de lugares que poseen aguas termales con alto potencial medicinal.

Uno de estos lugares, donde se vienen impulsado el turismo de salud es el balneario de Juntuma – Asillo Puno, que cuenta con aguas termales susceptible de aprovechamiento turístico. Por ello, el objetivo del estudio fue describir el desarrollo del turismo de salud y caracterizar el manejo de la gestión comunal del balneario de Juntuma.

Materiales y métodos

La investigación que se ha realizado se enmarca dentro del paradigma cualitativo, puesto que, de lo que se trata, es de comprender el proceso como se viene dando el turismo de salud en un caso específico (Balcázar, González-Arratia, Gurrola, & Moysén, 2013). Se recurrió al diseño de estudio de caso, debido a que justamente este tipo de diseño supone elegir una situación particular que pueda ser analizada a profundidad desde múltiples perspectivas y a partir de diversas herramientas (Arbaiza-Fermini, 2016; Kogan, 2004). En este sentido, el estudio se plasma en base a experiencias y percepciones por parte de los socios y directivos del balneario de Juntuma.

El balneario de Juntuma, está ubicado en la comunidad de Chacocunca del distrito de Asillo, Puno-Perú. Desde la principal ciudad del norte de la región Puno, Juliaca, el tiempo de desplazamiento hasta el balneario es de aproximadamente 80 minutos, con un costo del pasaje en transporte interprovincial de 6.50 soles. El servicio de transporte es fluido y continuo durante todos los días del año, por medio de la carretera interoceánica 34B.

¹ <https://andina.pe/agencia/noticia-turismo-salud-peru-genera-unos-120-millones-al-ano-712883.aspx>



Figura 1. Croquis de localización del balneario de Juntuma, Asillo Puno Perú. Elaborado en base a la vista satelital de Google Maps.

Se aplicó un muestreo no probabilístico - cualitativo de casos-tipo. Esta estrategia de muestreo se orienta por la búsqueda de riqueza, profundidad y calidad de la información que se va a obtener, y no la cantidad ni la estandarización (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). Para la identificación de los informantes se tomaron en consideración los siguientes criterios de inclusión:

- Ser socio titular de la empresa comunal
- Ser o haber sido directivos de la empresa comunal
- Tres (3) entrevistas a socios permanentes

Así como se ha previsto, se entrevistó a 3 socios permanentes, actual directivo, ex directivo y un (1) socio del balneario de Juntuma, los mismos que fueron actores claves para recopilar la información.

Para la recolección de datos se aplicaron entrevistas cualitativas semiestructuradas. Para ello se elaboró un guion de entrevista que contenía 20 preguntas organizadas en torno a las dos principales categorías de análisis: la actividad del turismo de salud y la gestión comunal. Durante el trabajo de campo se visitó a varios comuneros y se identificaron a los principales socios, quienes fueron los gestores y promotores de la empresa comunal de aguas Termos medicinales de Juntuma.

Posteriormente, los audios de las entrevistas realizadas fueron transcritas, y se prepararon registros de las observaciones campo efectuadas durante la visita al balneario. Toda esta información fue analizada con ayuda del programa Atlas ti (software para el análisis cualitativo de Datos).

Resultados y discusión

Gestión comunal

Descubrimiento del agua caliente

El distrito de Asillo, donde está ubicado el balneario de Juntuma, pertenece a la provincia de Azángaro, al norte de la región Puno, en el Perú. Su economía, desde tiempos de la república se ha caracterizado principalmente por priorizar la ganadería y agricultura extensivas. A inicios de los años 2000, el turismo local irrumpió en el distrito como una nueva actividad económica alternativa a las ya mencionadas. Por

ejemplo, el distrito de Asillo cuenta con importantes recursos turísticos como el templo San Jerónimo, de la era colonial, también cuenta con el cerro Machu Asillo, el Cerro Inampo, entre otros, que ofrecen la posibilidad del turismo paisajístico, vivencial y colonial. En este sentido, las familias de la comunidad de Chacocunca vieron que el turismo también puede ser desarrollado a partir del aprovechamiento de las aguas termales ubicadas en sus terrenos comunales.

De acuerdo a las entrevistas realizadas, no se sabe a ciencia cierta como fue que se descubrieron las aguas termales de Juntuma. Sin embargo, se sabe que, desde los tiempos de la Colonia, las familias de la zona lo utilizaban rudimentariamente. Acudían al lugar y con una pala hacían un hoyo en el suelo, al generarse la concavidad emergía el agua termal. La presión con la que salía el agua era alta, por lo que no había que esperar mucho para tener una posa y bañarse. Esta práctica se extendió hasta la época de las haciendas, donde *runas* y *patrones* hacían uso de las aguas termales. En 1996, con el sismo acontecido en la región Puno, la presión del agua descendió significativamente, así como también lo hizo la temperatura.

“... no sabemos quién ha descubierto (...) ya habíamos encontrado, ya había habido siempre este lugar el agua caliente, había habido siempre...” Socio ex directivo.

Las diversas temperaturas de las fuentes termales que se observan en el área de estudio se deben a factores geológico-tectónicos. De acuerdo a los estudios de INGEMMET, las aguas termales de Juntuma pertenecen al Sector II del mapa de acuíferos de aguas termales y minerales en el suroriente del Perú (Apurímac, Cusco, Madre de Dios y Puno). “Este tipo de aguas subterráneas superficiales ingresan a través de rocas permeables, fallas y/o fracturas, las cuales van adquiriendo mayores temperaturas en profundidad debido a la gradiente geotérmica hasta encontrar un equilibrio hidrogeoquímico. Luego de haber encontrado dicho equilibrio y ya con mayores temperaturas, éstas se convierten en aguas con menores densidades, que luego tienden a salir a la superficie, y lo hacen por los lugares que les son más favorables, que pueden ser incluso los mismos lugares por donde ingresaron” (Huamani-Huaccán, 2001, p.20).

Cabe destacar también que, en un inicio se contaba con dos ojos de agua principales y en la actualidad se siguen utilizando las dos fuentes, pero también hay muchos otros ojos de aguas calientes que están enterrados a sus alrededores y uno de ellos se encuentra en el medio del río próximo al balneario.

Inicio de la gestión comunal

La actividad del aprovechamiento de las aguas termales con fines de turismo de salud, se inicia preliminarmente en el año de 1989. Sin embargo, es en el 2015 en el que se formaliza como una empresa comunal de aguas Termo medicinales Balneario Juntuma de responsabilidad limitada. En un inicio el negocio estaba integrado por los comuneros de Chacocunca, que eran un aproximado de 100 socios. El balneario funcionaba de manera informal. El acuerdo era que cada integrante de la comunidad debía recibir mensualmente un porcentaje de las utilidades generadas, sin embargo, por temor al rumor de que la comunidad iba a ser concesionada a un privado, se decidió formalizar la empresa con carácter comunal. De este modo, surge la EMPRESA COMUNAL DE AGUAS TERMOMEDICINALES JUNTUMA DE RESPONSABILIDAD LIMITADA-ECATEJ, con RUC N° 20600647696 y domicilio legal en la comunidad campesina de Chacocunca, predio Rustico Juntuma s/n km 68 de la carretera interoceánica Azángaro – Asillo, el 07 de setiembre del 2015, luego de siete años tramites, amparados en la Ley N° 24656, ley general de comunidades campesinas les faculta.

“Si, que erábamos 100 tantos comuneros, terminamos eso, luego viendo que había un riesgo de que alguien puede entrar allí, entonces hemos pensado formar una empresa, y la empresa se formó en el año 2008”. **Socio ex directivo.**

Desde la formalización, las actividades del balneario tienen garantía del uso de las aguas termales, ya que cuenta con certificación correspondiente por parte del INGEMENT, como también está autorizado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), y tiene su resolución de funcionamiento, como también contribuye al Estado, pagando impuesto a la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (SUNAT).

“... bueno eso de autorización nos sobra... la empresa comunal es legalmente formalizado está inscrito en los registros públicos de Juliaca...” **Socio actual directivo.**

Giro del negocio y modo de gestión

Antes de la formalización el negocio era administrado por los comuneros de Chacocunca de manera mancomunada y rotativa, encabezados por el presidente de la comunidad, Jorge Carí Montesinos, y su junta directiva.

“... el presidente de la comunidad, sí... el presidente”. **Socio ex directivo.**

En la actualidad, el negocio comunal se encuentra formalizado con todos los documentos necesarios para su funcionamiento, y está conformado por su

presidente, vicepresidente, secretario, fiscal y dos vocales. Esta junta directiva es elegida cada año, por los 66 socios activos.

“... esa empresa ya tiene su propia junta directiva que se llama, junta administradora, tiene su presidente, todos los miembros...” **Socio ex directivo.**

Los ingresos económicos semanales que se obtenían hasta antes de la formalización eran de 100.00 a 150.00 soles diarios, y los domingos superaba los 250.00 soles. Luego de la formalización se han incrementado principalmente los días domingos, sábados y feriados, superando los 300.00 y a veces 400.00 soles. Esto ha sido posible gracias a las mejoras realizadas para ofrecer una adecuada infraestructura y buenas condiciones de las pozas tanto familiares como personales. El ingreso al balneario, en un inicio era gratuito, luego se subió a s/. 0.50, s/. 1.00, s/. 1.50, s/. 2.00 y actualmente se cobra s/. 3.00 desde el año 2015, cuando se formaliza en empresa comunal. Cabe anotar también que los días lunes a viernes la concurrencia de las personas es poca, por lo que la gente aprovecha esos días para permanecer más tiempo en las pozas.

“A veces estamos llegando a sesenta soles, ochenta y ciento cincuenta aproximadamente y los días sábados, domingos y feriados llegamos a trescientos y cuatrocientos nuevos soles” **Socio actual directivo.**

“Bueno, este le diré que antes solamente era concurrido por los pobladores de la comunidad... como también... venían de otros lugares aledaños...”. **Socio actual directivo.**

“Ahora mayormente las personas concurren buena cantidad especialmente los sábados y domingos”. **Socio ex directivo.**

Anteriormente se contaba con 7 (siete) pozas rudimentarias. En la actualidad, desde la construcción de la nueva infraestructura, se cuenta con 20 (veinte) pozas entre personales (para una sola persona) y familiares (varias personas); también se cuenta con tres duchas y una piscina para niños.

El fin de toda empresa privada es generar más ingresos. La empresa comunal de Juntuma que percibe los ingresos por el servicio ofrecido en el balneario, destina una parte de sus utilidades para los socios (en julio y diciembre se realiza la distribución de utilidades). Otra parte de los ingresos son destinados para los gastos de administración del negocio (cloro, detergente, escobas, pago del personal de servicio, limpieza, cuidante y otros). El resto es destinado a la capitalización, para la ampliación y mejorar de las instalaciones del balneario. Evidentemente esto hace suponer que detrás del formato comunal existe una lógica de acumulación de capital que permite el crecimiento de la empresa. Asimismo, a fin de reforzar el modo de vida comunal, la empresa también destina parte de sus ingresos a actividades culturales que permiten la integración y fortalecimiento de la comunidad.

“... una parte siempre tiene que ser para los socios, pero otra parte para los gastos...” **Socio ex directivo.**

Al margen de la principal actividad que realiza la empresa comunal de aguas Termo medicinales de Juntuma, los socios comuneros también están enfocados mejorar su desempeño en las actividades como la agricultura y la ganadería. De igual manera, se proyectan y/o tienen pensado incursionar en la crianza de truchas, aprovechando una vez más el recurso río que está próximo al balneario. Esta actividad se piensa realizar con los ingresos que genera la empresa comunal de Juntuma.

“... otras actividades que hacemos la agricultura... tenemos un proyecto de crianza de trucha... como estamos al frente del río”. **Socio ex directivo.**

Actualmente se cuenta con una piscina rústica, que no está en funcionamiento, pero los comuneros desean construir una moderna piscina, para realizarlo, busquen financiamiento de los gobiernos locales tanto del Distrito de Asillo y Provincia de Azángaro, para así construir una piscina temperada.

“... estamos pensando construir una piscina temperada...” **Socio actual directivo.**

Turismo de salud

Asisten al balneario de Juntuma personas que buscan mejorar su salud y aliviar dolencias causadas por el frío, principalmente el reumatismo. Puesto que las aguas termales de Jutuma contienen muchos minerales, su uso es adecuado para aliviar el reumatismo, las dolencias de la rodilla, los malestares del cuerpo y muchas otras enfermedades y también se recomienda estar en el agua máximo durante 30 (treinta) minutos, de lo contrario el agua succionará las energías, y esas energías deben ser reparadas. Otro grupo de visitantes al balneario son aquellos que buscan relajarse y desconectarse del estrés de la ciudad.

“... Muchas personas han venido especialmente para la enfermedad del reumatismo”. **Socio ex directivo.**

“... te diré que las aguas termomedicinales de Juntuma, cuenta con análisis... microbiológicos, químico, reactivo, etc. Bueno ese es ya... aplicados por los funcionarios del INGEMENT, que han venido de Lima”. **Socio actual directivo.**

“... su uso de acuerdo a lo que recomiendan los especialistas no deben pasar de treinta minutos”. **Socio actual directivo.**

Los principales usuarios del Balneario de Jutuma son personas que provienen de las localidades próximas y principalmente de la ciudad de Juliaca. Los usuarios que demandan servicios de termalismo en la ciudad de Juliaca están expuestos a una variedad de opciones, ya que existe varios centros de aguas termales con estos propósitos en la zona norte de la región. Destacan entre ellos los balnearios de Putina, Ayaviri, Moho y Cuyo cuyo. Sin embargo, a diferencia de estos centros termales, Juntuma se encuentra más

próximo a Juliaca, lo que constituye una ventaja importante. Pero, falta mucho aun por desarrollar. A pesar de existir infraestructura vial óptima para llegar a Juntuma, el tráfico no es muy fluido. Además, el balneario necesita una promoción más adecuada. Invertir en infraestructura está bien, pero también es necesario hacerlo en intangibles como una marca bien posicionada.

Garantía de uso del agua – aptas para el uso

Las aguas Termo medicinales de Juntuma, desde su formalización según el análisis realizado por INGEMENT, cuenta con un “certificado de clasificación y composición físico-químico, de fuentes de agua termo medicinal” y fue clasificado por sus propiedades físicas (termas, mayores a 20°C), químicas (mineral, la suma total de iones, superan los 1000mg/l.), fisicoquímicas (es termo mineral), por sus fórmulas hidroquinonas (es sulfatada cálcica), por su radioactividad (el valor de alfa total es de 0.0 milicurios /litro, por lo tanto, no es radiactivo, el valor de beta total es de 6.210x10 milicurios /litro, por lo tanto, no es radiactivo) y por su presión osmótica (son aguas hipotónicas, ya que contienen osmolalidad menor de 0.55’). Por lo tanto, son aptas para el uso en baños termales, hidroterapia y balneología. Y este análisis se realiza para cada periodo de 5 (cinco) años.

Conclusiones

Las aguas termales de Juntuma vienen siendo aprovechadas desde épocas de la Colonia y el periodo de haciendas en el distrito de Asillo, Azángaro, pero al margen del mercado. Es a partir de 1989 que los pobladores de la comunidad de Chacocunca, en su afán de aprovechar el flujo de turismo que llegaba al distrito, deciden emprender el negocio del turismo de salud. La idea era aprovechar la presencia de aguas termales superficiales ubicadas en los terrenos comunales para apertura un balneario orientado a la relajación y alivio de enfermedades causadas por el frío, como el reumatismo. No hubo formalidad al inicio de las actividades, sin embargo, en el 2015, luego de varios años de gestiones, se creó formalmente la EMPRESA COMUNAL DE AGUAS TERMOMEDICINALES JUNTUMA DE RESPONSABILIDAD LIMITADA-ECATEJ. Esta empresa es un balneario cuyo modo de gestión simbiótica entre la lógica comunal originaria y la lógica de acumulación de capital occidental.

Referencias bibliográficas

- Arbaiza-Fermini, L. (2016). *Cómo elaborar una tesis de grado*. Lima - Perú: Universidad ESAN.
- Arévalo-Pacheco, G. J., & Guerrero-García, H. (2014). Turismo de salud por medio del aprovechamiento de aguas termales Caso de la Ruta de la Salud Michoacán. *Economía y Sociedad*, XVIII(31), 121–143. Disponible en: <http://132.248.9.34/hevila/Economiaysociedad/2014/no31/6.pdf>
- Arias, F., Caraballo, A., & Matos, R. (2011). El turismo de salud: Conceptualización, historia, desarrollo y estado actual del mercado global. *Clio Amaerica*, 6(11), 72–98. Disponible en: <http://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/clioamerica/article/view/440/419>
- Balcázar, P., Gonzáles-Arratia, N. I., Gurrola, G. M., & Moysén, A. (2013). *Investigación cualitativa*. Mexico: Universidad Autonoma del Estado de México.
- Barriga-Castro, A. M., Farías-Villarraga, M. L., Ruiz-Barreto, Á. L., Sánchez-Victoria, A. J., & Jiménez-Barbosa, W. G. (2011). Turismo en salud: una tendencia mundial que se abre paso en Colombia. *Ciencia y Tecnología Para La Salud Visual y Ocular*, 9(1), 125–137. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/559286.pdf>
- Barriónuevo, Y. A. (2014). *La Explotación de las aguas minero termales con fines turísticos*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/2717>
- Gracia-Hernández, M. (2016). El turismo de salud en el estado de Hidalgo, México. Propuestas para consolidarlo. *El Periplo Sustentable*, (30), 157–179. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/eps/n30/1870-9036-eps-30-00157.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Huamaní-Huaccán, A. (2001). *Aguas termales y minerales en el suroriente del Perú (Dptos. Apurímac, Cusco, Madre de Dios y Puno)*. Lima - Perú: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Disponible en: http://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/ingemmet/337/485/D024-Boletin-Aguas_termales_minerales_suroriente_Peru.pdf
- Kogan, L. (2004). El lugar de las cosas salvajes: paradigmas teóricos, diseños de investigación y herramientas. *Espacio Abierto*, 13(1), 39–50.
- Ortiz, C., & Arévalo, G. (2016). Turismo termal en la Ruta de la Salud, en Michoacán: potencial de desarrollo regional. *Región y Sociedad*, 28(65), 149–186. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/regsoc/v28n65/1870-3925-regsoc-28-65-00149.pdf>
- Toscana-Aparicio, A. (2017). Balneario El Géiser: una experiencia de turismo comunitario en México. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 26(2), 279–293. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcg/article/view/59189/html>
- Tourism Leisure & sports. (2012). *Estrategia de Turismo Termal de Perú*. Lima - Perú. Disponible en: <https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/turismo/consultorias/estudiosConsultorias/PeruEstrategiaTurismoTermal-InformeFinal.pdf>

Planteamientos Contemporáneos sobre el Estudio de la Creatividad: una Revisión Crítica

Contemporary Approaches on the Study of Creativity: a Critical Review

Gustavo Luis Vilca Colquehuanca
gvilca@unaj.edu.pe - Universidad Nacional de Juliaca

Resumen

La creatividad, al ser una de las competencias indispensable del ciudadano del siglo XXI, constituye un desafío para los sistemas educativos y universidades en el mundo y en Perú. Este artículo tiene por objetivo ofrecer una visión resumida y actualizada del estado actual del conocimiento en el campo de la creatividad. Para ello se presenta un Rastreo histórico a la noción de la creatividad, desde los aportes del filósofo Wladyslaw Tatarkiewicz. Se abordan las actuales perspectivas de sistematización teóricas sobre la creatividad, empezando de modelo Persona – Proceso – Prensa – Producto de Rhodes (1961) hasta el modelo de artista-invento-artesano de Glăveanu (2018). Finalmente, se plantean algunas disputas pendientes en el campo de estudio y una propuesta de síntesis teórica sobre la creatividad.

Palabras claves: *Creatividad, Pensamiento creativo, Pensamiento divergente, Invención, Arte.*

Abstract

Creativity, being one of the indispensable competencies in the 21st century citizen, constitutes a challenge for the Basic Educational Systems and for Universities in Peru and all over the world. This article aims to offer a summarized and updated view of the current state and knowledge in the field of creativity. For this, a historical Tracing to the notion of creativity is presented, from the contributions of philosopher Wladyslaw Tatarkiewicz; The current theoretical systematization perspectives on creativity are taken in account. Starting from the Model of Person - Process - Media - Rhodes Product model (1961) to the Glăveanu Artist -Invention - Craftsman Model (2018). Finally, some pending disputes are raised in the field of study as well as a proposal of a Theoretical Synthesis on Creativity.

Keywords: *Creativity, Creative thinking, divergent thinking, Invention, Art.*

Introducción

En la actualidad, la competitividad sirve como indicador clave para analizar la economía de los países, tanto en el mundo académico como en el campo de las políticas de Estado (Pérez-Moreno, Rodríguez, & Luque, 2016). Es así que se considera que la prosperidad de un país es explicada en gran parte por su nivel de competitividad, la misma que depende de la productividad con la que es capaz de producir bienes y servicios (Porter, 1990). Desde 1979, la competitividad de los países es analizada mediante el Índice Global de Competitividad IGC (Schwab, 2012). Éste índice mide el potencial que tienen los países para proveer niveles apropiados de bienestar a sus habitantes. Conceptualmente resulta del análisis de las instituciones, políticas y factores que constituyen el soporte del nivel de productividad de un país determinado (Schwab, 2015). De acuerdo al último *The Global Competitiveness Report 2017-2018* del *World Economic Forum*, donde se analizaron a 137 países, el índice está encabezado por Suiza, Estados Unidos, Singapur, Holanda, Alemania, Hong Kong, Suecia, Reino Unido, Japón y Finlandia (Schwab, 2017). El Perú ocupa el puesto 72, lo que provocó un descenso de 5 posiciones respecto al 2016 y 11 con relación al informe del 2013 (Centro de Desarrollo Industrial, 2017).

El índice de competitividad global se mide a partir de doce pilares que componen las diferentes dimensiones de la competitividad de un país. El duodécimo pilar considerado se refiere a la innovación. La innovación se hace importante en la medida en que un país transforma su economía a una basada en el conocimiento (Schwab, 2012). Para la *World Intellectual Property Organization WIPO* la innovación es, y será aún más en el futuro próximo, el motor del crecimiento económico para las economías basadas en el conocimiento; así mismo será la herramienta más importante para enfrentar los desafíos ambientales y sociales que afronten los países. Actualmente, según *The Global Innovation Index 2017*, los países más innovadores son Suiza, Suecia, Países Bajos, Estados Unidos, Reino Unido, Dinamarca, Singapur, Finlandia, Alemania e Irlanda (Dutta, Larvin, & Wunsch-Vincent, 2017). En ese mismo informe, el Perú ocupa la posición 70 de 127 países a nivel mundial. Al desagregar el índice en sus componentes, uno de ellos se refiere a la producción creativa, en donde el Perú desciende a la posición 82 (Dutta et al., 2017).

Latinoamérica es una región donde el crecimiento de la productividad está asociado al emprendimiento de su gente (Hernández, Alvarado, & Luna, 2015). Uno de cada tres trabajadores en América Latina es propietario de un emprendimiento, pero que en su mayoría no tienen potencial de crecimiento. Son pocos los emprendedores que logran contratar alguna vez un trabajador. La mayoría de los emprendimientos, luego de muchos años, siguen siendo pequeños negocios familiares. Según el informe del Banco Mundial, *El emprendimiento en América Latina: muchas empresas y poca innovación*, la región se caracteriza por tener una escasez de empresarios innovadores (Lederman, Messina, Pienknagura, & Rigolini, 2014). Lo que le hace falta a

Latinoamérica y al Perú son emprendedores innovadores, forjadores de empresas con potencial de crecimiento, que generan buenos empleos y mejoren la productividad, para lo cual se requiere ser sobre todo creativo.

La creatividad se ha convertido en una de las principales "competencias del siglo XXI" según la OCDE (Ananiadou & Claro, 2009). Según el *Manual de Oslo*, publicado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), la creatividad trata de la generación de nuevas y originales ideas, mientras que la innovación se encarga de implementar dichas ideas mediante proyectos concretos (Lederman et al., 2014; Mon, 2008; Ordoñez, 2010; Warner, 2012). Según el *Programme for International Student Assessment PISA*, que desde el 2012 ha evaluado la competencia creativa basada en la resolución de problemas a los jóvenes de 15 años de más de 70 países, incluido el Perú, las buenas calificaciones en asignaturas regulares no necesariamente implican buenos resultados en la resolución creativa de problemas (OCDE, 2014a). Esta falta de concordancia se debe al divorcio que existe entre la universidad y el mundo actual. "El mundo es flexible, cambiante y diverso, y la escuela sigue siendo rutinaria, inflexible, descontextualizada y estática. El mundo exige flexibilidad y creatividad para adaptarse a una vida profundamente cambiante, y la escuela asume currículos fijos delimitados desde siglos atrás" (De Zubiría, 2013, p.1).

En PISA participan los miembros de la OCDE y los países asociados voluntariamente para ser parte de la prueba, como el Perú. Se evalúa a jóvenes estudiantes de 15 años que asisten a la secundaria, si son capaces de utilizar los conocimientos y habilidades adquiridos frente a situaciones de la vida diaria (Martens, 2017). A pesar de que el Perú participo en el PISA 2012, no fue considerado dentro del módulo de *Resolución Creativa de Problemas*. Los únicos países sudamericanos considerados fueron Chile, Brasil, Uruguay y Colombia que quedaron en los últimos lugares, frente a Singapur y Corea que encabezaron la lista de mejor posicionados. PISA define la competencia de resolución creativa de problemas como la capacidad de un individuo para entender y resolver situaciones problemáticas donde la resolución no es obvia ni inmediata (OCDE, 2014b). Si de acuerdo al informe *PISA 2012 Results: Creative Problem Solving: Students' Skills in Tackling Real-Life Problems* (OCDE, 2014b), Latinoamérica está rezagada a los últimos lugares; y además el Perú ocupó los últimos lugares en las pruebas PISA que participó, entonces parece no exagerado inferir que los estudiantes que vienen egresando de los colegios secundarios presentan deficiencias en el desarrollo de las competencias creativas. Según Glăveanu (2018) el error en que incurren los sistemas educativos en el mundo es suponer que la creatividad es única, pero en la práctica existen varias creativities. Por lo tanto, en el caso de las pruebas PISA, lo que se estaría evaluando es la creatividad como inventiva, y se dejaría de lado las otras formas de creatividad como arte o como artesanía cotidiana. Cuando se enfoca la creatividad como inventiva, se prioriza la solución creativa de problemas, mientras que cuando se enfoca la creatividad como arte, se prioriza el uso

del pensamiento divergente o divergencia creativa. En este sentido, una discusión más ampliada de tema de la creatividad y su importancia en la sociedad supone empezar por averiguar cuál es el estado del arte sobre los estudios de la creatividad. Este artículo tiene por objetivo ofrecer una visión resumida y actualizada del estado actual del conocimiento en el campo de la creatividad, así como proponer una síntesis teórica propia.

Rastreo histórico a la noción de la creatividad

Posiblemente el estudio más citado cuando se trata de una reconstrucción de la historia de la noción de creatividad, antes de su abordaje científico a mediados del siglo XX, es el trabajo del filósofo Wladyslaw Tatarkiewicz, quien publicó en 1979, su famoso libro *Historia de seis ideas. Arte, belleza, creatividad, mimesis, experiencia y estética* (Tatarkiewicz, 2001).

Según Tatarkiewicz (2001), en la historia de la noción de creatividad se puede reconocer cuatro estadios: 1) cuando la creatividad no existía, 2) cuando la creatividad era un asunto divino 3) cuando la creatividad era un asunto de artistas y 4) cuando la creatividad es un asunto de todos.

En el primer estadio, que corresponde a la antigüedad clásica, la creatividad no existe como tal. Lo más cercano a ella eran las ideas del demiurgo platónico (arquitecto constructor) y la *techné* (fabricante transformador). En ambos casos lo que queda claro es que ninguno se refiere a la creación de algo a partir de la nada.

En el segundo estadio, que corresponde al medievalismo occidental, la noción de creatividad se asocia a la noción de Dios, puesto que éste es el único capaz de crear algo de la nada, y por lo tanto era un atributo exclusivamente divino.

El tercer estadio, corresponde a los movimientos del renacimiento e ilustración del siglo XIX, donde la noción de creador se convirtió en sinónimo de artista. Eran los artistas los que podían acceder a la experiencia creadora divina, al materializar sus obras. Por otro lado, los inventores eran también otro grupo privilegiados que podían adscribirse el adjetivo de creativos (Glăveanu, 2018).

Finalmente, el estadio cuarto, corresponde al siglo XX, donde la noción de creatividad se democratiza. La creatividad deja de ser un atributo exclusivo de los artistas e inventores, y se empieza aplicar a cualquier actividad humana que cumple con algún grado de originalidad y eficacia.

Desde una perspectiva estrictamente científica, la gran mayoría de los investigadores, reconocen que el interés serio y científico por el estudio de la creatividad se inicia en 1950 con el discurso pronunciado por J. P. Guilford ante la *American Psychological Association* (APA) (López, 1995). Desde mediados del siglo XX, se inicia la investigación sobre distintos aspectos de la creatividad, principalmente desde la psicología y la educación.

Perspectivas teóricas sobre la creatividad

Luego de siete décadas de investigaciones sobre la cuestión creativa, se puede constatar que el estudio de la creatividad ha tenido diversas perspectivas de abordaje; que en partes se han complementado, y en otras entraron en abierta contraposición. Una de las más clásicas y conocidas sistematizaciones es la Rhodes (1961), quien organiza los estudios de la creatividad en cuatro perspectivas: Persona – Proceso – Prensa – Producto.

Otra sistematización destacada de la producción científica sobre la creatividad es el trabajo de Mayer (2010), que organiza 50 años de investigación en seis perspectivas más o menos delimitadas, basándose en criterios metodológicos: 1) psicométrica, 2) experimental, 3) biográfica, 4) biológica, 5) computacional y 6) contextual.

Amparado bajo criterios de perspectiva disciplinaria, Runco (2009) considera que la investigación de la creatividad ha tenido un amplio abanico de temas y enfoques, los mismos que no pueden encasillarse en el modelo Persona – Proceso – Prensa – Producto. Por ello propone un nuevo marco de referencia disciplinario más amplio: conductual, biológico, clínico, cognitivo, de desarrollo, historiométrico, organizacional, psicométrico y social.

Recientemente Soto, (2012) identifica cuatro principales perspectivas que sirven para organizar los estudios sobre la creatividad: 1) psicométrica, 2) cognitiva 3) de la personalidad social y 4) de confluencia. La ventaja de este nuevo marco de referencia para analizar la investigación creativa es que considera como criterio organizador el interés teórico de las principales escuelas de investigación.

Finalmente, una última sistematización del conocimiento generado sobre la creatividad desde mediados del siglo XX hasta la actualidad (70 años) es el trabajo de Glăveanu (2018). Este investigador realiza interesantes observaciones a la forma como se ha ido sistematizando la teoría sobre la creatividad. Algunos puntos a destacar son:

- Critica la visión occidental y occidentalizadora del conocimiento sobre la creatividad.
- Critica el doble discurso que existe en la sociedad sobre la creatividad, puesto que en ciertos contextos se la patrocina y ensalza como algo deseable para las personas, organizaciones y sociedades (la creatividad es sinónimo de éxito); pero que por otro lado se le posterga, obvia y teme (lo creativo es disruptivo, imprevisible y caótico, es decir peligroso).
- Critica la confusión que existe en la sociedad sobre la noción única de creatividad, cuando existen muchas. Al respecto, Glăveanu (2018) identifica tres perspectivas para entender la creatividad: La creatividad del artista, la creatividad del inventor y la creatividad del artesano.

Disputas pendientes y síntesis teórica sobre la creatividad

El presente apartado es tributario en gran parte al trabajo de Glăveanu (2018): *Educating which creativity?* Su sistematización constituye un esfuerzo prometedor para el estudio de la creatividad con implicancias para la educación. En este sentido, la síntesis teórica que se propone pretende ser una continuación del trabajo citado.

1. La investigación sobre la creatividad puede organizarse a partir de tres preguntas centrales: ¿Qué es la creatividad? ¿Dónde está la creatividad? y ¿Qué creatividades?
2. Primera pregunta: ¿Qué es la creatividad? Desde 1950, con el discurso seminal de Guilford (1966) sobre la inteligencia, la creatividad y el pensamiento divergente, se sientan las bases de una tradición de investigación que busca definir qué es la creatividad. Se actúa por el imperativo de que la creatividad para ser definida, antes debe ser cuantificada. Los esfuerzos de medición de la creatividad se agrupan en dos vertientes complementarias: a) Los estudios que definen la creatividad a partir de las nociones de originalidad y novedad (sesgo del artista), y b) aquellos que la definen considerando el criterio de utilidad (sesgo del inventor).

Para los primeros, la creatividad es un proceso cognitivo que ocurre dentro de los sujetos, y que consiste en la generación de ideas nuevas y originales. Por lo tanto, su medición implica emplear indicadores de divergencia: fluidez y originalidad. Los mejores ejemplos pueden ser las pruebas estandarizadas de pensamiento divergente de Guilford y Torrance. Dentro de esta perspectiva, también se ha prestado mucha atención a los estudios de la personalidad creativa.

En el caso de los segundos, la creatividad también ocurre dentro de los sujetos, pero tiene más que ver con la generación de ideas y productos útiles en el campo científico y tecnológico. La medición de esta noción de creatividad ha estado ligada a indicadores de convergencia. Por ello, los instrumentos de medición empleados más usuales han sido las pruebas de solución creativa de problemas (Larkin, Heller, & Greeno, 1980). Ya no se prioriza la fluidez de las ideas, sino su eficacia en la resolución de problemas. Al enfatizar el estudio del proceso de resolución de problemas, como proceso creativo, muchas investigaciones adoptaron los presupuestos de la corriente cognitivista de la creatividad. Sus principales representantes, entre ellos, Margaret Boden, Davi Perkins y Robert Sternberg, se han preocupado por investigar el proceso de la creatividad, es decir, el modo como las personas creativas generan las ideas y productos creativos conducentes a la solución de problemas (Gardner, 1995).

3. Segunda pregunta: ¿Dónde está la creatividad?

Los trabajos de Howard Gruber (1982) y Deam Simonton (1984) dan inicio a esta perspectiva. Gruber estudia cualitativamente los modos en que las ideas creativas se desarrollan a lo largo del tiempo. Por su parte, Simonton estudia cuantitativamente los desarrollos creativos desde una metodología historiométrica. Estos estudios inspiraron a una nueva generación de investigadores denominados contextualistas, donde destacan (Amabile, 1983), (Csikszentmihalyi, 1918), (Sternberg & Lubart, 1991); que abogan por el estudio de la creatividad en un contexto social específico y no como una abstracción sin tiempo ni lugar. Es Csikszentmihalyi, quien en 1988, al publicar su trabajo *Society, Culture, and Person: A Systems View of Creativity* sugiere que la investigación sobre la creatividad ha dejado de lado el contexto, por lo que mejor sería cambiar la pregunta ¿qué es la creatividad? por ¿dónde está la creatividad? Esta pregunta obliga a pensar en el efecto de contexto sobre el proceso creativo (Kuo, 2011).

De este modo, el producto creativo resulta de la interacción de una persona que aporta novedad, una cultura que actúa como campo simbólico y un ámbito de expertos que actúan como jueces. Dos consecuencias se derivan de esta forma de enfocar el estudio de la creatividad: i) La creatividad no puede ser estudiada en abstracto, al margen del contexto; el rol de ámbito y del campo es decisivo. ii) La creatividad no puede ser medida, por lo tanto, no es recomendable el uso de herramientas psicométricas. Las pruebas estandarizadas únicamente nos indican el potencial creativo de las personas. iii) La creatividad que vale la pena ser tomada en cuenta es aquella que goza de un mayor reconocimiento dentro del campo; por lo que las ideas creativas cotidianas no son relevantes.

4. Tercera pregunta ¿Qué creatividades?

Esta pregunta sugiere que no existe una única creatividad, sino más bien muchas creatividades, y según empleemos alguna de ellas, éstas tendrán importantes implicaciones prácticas en la sociedad, las organizaciones y en la educación. Glăveanu (2018) considera que hasta la fecha se han priorizado dos campos principales para definir la creatividad, el artístico y el científico, y se ha descuidado otros campos que forman parte de la vida cotidiana y que no tiene necesariamente que ver con las obras maestras o los grandes inventos, pero que dentro de ciertos campos específicos pueden ser juzgados como creativos, por sus respectivos ámbitos.

Gardner (1995) es uno de los principales investigadores en esta perspectiva. Considera que al igual que no existe un solo tipo de inteligencia, tampoco es sensato suponer que existe una sola forma de creatividad. En su obra *Mentes creativas. Una anatomía de la creatividad* describe las creatividades en distintos campos a través del estudio de siete

personajes, cuyas personalidades y obras fueron calificadas como *Creativas* en el mundo occidental del siglo XX. Estos creadores fueron Sigmund Freud, Albert Einstein, Pablo Picasso, Igor Stravinsky, T.S. Eliot, Martha Graham y Mahatma Gandhi (Gardner, 1995).

A diferencia de Gardner, Glăveanu (2018) es más radical y va más allá de pensar en unas cuantas formas de creatividad. Él relativiza el papel decisivo que los contextualistas le daban campo y al ámbito en la cuestión creativa; para ello sugiere pensar la creatividad en términos de habilidad práctica que conduce a la maestría en cualquier ámbito de la vida cotidiana. De este modo, ser creativo se acerca más a la figura de un maestro artesano que a un célebre artista o a un encumbrado científico. En el campo artístico y científico, ciertamente los ámbitos son importantes, pero para los oficios artesanales ni los campos ni los ámbitos son determinantes, puesto que no están claramente delimitados ni identificados. De este modo, estas formas de creatividad alternas no buscan revolucionar el arte o la ciencia, sino generar productos significativos para sus propios contextos.

Referencias bibliográficas

- Amabile, T. M. (1983). The social psychology of creativity: A componential conceptualization. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45(2), 357–376. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.45.2.357>
- Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). 21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries. *OECD Education Working Papers*, (41), 33. <https://doi.org/10.1787/218525261154>
- Centro de Desarrollo Industrial. (2017). *Nota de prensa: Perú cae 5 posiciones en el Ranking del Informe Global de Competitividad 2017-2018*. Lima. Disponible en: http://www.cdi.org.pe/pdf/IGC/2017-2018/NOTA_DE_PRENSA_IGC_WEF_2017-2018_CDI.pdf
- Csikszentmihalyi, M. (1988). Motivation and creativity: Toward a synthesis of structural and energistic approaches to cognition. *New Ideas in Psychology*, 6(2), 159–176. [https://doi.org/10.1016/0732-118X\(88\)90001-3](https://doi.org/10.1016/0732-118X(88)90001-3)
- De Zubiría, J. (2013). El maestro y los desafíos a la educación en el siglo XXI. *REDIPE. Revista Iberoamericana de Pedagogía*, (825), 1–27.
- Dutta, S., Lanvin, B., & Wunsch-Vincent, S. (2017). *The Global Innovation Index 2017. Innovation Feeding the World*. Geneva: World Intellectual Property Organization. Disponible en: http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_public_gii_2017.pdf
- Gardner, H. (1995). *Mentes creativas. Una anatomía de la creatividad vista a través de la vida de Freud, Einstein, Picasso, Stravinsky, Eliot, Graham y Gandhi*. Buenos Aires: Ediciones Paidós Internacional.
- Glăveanu, V. P. (2018). Educating which creativity? *Thinking Skills and Creativity*, 27(October 2017), 25–32. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.11.006>
- Gruber, H. E. (1982). *Darwin on Man: A Psychological Study of Scientific Creativity*. Chicago: University of Chicago Press.
- Guilford, J. P. (1966). La estructura del intelecto. In Elsevier (Ed.), *Lecturas en psicología clínica* (pp. 267–293). Pergamon Press.
- Hernández, I., Alvarado, J. C., & Luna, S. M. (2015). Creatividad e innovación: competencias genéricas o transversales en la formación profesional. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, (44), 135–151. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=101332416&lang=es&site=ehost-live>
- Kuo, H.-C. (2011). Toward a Synthesis Framework for the Study of Creativity in Education: An Initial Attempt. *Educate Journal*, 11(1), 65–75. Disponible en: http://www.educatejournal.org/index.php/educate/article/viewFile/287/250&usg=AOvVaw34ChgtucVw_Zsqz5ccP1l
- Larkin, J. H., Heller, J. I., & Greeno, J. G. (1980). Instructional implications of research on problem solving. *New Directions for Teaching and Learning*, 2, 51–65. Disponible en: [file:///Users/Kuo/Documents/Papers/Larkin/Larkin in 1980 New Directions for Teaching and Learning](file:///Users/Kuo/Documents/Papers/Larkin/Larkin%201980%20New%20Directions%20for%20Teaching%20and%20Learning.pdf)

- Learning.pdf%5Cnpapers2://publication/uuid/A5764AB1-EFCB-40A7-A9E1-3999D742ACEF
- Lederman, D., Messina, J., Pienknagura, S., & Rigolini, J. (2014). *El Emprendimiento en América Latina: Muchas empresas y poca innovación*. Banco Mundial. Washington, D.C. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-0284-3>
- López, R. (1995). *Desarrollos conceptuales y operacionales acerca de la creatividad*. Chile: Universidad Central Press. Disponible en: <http://www.neuronilla.com/documentate/articulos/55-creatividad-definicion-reflexion-e-investigaci/203-desarrollos-conceptuales-y-operacionales-acerca-de-la-creatividad-ricardo-lopez-perez.html>
- Martens, M. (2017). El Perú en PISA 2015 Informe nacional de resultados. *Umc*, 192. Disponible en: http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Libro_PISA.pdf
- Mayer, R. E. (2010). Fifty Years of Creativity Research. *Handbook of Creativity*, (1950), 449–460.
- Mon, F. (2008). Análisis del estado de la creatividad de los estudiantes universitarios. Disponible en: <http://www.increa.uji.es/arxiu/publicacionessin-crear/124.pdf>
- OCDE. (2014a). ¿Los jóvenes de 15 años son creativos a la hora de resolver problemas? *PISA in Focus*, 04, 1–4. Disponible en: <http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/pisa-in-focus/pisa-in-focus-n38-esp-1-4-2014.pdf?documentId=0901e72b81904916%5Cnpapers3://publication/doi/10.1787/888933003573>
- OCDE. (2014b). *PISA 2012 Results: Creative Problem Solving: Students' Skills in Tackling Real-Life Problems* (Vol. V). OCDE Publishing. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1787/9789264208070-en>
- Ordoñez, R. (2010). *El cambio, creatividad e innovación*. México: Ediciones Granica S.A.
- Pérez-Moreno, S., Rodríguez, B., & Luque, M. (2016). Assessing global competitiveness under multi-criteria perspective. *Economic Modelling*, 53, 398–408. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2015.10.030>
- Porter, M. (1990). Competitive Advantage of Nations. *Harvard Business Review*, 1(1), 71–91. <https://doi.org/10.1002/cir.3880010112>
- Rhodes, M. (1961). An Analysis of Creativity. *The Phi Delta Kappan*, 42(7), 305–310. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/20342603>
- Runco, M. A. (2009). Torrance Center for Creativity and Talent Development, University of Georgia, Athens, and The Norwegian School of Economics and Business Administration. *Creativity*, 1–11.
- Schwab, K. (2012). *The global competitiveness report 2011-2012*. Geneva: World Economic Forum. <https://doi.org/10.4102/sajip.v40i1.1117>
- Schwab, K. (2015). *The Global Competitiveness report 2015-2016*. *World Economic Forum* (Vol. 5). Geneva: World Economic Forum. <https://doi.org/92-95044-35-5>
- Schwab, K. (2017). *The Global Competitiveness Report 2017-2018* (Vol. 5). Geneva: World Economic Forum. <https://doi.org/92-95044-35-5>
- Simonton, D. K. (1984). *Genius, Creativity, and Leadership*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Soto, G. (2012). *Diferentes perspectivas de evaluar el pensamiento cognitivo*. (Tesis). Universidad de Murcia.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1991). An investment theory of creativity and its development. *Human Development*, 34(1), 1–31.
- Tatarkiewicz, W. (2001). *Historia de seis ideas. Arte, belleza, forma, creatividad, mimesis, experiencia estética*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Warner, J. (2012). *Creatividad e innovación. Perfil de competencias*. Madrid: Editorial Universitaria.

Normas generales para la presentación de artículos en Ñawparisun Revista de Investigación Científica

Tipos de publicación

Artículo original

Es un tipo de investigación válida por excelencia, pues su información es de tipo primaria e inédita. Está caracterizada por la interpretación de resultados alcanzados que muestran no solo un estado actual cognoscitivo nuevo, sino además que pueden demostrar la aplicación de un resultado de manera directa o conducente hacia otra disciplina del saber de manera indirecta en el tiempo pero que finalmente, se transformará para su justificación como causa directa. El formato de comunicación será el siguiente: título, autor (es) e institución (es), resumen y abstract, palabras claves (Keywords), introducción, materiales y métodos, resultados y discusión, conclusiones, agradecimientos y referencias bibliográficas. La extensión máxima es de veinticinco (25) páginas para el contenido.

Artículo de revisión

Los artículos de revisión son publicaciones que se caracterizan por profundizar un tema en particular a modo de divulgación, crítica o contribución a la comunidad académica. En un artículo de revisión se recomienda la búsqueda sistemática de referencias bibliográficas y que respondan a preguntas esbozadas. Los artículos de revisión se pueden presentar a solicitud del Comité o por iniciativa de los autores, los cuales dependiendo de la pertinencia, pasan o no a su revisión por pares. El formato de comunicación será el siguiente: título, autor (es) e institución (es), resumen y abstract, palabras claves (Keywords), introducción, contenido, conclusiones, agradecimientos y referencias bibliográficas. La extensión máxima es de veinte (20) páginas para el contenido.

Comunicaciones cortas

Las comunicaciones cortas, rápidas o breves, representan un producto de una investigación científica, pero por lo general son resultados preliminares que necesitan ser comunicados prontamente; por lo que estas investigaciones pueden presentar ciertas limitaciones. Estos trabajos pasan por revisión de pares. El formato de comunicación será el siguiente: título, autor (es) e institución (es), resumen y abstract, palabras claves (Keywords) introducción, materiales y métodos, resultados y discusión, conclusiones, agradecimientos y referencias bibliográficas. La extensión máxima es de catorce (14) páginas para el contenido.

Artículo de opinión

Es un tipo específico de publicación, en las que el autor (es) da (n) cuenta de su enfoque sobre un tema de interés que por lo general se hace a solicitud de la revista o por convocatoria de la misma. Este tipo de publicación, por lo general, hace énfasis sobre la posición del autor (es) con relación al tema. Dependiendo de la pertinencia, pasan o no a su revisión por pares. El formato de comunicación será el siguiente: título, autor (es) e institución (es), resumen y abstract, palabras claves (Keywords) introducción, discusión, conclusiones y referencias bibliográficas. La extensión máxima es de catorce (14) páginas para el contenido.

Reporte de casos

Corresponde a una comunicación donde se detallan las condiciones sobre determinado hallazgo, representándose niveles de evidencia. Cada reporte de caso pasa por una revisión de pares. El formato de comunicación será el siguiente: título, autor (es) e institución (es), resumen y abstract, palabras claves (Keywords), introducción, discusión, conclusiones y referencias bibliográficas. La extensión máxima es de catorce (14) páginas para el contenido.

Carta al editor

Son manuscritos breves donde se expresa un comentario de acuerdo o desacuerdo conceptual, metodológico, interpretativo sobre alguna modalidad de artículo publicado en una revista. La publicación por la modalidad de carta al editor, promueve el conocimiento científico, ya que se basa en ideas o discusiones sobre determinados paradigmas. La opinión, puede ser el reflejo de cuan activa es una comunidad científica y cuan leída puede ser una determinada revista. Estos escritos son evaluados únicamente por el Comité Editor. El formato de comunicación será el siguiente: título, a quien va dirigida, autor (es), institución (es), contenido de texto principal, autor para correspondencia y referencias bibliográficas. En este tipo de publicación, resulta importante ubicar el grado científico o académico del autor (es), así como el lugar de adscripción de desempeño laboral. La extensión máxima es de cuatro (4) páginas para el contenido.

Reseña

La reseña es un texto escrito de carácter académico que contiene principalmente dos elementos: i) una síntesis de las ideas centrales de un libro, un capítulo de libro o un artículo científico original, y ii) una evaluación o valoración crítica del mismo, con el fin de que los lectores puedan formarse una idea general sobre su contenido y calidad. El formato de comunicación será el siguiente: Información bibliográfica del documento a reseñar (autor, título, lugar (ciudad), editorial, año, cantidad de páginas), contenido de texto principal (contexto, síntesis de contenidos, valoración crítica), conclusión o cierre, autor (es) e institución (es). La extensión máxima es de cuatro (4) páginas para el contenido.

Formato

Tamaño de página	A4 (21 x 29.7 cm)
Márgenes	Superior, inferior y derecho: 2.5 cm Izquierdo: 3.5 cm
Interlineado	Espacio y medio para el texto en general Espacio simple para citas textuales y notas a pie de página.
Tipografía	Fuente: Times New Roman Tamaño: 12 puntos para el texto en general y hasta 14 puntos para los títulos.

Estructura para la presentación de artículos científicos

TÍTULO (en idioma español e inglés)

Debe demostrar el carácter especializado de la información con relación a la disciplina que se esté abordando, así como denotar una correcta sintaxis. Los títulos no son oraciones y deben finalmente evidenciar según las variables a medir, el tipo de estudio o investigación realizada. Además, el título debe reflejar que se realizó, cómo se realizó, en qué se realizó, así como dónde se realizó.

NOMBRE(S) Y APELLIDOS DEL (LOS) AUTOR(ES)

Si es más de un autor, deberá separarse por el signo de puntuación coma. Cuando los autores no correspondan a la misma institución, deberán identificarse con un número Arábigo-Índico Occidental en superíndice. Al presentarse más de un autor de igual procedencia institucional, deberá estar acompañado el número Arábigo-Índico Occidental en superíndice por letras ordenadas en orden alfabético. Se deberá indicar solo área de desempeño profesional donde se obtuvieron los resultados y la institución correspondiente. Al final de cada identificación se mencionarán cada correo electrónico de los autores.

RESUMEN (en idioma español e inglés)

El resumen debe ser breve, pues en éste deben aparecer sólo los detalles importantes, las ideas fundamentales y los datos técnicos más sobresalientes. Se debe redactar como un texto normal, a renglón seguido, sin usar guiones ni sangrar el texto. No debe exceder de 300 palabras.

PALABRAS CLAVES (en idioma español e inglés)

Se aceptarán un máximo de cinco (5) palabras no incluidas en el título y deberán estar en cursiva.

INTRODUCCIÓN

Debe delimitarse que se realizó como investigación, debe tomar en cuenta el conocimiento previamente construido, pues esta forma parte de una estructura lógica, ya existente y es lo que se denomina marco de referencia (sólo se anuncia lo que se hizo por los autores). De forma conjugada, deberá describirse elementos teóricos ya planteados por uno y/o diferentes autores; y que permiten al investigador fundamentar su proceso de investigación (es lo que se conoce como marco teórico propiamente dicho). La introducción finaliza con comunicación explícita del objetivo de la investigación que se desea comunicar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Debe presentarse el diseño de investigación seguido con la mayor precisión posible para que otros investigadores comprendan, repliquen y confirmen el proceso de investigación seguido. Los métodos previamente publicados como índices o técnicas deben describirse sólo brevemente y aportar las correspondientes citas, excepto que se hayan realizado modificaciones en los mismos. Se mencionará el sistema (unidad de análisis) que fue estudiado, la descripción geográfica de la zona de estudio, el cálculo del tamaño de la muestra y la forma de muestreo utilizada (recojo de datos), la referencia al tipo de análisis de los datos que se ha empleado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección, se reportan los hallazgos (datos), los cuales pueden presentarse en forma de tabla o figura, los que deberán ser analizados en el artículo. Deben ser comprensibles, así como evitar su redundancia. Para efectos de la presentación de hallazgos se procurará resaltar los resultados más relevantes e importantes. En la discusión se debe realizar comparaciones de los datos obtenidos con los alcanzados por otros autores, considerar lo nuevo y relevante, considerar la evidencia científica, identificar perspectivas futuras a investigar, y explicar de forma coherente aquellos resultados no esperados. Ver formatos de tablas y figuras.

CONCLUSIONES

Es la respuesta a los objetivos, de manera que se resalta el principal aporte de la investigación de manera bien fundamentada.

AGRADECIMIENTOS

Se agradecerá la colaboración de personas e instituciones que hayan hecho contribuciones sustanciales a la investigación. Así mismo, se recomienda agradecer la fuente de financiación de la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Es la relación de las diferentes fuentes de información de distinto soporte, impreso o digital, utilizados en la elaboración del artículo científico.

Estructura para la presentación de artículos científicos

FORMATO DE TABLA

Cuando se presenten los datos en tabla, se ubicará el nombre de la misma en la parte superior y se identificará con número latino.

Tabla 1.
Nombre sobre lo que se identifica.

Categoría	Categoría	Categoría	Categoría	Categoría
Variable	xx	xx	xx	xx
Variable	xx	xx	xx	xx
Variable	xx	xx	xx	xx

Nota. Pueden ser notas generales, específicas, de probabilidad o nota fuente.

FORMATO DE FIGURA

En el caso que se presenten los datos en figura, se ubicará la misma en la parte inferior y se identificará con número latino.



Figura 1. Nombre sobre lo que se identifica.
Nota (de ser necesario)

MODO DE CITAR LA INFORMACIÓN CIENTÍFICA

Se refiere a la presentación de las fuentes de información científicas donde solo podrán ser de tipo primaria. Este debe basarse en el manual de estilo APA 6.0 (American Psychological Association).

La forma de citar en el texto será de la manera siguiente:

Para un solo autor

1. Una de las teorías más importantes es la propuesta de la Inducción Analítica (Araníbar, 2017).
2. Una de las teorías más importantes es aquella propuesta por Araníbar (2017).
3. Araníbar (2017) propuso una de las posturas más importantes de la semiótica.

Para dos autores

1. Una de las teorías más importantes es la propuesta de la Inducción Analítica (Araníbar y Argota, 2017).
2. Una de las teorías más importantes es aquella propuesta por Araníbar y Argota (2017).

Para más de tres autores

(1ra vez)

1. Una de las teorías más importantes es la propuesta de la Inducción Analítica (González, Argota, Pérez y Medina, 2017).

(2da vez para adelante)

2. Una de las teorías más importantes es la propuesta de la Inducción Analítica (González et al., 2017).

MODO DE PRESENTAR LAS REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Basarse en las normas del estilo de redacción APA 6.0. A modo de ejemplo se presentan algunas formas típicas.

Artículo publicado en una revista científica impresa

Autor, año de publicación, título, revista, volumen y número, páginas.

Ejemplo:

Charaja, C.F. (2011). La ciencia como proceso. *Episteme*, Vol. 1(2), 23-37.

Artículo publicado en una revista científica impresa y disponible en la Internet

Autor, año de publicación, título, revista, volumen, número, páginas, dirección (URL) de la versión digital.

Ejemplos:

Argota, G., Lannacone, O.J. y Fimia, D.R. (2013). Características de *Gambusia punctata* (Poeciliidae) para su selección como biomonitor en ecotoxicología acuática en Cuba. *The Biologist*, Vol. 11(2), 229-236. <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4699849.pdf>

Gracia, M.I., Lázaro, R., Latorre, M.A., Medel, P., Aranibar, M.J., Jiménez-Moreno, E., and Mateos G.G. (2009). Influence of enzyme supplementation of diets and cooking–flaking of maize on digestive traits and growth performance of broilers from 1 to 21 days of age. *Animal Feed Science and Technology*. Vol 150: 303–315

Artículo publicado en una revista científica electrónica

Autor, año de publicación, título, revista, volumen, número (si procede) dirección (URL)

Ejemplo:

Johnson, B. and Onwuegbuzie, A. (2004). Mixed Methods Research: A Research paradigm whose time has come. *Journal Educational Researcher*, Vol. 33(7), 14-26. <https://pdfs.semanticscholar.org/bb6e/6e3251bbb80587bdb5064e24b55d728529b1.pdf>

Capítulo de libro

Autor, año de publicación, capítulo del libro, en: iniciales y apellido del editor, título de libro, páginas, lugar, ciudad donde radica la casa editora, y casa editora.

Ejemplo: Arce, J.C., y Gutiérrez, M. (2012). Indicadores financieros y su relación con la economía futura latinoamericana. En R.J. Porras (Ed.), *El rumbo económico de América Latina*: (pp.100-121). Bogotá, Colombia: Nuevo Camino.

Libro

Autor, año de publicación, título de libro, edición, ciudad donde radica la casa editora, casa editora.

Ejemplo: Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2015). *Metodología de la Investigación*. Sexta edición. México: Editorial Mc Graw Hill.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

» Universidad LICENCIADA



www.unaj.edu.pe

Av. Nueva Zolancia N° 631 Urb. La Capilla
Telf. 051 323200 Juliaca - Perú



Laboratorio de Granos Andinos
(Sede Ayabacas)