



Revista Científica YOTANTSIPANKO



VOL. 02 NUM. 02 - 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL
JUAN SANTOS ATAHUALPA

LICENCIA CREATIVE
COMMONS



DIRECCIÓN: AV. PERÚ 612 – PAMPA DEL CARMEN CHANCHAMAYO - JUNÍN

AUTORIDADES

UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA SELVA CENTRAL

JUAN SANTOS ATAHUALPA



Dr. Moisés Ronald Vásquez Caicedo Ayras
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN
ORGANIZADORA



Dr. Ide Gelmore Unchupaico Payano
VICEPRESIDENTE DE INVESTIGACIÓN



Dr. Luis Ernesto Tapia Luján
VICEPRESIDENTE ACADÉMICO

YOTANTSIPANKO

Revista científica multidisciplinaria de la Dirección de Innovación y Transferencia Tecnológica de la Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa, Perú

EDITOR PRINCIPAL

Dr. Ide Gelmore Unchupaico Payano

Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa, Perú

Vicepresidente de Investigación

EDITOR EN JEFE

Mg. Daniel Martín Álvarez Tolentino - Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa, Perú

COORDINADOR EDITORIAL

Mayela Ruthcenda Jara Inga - Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa, Perú

COMITÉ EDITORIAL // REVISORES PARES

Dr. Alex Ruben Huamán De La Cruz - Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa, Perú

Dra. Lupe Marilu Huanca Rojas - Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa, Perú

MSc. Eduardo Josue Oyague Passuni - Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa, Perú

Dr. Héctor Alonso Aponte Ubillús-Universidad Científica del Sur, Perú

Dr. José Luis Flores Rojas - Instituto Geofísico del Perú, Perú

Dr. René Estevan Arredondo - Instituto Geofísico del Perú, Perú

Dr. Carlos Enrique Quispe Eulogio - Universidad Peruana Los Andes, Perú

MSc. Jerry Arana Maestre - Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú

Ing. Jhojan Pool Rojas Quincho - Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, Perú

Ing. Luis Fernando Suárez Salas - Instituto Geofísico del Perú, Perú

Dr. Manuel Emilio Reategui Inga - Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa, Perú

CORRECTOR DE ESTILO Y GRAMÁTICA

Lic. Cintya Patricia Sánchez Chumpitasi

Universidad Nacional del Centro del Perú, Perú

FIGURA DE PORTADA

Oficina de Comunicaciones e Imagen Institucional - Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa, Perú

FIGURA INTERIOR

Pedro Pérez - Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa, Perú

Disponible en texto completo en : <https://revistas.uniscjsa.edu.pe/index.php/Yotantsipanko>

ISSN Versión electrónica : 2789-5475



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento No Comercial 4.0 Internacional.

CONTENIDO

AUTORIDADES.....	3
EDITORIAL.....	5
Efecto edad de alpacas huacaya en peso vivo, carne fresca, deshidratada, humedad, proteína, grasa y ceniza criadas en Pachacayo, Junín-Perú	9
Aceptabilidad del uso del Whater Pasteurization Indicator (WAPI) en la Comunidad Nativa "Shawan Rama", San Ramón, Perú	19
Líquenes como bioindicadores de la calidad del aire en la Comunidad Nativa Shawan Rama, San Ramón (Perú).....	34
Identificación y clasificación científica de aves en la comunidad nativa San Antonio de Sonomoro, Satipo, Perú.....	48
Riesgos a exposición de radiación solar a trabajadores de limpieza pública, Lima (Perú).....	67
Efecto de los métodos de pre-dimensionamiento de columnas en las derivas de edificios de 6 pisos	74
Análisis sísmico de fuerzas estáticas equivalentes de un pórtico de 3 niveles.....	88

EDITORIAL

Investigaciones de la UNISCJSA y la Selva Central



La Selva Central, ubicada en la región Junín, centro del Perú, es uno de los motores económicos de la misma. Cuenta con una gran biodiversidad de flora y fauna de los cuales posee una variedad de productos de gran valor económico como el café, cacao, jengibre entre otros.

Asimismo, encontramos una gran diversidad de comunidades nativas que han venido desarrollándose en armonía con el ambiente, entre las cuales se puede mencionar a los pueblos indígenas Asháninka, Yanesha, Nomatsinguenga y Caquinte.

A pesar del potencial de nuestra Selva Central, las investigaciones que se desarrollan en la zona vienen siendo realizadas mayormente por investigadores foráneos cuya contribución es importante, pero limitada para la demanda de información que necesitan los gestores públicos, para el beneficio de la población y ecosistemas.

Es por ello que surge la Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa (UNISCJSA), como una respuesta ante las constantes gestiones de ciudadanos y líderes de comunidades nativas, quienes, al observar la necesidad de la creación de una universidad que genere desarrollo propio de los pueblos amazónicos, lograron la creación de la UNISCJSA con Ley N° 29616, del 17 de noviembre de 2010.

Con esta misión de contribuir al desarrollo de la Selva Central, esta edición de la revista científica Yotantsipanko ("Casa del Saber"), presenta **las primeras investigaciones desarrolladas por los propios estudiantes y docentes de esta casa de estudios**, trabajos que desde su especialidad contribuyen con aporte de información para la fortalecer programas en favor de las comunidades nativas, construcciones, calidad ambiental y ecoturismo.

La generación de conocimientos es un camino complejo e inquietante, pero apasionante.

Desde la dirección de esta revista seguimos invitando a la comunidad científica, académicos, estudiantes y público en general a enviar sus artículos científicos en nuestras convocatorias abiertas, para fortalecer la investigación y contribuir al desarrollo integral de nuestras comunidades.

Mg. Daniel Martín Álvarez Tolentino
EDITOR EN JEFE



ARTICULO ORIGINAL

Efecto edad de alpacas huacaya en peso vivo, carne fresca, deshidratada, humedad, proteína, grasa y ceniza criadas en Pachacayo, Junín-Perú

Effect age of huacaya alpacas on live weight, fresh meat, dehydrated meat, moisture, protein, fat and ash farmed in Pachacayo, Junin-Peru

Ide Unchupaico Payano¹ , Moisés Vásquez Caycedo Aylas¹ , Luis Tápi Luján¹ ,

Carlos Quispe Eulogio² , Edith Ancco Gómez², Lilia Gavilan Acevedo¹

RESUMEN

Objetivo: Determinar el efecto de la edad en alpacas Huacaya en peso vivo, rendimiento de carne, carne deshidratada y análisis proximal humedad, proteína, grasa y ceniza, criados en la SAIS Túpac Amaru en la sierra de la región Junín, resultados: para los pesos vivos promedio se hallaron diferencias significativas por edades ($p > 0.05$). En el peso de carne promedio se hallaron diferencias significativas por edades ($p > 0.05$). En el peso de carne deshidratada promedio se hallaron diferencias significativas por edades ($p > 0.05$). La humedad en charqui promedio fue 13.69 ± 1.57 %, no hallando diferencias significativas. La proteína promedio fue 47.73 ± 5.21 % no hallando diferencia significativa. La grasa promedio fue 3.33 ± 1.59 % no hallando diferencia significativa. La ceniza en promedio fue 13.96 ± 1.62 %; no hallando diferencia significativa. Concluyendo que la edad de las alpacas Huacaya influyen significativamente en el peso vivo, carne fresca y deshidratada, pero no en la humedad, proteínas, grasa y ceniza de la carne deshidratada.

Palabras clave: carne, carne deshidratada, análisis proximal.

ABSTRACT

Objective: To determine the effect of age in Huacaya alpacas on live weight, meat yield, dehydrated meat and proximal analysis of moisture, protein, fat and ash, raised in the SAIS Túpac Amaru Junín Region, results: for the average live weights were found significant differences by age ($p > 0.05$). The average meat weight showed significant differences by age ($p > 0.05$). The average weight of dehydrated meat showed significant differences by age ($p > 0.05$). The average charqui moisture was 13.69 ± 1.57 %, not finding significant differences. The average protein was 47.73 ± 5.21 %, not finding a significant difference. The average fat was 3.33 ± 1.59 %, not finding a significant difference. The average ash was 13.96 ± 1.62 %; not finding significant difference. Concluding that the age of Huacaya alpacas significantly influence live weight, fresh and dehydrated meat, likewise age does not influence moisture, protein, fat and ash of dehydrated meat.

Keywords: meat, dehydrated meat, proximal analysis.

¹Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa Chanchamayo, Perú.

²Universidad Peruana Los Andes

*Autor de correspondencia.
E-mail:
gunchupaico@uniscjsa.edu.pe

Recibido: 01 de dic de 2022
Aprobado: 17 de dic de 2022
Publicado: 28 de dic de 2022

Para citar este artículo:

Unchupaico Payano, I.; Caycedo Aylas, M.; Tápi Luján, L.; Quispe Eulogio, C.; Ancco Gómez, E.; Gavilan Acevedo, L. (2022). Efecto edad de alpacas huacaya en peso vivo, carne fresca, deshidratada, humedad, proteína, grasa y ceniza criadas en Pachacayo, Junín-Perú. *Yotantsipanko*, 02(02), 09 - 18. <https://doi.org/10.54288/yotantsipanko.v2i2.18>



Introducción

La alpaca (*Vicugna pacos*) es uno de los camélidos sudamericanos domésticos, cuyo hábitat natural se localiza en la zona altoandina de Bolivia, Perú, Argentina y Chile. Las alpacas son criadas para aprovechar, principalmente, su fibra y su carne. El sistema de producción tradicional de estos animales es extensivo y poco especializado, siendo este sistema el más conocido y que comúnmente se lleva a cabo por las comunidades campesinas (Aréstegui, 2005).

El peso de la carne de alpaca es uno de los criterios importantes para valorar su calidad. Esta variable está relacionada con el peso vivo y con el rendimiento de la carne, entendido como el porcentaje que representa la carne sobre el peso del animal antes del sacrificio. El peso vivo del animal viene dado por el sistema productivo aplicado a la crianza (alimentación, edad al sacrificio, etc.) (Salvá et al, 2009).

El rendimiento presenta importancia económica y técnica tanto para el matadero, como para la comercialización de los animales y sus canales. La transformación de la carne de camélido en charqui facilita la conservación, el almacenaje y el traslado hacia grandes mercados, además de su alto valor biológico, es decir, permite el acceso al consumo de proteína animal de los pobladores de la gran ciudad (Alzérreca, 2012).

Se estima que alrededor del 90 % de las alpacas de la región Alto-Andina está en manos de pequeños productores. Si bien los principios

biológicos son aplicables a cualquier sistema de producción que incluya estas especies (Bryant, 2012).

La crianza de alpacas se orienta fundamentalmente a la producción de fibra, restándole importancia a la carne de este animal, la que es de gran valor nutritivo, además de ser más saludable. En 100 gramos de carne se puede encontrar hasta un 22 % de proteínas, vitaminas del complejo B y minerales (hierro, fósforo y zinc). La carne es consumida fresca y en forma deshidratada contando con una composición química determinada para la carne fresca de: humedad 72.48 %, proteína 21.80 %, grasa 7.20 % y ceniza 1.12 %. Y para la carne deshidratada: humedad 26.70 %, proteína 33.39 %, grasa 4.52 % y ceniza 4.94 % (Téllez, 1992; Collazos, 1996).

En un estudio realizado en 16 comunidades campesinas de Ayacucho y Huancavelica se encontró que los pasos que se siguen en la elaboración familiar de charqui son: a) laminado de la carne; b) espolvoreo con sal granulada y c) secado natural de la carne colocada sobre superficies con exposición directa al sol (FAO, 2005).

La conservación de la carne de diversas especies animales cortada en piezas o tiras de dimensiones variables mediante el uso de sal y secado al sol y al viento data de épocas muy remotas. Dicha técnica de conservación fue conocida en Asia, África, Europa y América,

habiendo sido empleada por mayas y aztecas. Las técnicas tradicionales seguidas para conservar la carne varían según regiones y costumbres, pero frecuentemente combinan el secado con el salado, la fermentación y el ahumado (Zeuten, 1995).

Menciona que el promedio general del porcentaje de humedad es del 76.01 % para la carne que procede de la alimentación con pastos naturales, este porcentaje es superior al que provienen de los pastos cultivados cuyo promedio es de 74.68 %, diferencia que se debe a la riqueza en grasa de las carcasas de alpacas que proceden de pastos cultivados (Bustinza, 1993).

Menciona que la carne de alpaca tiene un contenido proteico elevado alrededor del 21.2 % y no deja residuos, razón por la cual no se acumulan productos tóxicos en el cuerpo del consumidor tales como ácidos (Desco, 1993). Resultados del porcentaje de grasa en la carne de alpaca oscilan entre 3.13 % para alpacas alimentadas con pastos cultivados y de 1.40 % para las que se alimentan de pastos naturales (Bustinza, 1993).

El porcentaje de cenizas en forma general oscila entre 0.8 % y 1.8 % se encuentra representadas por el fósforo, potasio, sodio, magnesio, calcio, azufre, hierro, silicio, además otros oligoelementos en concentraciones bajas como el cobre, zinc, etc. (Bustinza, 1993).

Realizó un estudio sobre los componentes mayoritarios de la carne de alpaca (en músculo L. dorsi) con animales de 25 meses criados de forma tradicional en Perú, se observa una composición de humedad 73.64 ± 1.66 , grasa, 0.49 ± 0.01 , proteína 23.33 ± 0.69 y cenizas 2.54 ± 0.20 (Cristofanelli et al., 2004).

Dada la información previa de la alpaca surge la pregunta si la edad influye en las características de la carne en fresco y deshidratada. Por ello, este estudio tiene como objetivo es determinar el efecto de la edad en alpacas Huacaya en peso vivo, rendimiento de carne, carne deshidratada y análisis proximal humedad, proteína, grasa y ceniza, criados en una de las haciendas más importantes de la sierra de la región Junín.

Materiales y métodos

El presente trabajo de investigación se realizó en la SAIS Túpac Amaru Ltda N°1 ubicado en Pachacayo, provincia de Jauja en los andes centrales del Perú.

Se trabajó en la unidad de Producción Cochas, Región Junín, donde se utilizaron 50 alpacas Huacaya (*Vicugna pacos*) machos enteros de cinco edades (2, 4, 6, 8 y 10 años) los que fueron seleccionados mediante el muestreo probabilístico aleatorio.

Se realizaron análisis proximal a la carne de alpaca fresca como la determinación de humedad a través del método recomendado por la norma técnica nicaragüense 209.085, grasa

total: Método 7.055 descrito en la AOAC (Asociación Oficial de Químicos Cenizas) recomendado por la norma técnica nicaragüense 208.005.

Trabajo de investigación aplicada con el modelo de enfoque dominante, con recolección de datos

para probar hipótesis previamente establecidas sobre la base de la medición numérica.

El diseño estadístico utilizado fue DCA diseño completamente al azar con un nivel de confianza de 95 % y prueba complementaria de Tukey.

Resultados

Tabla 1

Edad de alpacas machos Huacaya en peso vivo a los 60 días criados en la SAIS Túpac Amaru región Junín

Edad alpacas machos enteros	Peso vivo Kg. A los 60 días	D.E.
2 Años	27.40	1.71
4 Años	35.60	3.17
6 Años	48.70	1.89
8 Años	72.90	4.20
10 Años	69.80	2.29
Promedio	50.88	20.20

D.E. Desviación estándar

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la tabla 1 que los pesos vivos obtenidos a los 60 días de las alpacas promedio fueron de 50.88 ± 2.20 , 27.4 ± 1.71 , 35.6 ± 3.17 , 48.7 ± 1.89 , 72.9 ± 4.2 y 69.8 ± 2.29 kg para 2, 4, 6, 8 y 10 años de edad respectivamente, donde

las alpacas de 8 años de edad fueron los que reportan mayores pesos vivos seguidos por los de 10 años y los de menor peso fueron las alpacas de 2 años de edad. Hallando diferencia significativa ($p > 0.05$).

Tabla 2

Edad de alpacas machos Huacaya en rendimiento de carne y el rendimiento de carcasa criados en la SAIS Túpac Amaru Región Junín.

Edad alpacas	Peso charqui Kg,	D.E.	Rendimiento de carcasa %	D.E.
2 Años	14.36	0.89	52.26	1.51
4 Años	19.21	1.84	53.93	0.98
6 Años	26.71	1.30	54.83	0.91
8 Años	38.26	2.48	52.47	1.01
10 Años	36.24	1.55	51.92	1.19
Promedio	26.96	10.40	53.08	1.24

D.E. Desviación estándar

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la tabla 2 el peso promedio de la carne después del beneficio de las alpacas machos de 26.96 ± 10.4 , 14.36 ± 0.86 , 19.21 ± 1.84 , 26.71 ± 1.30 , 38.26 ± 2.48 y 36.24 ± 1.55 kg para 2, 4, 6, 8 y 10 años de edad respectivamente; registrándose mayor peso de carne para las alpacas de 8 años seguidos por los de 10 y 6 años de edad y encontrándose con menor peso de carne para las alpacas de 2 años de edad, hallando diferencia significativa ($p >$

0.05). Del rendimiento de carcasa promedio obtenidos fueron de 53.08 ± 1.24 y de 52.26 ± 1.51 , 53.93 ± 0.98 , 54.83 ± 0.91 , 52.47 ± 1.01 y 51.92 ± 1.19 %, para 2, 4, 6, 8 y 10 años de edad respectivamente; observando que las alpacas de 6 años reportaron el mayor rendimiento de carcasa seguidos por los de 4 años, y los de menor rendimiento de carcasa fueron para las alpacas de 2 años, hallando diferencia significativa ($p > 0.05$).

Tabla 3

Edad de alpacas machos Huacaya en rendimiento de carne deshidratada criados en la SAIS Túpac Amaru Región Junín.

Edad alpacas	Peso charqui Kg,	D.E.	Rendimiento de charqui %	D.E.
2 Años	6.94	0.43	48.36	0.37
4 Años	9.95	0.99	51.84	2.18
6 Años	13.22	0.74	49.48	1.05
8 Años	19.51	1.62	50.95	1.45
10 Años	16.95	0.66	46.79	1.41
Promedio	13.31	5.09	49.48	2.01

D.E. Desviación estándar

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la tabla 3 el peso de carne deshidratada obtenidas de las alpacas Huacaya según la edad de 13.31 ± 5.09 , 6.94 ± 0.43 , 9.95 ± 0.99 , 13.22 ± 0.74 , 19.51 ± 1.62 y 16.95 ± 0.66 kg para 2, 4, 6, 8 y 10 años de edad respectivamente; apreciándose que los pesos más altos de charqui fueron para los de 8 años de edad, seguidos por el de 10 años y las que registraron el menor peso de carne deshidratada fueron para las alpacas de 2 hallando diferencia

significativa ($p > 0.05$). Los rendimientos de carne deshidratada fueron de 49.48 ± 1.24 , 48.36 ± 0.37 , 51.84 ± 2.18 , 49.48 ± 1.05 , 50.95 ± 1.45 y 46.79 ± 1.41 %, para 2, 4, 6, 8 y 10 años de edad respectivamente; observando que las alpacas de 4 años tuvieron mejor rendimiento de carne deshidratada seguidos por el de 8 años, y las alpacas de dos años reportaron el menor rendimiento de charqui, con diferencia significativa ($p > 0.05$).

Tabla 4

Análisis proximal de la carne deshidratada de alpacas Huacaya machos enteros y promedios por edades, criados en la SAIS Túpac Amaru Región Junín

Edad Alpacas	Humedad %	D.E.	Proteína %	D.E.	Grasa %	D.E.	Ceniza %	D.E.
2 AÑOS	14.16	0.69	39.26	0.80	2.29	0.25	13.78	0.52
4 AÑOS	13.33	0.74	48.54	1.73	2.32	0.29	13.30	0.77
6 AÑOS	12.41	0.69	51.24	2.29	3.39	0.72	15.51	0.58
8 AÑOS	13.91	0.46	51.62	1.48	6.01	0.56	13.52	1.37
10 AÑOS	14.65	0.81	48.44	0.51	2.61	0.15	13.65	0.60
Promedio	3.69	1.57	47.73	5.21	3.33	1.59	13.96	1.62

D.E. Desviación estándar

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4 se observa los resultados de los análisis proximales realizado a la carne deshidratada donde los contenidos de humedad promedio fueron de 13.69 ± 1.57 , 14.16 ± 0.69 , 13.32 ± 0.74 , 12.41 ± 0.69 , 13.91 ± 0.46 y 14.65 ± 0.81 % para 2, 4, 6, 8 y 10 años respectivamente; obteniendo el mayor porcentaje de humedad

para la carne deshidrata de alpacas de 10 años seguidos de los 2 años de edad, reportando el menor porcentaje a 6 años. Para el contenido de proteínas fueron 47.73 ± 5.21 , 39.26 ± 0.80 , 48.54 ± 1.73 , 51.24 ± 2.29 , 51.62 ± 1.48 y 48.44 ± 0.51 % para 2, 4, 6, 8 y 10 años respectivamente; obteniéndose el mayor porcentaje en proteínas

para 8 y 6 años, reportando el menor porcentaje de proteína a 2 años. Para el porcentaje de grasa obtenido fueron de 3.33 ± 1.59 , 2.29 ± 0.25 , 2.32 ± 0.29 , 3.39 ± 0.72 , 6.01 ± 0.56 y 2.61 ± 0.15 % para 2, 4, 6, 8 y 10 años respectivamente, reportando el mayor porcentaje de grasa para 8 y 6 años y reportando el menor porcentaje de grasa para los 2 años. Para el contenido de ceniza fueron de 13.96 ± 1.62 , 13.78 ± 0.52 , 13.30 ± 0.77 , 15.51 ± 0.58 , 13.52 ± 1.37 y 13.65 ± 0.60 % para 2, 4, 6, 8 y 10 años respectivamente, reportando mayores porcentajes de ceniza por 6 y 2 años, menor a 4 años.

Discusión

En el presente trabajo se encontró que el incremento de peso a los 60 días de alpacas Huacaya según edad fueron promedio 51 kg y disminuye conforme la alpaca incrementa en edad, resultados similares a los reportados por Condorena (1980), Bustinza et al. (1985b), Delgado (1986) y Osorio (1986). No obstante, este efecto guarda relación con la esquila, la cual es practicada mayormente en alpacas mayores a un año de edad, notándose este efecto desde los tres años.

Una superposición de la información de pesos vivos y pesos de carcasa nos sugieren la existencia de una relación directa entre las dos variables, situación que se corrobora con el análisis de correlación ($r=0.99$). Al respecto, Ccoyto (1982) encuentra valores superiores en el peso vivo. La información bibliográfica sobre

rendimiento de carcasa en la especie alpaca son superiores a la especie llama, tal como refiere Román (1973). El rendimiento de charqui está relacionado directamente a la proporción del agua corporal del animal, situación que obedece a que las llamas jóvenes tienen mayor contenido de agua corporal que las llamas de mayor edad (cuatro, seis y ocho años) (Ampuero, 1994). Estas variaciones sometidas al análisis de varianza nos señalan que no existen diferencias estadísticas.

Se determinaron las características fisicoquímicas de carne de alpaca fresca, obteniéndose que el contenido de humedad fue de 74.71 %, proteína 22.25 %, grasa 1.61 %, cenizas 1,43 %. Rodríguez y Tinoca (2015) registraron contenido de humedad como proteína en carne de alpaca (*V. pacos*) fresca es de 74 % y 22.3 % respectivamente, valores que se encuentran dentro de los parámetros de calidad según Cristofanelli et. al (2004), el cual establece un valor máximo de 73.64 ± 1.66 %, y 23.33 ± 0.69 %.

Los análisis de grasa y de cenizas realizados dieron resultados diferentes a los reportados por Cristofanelli et. al (2004), siendo 0.49 ± 0.01 y 2.54 ± 0.20 respectivamente, los resultados que difieren en su procedencia.

Conclusión

Se observa que los mayores incrementos de peso se obtuvieron en alpacas de diez, ocho, seis,

cuatro y dos años de edad; los mismos que muestran diferencias altamente significativas.

Los mayores pesos de carcasa, se obtuvieron con alpacas de diez, ocho años de edad, seguido de seis, cuatro y dos años; estos muestran diferencias altamente significativas.

El peso de charqui fue mayor en alpacas de 10 años, seguido de 8 años, los que muestran diferencias estadísticas a $p < 0.01$.

En relación al rendimiento de charqui se obtuvo el mayor valor en alpacas de seis años de edad, seguido de 8 años, no hallándose diferencias significativas.

Agradecimiento

Agradecer al Ing. Fredy Rojas Gamarra, Gerente General de la SAIS Túpac Amarú por su apoyo incondicional, en la toma de datos de las alpacas de esta empresa ganadera.

Contribución de los autores

IGUP: Elaboración del Proyecto de investigación, ejecución y redacción artículo científicas.

LTL: Toma de datos y ejecución y redacción artículo científicas.

MVCA: Elaboración del Proyecto de redacción artículo científico.

CQE: Elaboración del Proyecto de investigación, ejecución y redacción artículo científico.

EAG: Elaboración del Proyecto de investigación, ejecución y redacción artículo científicas

Conflictos de interés

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

Referencias

- Alzérreca, A. (1992). *Producción y utilización de los pastizales de la zona Andina de Bolivia*. (1.a ed.). Red de Pastizales Andinos (REPAAN) Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBT A). <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/11120/IDL-11120.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bryant, F. C., Florez, A. & Pfister, J. (1989). Sheep and Alpaca Productivity on High Andean Rangelands in Peru. *Journal of Animal Science*, 67(11), 3087-3095. <https://doi.org/10.2527/jas1989.67113087x>
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., Lucio, P. B., Valencia, S. M. & Torres, C. P. M. (2014). *Metodología de la investigación* (6.a ed.). McGraw-Hill Education.
- Bustanza, V., Garnica, J., Maquera, Z., Larico, J., Apaza, E., Foraquita, S. et al. (1993). Carne de alpaca. Puno, Perú: Editorial Universidad Nacional del Altiplano.

- Cristofanelli, S., Antonini, M., Torres, D., Polidori, P. y Renieri, C. (2005). Meat and carcass quality from Peruvian llama (Lama glama) and (Lama pacos). *Small Ruminant Research*, 58, 219-222.
- Tellez, J. (1992). *Tecnología e Industrias Cárnicas*. Lima, Perú: Artes Gráficas Espino.
- Ampuero, E. (2006, noviembre). Beneficio técnico y elaboración de charqui de alpaca. Ponencia presentada en el Seminario Internacional: Sistemas de producción e industrialización de camélidos americanos. Lima, Perú.
- Aréstegui, D. (2005). Alpaca and vicuña: General perspectives. *ICAR technical series*, 11, 31-36
- Carballo, B. & Lopez de Torre, G. (1991). *Manual de bioquímica y tecnología de la carne* (1.a ed.). A. Madrid Vicente, D.L.
- Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2005). *Situación actual de los Camélidos Sudamericanos en Perú : Proyecto de Cooperación Técnica en apoyo a la crianza y aprovechamiento de los Camélidos Sudamericanos en la Región Andina TCP/RLA/2914* (1.a ed.). FAO.
- Norma Técnica Peruana 201.043:2005. Carne y productos cárnicos. (16 de diciembre del 2021). <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-normas-tecnicas-peruanas-en-su-version-2021-sobre-c-resolucion-directoral-no-031-2021-inacaldn-2023071-1/>
- Petersen, M. A. (1993). Influence of sous vide processing, steaming and boiling on vitamin retention and sensory quality in broccoli florets. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung*, 197(4), 375-380. <https://doi.org/10.1007/bf01242064>
- Salvá, B. (2009). *Caracterización de la carne y Charqui de Alpaca (Vicugna pacos)* [Tesis para optar el grado de Doctor en Ciencia y Tecnología de los Alimentos]. Universidad de León
- Téllez, J. (1992). *Tecnología e Industrias Cárnicas*. Lima, Perú: Artes Gráficas Espino.
- Tornberg, E. (2005). Effects of heat on meat proteins – Implications on structure and quality of meat products. *Meat Science*, 70, 493-508.
- Vilca, M. (1991). Producción, Tecnología e Higiene de la Carne. *Avances y Perspectivas del Conocimiento de los Camélidos Sudamericanos*. FAO. 429.

Wang, S. H., Chang M. H., Chen T.C. (2004). Shelf-life and microbiological profiler of chicken wing products following sous vide treatment. *International Journal of Poultry Science*, 3(5), 326-332.

Zorogastúa, J. (2004). *Aplicación del diseño de mezclas en la elaboración de chorizo ahumado utilizando carne de alpaca y carne de cordero*. [Tesis para optar el título profesional en Ingeniería]. Universidad Nacional Agraria de la Molina

Rodriguez, J. & Ticona, J. (2015). *Influencia de la adición en la capacidad de retención de agua en la carne de alpaca utilizando tecnología de cocción bajo vacío*. [Para optar el Título en Ingeniería en Industrias Alimentarias]. Universidad Nacional San Agustín.



ARTICULO ORIGINAL

Aceptabilidad del uso del Whater Pasteurization Indicator (WAPI) en la Comunidad Nativa "Shawan Rama", San Ramón, Perú

Acceptability of the use of the WAPI in the native community "Shawan Rama", San Ramón, Peru

Dana Nicole Cruz Cerrón¹ , Pedro Luis Ángel Pérez Quispe¹

RESUMEN

El Whater Pasteurization Indicator (WAPI) es una alternativa tecnológica que permite lograr beneficios en la salud y obtener agua segura en comunidades que no cuenten con tratamiento. La inclusión de este tipo de tecnologías es un desafío importante en las comunidades nativas sobre todo por su la aceptabilidad. Por ello la presente investigación tuvo como objetivo evaluar la aceptabilidad del uso del WAPI en la Comunidad Nativa "Shawan Rama", ubicada en la selva central del Perú. Se aplicó la metodología Trials of Improved Practices (TIPs) durante siete días, empezando por la inscripción, luego la instrucción y evaluación del uso con una encuesta aplicada a 14 participantes. La aceptabilidad de este estudio se mide a partir de la perspectiva y reacción de los participantes. Se analizaron los datos mediante la clasificación de preguntas por temas, utilizando los programas Excel y SPSS. Los resultados muestran el uso, factores contextuales, psicosociales y técnicos tienen que ver con la aceptabilidad. Se demostró la aceptabilidad positiva (92.9%) de los dispositivos WAPI en la Comunidad Nativa prueba.

Palabras clave: aceptabilidad, pasteurización, agua, WAPI

ABSTRACT

The Whater Pasteurization Indicator (WAPI) is a technological alternative that allows to achieve health benefits and obtain safe water in native communities. The inclusion of these types of technologies can be a significant challenge to achieve the acceptability of the WAPI. Therefore, the objective of this research was to evaluate the acceptability of the use of the Whater Pasteurization Indicator (WAPI) in the Native Community "Shawan Rama", located in the central jungle of Peru. The Trials of Improved Practices (TIPs) methodology was applied for six days, starting with the registration, then the instruction and evaluation of the use and survey applied to 14 participants. The acceptability of this study is measured from the perspective and reaction of the groups of participants. The data was analyzed by classifying the questions by theme, using the Excel and SPSS programs. The results show the use, contextual factors, psychosocial factors and technical factors that influence acceptability. The positive acceptability of the WAPI (92.9%) devices was demonstrated in the Native Community "Shawan Rama", San Ramón, Peru.

Keywords: acceptability, pasteurization, water, WAPI

¹Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central
Juan Santos Atahualpa
Chanchamayo, Perú.

*Autor de correspondencia.
E-mail:
71777321@uniscjsa.edu.pe

Recibido: 01 de dic de 2022
Aprobado: 16 de dic de 2022
Publicado: 28 de dic de 2022

Para citar este artículo:

Cruz Cerrón, N., Pérez Quispe, P. (2022). Aceptabilidad del uso del Whater Pasteurization Indicator (WAPI) en la Comunidad Nativa "Shawan Rama", San Ramón, Perú. *Yotantsipanko*, 02(02), 19 - 33. <https://doi.org/10.54288/yotantsipanko.v2i2.19>



Introducción

La aceptabilidad es algo muy subjetivo, mide las consecuencias de adoptar una determinada alternativa o proceso y está relacionada con la perspectiva y la reacción de los grupos de interés (Prieto, 2014; Guerras & José, 2018; Cortez & Salazar, 2019).

La pasteurización del agua es un proceso térmico que consiste en elevar la temperatura, durante un determinado tiempo hasta eliminar todas las bacterias patógenas como *Mycobacterium tuberculosis*, *Salmonella*, *Brucella*, *E. coli*, entre otros (Currier & Widness, 2018; Guaraca & Guaraca, 2020; Aguilar, 2021). Para dicho procedimiento es necesario la intervención de un indicador de pasteurización del agua (WAPI), una herramienta termosensible reutilizable, que indica a los usuarios cuando el agua se ha calentado a la temperatura de pasteurización (65°C).

En el Perú, el abastecimiento de agua potable, todavía sigue siendo un problema de gran preocupación por parte del Estado y las Organización No Gubernamentales; de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) durante los meses de febrero 2017 a enero 2018, el 10,6% de la población total del país, no tuvo acceso a agua por red pública, es decir, se abastecen de agua de otras formas: camión/cisterna (1,2%), pozo (2,0%), río/acequia/manantial (4,0%) y otros (3,3%).

Diversos estudios comprueban que especialmente en las zonas rurales y comunidades nativas, las fuentes de abastecimiento de agua que provienen directamente de ríos/acequias/manantiales o algún punto de captación tienen altas probabilidades de estar contaminadas por patógenos (García, 2018; Albornoz, 2019), esto refleja la necesidad de incluir métodos o procesos que mejoren la calidad de agua de consumo para estas poblaciones.

La Comunidad Nativa "Shawan Rama" dispone de fuentes de agua subterránea próximas a espacios agrícolas y otro centro poblado más elevado; por lo que su agua de consumo podría contener microorganismos patógenos (bacterias y virus entéricos coliformes), estos agentes pueden ser transmitidos por el agua e infectar el aparato digestivo y enfermarlos en lo más breve posible (Zúñiga Carrasco & Samperio Morales, 2019).

El único mecanismo que se intentó aplicar en esta comunidad fue la cloración manual; sin embargo, no tenía la aceptación correspondiente. A partir de la fecha no existe ningún estudio relacionado a desarrollar algún tipo de proceso alternativo para asegurar el agua de consumo en esta población.

En vista de todo ello, se propone la pasteurización acompañada del Water Pasteurization Indicator (WAPI) como una alternativa adecuada y novedosa para lograr

beneficios en la salud de esta comunidad, teniendo como desafío importante a la aceptabilidad del uso del WAPI en dicha comunidad.

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la aceptabilidad del uso de los dispositivos WAPI (Indicador de Pasteurización de Agua) en la Comunidad Nativa "Shawan Rama". Esta investigación se justifica en la medida en que evaluar el uso de este tipo de tecnologías en esta comunidad, ayudará en la implementación de programas futuros para tratar su agua de consumo, así mismo será precedente para evaluar aceptabilidad del WAPI en otras comunidades de la Selva Central. Cabe mencionar que este estudio también ayudará a consolidar la posterior donación de dispositivos para brindar una alternativa que permita el

acceso a agua segura, prevenir enfermedades e infecciones producidas por bacterias presentes en el agua en las comunidades mencionadas.

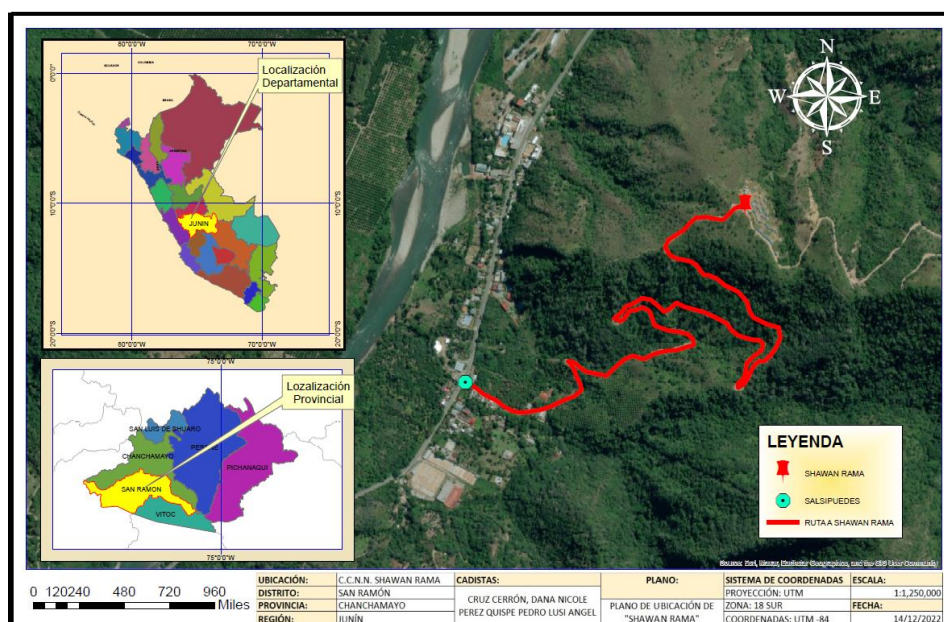
Materiales y métodos

Sitio de Estudio

Se realizó el estudio en la Comunidad Nativa Shipibo Conibo "Shawan Rama", se ubica en Salsipuedes (figura 1), uno de los anexos del distrito de San Ramón, provincia de Chanchamayo, que pertenece a la región Junín, en la región natural de Selva Alta a una altitud de 1100 msnm.

El área de estudio posee un clima cálido húmedo y una temperatura promedio de 24 °C (Turismo peruano, 2022).

Figura 1. Mapa de ubicación de la Comunidad Nativa Shawan Rama, San Ramón, Chanchamayo, Perú



Fuente. Elaboración propia, se aprecia la localización departamental, provincial del sitio de estudio

La comunidad cuenta con una población de 86 personas, las cuales conforman 14 viviendas. Cada vivienda está conformada por adultos, jóvenes y niños de edades que oscilan entre 1 a 80 años de edad, siendo una de las comunidades más afectadas por la falta de acceso a agua potable.

Participantes

Se tiene una población total de 56 habitantes, de la cual se obtuvo una muestra aleatoria de 14 representantes por cada vivienda de toda la comunidad con una edad media de 46 años con un mínimo de 13 y máximos de 67 años de edad.

En la tabla 1 se aprecia las características demográficas de los 14 participantes del estudio de la Comunidad Nativa Shawan Rama, de los cuales el 71% son del género femenino (n=10) y el 35.7% habían terminado la secundaria.

El 100% de las personas que participaron hierven su agua para consumo.

Tabla 1

Características demográficas de los participantes del estudio en la comunidad Shawan Rama, San Ramón, Chanchamayo, 2022

Parámetros poblaciones	Total (N = 14), n (%)
Género*	
Femenino	10 (71.4)
Masculino	4 (28.6)
Educación*	
Sin educación	2 (14.1)
Escuela primaria incompleta	1 (7.1)
Escuela primaria completa	1 (7.1)
Secundaria incompleta	5 (35.7)
Secundaria completa	2 (14.3)
Algo superior	2 (14.3)
Superior completo técnico	1 (7.1)
Ocupación*	
Empleado del gobierno	1 (7.1)
Ama de casa	2 (14.3)
Trabajador por cuenta propia	9 (64.3)
Desempleado	1 (7.1)
Incapaz de trabajar	1 (7.1)

Fuente: Elaboración propia.

Diseño de estudio

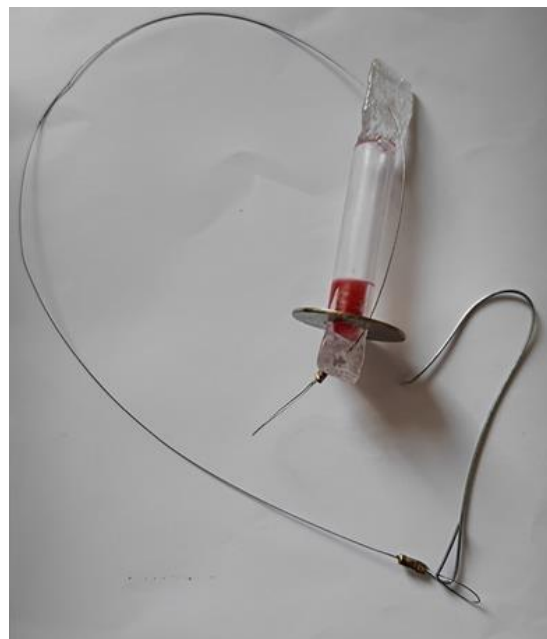
El tipo de investigación es descriptivo con un enfoque cualitativo, correspondiente a un diseño cuasiexperimental de grupo control no equivalente sin pretest, ya que se somete a prueba un procedimiento y objeto nuevo, para reflejar lo que sucede en su ambiente natural sin descuidar la ética en la investigación social (Roser, 2015).

Material de prueba

El Water Pasteurization Indicator (WAPI) es un termómetro que indica cuándo el agua ha alcanzado la temperatura de pasteurización (Oven, 2022).

El modelo del indicador consiste en un tubo de policarbonato de 2 cm que contiene una cera que se derrite a la temperatura de 65° C, tiene una arandela conectada al tubo, el cual permite a los usuarios sumergir o colgar el tubo indicador (figura 2), y un cable de acero inoxidable en una olla de agua potable, para determinar si el agua se calienta lo suficiente como para estar libre de contaminación microbiológica.

Figura 2. *Dispositivo Water Pasteurization Indicator (WAPI)*



Procedimiento

La investigación se basó en tres etapas, que siguen la metodología Trials of Improved Practices (TIP), en español ensayos de prácticas mejoradas. Es una técnica de investigación que sigue la metodología propuesta por Manoff Group (2005).

- Etapa de autorización

Se realizó la inscripción de participantes en el estudio para dar la autorización respectiva. Esta etapa tuvo la duración de un día.

- Etapa de instrucción

Se realizó al día siguiente de la inscripción y se basó en la demostración del uso correcto del "WAPI" a cada participante (figura 3). La demostración del uso correcto del

dispositivo consistió en: colocar el indicador en la olla, seguidamente prender el fuego y

retirar el indicador una vez que la cera hubiera caído al fondo del tubo.

Figura 3: Demostración del uso correcto de los dispositivos "WAPI" a los participantes del estudio



Fuente: Elaboración propia

- Etapa de evaluación

Esta etapa se realizó transcurridos cinco días después de la etapa de instrucción, tuvo la duración de un día, en el cual evaluó el uso correcto de los "WAPI" y se aplicó la encuesta de aceptabilidad.

Variable de estudio

Se evaluó la aceptabilidad mediante una encuesta de diez preguntas realizadas a los participantes, que se basaron en la experiencia, frecuencia de utilización y las opiniones respecto al uso del WAPI.

Análisis de datos

Se transcribieron las respuestas a una base de datos en el software Excel versión 2021, los cuales fueron clasificados por ítems. Los temas fueron claves para poder describir el comportamiento de las personas en cuanto al uso del dispositivo WAPI.

Los datos se analizaron utilizando IBM SPSS, Versión 26.

Resultados

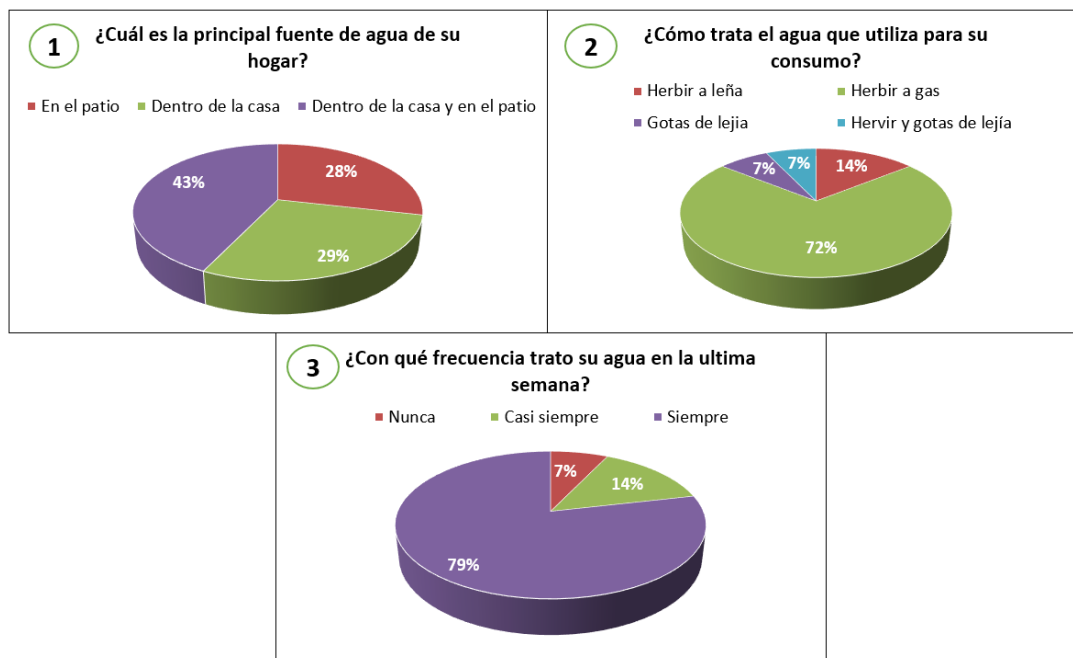
Respecto a la fuente de agua de la comunidad, se manifestó que el único punto de captación de agua está basado en la conexión de tuberías improvisadas, desde un manantial ubicado niveles arriba (1 km aprox.) hasta un reservorio

tradicional que direcciona el agua a cada domicilio.

Respecto a la instalación de agua del hogar de los participantes, se encontró que el 35.7% tiene una instalación ubicada en el patio, el 21.4% tiene dicha instalación dentro de su casa y el 42.9% tiene ambas instalaciones (figura 4). Además, se observó el almacenamiento de agua de lluvia (figura 5), de lo cual se alegó utilizar estas aguas en ocasiones escasas.

Respecto al tratamiento de agua, se encontró que el 85.7% de los participantes hierve el agua, uno de los participantes utilizaba lejía y otro, ambos tratamientos; la mayoría de los participantes informaron haber tratado el agua en la semana (figura 4).

Figura 4: Características de agua, saneamiento e higiene de los participantes del estudio en la comunidad Shawan Rama, San Ramón, Chanchamayo, Perú, 2022.



Nota: En el primer gráfico, se aprecia las fuentes de donde obtienen su agua, En el segundo gráfico, como tratan su agua, En el tercer gráfico, Cuantas veces tratan el agua a la semana.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Almacenamiento de agua de lluvia en la Comunidad Nativa "Shawan Rama", San Ramón, Chanchamayo, Perú, 2022



Fuente: Elaboración propia

Uso del dispositivo

En la tabla 3 se aprecia el uso de los dispositivos "WAPI" luego de los cinco días transcurridos después de la instrucción, se percibe que el 85.7 % de los participantes demostraron usar correctamente el dispositivo WAPI, respecto a la evaluación sobre el uso del tratamiento del agua, se percibe que la totalidad de participantes está tratando el agua que consume, de los cuales el 78.6 % manifestó usar el dispositivo WAPI de manera frecuente (figura 6).

Tabla 3

Uso correcto del WAPI por los participantes del estudio en la comunidad Shawan Rama, San Ramón, Chanchamayo, 2022.

¿El participante coloca correctamente el dispositivo?	Total (N = 14), n (%)
Si	13(85.7)
No	2(14.3)

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Frecuencia de uso seguido del WAPI por los participantes del estudio en la comunidad Shawan Rama, San Ramón, Chanchamayo, 2022.



Fuente. Elaboración propia (2022).

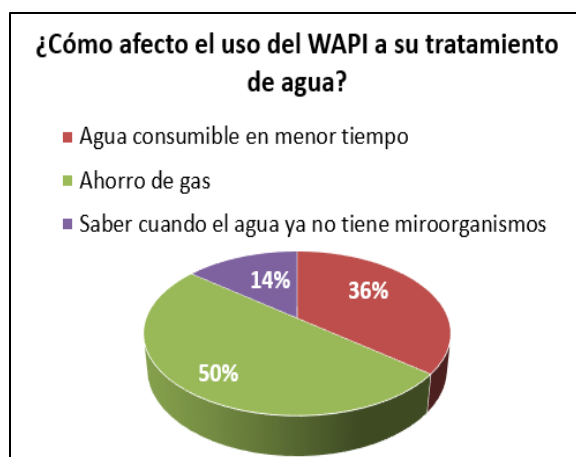
Factores contextuales

En la aplicación de la primera encuesta se mencionó constantemente a la salud y prevención de enfermedades, como factores de motivación del tratamiento de agua. Se manifestó también haber recibido una capacitación sobre el tratamiento del agua con cloro por la Micro Red de salud de San Ramón

perteneciente al Ministerio de Salud, hace un año, alegando que la falta de disponibilidad de este compuesto y la dificultad de procedimiento fueron barrera que dificultaron el tratamiento del agua en el hogar. Esto sugiere que la disponibilidad de materiales o insumos, y la capacitación previa son dos factores que tienen un efecto sobre la aceptabilidad del WAPI.

A nivel comunitario se manifestaron comparaciones de parte de los participantes entre hervir el agua y el uso del WAPI, de los cuales la mitad reportó tener un ahorro de gas con el uso de WAPI, el 35.7% reportó haber obtenido agua consumible en menor tiempo con el uso del WAPI que al hacer hervir (figura 7), y el 85.7% reportó la facilidad de tratamiento con el dispositivo (tabla 4).

Figura 7. Percepción de las ventajas del WAPI en los participantes del estudio en la comunidad Shawan Rama, San Ramón, Chanchamayo, 2022.



Fuente: Elaboración propia (2022).

Tabla 4

Percepción de la afectación del WAPI en los participantes del estudio en la comunidad Shawan Rama, San Ramón, Chanchamayo, 2022.

¿Cómo afectó el indicador a su tratamiento de agua?	Total (N = 14), n (%)
Lo hizo más fácil	13(85.7)
No tuvo ningún efecto	2(14.3)

Fuente: Elaboración propia.

A nivel individual, se encontró que los roles y responsabilidades de género fueron factores que influyeron en el uso constante del WAPI. La mayoría de participantes fueron mujeres (tabla 1) y se reportó por parte de los participantes que el dispositivo se usaba mayormente por la persona encargada de la cocina (tabla 5). Además, se encontró que el nivel de educación influye en el uso del WAPI, puesto que dos participantes que no tienen ningún nivel de educación demostraron indiferencia por el dispositivo y un uso incorrecto del mismo.

Tabla 5

Persona que usa frecuentemente el WAPI en el hogar de cada participante del estudio en la comunidad Shawan Rama, San Ramón, Chanchamayo, 2022.

¿Quién usa más el indicador?	Total (N = 14), n (%)
Solo quien cocina	10(71.4)
Toda la familia	3(21.4)
Nadie usa	1(7.1)

Fuente: Elaboración propia.

Factores psicosociales

A nivel interpersonal, se señaló que el uso del WAPI ayudó a proteger su salud, obtener agua bebible en menor tiempo y el ahorro del gas, lo que contribuyó a la aceptabilidad de la mayoría de los participantes.

Se notó las ventajas de usar el dispositivo WAPI frente a usar otros mecanismos, como hervir el agua o agregar el cloro que requieren de mayor

tiempo, mayor capacitación, accesibilidad y reflejan complicaciones en el aprendizaje, caso diferente sucede con el uso del dispositivo, que mostró la manipulación fácil del indicador, se necesita de un menor tiempo y no es difícil.

A nivel habitual, la percepción de obtener agua segura para consumir en los hogares en menor tiempo y la ventaja del ahorro de gas, 35.7 % y 50% respectivamente, deriva en una motivación para el uso del WAPI (tabla 06).

A nivel individual, el sabor del agua tratada también fue un factor importante que influyó en la aceptabilidad del WAPI.

A nivel habitual, la impresión de que el agua de los hogares es más segura después del tratamiento fue otro factor que motivó.

Tabla 6

Percepción de las ventajas del WAPI en los participantes del estudio en la comunidad Shawan Rama, San Ramón, Chanchamayo, 2022.

¿Puede señalar la ventaja o desventaja de usar indicador?	Total (N = 14), n (%)
Agua consumible en menor tiempo	5 (35.7)
Ahorro de gas	7 (50.0)
Saber cuándo ya no hay microorganismos en el agua	2 (14.3)

Fuente: Elaboración propia.

Factores técnicos

A nivel del hogar, la mayoría de los participantes no manifestaron disgustos por el olor ni el sabor del agua tratada con el uso del WAPI, por lo contrario, se comparó favorablemente el agua obtenida luego de utilizar el WAPI, y negativamente el agua hervida y agua con cloro, por lo que esto influyó en la aceptabilidad del uso de WAPI.

Discusión

En la dimensión contextual, años atrás, se realizaron algunas capacitaciones sobre el tratamiento del agua con cloro, por la Micro Red de salud de San Ramón, lo que proporcionó a los participantes una experiencia previa sobre cómo tratar el agua potable en sus casas. Los participantes manifestaron que es más práctico el uso del dispositivo WAPI, en comparación de hacer hervir el agua, puesto que lo hace más fácil, esto influyó de manera positiva en la aceptabilidad de los WAPI.

La fuente de agua también pudo haber influenciado en la aceptabilidad de los dispositivos WAPI, teniendo en cuenta que en el

distrito de San Ramón, solo el 48.6% de centros poblados (zonas rurales o comunidades nativas) cuentan con acceso al servicio de agua (SUNASS, 2022), siendo la Shawan Rama una estas poblaciones del porcentaje restante, donde se dispone de un reservorio artesanal con tuberías improvisadas que reciben agua de la única y principal fuente de agua, un manantial ubicado a 1 km de distancia aproximadamente, que podría verse contaminado por los terrenos circundantes y el inadecuado mantenimiento de su principal reservorio de agua, por tanto, los WAPI ayudan a garantizar la inocuidad del agua en cada domicilio.

En la dimensión psicosocial, el conocimiento de que la presencia de microorganismos en el agua, ponen en riesgo a la salud de los que la consumen. Los participantes notaron los beneficios de usar el WAPI, ya que se obtuvo agua en menor tiempo y paralelamente se disminuyó el consumo de combustible; entonces teniendo en cuenta que el 64.3% de los participantes realizan trabajos por cuenta propia, se refleja que la población no tiene ingresos considerables y estables, por lo tanto, esto influyó considerablemente en la aceptabilidad de los dispositivos WAPI.

A nivel mundial, alrededor de 829 000 de personas mueren cada año como consecuencia de la insalubridad del agua, saneamiento e higiene, ya que las deficiencias del saneamiento son un factor importante en relación con varias

enfermedades tropicales desatendidas (OMS, 2022).

En el Perú las infecciones ocurren principalmente por la contaminación del agua, debido a la presencia de agentes patógenos que producen las enfermedades diarreicas, agudas, bacterianas como el cólera y otros enteropatógenos (Cabezas, 2018). En la presente investigación, el 92.9% de los participantes reportó la aceptabilidad al tratamiento del agua con el WAPI, ya que el agua que consumen en sus hogares será más segura.

La comparación de uso del dispositivo WAPI y otros mecanismos, como hacer hervir el agua, necesitan un tiempo prolongado, aproximadamente más de 30 minutos por litro de agua, en cambio, con el WAPI se reduce el tiempo considerablemente de 10 a 15 min, esto favorece a la aceptabilidad de su uso. Además, estudios realizados en zonas rurales de Gandajika, Tanzania, Kenya, Uganda demuestran que el WAPI se puede utilizar con éxito en la mayoría de las fuentes de combustible, incluida la madera y el carbón vegetal (Gonçalves, 2018; Kumagai, 2017; López, 2020); considerando que algunos participantes utilizan leña en situaciones de caída de los ingresos familiares, esto no sería un problema, es más sería un precedente para realizar otros estudios respecto a la pasteurización solar y/o la combinación con las cocinas solares simples (Ndlovu, 2017).

La autoeficacia del uso de WAPI de los participantes contribuyó a su aceptabilidad, pues

esta funciona como el motor principal de la acción motivada (Cook & Artino, 2016).

La percepción de los participantes que el uso del WAPI mejoró la seguridad del agua, explicó la mayor preferencia, esto se evidenció con frecuencia en las visitas de seguimiento del estudio. El uso del dispositivo representó una ventaja relativa sobre la práctica común, que es otro atributo clave que motiva la adopción de la tecnología, ya que mejoró el control de las situaciones y la capacidad de emplear habilidades para adaptar la situación según los deseos de los participantes.

En la dimensión técnica, la facilidad de uso y las características del agua tratada mediante la pasteurización con el WAPI, influyó en la aceptabilidad del dispositivo WAPI. Según la Guías para la calidad del agua de consumo humano de la OMS, se señala que el agua no debe presentar sabores u olores que pudieran resultar desagradables para los consumidores (Herrera et al., 2019). Los participantes no

señalaron haber percibido algún olor ni mal sabor del agua tratada con el uso del WAPI.

Para conocer la aceptabilidad, este estudio se limitó a evaluar el comportamiento y percepciones según los factores contextuales, psicosociales y técnicos de los participantes, no se evaluó los aspectos químicos como la presencia de metales en la fuente de agua, lo cual se recomienda a poder seguir investigando, para validar la eficacia de esta alternativa en relación con la seguridad del agua de consumo y las enfermedades transmitidas por el agua no tratada.

Conclusión

Los resultados del presente estudio demuestran que los participantes tienen una aceptabilidad positiva del WAPI debido principalmente a la facilidad y rapidez de su uso, ello es muy importante para poder implementar programas futuros en la Comunidad Nativa Shawan Rama para tratar su agua de consumo.

Agradecimiento

Se agradece a la organización social Rotaract Selva Central por realizar los mecanismos para la importación y donación del dispositivo WAPI, haciendo posible este estudio.

Se agradece a todos los participantes de la Comunidad Nativa Shipibo Conibo "Shawan Rama", por prestar su tiempo y servicio en esta investigación que servirá para el desarrollo y la mejora del consumo de agua en su comunidad.

Contribución de los autores

DNCC Recolección de datos, Redacción del artículo, revisión final del artículo
PLQP Recolección de datos, análisis de resultados, discusión

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener ningún interés.

Referencias

- Aguilar, Y. (2021). Efecto de la pasteurización en propiedades químicas, microbiológicas y sensoriales de la miel de abeja melipona (*Tetragonisca angustia*). In Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6962/1/AGI-2021-T001.pdf>
- Albornoz, L. (2019). "Comparación de los parámetros físicos – químicos y biológicos de los tres manantiales de inca jircan en el centro poblado de Huacarcocha, distrito de rondos provincia de Lauricocha – Huánuco, marzo - mayo del 2019".
- Cabezas, C. (2018). Infectious diseases related to water in Peru. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 35(2), 309–316. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3761>
- Cook, D. A., & Artino, A. R. (2016). Motivation to learn: an overview of contemporary theories. *Medical Education*, 50(10), 997–1014. <https://doi.org/10.1111/medu.13074>
- Cortez, L. C., & Salazar, B. C. (2019). Factibilidad y aceptabilidad de una intervención multicomponente en adultos mayores frágiles residentes de asilos. *Journal Health NPEPS*, 4(1), 47–61. <https://doi.org/10.30681/252610103197>
- Currier, R. W., & Widness, J. A. (2018). A brief history of milk hygiene and its impact on infant mortality from 1875 to 1925 and implications for today: A review. *Journal of Food Protection*, 81(10), 1713–1722. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-18-186>
- García, L. (2018). Captación de agua en una comunidad del amazonas peruano [Universidad Pontificia Comillas]. In Repositorio comillas. [https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/23464/TFG-Laguia García%2C Laura.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Los sistemas de captación están,un tanque de 2500 litros.](https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/23464/TFG-Laguia%20Laura.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Los sistemas de captación están,un tanque de 2500 litros.)
- Gonçalves, D. (2018). Sistema alternativo para desinfecção da água por pasteurização solar para pequenas comunidades. Universidade Estadual de Campinas UNICAMP, 1–30. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=SISTEMA+ALTERNATIVO+PARA+DESINFECÇÃO+DA+ÁGUA+POR+PASTEURIZAÇÃO+SOLAR+PARA+PEQUENAS+COMUNIDADES&btnG=
- Guaraca, E., & Guaraca, L. (2020). Implementación de una Guía Técnica para la pasteurización de leche y evaluación de su efectividad mediante análisis microbiológico en la Planta de Lácteos "VIGLAC"

- ubicada en el cantón Tambo. [Universidad de Cuenca]. In Universidad de Cuenca. [https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/33798/1/Trabajo de Titulación.pdf](https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/33798/1/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf)
- Guerras, L., & José, N. (2018). Evaluación y selección de estrategias. In E. R. G. Luis Ángel Guerras Martín, José Emilio Navas López (Ed.), Dirección estratégica (primera ed). Universidad Oberta de Catanuya. http://cv.uoc.edu/annotation/286358c6568795c01a76cac86d69262e/495155/PID_00144800/modul_5.html
- Herrera, S., Oviden, M., & Villegas, G. (2019). Parámetros Organolépticos y Microbiológicos de la Calidad del Agua de Consumo Humano, de la Población del Caserío Chamaya Pueblo, Provincia Jaén–Cajamarca.
- Kumagai, A. (2017). Working with East African Partners for Producing Water Pasteurization Temperature Indicators (WAPIs) Akihiko Kumagai. ResearchGate, January. https://www.researchgate.net/profile/Akihiko-Kumagai-2/publication/321964494_What_would_be_a_Sustainable_Water_Pasteurization_Indicator_WAPI_Producing_Method_for_Developing_Countries/links/5a5adee90f7e9b5fb388bb42/What-would-be-a-Sustainable-Water-Pasteurization-Indicator-WAPI-Producing-Method-for-Developing-Countries.pdf
- López, I. (2020). Estudio de alternativas para el tratamiento de agua en Sistemas Rurales de la República Democrática del Congo [Universidad Politécnica de Madrid]. In Universidad Politécnica de Madrid. https://oa.upm.es/64802/1/TFG_INES_LOPEZ_ORTEGA.pdf
- Manoff Group. (2005). Trials of Improved Practices (TIPs) Giving Participants a Voice in Program Design Some Recent Applications of the TIPs Methodology. <https://www.manoffgroup.com/wp-content/uploads/summarytips.pdf>
- Ndlovu, M. (2017). Design, manufacturing and testing of a compact WAPI maker for Tanzania, Kenya and Uganda. California State University.
- OMS. (2022). Saneamiento. Saneamiento. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/sanitation#:~:text=Cerca de 829 000 personas,total de muertes por diarrea.>

- Oven, S. (2022). That's a water pasteurization indicator. Sun Oven, 12–16.
https://www.sunoven.com/?s=wapi&et_pb_searchform_submit=et_search_proccess&et_pb_include_posts=yes&et_pb_include_pages=yes
- Prieto, S. H. (2014). Aceptabilidad social de tecnologías sostenibles para el tratamiento de aguas residuales en áreas urbanas de India. Caso de estudio en Nagpur.
- Roser, B. (2015). Diseños cuasi-experimentales y longitudinales. Universidad de Barcelona, 23(1), 382–387. https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24220w/cuasi_experimental.pdf
- SUNASS. (2022). Acceso de agua a nivel de centros poblados. Sistema de Registro de Información de Área Técnica Municipal. <http://aplicaciones.sunass.gob.pe:8080/RegistroATM/indicadoresATM.html>
- Turismoperuano. (2022). Pueblo Artesanal Shipibo “Shawan Rama.” Turismo Peruano.
<https://www.turismoperuano.com/pueblo-artesanal-shipibo-shawan-rama-junin>
- Zúñiga Carrasco, I. R., & Samperio Morales, H. (2019). Importancia de la cloración del agua: sitios de abastecimiento con presencia de bacterias patógenas. Enfermedades Infecciosas y Microbiología, 39(3), 86–92.
<https://www.medigraphic.com/pdfs/micro/ei-2019/ei193c.pdf>



ARTICULO ORIGINAL

Líquenes como bioindicadores de la calidad del aire en la Comunidad Nativa Shawan Rama, San Ramón (Perú)

Lichens as bioindicators of air quality in the Shawan Rama Native Community, San Ramón (Peru)

Kathya P. Magan Vargas¹ , Ricardo F. Mau Ayala¹ , Luis A. Contreras Tovar¹

RESUMEN

El empleo de líquenes como bioindicadores es extensamente reconocido, en especial para conocer la presencia de contaminantes atmosféricos en una determinada zona. El objetivo de la investigación fue evaluar la calidad del aire de la Comunidad Nativa (CC.NN.) Shawan Rama utilizando los líquenes. Para este estudio, se tomaron datos de 25 forófitos (árboles de muestreo) agrupadas en 5 zonas de muestreo del área de estudio, circundantes a la zona quemada y alejada al mismo de la CC.NN. Shawan Rama, se calculó el índice de Pureza Atmosférica (IPA) de cada zona. El estudio reveló la presencia de 3 tipos de líquenes (fruticulosos, crustáceos y foliosos), siendo la de mayor frecuencia los líquenes crustáceos. En cuanto a los valores del IPA se encontró que la zona 5 (IPA= 6.4), posee el nivel más bajo en calidad de aire, en relación a las demás zonas, dividiéndose estas en dos grupos respectivamente (Z3 – Z4) y (Z1 – Z2) con valores oscilantes entre (11.8 – 12.6) y (26.8 – 28.6). En conclusión, los valores obtenidos del IPA nos indica que la CC.NN. Shawan Rama posee una calidad del aire regular.

Palabras clave: *bioindicadores, Comunidad Nativa, Contaminación atmosférica, Índice de Pureza Atmosférica (IPA).*

ABSTRACT

The use of lichens as bioindicators is widely recognized, especially to know the presence of atmospheric pollutants in a given area. The aim of the research was to evaluate the air quality of the Native Community (NN.CC) Shawan Rama using lichens. For this study, data were taken from 25 phorophytes (sample trees) grouped in 5 sampling zones of the study area, surrounding the burned area and away from the burned area in the Shawan Rama NPP. Shawan Rama, the Atmospheric Purity Index (API) was calculated for each zone. The study revealed the presence of 3 types of lichens (fruticose, crustaceous and foliose), with crustaceous lichens being the most frequent. Regarding the IPA values, it was found that zone 5 (API= 6.4) has the lowest level of air quality in relation to the other zones, which are divided into two groups respectively (Z3 - Z4) and (Z1 - Z2) with values ranging between (11.8 - 12.6) and (26.8 - 28.6). In conclusion, the API values obtained indicate that the NN.CC. Shawan Rama has a good quality of air quality.

Keywords: *bioindicators, Native Community, Atmospheric pollution, IPA Atmospheric Purity Index.*

¹Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa Chanchamayo, Perú.

*Autor de correspondencia.
E-mail:
73853106@uniscjsa.edu.pe

Recibido: 01 de dic de 2022
Aprobado: 16 de dic de 2022
Publicado: 28 de dic de 2022

Para citar este artículo:

Magan Vargas, K.; Mau Ayala, R.; Contreras Tovar, L. (2022). Líquenes como bioindicadores de la calidad del aire en la Comunidad Nativa Shawan Rama, San Ramón (Perú). *Yotantsipanko*, 02(02), 34 - 47. <https://doi.org/10.54288/yotantsipanko.v2i2.20>



Introducción

La calidad del aire se ha visto perjudicada en estos últimos años debido al aumento de emisiones tóxicas que en su mayoría tienen origen antropogénico, esto ha ocasionado el incremento de su peligrosidad, lo que puede reflejarse en efectos que se generan en algunos organismos vivos y variaciones existentes en su medio ambiente (Canseco et al, 2006).

Para una correcta medición de la calidad del aire, existen métodos convencionales que permiten medir el nivel de la contaminación atmosférica, a través de las concentraciones de contaminantes. Por otra parte, existen métodos alternativos como los líquenes, que caracterizan de una manera rápida, económica y eficiente la calidad del aire (Méndez Estrada et al., 1999).

El uso de líquenes para medir las consecuencias de la contaminación atmosférica es actualmente un pilar en la gestión de la calidad del aire en todas partes del mundo (Anze et al., 2007). Estos organismos vivos son conocidos como “bioindicadores” que suelen ser muy eficientes a la hora de los cambios progresivos o repentinos de la calidad del aire. Los cambios repentinos afectan la presencia o abundancia de los líquenes, así como los procesos fisiológicos de estos organismos vivos, permitiendo evaluar el impacto de la alteración ambiental (Quispe et al., 2013). Entre los líquenes con mayor eficiencia

para determinar la calidad de aire están los epífitos, aquellos que se encuentran adheridos a la corteza de los árboles (Canseco et al., 2006; Riquelme, 2008).

Actualmente en la comunidad nativa Shawan Rama no existen antecedentes de estudios realizados sobre calidad del aire mediante el empleo de bioindicadores.

Por consiguiente, la presente investigación tiene como objetivo evaluar la calidad del aire de la Comunidad Nativa Shawan Rama utilizando los líquenes como bioindicadores.

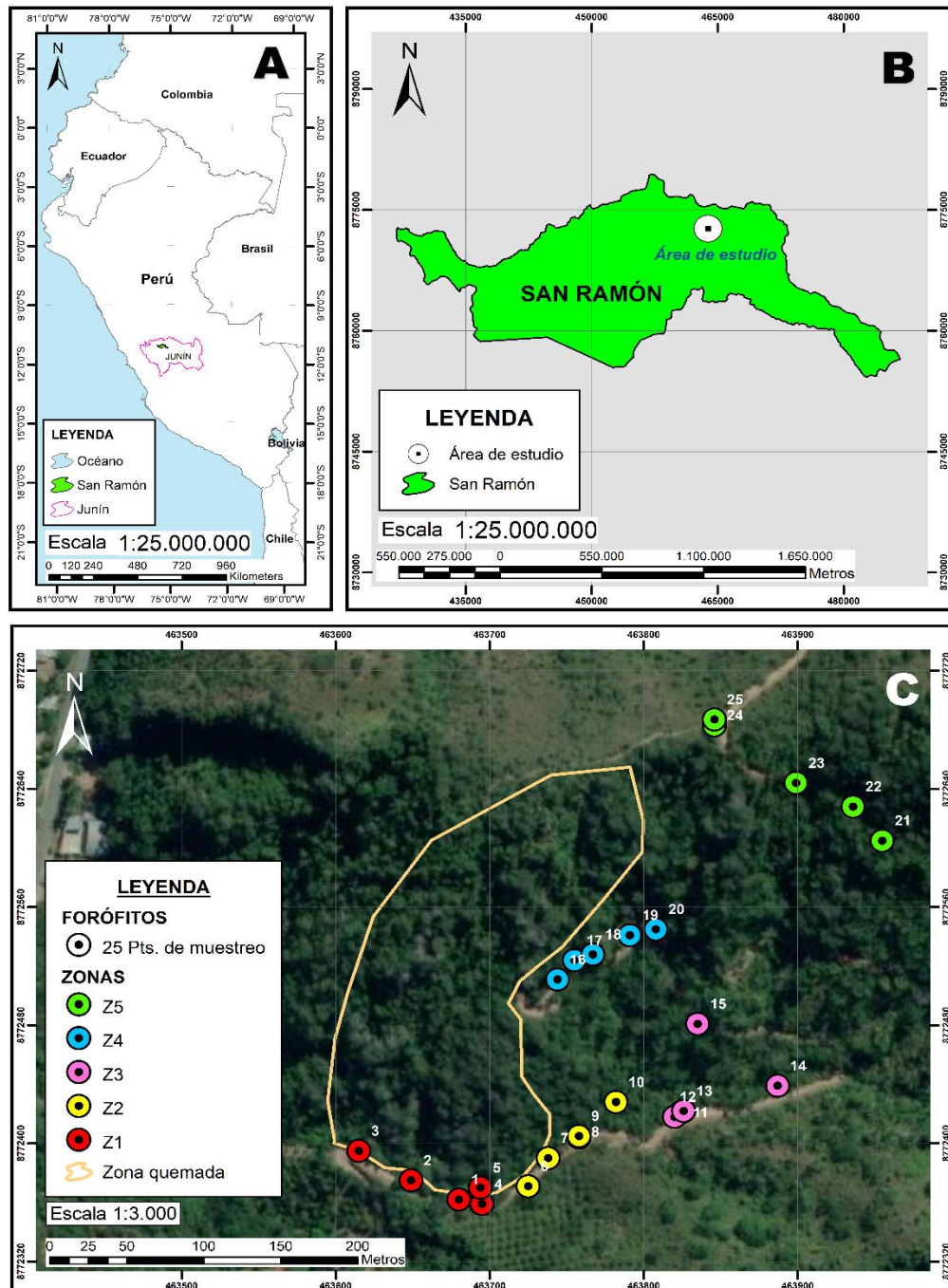
Materiales y métodos

Área de estudio

El estudio se lleva a cabo en la Comunidad Nativa Shawan Rama que se encuentra ubicada en el distrito de San Ramón, en la provincia de Chanchamayo, región Junín. Este departamento está ubicado en el centro del Perú, limitando al norte con Pasco, al este con Ucayali y Cusco, al sur con Huancavelica y Ayacucho, y al oeste con Lima (Figura 1).

En la zona existe un progresivo aumento de incendios forestales, con efectos no sólo en la pérdida de cobertura vegetal, sino también en la alteración de la calidad del aire generado por las emisiones de CO₂, CO y material particulado (PM).

Figura 1. A) Ubicación de la zona de estudio de la región Junín en el centro del Perú B) Ubicación de la zona de estudio en el distrito de San Ramón C) Ubicación de las 5 zonas de estudio circundante a la zona quemada y aledañas a la CC. NN. Shawan Rama, San Ramón, Chanchamayo (Perú). Los puntos de colores representan los 25 forófitos donde se identificó los tipos de líquenes (fruticulosos, crustáceos y foliosos).



Fuente: Elaboración propia

Tabla 1.

Puntos de monitoreo de cada zona de muestreo en la Comunidad Nativa Shawan Rama, San Ramón, Chanchamayo, Perú

Zonas	Descripción	Forófitos	Este	Norte
Z1 "zona inferior oeste a la zona quemada"	Los forófitos inventariados en la Z1 son de la especie (<i>Manguijera indica</i>)	1	463680	8772362
		2	463649	8772375
		3	463615	8772395
		4	463695	8772359
		5	463694	8772370
Z2 "zona inferior central a la zona quemada "	Los forófitos inventariados en la Z2 son de la especie Yungol y <i>Manguijera indica</i>	6	463725	8772371
		7	463738	8772390
		8	463758	8772404
		9	463758	8772405
		10	463782	8772428
Z3 "zona alejada inferior este a 50 m de la zona quemada"	Los forófitos inventariados en la Z3 son de la especie Yungol, Albizia y Bolaina	11	463824	8772421
		12	463820	8772418
		13	463826	8772422
		14	463887	8772439
		15	463835	8772481
Z4 "zona alejada central este a 25 m de la zona quemada"	Los forófitos inventariados en la Z4 son de la especie Palto, Almendro y <i>Manguijera indica</i>	16	463744	8772511
		17	463755	8772524
		18	463767	8772528
		19	463791	8772541
		20	463808	8772545
Z5 "zona alejada superior este a 100 m de la zona quemada "	Los forófitos inventariados en la Z5 son de la especie Almendro, Palto, Guayaba y Albizia	21	463955	8772605
		22	463936	8772628
		23	463899	8772644
		24	463846	8772683
		25	463846	8772687

Fuente: *Elaboración propia*

Selección de zonas de monitoreo

Para la presente investigación se seleccionaron de forma no probabilística 5 zonas de monitoreo alrededor de la zona quemada aledaña a la Comunidad Nativa Shawan Rama.

En cada zona se eligió 5 forófitos acumulando un total de 25 forófitos en el área de estudio para

conocer la frecuencia de los tipos de líquenes y obtener el IPA por cada zona (Tabla 1). De las 5 zonas de monitoreo, dos zonas (1 y 2) se encontraban al pie de la zona quemada y las tres restantes (3, 4 y 5) estaban ubicadas en zonas más distantes a la zona quemada y viviendas de los pobladores de la CC.NN. Shawan Rama.

Figura 2. *Incendio forestal ocurrido en la Comunidad Nativa Shawan Rama, San Ramón, Chanchamayo, Perú*



Fuente: Elaboración propia

Identificación de tipo de líquenes

Para la identificación de los diferentes ejemplares liquénicos recolectados por cada forófito de las 5 zonas muestreadas aledañas de la Comunidad Nativa Shawan Rama se emplearon guías fotográficas y bibliografía científica.

Para la identificación de los tipos de líquenes (folioosos, crustáceos y fruticulosos) se observaron las características macroscópicas y según su forma de crecimiento. Si se desarrollan en forma de costra, se les denomina crustáceo (Figura 3B), este tipo de líquenes están adheridos

al sustrato fijamente, por lo tanto, no presentan corteza inferior, se desarrollan demasiado lento (pocos milímetros por año) y resulta muy complicado divisar su forma a simple vista (Luís Pérez-Quintero & Watteijne Cerón, 2009). Si se desarrollan en forma de una hoja, se consideran foliáceo (Figura 3a), estos líquenes cuentan con un talo aplanado y se encuentran fragmentados en lóbulos, ya que se encuentran parcialmente

adheridos al sustrato, se desprenden sencillamente. Y finalmente si se desarrollan a modo de pequeños arbustos ramificados se les denomina líquenes fruticulosos (Figura 3c), resultan ser aquellos que poseen simetría radial, por ende, no se puede lograr diferenciar la superficie superior de la inferior (Shukla et al., 2014).

Figura 3. A) Líquen folioso B) Líquen crustáceo C) Líquen fruticuloso



Nota: Tomada de (Tipos de Líquenes | Ilbca, n.d.).

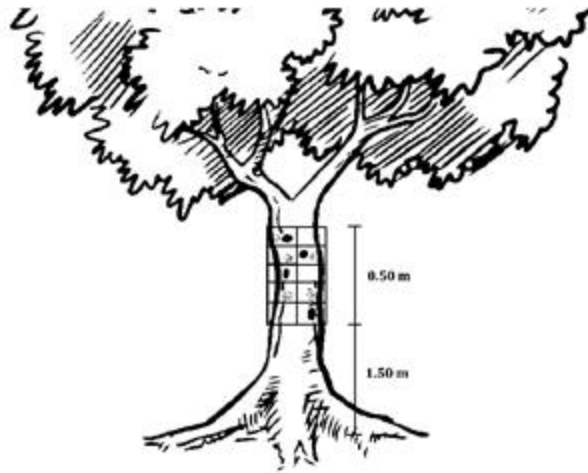
Monitoreo de líquenes

Para poder identificar la frecuencia de los tipos de los líquenes se construyeron grillas con una dimensión de 50 cm x 20 cm, subdividas en 10

subcuadros de 10 cm x 10 cm. Construida la grilla se coloca sobre el fuste del forófito, en la cara del fuste con mayor cobertura líquénica (Figura 4). El centro de la grilla se dispone en el punto con

mayor cobertura líquénica, la distancia que se coloca la grilla en referencia al suelo es de 1.50 m a 1.80 m dependiendo de la cobertura líquénica (SSF, 2012).

Figura 4. Instalación de la grilla (50x20 cm) para monitorear los líquenes epífitos presentes en el forófito seleccionado.



Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, para la toma de datos de la frecuencia se siguieron los pasos del Manual de Red CE de nivel II.

Figura 5. Obtención de datos de frecuencia con el uso de la grilla de muestreo, los cuales son necesarios para determinar el Índice de Pureza Atmosférica (IPA) en cada forófito seleccionado en la Comunidad Nativa Shawan Rama, San Ramón, Chanchamayo, Perú.



Fuente: Elaboración propia

Los líquenes crustáceos fueron aquellos que alcanzaron la mayor frecuencia promedio de 11 (Tabla 4) demostrando ser tolerantes y altamente frecuentes a pesar de los incendios forestales.

Tabla 4.

Frecuencia promedio de líquenes por zonas (06 de noviembre, 2012) en la Comunidad Nativa Shawan Rama, San Ramón, Chanchamayo, Perú

Tipo de especie	Frecuencia promedio de líquenes por zona					Frecuencia promedio total
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	
Foliosos	7.4	4.4	2	11.6	6.4	6
Crustáceos	21.2	22.4	10.6	0	0	11
Fruticulosos	0	0	0	0.25	0	0

Fuente: Elaboración propia

Índice de Pureza atmosférica (IPA)

Los valores obtenidos del IPA para los 25 puntos de muestreo, oscilaron entre 0.5 hasta 21.5 como lo muestra la Tabla 5.

Tabla 5.

Valores de Índice de Pureza Atmosférica (IPA) por cada zona de muestreo en la Comunidad Nativa Shawan Rama, San Ramón, Chanchamayo, Perú

Zonas de estudio	IPA	Frecuencia total
Z1	28.6	143
Z2	26.8	134
Z3	12.6	63
Z4	11.8	59
Z5	6.4	32

Fuente: Elaboración propia

Cuanto menor sea el valor del IPA mayor será la afectación en la calidad de aire, cuanto mayor sea el valor del IPA se tendrá mejores condiciones y mejor desarrollo para los líquenes (LeBlanc & Sloover, 1970).

Los valores obtenidos por el IPA para la zona 1 que es la zona inferior oeste al incendio forestal es de 28,6 y zona 2 que es la zona inferior central al incendio forestal es de 26,8 respectivamente, lo cual están en el rango de IPA de 15,5 a 35,5 en

Análisis de datos

Se calculó a partir del número de individuos por tipos de líquenes presentes en cada forófito de las 5 zonas de estudio seleccionadas.

Una vez se ha obtenido la tabla de frecuencias para los tipos de líquenes presentes en cada forófito escogido, se procede a calcular el valor de IPA del inventario según la siguiente fórmula (Fernández-Salegui et al., 2006):

$$IPA = \sum_{i=1}^n \frac{Fi}{5}$$

- Fi = Frecuencia del tipo de líquen “i”
- n = Número de tipos de líquenes del inventario
- 5 es el número mínimo de árboles sobre los que se realiza el inventario en una localidad dada. Se pueden escoger más árboles por localidad.

Para su evaluación se tomó de referencia los rangos de niveles de IPA (LeBlanc & Sloover, 1970) las cuales se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2.

Clasificación del Índice de Pureza Atmosférica (IPA)

Categorías	IPA	Descripción
I	1 al 5.5	Ausencia de líquenes – áreas de mayor contaminación
II	>5.5 al 15.5	Pobre presencia de líquenes-todavía hay presencia de áreas contaminadas.
III	>15.5 al 35.5	Llamada zona de transición – donde la vegetación epífita no es exuberante, pero está bien representada.
IV	>35.5 al 75.5	Zona donde el aire está limpio y favorable para el crecimiento de líquenes.
V	>75.5	Zona exuberante y tiene mejor desarrollo para los líquenes.

Fuente: Tomado de LeBlanc & De Sloover (1970).

Resultados

Tipos de líquenes identificados

Los monitoreos realizados en 7 especies arbóreas (Mango, Yungol, Albizia, Bolaina, Almendro, Palto y Guayaba) usadas como forófitos permitieron identificar un total de 431 individuos de líquenes, de los cuales los más frecuentes son los líquenes crustáceos

(caracterizados por tener un talo que se adhiere fuertemente al sustrato con márgenes definidos de color blanquizco) con un total de 271 individuos (Tabla 3) entre ellos podemos ver que en los forófitos 4 (Zona 1) y 14 (Zona 3) presentan la mayor frecuencia líquénica de este tipo. También se identificó 159 individuos de

Los líquenes crustáceos fueron aquellos que alcanzaron la mayor frecuencia promedio de 11 (Tabla 4) demostrando ser tolerantes y altamente frecuentes a pesar de los incendios forestales.

Tabla 4.

Frecuencia promedio de líquenes por zonas (06 de noviembre, 2012) en la Comunidad Nativa Shawan Rama, San Ramón, Chanchamayo, Perú

Tipo de especie	Frecuencia promedio de líquenes por zona					Frecuencia promedio total
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	
Foliosos	7.4	4.4	2	11.6	6.4	6
Crustáceos	21.2	22.4	10.6	0	0	11
Fruticulosos	0	0	0	0.25	0	0

Fuente: Elaboración propia

Índice de Pureza atmosférica (IPA)

Los valores obtenidos del IPA para los 25 puntos de muestreo, oscilaron entre 0.5 hasta 21.5 como lo muestra la Tabla 5.

Tabla 5.

Valores de Índice de Pureza Atmosférica (IPA) por cada zona de muestreo en la Comunidad Nativa Shawan Rama, San Ramón, Chanchamayo, Perú

Zonas de estudio	IPA	Frecuencia total
Z1	28.6	143
Z2	26.8	134
Z3	12.6	63
Z4	11.8	59
Z5	6.4	32

Fuente: Elaboración propia

Cuanto menor sea el valor del IPA mayor será la afectación en la calidad de aire, cuanto mayor sea el valor del IPA se tendrá mejores condiciones y mejor desarrollo para los líquenes (LeBlanc & Sloover, 1970).

Los valores obtenidos por el IPA para la zona 1 que es la zona inferior oeste al incendio forestal es de 28,6 y zona 2 que es la zona inferior central al incendio forestal es de 26,8 respectivamente, lo cual están en el rango de IPA de 15,5 a 35,5 en

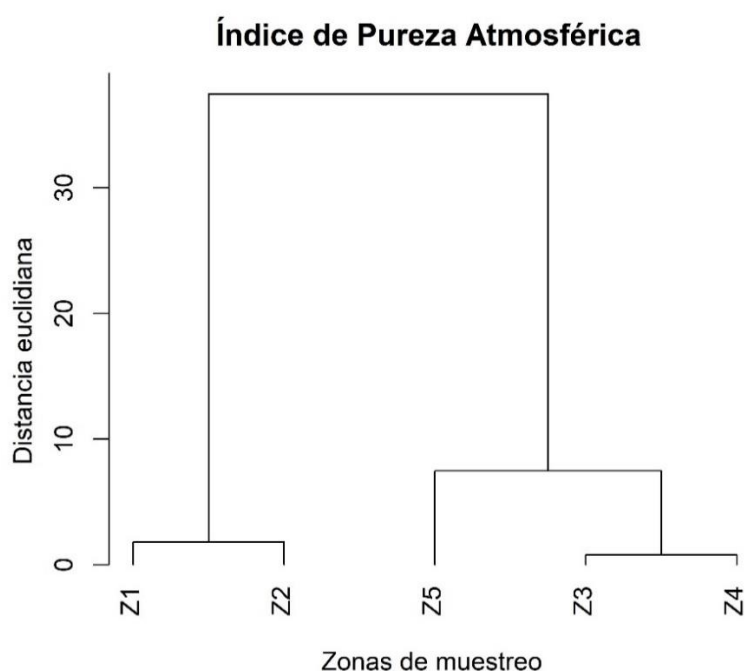
la llamada zona de transición, donde la vegetación epífita no es exuberante.

Asimismo, tenemos a la zona 3 que es la zona inferior, más alejada a la zona de quema tiene un valor de 12,6; la zona 4 que es la zona central este a la zona quemada tiene un valor de 11,8 y

por último la zona 5 que es la zona superior este a 100 m de la zona quemada con un valor de 6,4; estas 3 zonas se encuentran en el rango de IPA de 5,5 al 15,5 en la zona de pobre presencia de líquenes.

Dendrograma de las zonas de muestreo

Figura 6. Dendrograma del IPA en las 5 zonas de muestreo



Fuente: *Elaboración propia*

Según la Figura 7 se formaron dos grupos bien definidos a una distancia euclidiana de 8. Las zonas 1 y 2 forman un subgrupo debido a que se encontró a una misma distancia euclidiana, pero con mayores valores en el IPA. Mientras que las zonas 3, 4 y 5 tuvieron los menores valores en el IPA, pero la zona 3 y 4 tuvo una distancia euclidiana similar a la zona 1 y 2, mientras que la zona 5 se agrupó con la zona 3 y 4.

Discusión

Las mayores frecuencias de líquenes fueron registradas en las zonas 1 y 2, la cual nos indica una zona de baja contaminación que no se vio afectada por la zona quemada identificada en el área de estudio.

A su vez dentro de las zonas de muestreo se identificaron 271 individuos de tipo crustáceos,

159 individuos de tipo foliosos y un individuo de tipo fruticulosos, estos líquenes son los primeros en desaparecer de un ecosistema urbano como consecuencia de la contaminación atmosférica según (Hawksworth & Rose, 1970). LeBlanc & Sloover (1970) afirman que en general los líquenes de tipo fruticulosos son los más sensibles a la contaminación, los de tipo foliosos tienen una sensibilidad media y los de tipo crustáceos son los menos sensibles. Esta información tendría concordancia con la cantidad de líquenes crustáceos encontrados en las zonas de estudio y la casi ausencia de líquenes fruticulosos, lo que indicaría la presencia de contaminantes atmosféricos.

Por su parte, Valdivia & Ramírez (2018), en su investigación sobre uso de líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica en el pasivo ambiental minero Santo Toribio en Áncash, Perú, se identificaron que el 33,3% (14 tipos) fueron líquenes del biotipo foliosos, 59,52% (25 tipos) líquenes del biotipo crustoso y el 7,14% (3 tipos) líquenes del biotipo fruticulosos.

De tal modo, la presencia de líquenes de tipo crustáceos en mayor cantidad indica problemas en calidad de aire. Por lo tanto, el tipo de especie más tolerante son los crustáceos y la especie más sensible son los fruticulosos. Cuando la contaminación aumenta se produce un cambio de los tipos sensibles (fruticulosos) los cuales son sustituidos por tipos tolerantes (crustáceos) (Méndez & Monge, 2011).

En relación con los resultados obtenidos tras la aplicación del IPA, se demuestra que la zona 5 la más alejada a la zona quemada, posee el valor más bajo del IPA con 6.4 representando presencia de mayores niveles de contaminación atmosférica. Por otro lado, la zona 1, obtuvo el mayor valor de IPA con 28.6, representando de esta manera la zona con menor grado de contaminación atmosférica. Los niveles de la calidad del aire de las zonas 3, 4 y 5; se encuentra en la categoría II “Pobre presencia de líquenes, en la cual hay presencia de áreas contaminadas”, esto es debido a que las perturbaciones ocurridas no son frecuentes y la ubicación de estas zonas están en la parte superior en dirección al viento. La zona 1 y 2 pertenece a la categoría III “zona de transición donde la vegetación epífita está representada pero no es exuberante” representando de esta manera niveles de contaminación atmosférica moderados, estableciendo claramente que esta metodología correlaciona los cambios en la distribución de los líquenes, con los niveles de contaminación atmosférica que pudieran existir dentro del área de estudio.

Es importante mencionar que una de las limitantes existentes en la realización de la presente investigación fue la identificación de especies de líquenes, mismo que se recomienda para futuros estudios.

Conclusión

Se realizó el monitoreo a 25 forófitos divididos en 5 zonas de muestreo los cuales identificamos como abundante a los líquenes crustáceos.

Los valores obtenidos del IPA nos indica que la CC.NN. Shawan Rama posee una calidad del aire regular, debido a que existen perturbaciones (incendios forestales y demás fuentes) que alteran su estado.

Agradecimiento

Por toda la ayuda incondicional y siempre de buena fe al Mg. Blgo. Daniel Álvarez Tolentino por todos los consejos brindados para iniciar este trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa por brindarnos los conocimientos necesarios para llevar a cabo esta investigación.

Contribución de los autores

KPMV: Redacción del artículo, recolección de datos, análisis de resultados y revisión final del artículo.

RFMA: Recolección de datos, análisis de resultados y discusión.

LACT: Introducción, interpretación de resultados y conclusión.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

Referencias

- Anze, R., Franken, M., Zaballa, M., Pinto, M. R., Zeballos, G., Cuadros, M. D. L. Á., Canseco, Á., Rocha, A. De, Estellano, V. H., & Granado, S. Del. (2007). Bioindicadores en la detección de la contaminación atmosférica en Bolivia. *Revista Virtual REDESMA*, June 2015, 53–74.
- Barreno Rodríguez, E., Sancho, L., Crespo, A., & Bueno, A. (1981). Establecimiento de una red de valoración de pureza atmosférica en la provincia de La Coruña (España) mediante bioindicadores liquénicos. *Lazaroa*, 3, 289–311.
- Canseco, A., Anze, R., & Franken, M. (2006). Comunidades de líquenes: indicadores de la calidad del aire en la ciudad de La Paz, Bolivia. *Acta Nova*, 3, 286–307. <http://www.ucbcba.edu.bo/Publicaciones/revistas/actanova/documentos/v3n2/v3.n2.Canseco.pdf>
- Fernández-Salegui, A. B., Terrón Alfonso, A., & Barreno, E. (2006). Bioindicadores de la calidad del aire en La Robla (León, noroeste de España) diez años después. *Lazaroa*, 27, 29–41.

- Hawksworth, D., & Rose, F. (1970). Qualitative Scale for estimating Sulphur Dioxide Air Pollution in England and Wales using Epiphytic Lichens. *Nature Publishing Group*, 227, 145–148. <http://www.mendeley.com/research/discreteness-conductance-chnge-n-bimolecular-lipid-membrane-presence-certin-antibiotics/>
- LeBlanc, S. C. F., & Sloover, J. De. (1970). Relation between industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal. *Canadian Journal of Botany*, 48(8), 1485–1496. <https://doi.org/10.1139/b70-224>
- Luís Pérez-Quintero, Á., & Watteijne Cerón, B. (2009). ESTRUCTURA DE UNA COMUNIDAD DE LÍQUENES Y MORFOLOGIA DEL GÉNERO *Sticta* (STICTACEAE) EN UN GRADIENTE ALTITUDINAL Lichen Community Structure And Morphological Changes In The Genus *Sticta* (STICTACEAE) Associated To An Altitude Gradient. *Acta Biol. Colomb*, 14, 159–172.
- Méndez Estrada, V. H., Rivas Rossi, M., & Monge Nájera, J. (1999). LOS LÍQUENES COMO BIOINDICADORES Y SU USO POR PARTE DE ESTUDIANTES PARA MONITOREAR LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA. 506.
- Méndez, V. H., & Monge, J. (2011). El Uso De Líquenes Como Biomonitores Para Evaluar El Estado De La Contaminación Atmosférica a Nivel Mundial. *Biocenosis @BULLET*, 25, 51–67.
- Quispe, K., Ñique, M., & Chuquilin, E. (2013). LÍQUENES COMO BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA CIUDAD DE TINGO MARÍA, PERU. *Investigación y Amazonía*, 3(2), 99–104.
- Riquelme, F. (2008). Evaluacion del uso de liquenes como indicadores biologicos de contaminacion atmosferica en quebrada de la plata, regio. *Anales de La Universidad de Chile*.
- Shukla, V., Upreti, D. K., & Bajpai, R. (2014). Lichens to biomonitor the environment. In *Lichens to Biomonitor the Environment*. <https://doi.org/10.1007/978-81-322-1503-5>
- SSF. (2012). Manual Red Ce De Nivel II.
- Tipos de líquenes | ilbca. (n.d.). Retrieved December 15, 2022, from <https://ilbca.wordpress.com/tipos-de-liquenes/>
- Valdivia, D., & Ramírez, Á. (2018). Uso De Líquenes Como Bioindicadores De Contaminación Atmosférica En El Pasivo Ambiental Minero Santo Toribio, Áncash, Perú. *The Biologist*, 16(1), 77–95. <https://doi.org/10.24039/rbt2018161223>



ARTICULO ORIGINAL

Identificación y clasificación científica de aves en la comunidad nativa San Antonio de Sonomoro, Satipo, Perú

Identification and scientific classification of birds in the native community San Antonio de Sonomoro, Satipo, Peru

Benjamín Emerson Borda Luna¹ , Nathalie Ethel Lahura Albuja¹ , Lucero de Jesús Chulluncuy Julcarima² , Nayeli Jhael Montes Granados² , Morelia Nayeli Veliz Meza² , Mariori Angie Inga Caja² , Clinto Reyes Flores Mora²

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue realizar la identificación y clasificación científica de especies de aves en la Comunidad Nativa de San Antonio de Sonomoro ubicado en el distrito de San Martín de Pangoa en la Selva Central del Perú, el cual fue desarrollado entre los meses de junio y julio del 2022. La investigación fue de tipo descriptivo con enfoque cualitativo y diseño no experimental, aplica la técnica de observación. Se realizaron observaciones *in situ* de distintas especies de aves originarias que presentan características particulares e inherentes según su especie. Los resultados obtenidos representan a 12 especies de aves representativas: *Pitangus sulphuratus*, *Pionus menstruus*, *Zonotrichia capensis*, *Columbina cruziana*, *Thraupis episcopus*, *Hirundo rustica*, *Rupornis magnirostris*, *Trochilidae*, *Cacicus cela*, *Mitu tuberosum*, *Pteroglossus torquatus* y *Nothoprocta pentlandii*, que cumplen un rol fundamental en la cadena ecológica asegurando el equilibrio biológico, debido a que dispersan semillas en el proceso de su alimentación y regulan las poblaciones de insectos, roedores, serpientes, entre otros. Además, sus espléndidos colores de plumaje y cantos inherentes son un atractivo para el desarrollo del ecoturismo y representan una fuente potencial para el desarrollo de futuras investigaciones en la materia.

Palabras clave: aves, inventario, clasificación taxonómica.

ABSTRACT

The aim of the research was to carry out the identification and scientific classification of bird species in the Native Community of San Antonio de Sonomoro, San Martín de Pangoa, Satipo, Junín, Peru, which was developed between the months of June and July 2022. The research was of an applied type with a qualitative approach and a non-experimental design where the technique of observation and data collection was applied. The intervention was carried out in the field in order to carry out the *in situ* observation of different species of native birds that present particular and inherent characteristics according to their species. The results obtained represent 12 representative bird species *Pitangus sulphuratus*, *Pionus menstruus*, *Zonotrichia capensis*, *Columbina cruziana*, *Thraupis episcopus*, *Hirundo rustica*, *Rupornis magnirostris*, *Trochilidae*, *Cacicus cela*, *Mitu tuberosum*, *Pteroglossus torquatus* and *Nothoprocta pentlandii*, which play a fundamental role in the ecological chain, ensuring the biological balance in the intervention area, because they disperse seeds in the process of their feeding and regulate the populations of insects, rodents, snakes, among others. In addition, its splendid plumage colors and inherent songs are an attraction for the development of ecotourism and represent a potential source for the development of future research in the matter.

Keywords: birds, inventory, taxonomic classification

¹Universidad Nacional de Ingeniería
Lima, Perú.

²Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central
Juan Santos Atahualpa
Chanchamayo, Perú.

*Autor de correspondencia.
E-mail:
benjaminborda@gmail.com

Recibido: 14 de set de 2022
Aprobado: 14 de dic de 2022
Publicado: 28 de dic de 2022

Para citar este artículo:

Borda Luna, B.; Lahura Albuja, N.; Chulluncuy Julcarima, L.; Montes Granados, N.; Veliz Meza, M.; Inga Caja, M.; Flores Mora, C. (2022). Identificación y clasificación científica de aves en la comunidad nativa San Antonio de Sonomoro, Satipo, Perú. *Yotantsipanko*, 02(02), 48 - 66. <https://doi.org/10.54288/yotantsipanko.v2i2.21>



Introducción

Las aves son organismos muy conocidos y valorados en el mundo natural, puesto que proporcionan una amplia variedad de servicios ecosistémicos; son controladores biológicos, brindan beneficios claves como polinizadores y dispersar semillas, mientras que otras brindan un servicio crucial en la eliminación de cadáveres de animales (BirdLife International, 2018). Asimismo, las aves pueden ser excelentes organismos indicadores del estado de conservación del hábitat por sus características de fácil observación, amplia distribución e importancia ecológica (Cajas et al., 2021).

Estudios de análisis y descripción de la diversidad de aves en el departamento de Huila (Colombia) concernientes a la zona - bosque tropical seco (bs-T) mostraron 32 clases de aves mediante una verificación visual directa y aprehensión con mallas de niebla, de las cuales resultaron comunes las familias Thraupinae y Tyrannidae. Los hábitos más comunes fueron frugívora, omnívora e insectívora (Ramos et al, 2012).

Estudios realizados en Lima, por la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM) en Perú, recalcan que para el año 2010 se obtuvo una lista taxonómica de 48 especies, entre las más abundantes *Zenaida meloda* y *Columbina cruziana*, teniendo en cuenta que dicho lugar es un espacio altamente heterogéneo en términos de hábitat, con alta variabilidad del espacio geográfico (Castillo, Castañeda & Quinteros,

2014) presentando espacios con campos de cultivo de diversas especies (Priego et al, 2003).

En el departamento de Junín, se tiene una lista preliminar de especies de aves que fue construida a partir de los registros realizados entre los años 2010 – 2012 en campos de cultivo de naranjo y bosques secundarios de la Estación Experimental Fundo La Génova en bosques basimontano de Yungas; ecosistema montano bajo no nublado del valle Chanchamayo. En aquel lugar se enumeraron un total de 138 clases, por lo cual, se determinaron la mayor cantidad de aves en las familias de Tyrannidae con 28 especies, Thraupidae con 16 especies, Trochilidae con 12 especies y Furnariidae con 8 especies, para ello se utilizaron los métodos de muestreo e inventarios audiovisuales eventuales (Guevara et al, 2021).

La formación vegetal Bosque Tropical Premontano está ubicado en varios distritos, como; Pangoa, Satipo, Llaylla y Coviriali, esta constituye la parte baja de las colinas, en el que la arboleda nativa ha sido removida con fines forestales y agrícolas, generalmente está formado por bosques con árboles de apariencia mediana y baja. Se reporta la mayor diversidad de aves en este hábitat dentro de la región Junín, también de ser uno de los más biodiversos en el Perú, algunas de las especies documentadas fueron: *Melanerpes cruentatus*, *Galbula cyanescens*, *Ara militaris*, *Metallura tyrianthina*, *Elaenia sp.*, *Columbina talpacoi*, *Cacicus cela*,

Thraupis episcopus, *Zonotrichia capensi*, *Buteo magnirostris* ZEE (2015).

Como contribución en identificación y clasificación de las aves en la comunidad nativa San Antonio de Sonomoro se dispone a ampliar el conocimiento de toda la comunidad universitaria y de la misma población; sobre las aves del lugar con la finalidad de promover su conservación y su hábitat.

Materiales y métodos

Área de estudio

El estudio fue ejecutado en la comunidad nativa San Antonio de Sonomoro situada a una longitud de -74.423670 y a una latitud de -11.441250, a 8.1 km del distrito de San Martín de Pangoa de la provincia de Satipo, departamento de Junín en la Selva Central del Perú. La zona de estudio cuenta con 90 viviendas y 474 habitantes.

Tabla 1.
Cronograma de actividades ejecutadas en la investigación

Actividades	Junio					Julio			
	Semana	09	10	11	12	13	14	15	16
Definir el tema de investigación		10							
Búsqueda de fuentes de información (redalyc, scielo, etc)			12		02			17	
Reuniones por google meet (noches)			18	22	01	06	13	18	
Visita a la comunidad (presenciales)				25	02		16		
Presentación de avances				24		08	14	19	
Revisiones y correcciones del trabajo							18	19	
Entrega final y exposición									22

Fuente: Elaboración propia

El estudio se realizó en junio y julio del 2022.

Método

Para la investigación se usó el tipo cualitativo de enfoque no experimental, porque se estudia a las aves en su ambiente natural. Se usó este tipo de investigación ya que introduce un acercamiento interpretativo y naturalista al estudio.

Procedimiento metodológico del trabajo

Para realizar la investigación se desarrolló en etapas:

- **Recopilación de información**
Para la presente investigación se realizó una recopilación de datos previamente.
- **Planificación**
Se realizó un cronograma de actividades para poder llevar a cabo la realización de la investigación (Tabla 1).

Materiales

Para la realización de la investigación se consideraron los siguientes materiales muy elementales (Tabla 2).

Tabla 2.

Relación de materiales utilizados

Materiales	Cantidad
Cámara de celular	2 Unidades
Semillas para aves	2 Kilos
Guantes	5 Pares
Alambre	1 Metro

Fuente: Elaboración propia

Se implementó un rótulo para poder identificar los tipos de aves que existe en la comunidad y así poder concientizar a la población.

Intervención en campo

La visita de estudio se realizó el día 26 de junio del 2022. Nos dirigimos al distrito de San Martín de Pangoa en la mañana.

El punto de concentración fue en la plaza principal del distrito de San Martín de Pangoa a

horas 10:00 am. Para lo cual, una vez llegado a dicho lugar nos tuvimos que trasladar a la comunidad nativa San Antonio de Sonomoro, con un tiempo de viaje de 25 minutos.

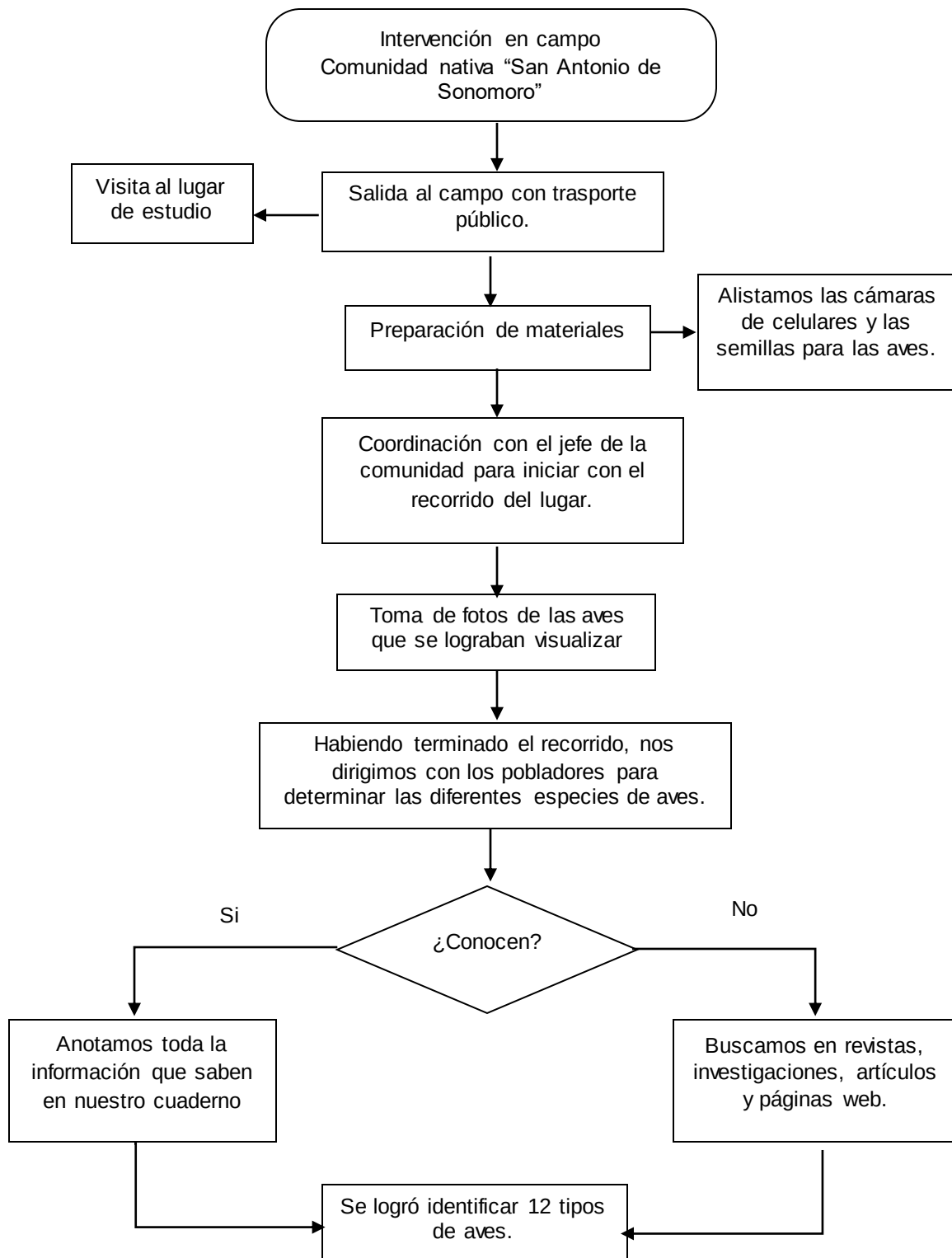
Ya reunidos todos en la comunidad nativa, nos dirigimos a donde se encontraba el jefe de dicha comunidad.

Para dar inicio, empezamos a dialogar con el jefe y nos brindó información de manera general juntamente con mis compañeros.

Después de obtener estos datos, pasamos a recorrer el lugar para poder identificar las diversas especies de aves que habitan en dicho lugar.

Habiendo terminado el recorrido, nos dirigimos con los pobladores y por lo cual nos ayudaron a determinar los nombres de las diferentes especies de aves. Algunas aves que no fueron identificadas por los pobladores, nosotros como grupo lo identificamos con ayuda de artículos, guías de identificación, revistas y documentos web.

Figura 1. *Flujograma seguido en la intervención de campo.*



Resultados

Las especies de aves registradas en la comunidad nativa San Antonio de Sonomoro fueron un total de 12 las cuales se muestran a continuación:

 Figura 2. Loro de cabeza azul (<i>Pinnus menstruus</i>) - Reino: Animalia. - Filo: Chordata. - Clase: Aves. - Orden: Psittaciformes. - Familia: Psittacidae. - Género: Pionuus. - Especie: P. menstruu.	<u>LORO DE CABEZA AZUL</u> (<i>Pinnus menstruus</i>) IMPORTANCIA: Es un ave granívora. Los consideran como plaga debido a que, suelen invadir algunos sembradíos de maíz para alimentarse de ellos. El beneficio es que dispersan las semillas y colaboran con la dispersión y la propagación de diferentes especies de plantas y árboles. BIOLOGÍA: Apareamiento en el mes de mayo. Las hembras ponen 5 huevos. La incubación es de 3 a 4 semanas. Los polluelos, están bajo cuidado durante 2 meses. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS: - Tamaño: 40 centímetros. - Peso: 190 g. - Color: Ojos de color café oscuro, pico es negro; cabeza y cuello de azul; abdomen verde y patas de color pardo.
---	--

 Figura 3. Benteveo común (<i>Pitangus sulphuratus</i>) - Reino: Animalia - Filo: Chordata - Clase: Aves - Orden: Passeriformes - Familia: Emberizidae - Género: Zonotrichia - Especie: Z. capensis. - Reino: Animalia.	<u>BENTEVEO COMÚN</u> (<i>Pitangus sulphuratus</i>) IMPORTANCIA: Esta ave se alimenta de invertebrados, como: lombrices, larvas, e insectos que caza volando y la complementa con frutas (higos y uvas), reptiles y pequeños roedores, e incluso peces. BIOLOGÍA: Su apareamiento en épocas de primavera. Su nido es voluminoso y esférico. Pone de 2 a 5 huevos por postura, realizando 3 o 4 posturas por temporada. La incubación dura 13 días, y los pichones pueden separarse de su progenitora a los 3 y 5 días de nacidos. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS: - Tamaño: 21 - 26 centímetros. - No hay diferencias entre macho y hembra. - Color: Notable antifaz negro con ceja y garganta blancas. El pecho y el abdomen son de color amarillo. Patas y picos de color negro.
---	---

 Figura 4. <i>Pichitanka</i> (<i>Zonotrichia capensis</i>) - Reino: Animalia. - Filo: Chordata. - Clase: Aves. - Orden: Passeriformes. - Familia: Tyrannidae. - Género: Pitangus. - Especie: <i>P. sulphuratus</i>	<u>PICHITANKA</u> (<i>Zonotrichia capensis</i>) IMPORTANCIA: Se alimenta de semillas, frutas y bayas, también de residuos de granos, malezas y hierbas. Pueden controlar plagas de insectos, pero a la vez pueden ser ellos mismos la plaga. BIOLOGÍA: Son aves ovíparas y su apareamiento es en abril hasta agosto. La preparación del nido se realiza en pareja. Las hembras ponen entre 2 o 7 huevos. Las crías duran en el nido entre unos 12 o 16 días después de reventar, durante estos días son alimentados por sus padres. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS: - Tamaño: 14 – 18 cm. - Peso: 24 – 40 g. - Posee un pico gris corto; cabeza gris con líneas negras, ojos de color café, collar canela y naranja, espalda marrón con líneas verticales negras, pecho y garganta grises.
---	---

 Figura 5. <i>Tórtola</i> (<i>Columbina cruziana</i>) - Reino: Animalia - Filo: Chordata - Clase: Aves - Orden: Columbiformes - Familia: Columbidae - Género: <i>Columbina</i> - Especie: <i>C. cruziana</i>	<u>TÓRTOLA</u> (<i>Columbina cruziana</i>) IMPORTANCIA: Se alimenta mayormente de seriales, raíces, gusanos y lombrices. La tórtola es una especie que puede llegar a vivir de diez a doce años. Es un ave que acostumbra a migrar de forma estacional. BIOLOGÍA: Su apareamiento es entre mayo. Ponen 2 huevos, que son incubados por 14 días por ambos padres. Luego de 2 semanas de reventar los pichones abandonaran el nido. En estas 2 semanas la madre le dará una leche que segrega. Realizan 2 o 3 nidadas por año. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS: - Tamaño: 24 -29 cm. - Peso: 85- 170 g. - Pico de color negro y las patas rojizas. La pigmentación del pico se extiende hasta rodear sus ojos es azul. Al estar parada, se puede ver que las alas cuentan con una línea blanca.
---	---

 Figura 6. <i>Tángara azuleja (Thraupis episcopus)</i> - Reino: Animalia - Filo: Chordata - Clase: Aves - Orden: Passeriformes - Familia: Thraupidae - Subfamilia: Thraupinae - Género: Thraupis - Especie: T. episcopus	<u>TÀNGARA AZULEJA</u> (<i>Thraupis episcopus</i>) IMPORTANCIA: Son aves insectívoros y frugívoros, es decir de insectos y hojas, flores y néctar. Las yemas también son sus alimentos favoritos. Estos pájaros son migratorios y sedentarios. BIOLOGÍA: Su apareamiento es todo el año. El nido es una copa profunda y gruesa. La hembra pone entre 1 y 3 huevos, que empolla sola. La hembra incuba los huevos durante 14 días. Cuando salen del huevo, el macho y la hembra alimentan a los polluelos durante 17 días CARACTERÍSTICAS FÍSICAS: - Tamaño: 18 cm. - Peso: 35 g. - Los adultos tienen la cabeza y las partes inferiores del cuerpo color gris azulado, el dorso de las aves son azules oscuros, las alas y la cola son de color verde azul brillante, y los hombros con diferentes matices de azul; el pico es grueso y relativamente corto.
 Figura 7. <i>Golondrina (Hirundo rustica)</i> - Reino: Animalia - Filo: Chordata - Clase: Aves - Orden: Passeriformes - Familia: Hirundinidae - Género: Hirundo - Especie: H. rustica	<u>GOLONDRINA</u> (<i>Hirundo rustica</i>) IMPORTANCIA: Es un ave insectívora, es decir, se alimenta de insectos como moscas, mosquitos, polilla, etc. Y también eliminan muchos parásitos de las plantas, como los áfidos, los gorgojos, y los piojos. BIOLOGÍA: Su apareamiento es verano. Una pareja construye un nido entre 5 a 12 días. Ponen 5 a 6 huevos. La incubación es 14-16 días. Los polluelos permanecen 20 a 22 días en el nido. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS: - Tamaño: 15-20 cm. - Peso: 15 y 25 g. Posee pico pequeño y ojos de color negro. La parte superior de la cabeza es azul metálico y, su frente, barbilla y garganta son rojizos. El pecho y el abdomen son de color blanco; patas largas el cual le permiten posarse horizontalmente.

 Figura 8. <i>Gavilan pollero (Rupornis magnirostris)</i> - Reino:Animalia - Filo:Chordata - Clase:Aves - Orden: Accipitriformes - Familia: Accipitridae - Género: Rupornis - Especie: R. magnirostris	<u>GAVILAN POLLERO</u> (<i>Rupornis magnirostris</i>) IMPORTANCIA: Se alimenta de anfibios, insectos, roedores, peces, reptiles tales como lagartos y culebras y murciélagos. Los aerogeneradores afectan directamente el habitat de gavilán, ya que chocan contra las estructuras de las turbinas y los rotores. BIOLOGÍA: Su apareamiento es en abril-agosto. Su nido puede llegar a medir entre 20- 46 cm de profundidad. Ponen 3 huevos. Periodo de incubados es 37 días CARACTERÍSTICAS FÍSICAS: - Tamaño: 33 a 41cm. - Peso de la hembra: 257 hasta 350 g y del macho 206 y 290 g. - Los ojos, la base de la mandíbula superior y las patas son de color amarillo. La garganta, el pecho, dorso y la cabeza son de gris pardo, su vientre es de color blanco y café.
---	--

 Figura 9. <i>Picaflor (Trochilidae)</i> - Reino: Animalia - Filo:Chordata - Clase: Aves - Orden: Apodiformes - Familia: Trochilidae. - Generar: Polyonymus - Especie: Caroli Bourcier	<u>PICAFLOR</u> (<i>Trochilidae</i>) IMPORTANCIA: Los picaflores se alimentan del néctar de flores y son importantes polinizadoras, especialmente de flores con corola de forma tubular. Amenazados por la agricultura. BIOLOGÍA: Su apareamiento es a mediados de agosto. El nido lo construyen con lana de ovejas, plumas, fibras vegetales y telas de araña. Pone 2 huevos. La incubación varía entre 14 a 19 días. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS: - Tamaño: 12-13 cm. - Peso: 2,5-3 g. - Las partes superiores del ave son verde brillante. Su garganta posee una tonalidad rojo-violeta brillante. Pecho blanco, abdomen grisáceo con verde hacia los flancos. La cola de plumas blancas es larga, aunque puede perderlas.
---	---

 Figura 10. Paujar (<i>Cacicus cela</i>) - Reino: Animalia - Filo: Chordata - Clase: Aves - Orden: Passeriformes - Familia: Icteridae - Género: <i>Cacicus</i> - Especie: <i>C. cela</i>.	<u>PAUCAR</u> (<i>Cacicus cela</i>) IMPORTANCIA: Esta ave es omnívora; se alimenta principalmente de insectos y otros artrópodos, pero también consume algunas frutas y néctar de las plantas. Esta ave se ha beneficiado del hábitat más abierto creado por la tala de bosques y la ganadería. BIOLOGÍA: Construyen su nido en forma de copa con tallos de hojas, ramas y lianas. Pone 2 a 3 huevos e incuban durante 30-32 días. En el Perú se han registrado volantones y nidos desde noviembre hasta febrero. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS: - Tamaño: 23-28 cm. - Peso: 60-104 g. - Posee pico puntiagudo de color amarillo pálido y ojos azules. Su plumaje es principalmente negro, además de la rabadilla, la base de la cola, la parte inferior del vientre y las alas de color amarillo brillante.
--	--

 Figura 11. Paujil común (<i>Mitu tuberosum</i>) - Reino: Animalia - Filo: Chordata - Clase: Aves - Orden: Galliformes - Familia: Cracidae - Género: <i>Mitu</i>	<u>PAUJIL COMÚN</u> (<i>Mitu tuberosum</i>) IMPORTANCIA: Se alimenta principalmente de frutos, semillas, estambres y hojas. En ocasiones también incluye huevos de rana e insectos. BIOLOGÍA: Apareamiento en épocas de primavera. Su nido es voluminoso y esférico. Pone de 2 a 5 huevos por postura, realizando 3 - 4 posturas por temporada. La incubación dura 13 días, y los pichones pueden separarse de su progenitora a los 3 - 5 días de nacidos. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS: - Tamaño: 83-89 cm. - Peso: 3860 g. - Presenta pico y cresta de color rojo. Su cuerpo es de color oscuro que parece azul marino, las patas son rojas claras y las puntas de la cola son de color blanco.
--	--



Figura 12. Tucancillo collarejo (*Pteroglossus torquatus*)

- Reino: Animalia
- Filo: Chordata
- Clase: Aves
- Orden: Piciformes
- Familia: Ramphastidae
- Género: Pteroglossus
- Especie: P. torquatus

TUCANCILLO COLLAREJO (*Pteroglossus torquatus*)

IMPORTANCIA:

Esta ave es arborícola es principalmente frugívora, pero también consume huevos de aves, insectos, pequeños reptiles y otras pequeñas presas.

BIOLOGÍA:

Su apareamiento es en enero y mayo. Anida en cavidades de carpinteros abandonas. Ponen 2 a 5 huevos e incuban durante 16 días. Luego de 44 días los pichones se marchan.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

- Tamaño: 43 a 48 cm.
- Peso: 147 a 198 g.
- Cabeza negra. Presenta un collar rojizo en la parte trasera de la nuca. El vientre es amarillo brillante con una mancha negra en el pecho y una banda negra y roja en el abdomen. La parte superior del pico es amarillo opaco, con un borde negro que sigue un patrón de dientes en forma de sierra en los bordes del mismo y terminado en una punta negra en forma de arco. La mandíbula inferior es de color negro, mientras las patas se caracterizan por presentar un color verde.



Figura 13. Perdiz (*Nothoprocta pentlandii*)

- Reino: Animalia
- Filo: Chordata
- Clase: Aves
- Orden: Tinamiformes
- Familia: Tinamidae
- Género: Nothoprocta
- Especie: N. pentlandii

PERDIZ (*Nothoprocta pentlandii*)

IMPORTANCIA:

Se alimenta de semillas, frutas, brotes, raíces, hojas pequeñas, orugas y hormigas. Traga pequeñas piedritas para ayudar a descomponer de los alimentos. Apparently sedentary.

BIOLOGÍA:

Su reproducción es en primavera. Su nido realiza entre pastos altos. Ponen 8 a 12 huevos de color chocolate brillante pálido con tono rosado-violeta.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

- Tamaño: 30 cm.
- Peso: 260-325g.
- Pico pardo. Todo su cuerpo es gris plumizo con manchas blancas. Patas pardo amarillentas.

El total de especies registradas e investigadas es de 12 individuos, que habitan entre los 1054 y 1200 m.s.n.m. con sus respectivos nombres

científicos, género (estatus a nivel mundial), familia y sus nombres comunes, el detalle se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3.

Especies encontradas en la CC. NN “San Antonio de Sonomoro”

Nombre Científico	Género	Familia	Nombre Común
<i>Pionus menstruus</i>	<i>Pionus</i>	Psittacidae	Loro cabeza Azul
<i>Pitangus sulphuratus</i>	<i>Pitangus</i>	Tyrannidae	Benteveo Común
<i>Z. Capensi.</i>	<i>Zonotrichia.</i>	Emberizidae.	Pichitanka
<i>C. cruziana</i>	<i>Columbina</i>	Columbidae	Tórtola Peruana
<i>T. episcopus</i>	<i>Thraupis</i>	Thraupidae	Tángara azuleja
<i>H. rustic</i>	<i>Hirundo</i>	Hirundinidae	Golondrina
<i>Buteo magnirostri</i>	<i>Buteo</i>	Accipitridae	Gavilán Pollero
<i>Trochilidae</i>	<i>Patagona</i>	Trochilidae	Picaflor
<i>Cacicus cela</i>	<i>Cacicus</i>	Icteridae	Paucar
<i>Mitu Tuberosum</i>	<i>Mitu</i>	Cracidae	Paujil Común
<i>P. torquatus</i>	<i>Pteroglossus</i>	Ramphastidae	Tucancillo collarejo
<i>N. pentlandii</i>	<i>Nothoprocta</i>	Tinamidae	Perdiz

Fuente: Elaboración propia

Discusión

La especie de *Pionus menstruus* de la familia Psittacidae de nombre común “Loro de cabeza Azul” tiene una amplia presencia en el lugar estudiado, ya que los consideran como plaga debido a que suelen invadir algunos sembríos de maíz para alimentarse de ellos; además, que su periodo reproductivo de apareamiento es en el mes de mayo con una incubación de huevos de 3 a 4 semanas. La identificación realizada coincide

con las características mencionadas como el pico oscuro con base rosada y mide entre 24,5-27 cm, su área ocular es desnuda y blanca (MINAN, 2022), cuenta con una cabeza, cuello y pecho azul mezclado con rojo en parte anterior del cuello además de las coberteras auriculares negras; el resto de su cuerpo principalmente es verde, la punta de la cola es cuadrada con plumas infracaudales y la base de superficie

inferior son rojas recogida de “ORNITOLOGIA NEOTROPICAL” (Pando, 2005).

La especie de *Pitangus sulphuratus* de la familia Tyrannidae de nombre común “Benteveo Común” es una ave que se alimenta de invertebrados, como larvas, lombrices, e insectos que caza volando, y la complementa con frutas (uvas e higos), pequeños roedores y reptiles, e incluso peces. Su proceso de apareamiento se da en épocas de primavera. Su nido es voluminoso y esférico. Pone de 2 a 5 huevos por postura, realizando 3 o 4 posturas por temporada, ello coincide con Beltzer (1999). *P. sulphuratus* se alimentan de los insectos ya que estos representan el alimento más importante que constituye la dieta básica de la ave juntamente con las semillas y frutos que ocupa gran variedad de ambientes; no sólo es común en el ambiente acuático, sino también en áreas urbanas y de población rural; esto supone la plasticidad del ave (Orsis, 1999).

La especie de *Zonotrichia capensis* de la familia Emberizidae de nombre común “Pichisanka” es una ave que se alimenta de semillas, frutas y bayas, también de residuos de granos, malezas y hierbas. Pueden controlar plagas de insectos, pero a la vez pueden ser ellos mismos la plaga; además son aves ovíparas y su apareamiento es en abril hasta agosto. La preparación del nido se realiza en pareja. Las hembras ponen entre 2 o 7 huevos. Las crías duran en el nido entre unos 12 o 16 días después de reventar, durante estos días son alimentadas por sus padres (Cornejo et

al, 2022). El *Zonotrichia capensis* crece de 14-15 cm. En las zonas rurales acostumbra robar el pienso de los animales de granja y en la temporada cálida se alimenta de insectos, principalmente langostas y saltamontes que encuentra en el campo, además, que es común visualizarlo en paisajes abiertos, plantaciones, jardines, patios y cubiertas ajardinadas de edificios (Miller, 1968).

La especie de *Columbina cruziana* de la familia Columbidae de nombre común “Tortola” se alimentan mayormente de cereales, raíces, gusanos y lombrices. La tórtola es una especie que puede llegar a vivir de diez a doce años. Es un ave que acostumbra a migrar de forma estacional. Asimismo, su apareamiento es entre mayo y junio, ponen 2 huevos, que son incubados por 14 días por ambos padres. Luego de 2 semanas de reventar los pichones abandonan el nido. Posee un pico de color negro y las patas rojizas. La pigmentación del pico se extiende hasta rodear sus ojos es azul. Al estar parada, se puede ver que las alas cuentan con una línea blanca (Ipanaque, 2013). El 67,58% (0,214 g) de la dieta fue representado por vegetales (semillas, restos vegetales), el peso total del contenido varía entre 0,625 g y 0,094 g, por lo que la mayor dieta fue representada por semillas de *Setaria sp.*, y el menor (0,094 g) sólo restos vegetales. La presencia de plumas de color blanco en diferentes partes del cuerpo es característica de la mutación de color denominada leucismo (Takano, 2007).

La especie de *Thraupis episcopus* de la familia Thraupidae de nombre común “Tangara Azuleja” son aves insectívoros y frugívoros, es decir de insectos y hojas, flores y néctar. Las yemas también son sus alimentos favoritos. Estos pájaros son migratorios y sedentarios. Tienen su apareamiento durante todo el año. El nido es una copa profunda y gruesa. La hembra pone entre 1 y 3 huevos, que empolla sola. Además de que la hembra durante 14 días incuba los huevos. Los adultos tienen la cabeza y las partes dorsales son azules oscuros con el pico corto y grueso con verde azul brillante en las alas, la cola las partes inferiores del cuerpo color gris azulado, y los hombros con diferentes matices de azul.

T. episcopus es un ave que mide 15.5 a 18 cm de longitud, de color azul-gris claro, con alas y cola de color azul-verde más intenso, una tonalidad tenue azul-violeta en los hombros. Etológicamente muestra un comportamiento muy vocal y conspicuo, con emisión de llamados y cantos caracterizados por sus diferentes sexos, aunque el canto aparentemente es más breve y débil en la hembra, es una especie monógama, sin dimorfismo sexual marcado (Gomez, 2000; Castro, 2016).

La especie de *Hirundo rustica* de la familia Hirundinidae de nombre común “La golondrina” es un ave insectívora, es decir, se alimenta de insectos como moscas, mosquitos, polilla, etc. Y también eliminan muchos parásitos de las plantas, como los áfidos, los gorgojos, y los

piojos. Su apareamiento es en verano. Una pareja construye un nido entre 5 a 12 días. Ponen 5 a 6 huevos. La incubación es de 14-16 días. Los polluelos permanecen 20 a 22 días en el nido. Normalmente tiene un pico pequeño y ojos de color negros. Cabeza es azul oscuro y mentón castaño. Pecho y abdomen es de color blanco patas largas le permiten posarse horizontalmente. *Hirundo rustica* puede habitar en lugares por encima de los 1500 msnm. Esto indica que estamos en territorio de los bosques tropicales y dentro de su familia existen en el hábitat diferentes especies tanto eurióicas como estenoicas. además, que su tamaño varía entre 15 -15.5 cm (CONICET, 2011; Soto et al, 2022).

La especie de *Rupornis magnirostris* de la familia Accipitridae de nombre común “Gavilán Pollero” se alimenta de murciélagos, roedores, anfibios, entre otros. Los aerogeneradores afectan directamente el hábitat de gavilán, ya que se estrellan en los rotores y turbinas. Donde su apareamiento es en abril-agosto. Su nido puede llegar a medir entre 20- 46 cm de profundidad. Ponen 3 huevos. El período de incubación es de 37 días. Las aves tienen de color amarillo la mandíbula y patas. La cabeza, garganta y pecho de gris pardo, y de color café el vientre (Meza et al, 2022). Habita en lugares hasta los 3000 m.s.n.m. Se alimenta de roedores, anfibios y reptiles. Estos consumen hasta 3 roedores en un solo día, cerca de su nido, por lo cual se considera un controlador biológico (Salcedo, 2019).

Se registró una especie de la familia Trochilidae de nombre común “Picaflor”, aves polinizadoras de distintas flores, mientras realizan su alimentación de néctar. Amenazados por la agricultura. Su apareamiento es a mediados de agosto. El nido lo construyen con lana de ovejas, plumas, fibras vegetales y telas de araña, pone 2 huevos. La incubación varía entre 14 a 19 días. Con características físicas, como su cabeza de color verde oscuro, garganta rojizo violeta, pecho tonalidad blanca, abdomen gris y las plumas de cola de color blanco, aunque puede perderlas (Rey, 2018). Los Trochilidae son aves de pico largo y plumas brillantes, que frecuentemente se alimentan de insectos, pero que buscan el néctar de las flores, el cual está relacionada con su metabolismo rápido, que exigen a su corazón latir rápido, por este motivo necesitan mayor cantidad de azúcares y carbohidratos, que sirve de combustible, para mover las alas entre 80 a 200 veces en un segundo (Orozco, 2020).

La especie de *Cacicus cela* de la familia Icteridae de nombre común “Pauca” es omnívora. Se alimenta de artrópodos e insectos, pero también de néctar y frutas. Esta ave se ha beneficiado del hábitat más abierto creado por la tala de bosques y la ganadería. Construye su nido con hojas y ramas. Ponen entre 2 a 3 huevos, su incubación es de 30 a 32 días. Sus ojos son de color azul y un pico amarillo pálido. Su plumaje es principalmente negro, además de la rabadilla, la cola, el abdomen y las alas de color amarillo

brillante. El *C. cela* tiene la rabadilla de color negro, y la cola y alas de amarillo. El pico pálido puntiagudo y largo. Ojos de color azul pálido. Conocido como el único cacique de tierras bajas con extenso plumaje amarillo. Al igual que muchos de sus parientes, emite una gran variedad de llamadas (Ortiz, 2021). Anida colonialmente, construyendo nidos colgantes en forma de bolsa (Vázquez, 2015).

La especie de *Mitu tuberosum* de la familia Cracidae de nombre común “Paujil Común”, cuentan en su cadena alimenticia con las semillas, hojas y frutos. En oportunidades consume huevos e insectos. Su apareamiento se da en épocas de primavera. Su nido es voluminoso y esférico. Pone entre 2 a 5 huevos y incuba entre 3 a 4 veces por temporada, durante 13 días. Los pichones abandonan el nido después de 3 o 5 días. Presenta pico y cresta de color rojo. Tiene un cuerpo oscuro que parece azul marino, las patas rojas claras y las puntas de la cola blanco (MINAN, 2017). Esta ave tiene el pico arqueado y puede variar el tamaño, y con tonalidades de rojo. Su tamaño varía de 83 a 89 cm. Es una especie diurna, sedentaria y solitaria. Ocupa lugares donde presentan fuentes de agua. Se alimenta de frutos, flores y semillas (Rivas, 2016).

La especie de *Pteroglossus torquatus* de la familia Ramphastidae de nombre común “Tucancillo Collarejo” es principalmente frugívora, pero también consume insectos, huevos de aves, reptiles y otras presas pequeñas.

Presenta su apareamiento en enero y mayo. Anida en cavidades de carpinteros abandonas. Ponen 2 a 5 huevos, mismos que se incuban durante 16 días. Luego de 44 días los pichones se marchan. La parte superior del pico es amarillo opaco, con un borde negro. Tiene la cabeza negra, presenta un collar rojizo en la parte trasera de la nuca y su vientre es amarillo brillante, con una mancha negra en el pecho. La mandíbula inferior es negra. Las patas son verdes. *P. torquatus* es una especie residente en un clima que asciende localmente hasta los 1000 m y alcanza los 1200 m de altura en el sureste (Díaz, 2014). Habitan mayormente en las bajuras y piedemontes del Caribe, excepto en los sitios bastante deforestados (Moreno, 2017).

La especie de *Nothoprocta pentlandii* de la familia Tinamidae de nombre común “Perdiz” se alimenta de semillas, frutas, brotes, raíces, hojas pequeñas, orugas y hormigas. Traga pequeñas piedritas para ayudar a descomponer los alimentos. Aparentemente sedentario, su reproducción es en primavera. Su nido lo hacen entre pastos altos. Ponen 8 a 12 huevos de color chocolate brillante pálido con tono rosado-violeta. Posee el pico pardo. Todo su cuerpo es gris plumoso con manchas blancas, patas pardo amarillentas. La Perdiz serrana habita en los Andes, principalmente entre los 1500 y 3500 m de altitud, tiene una coloración marrón más fría y un patrón inferior ligeramente más reducido (Barrio, 2006). Es de menor tamaño y tiene el

pico más largo que el similar *Ornate tinamou* (*Nothoprocta ornata*). A menudo es pasado por alto hasta que explosivamente huye por debajo de los pies de uno mismo. Presta atención a su llamado simple, un silbido explosivo ascendente (Luthi, 2011).

Conclusión

En la identificación de distintas especies en la comunidad nativa de San Antonio de Sonomoro en San Martín de Pangoa, se llegaron a identificar y clasificar científicamente a 12 aves, de las cuales tenemos a loro de cabeza azul (*Pionus menstruus*), benteveo común (*Pitangus sulphuratus*), pichisanka (*Zonotrichia capensis*), tórtola (*Columbina cruziana*), tangara azuleja (*Thraupis episcopus*), golondrina (*Hirundo rustica*), gavián pollero (*Rupornis magnirostris*), picaflor (Trochilidae), paucar (*Cacicus cela*), paujil común (*Mitu tuberosum*), tucancillo collarejo (*Pteroglossus torquatus*) y perdiz (*Nothoprocta pentlandii*).

La mayoría de las aves registradas, 41.6% se alimentan de los insectos, el 33% de cultivos de frutas, otro 25% se alimenta de insectos y de los cultivos de fruta, seguida de los nectarívoros (25%); el resto de los grupos alimenticios se presentan en poco número.

Se sugiere reorientar los esfuerzos de estudio principalmente sobre aquellas especies de aves que se consideran en peligro de extinción.

Agradecimiento

Nuestros sinceros agradecimientos a la Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa por permitirnos desarrollar nuestros conocimientos y a la Universidad Nacional Federico Villarreal.

Contribución de los autores

MAIC Elaboración y redacción del artículo.

MNVM Elaboración y redacción del artículo.

NJMG Elaboración y redacción del artículo.

CRFM Elaboración y redacción del artículo.

LJCJ Elaboración y redacción del artículo.

BEBL Elaboración y revisión final del artículo.

NELA Elaboración y revisión final del artículo.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

Referencias

BirdLife International (2018) El Estado de conservación de las aves del mundo: tomando el pulso de nuestro planeta. Cambridge, Reino Unido: BirdLife International.

Cajas, T., Estela, L., Chanta, O., Calderón, J. & Pasquel, A. (2021). Aviturismo, alternativa para el desarrollo ecoturístico en el Parque nacional Tingo María, Perú. Revista Universidad y Sociedad, 13(2), 482-488. Epub 02 de abril de 2021. Recuperado en 20 de diciembre de 2022, de

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000200482&lng=es&tlng=es.

Castillo, L., Castañeda, L., & Quinteros, Z. (2014). AVES DEL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA (LIMA-PERÚ) - UNA REVISIÓN DE SU ABUNDANCIA, DISTRIBUCIÓN Y DIVERSIDAD DESDE 1992 AL 2010. Ecología Aplicada, 13(2), 117-128.

Guevara, D., Aybar, D., Flores, M., Beraun, A., & O'Brien, E. (2021). Lista preliminar de la fauna del Fundo La Génova, Chanchamayo, Junín - Perú. Revista Forestal del Perú - Universidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/rfp/article/view/1705/pdf_69

- Ministerio de ambiente. (2019). GUÍA DE EVALUACIÓN DEL ESTADO DE ECOSISTEMAS DE YUNGA: BOSQUES BASIMONTANO Y MONTANO (1.a ed.).
https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/guia_bosque_montano.pdf
- Priego, Á., Moreno, P., Palacio, J., López, J. & Geissert, D. (2003). Relación entre la heterogeneidad del paisaje y la riqueza de especies de flora en cuencas costeras del estado de Veracruz, México. *Investigaciones geográficas*, (52), 31-52. Recuperado en 21 de diciembre de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112003000300003&lng=es&tlng=es.
- Ramos, A., Mayor, R., Ortiz P., & Tovar, L. (2012). La diversidad en aves como factor determinante de la interacción entre ecosistemas del departamento del Huila. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, 3(2), 45-58.
- Gomez, Y., Rivera, A., Gomez, J. & Vargas, N. (2008). INVENTARIO PRELIMINAR DE AVES EN DOS FRAGMENTOS DE BOSQUE EN LA CORDILLERA ORIENTAL DE LOS ANDES COLOMBIANOS. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 11(2), 109-119. Recuperado el 20 de diciembre del 2022, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262008000200012&lng=en&tlng=es. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262008000200012
- Pulido, V. 2018. Estacionalidad de las especies de aves residentes y migratorias altoandinas en el lado peruano de la cuenca del Titicaca *Revista de Investigaciones altoandinas*, 20: 461- 476.
- Rivera, D. (2016). Inventario de aves en el campus del Tecnológico de Antioquia sede Robledo Medellín. *Cuaderno Activa*, 9, 53-63.
- Ipanaque, R. (2014). *DIETA E IMPACTO DE AVES EN EL CULTIVO DE vitis vinífera «uva» EN TERELA - PIURA* [Tesis para optar el título profesional de bióloga]. Universidad Nacional de Piura.
- Latino, S. & Beltzer, A. (1999). *Ecología trófica del benteveo Pitangus sulphuratus (aves: Tyrannidae) en el valle de inundación del río Paraná, Argentina*. Recuperado 19 de agosto de 2022, de <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:EMmx2UtlwBkJ:https://www.raco.cat/index.php/Orsis/article/download/24423/24257+&cd=2&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe>

- Díaz, H. (2014, noviembre). *Pristidactylus torquatus* (Philippi, 1861). Recuperado 20 de octubre de 2022, de https://clasificacionespecies.mma.gob.d/wp-content/uploads/2019/10/Pristidactylus_torquatus_11RCE_04_PAC.pdf
- Blancas-Calva, E., Blancas-Hernández, J. C., Castro-Torreblanca, M. & Cano-Nava, G. A. (2017). La tángara azul gris (*Thraupis episcopus*) en el estado de Guerrero, México. *Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología*, 18(2). <https://doi.org/10.28947/hrmo.2017.18.2.283>
- Ortiz, J (2021). Vocalizaciones asociadas al comportamiento colonial de *Cacicus chrysnotus leucoramphus* (Icteridae) en Colombia. Recuperado de la página web: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:gNpGukySc4wJ:www.scielo.org.co/pdf/biota/v22n1/2539-200X-biota-22-01-133.pdf+&cd=2&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe>
- Wildlife Conservation Society. (2017). *GUÍA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE CAZA. Una mirada a partir del monitoreo de cacería en el Área de Conservación Regional "Comunal Tamshiyacu Tahuayo" (ACRCTT)* (1.a ed.). WCS. http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/wcs_peru_guia_de_identificacion_de_especies_de_caza.pdf
- Gobernación de Cundinamarca, Asociación Bogotana de Ornitología & SECAMBIENTE. (2018). *Colibríes de Cundinamarca*. https://www.avesbogota.org/wp-content/uploads/2019/02/Libro_Colibr%C3%ADes_de_Cundinamarca.pdf
- Rivera, S. (2006). *Manejo en cautividad de la Chilindrina con fines reproductivos y de repoblamiento*. Repositorio de la Universidad de Antioquia. Recuperado 19 de octubre de 2022, de https://www.corantioquia.gov.co/ciadoc/fauna/AIRNR_CN_340_1996.pdf



ARTICULO ORIGINAL

Riesgos a exposición de radiación solar a trabajadores de limpieza pública, Lima (Perú)

Risks of solar radiation exposure to public cleaning workers, Lima (Peru)

Benjamín Emerson Borda Luna¹ , Nathalie Ethel Lahura Albujar¹ 

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo identificar el factor de riesgo asociado a la radiación solar ultravioleta (UV) y evaluar el nivel de riesgo al que se exponen los trabajadores del servicio de limpieza en vías públicas del distrito de Los Olivos de la capital del Perú (Lima). Las mediciones se realizaron el 20 de febrero del 2022 desde las 11 hasta las 13 horas, debido a la alta incidencia solar en dicho horario. La investigación fue de tipo cualitativo con enfoque no experimental. Se identificó 6 puntos referenciales más concurridos del área de estudio en el cual se realizó la evaluación mediante el medidor ultravioleta de intensidad UVA/VC/UVAB que proporciona un rango de intensidad hasta 40 mW/cm², las mediciones se realizaron en el horario establecido, obteniéndose valores entre 57.1 y 71 W/cm², los cuales fueron comparados con la normativa internacional.

Palabras clave: salud pública, exposición a la radiación, riesgo.

ABSTRACT

The aim of this research is to identify the risk factor associated with ultraviolet (UV) solar radiation and to evaluate the level of risk to which cleaning service workers are exposed on public roads in the district of Los Olivos, Lima, Peru. The measurements were made on February 20, 2022 from 11 to 13 hours, due to the high solar incidence at that time. The research was of a qualitative type with a non-experimental approach. The 6 most crowded reference points of the study area were identified in which the evaluation was carried out through the use of an ultraviolet intensity meter UVA/VC/UVAB that provides an intensity range up to 40 mW/cm², the measurements were made in the presence of the maximum peak of solar radiation, obtaining values between 57.1 and 71 W/cm², which were compared with the international standard.

Keywords: public health, exposure to radiation, risk.

¹Universidad Nacional de Ingeniería
Lima, Perú.

*Autor de correspondencia.
E-mail:
benjaminborda@gmail.com

Recibido: 14 de set de 2022
Aprobado: 19 de dic de 2022
Publicado: 28 de dic de 2022

Para citar este artículo:

Borda Luna, B.: Lahura Albujar, N. (2022). Riesgos a exposición de radiación solar a trabajadores de limpieza pública, Lima (Perú). *Yotantsipanko*, 02(02), 67 - 73. <https://doi.org/10.54288/yotantsipanko.v2i2.22>



Introducción

La radiación ultravioleta (UV) constituye uno de los agentes físicos causantes de múltiples lesiones cuando la exposición es directa, causando procesos de fotocarcinogénesis (Kozmin et al., 2003).

La radiación UV es la fracción más energética del espectro electromagnético que impacta en el área del planeta. A diferencia de las radiaciones ionizantes, esta energía no es suficiente para causar ionización (Pierce, 2006).

La radiación UV de mayor energía son las de tipo C (UVC), con longitudes de onda de 100 a 280 nm, pero éstas junto a otras radiaciones (radiación X, Gamma y Cósmica), son retenidas totalmente por la capa de ozono en la estratósfera (Perdiz et al., 2000; Clydesdale et al., 2001; De Gruijl, 2002). En cambio, la radiación UV de tipo B (UVB) se encuentra entre las longitudes de onda de 280 a 320 nm. Las de menor energía son las de tipo A (UVA) con longitudes de onda de 320 a 400 nm (Afaq et al., 2002; Bernerd et al., 2003).

De la radiación UV que recibimos, la UVB comprende aproximadamente el 5% (Svobodová et al., 2003) y la UVA el 95% restante. Sin embargo, la luz UVB es la responsable de la mayor parte de los daños biológicos ocasionados (Perdiz et al., 2000; Howe et al., 2001).

Considerando que la dermis de los mamíferos se somete a una exposición crónica de radiación

UV, se inducen varias respuestas biológicas, por ejemplo: el desarrollo de eritema, edema, quemaduras de las células, hiperplasia, inmunosupresión, daño al material genético (ADN), fotoenvejecimiento y melanogénesis (Goihman-Yahr, 1996; Afaq y Mukhtar, 2002).

En Lima y demás partes del Perú, una de las actividades laborales donde es común la exposición a la radiación UV son los trabajadores de limpieza pública, ya que por el desarrollo de sus jornadas se realiza al aire libre por tiempo prolongado. Las lesiones por la exposición a la radiación solar son acumulativas (crónica). La sensibilidad en niños y adolescentes absorben el triple de radiación anual que los adultos (Miranda, 2018).

Como parte del principio de prevención, las empresas deben realizar la gestión de riesgos sobre la exposición a factores de radiación solar, lo cuales deben contemplar la identificación mediante la evaluación, clasificación y el establecimiento de controles eficientes, considerando medidas de información a los colaboradores (Ministerio de Salud de Chile, 2011).

Del mismo modo, una de las medidas eficaces para el control de factores de riesgo relacionados con la radiación solar consiste en la identificación de colaboradores expuestos, describir y mapear los puestos de trabajo en los cuales se requieran medidas de protección adicionales contempladas en la legislación nacional, así

como verificar la efectividad de las medidas implementadas para el control respectivo.

Con la finalidad de obtener información el objetivo del presente trabajo es identificar el factor de riesgo asociado a la radiación solar ultravioleta (UV) y evaluar el nivel de riesgo al que se exponen los trabajadores del servicio de limpieza en vías públicas del distrito de Los Olivos de la capital del Perú.

Materiales y métodos

La investigación fue desarrollada en las inmediaciones de la Municipalidad distrital de Los Olivos en la capital de Lima (Perú), entre el 17 de enero al 20 de febrero del 2022 durante el

verano en la ciudad de Lima (Sánchez et al, 2009).

La investigación realizada fue del tipo cualitativo de enfoque no experimental.

Ubicación de estaciones de monitoreo

Las mediciones se realizaron en 6 puntos más relevantes de los exteriores de la Municipalidad de Los Olivos que fueron seleccionados aleatoriamente.

Para la investigación se realizó la selección de estaciones de monitoreo que comprenden puestos de trabajo de operarios de limpieza que se exponen a diario a la radiación solar como parte funcional de sus labores tal como se presenta en la tabla 1.

Tabla 1.

Levantamiento de información en campo

Estación	Área	Puesto de trabajo	Horario de exposición	Descripción de las fuentes de peligro y controles existentes
RUV -01	Plaza	Operario de limpieza 1	11:43 am	Fuente de peligro: Exposición directa a los rayos solares. Vestimenta: uso de polo manga larga, pantalón jeans.
RUV -02	Entrada principal	Operario de limpieza 2	11:49 am	Fuente de peligro: Exposición directa a los rayos solares. Vestimenta: uso de polo manga corta, pantalón jeans y gorra.
RUV -03	Escalera	Operario de limpieza 3	12:01 pm	Fuente de peligro: Exposición directa a los rayos solares. Vestimenta: uso de camisa manga corta y pantalón jeans.
RUV -04	Av. Mayolo	Operario de limpieza 4	12:10 pm	Fuente de peligro: Exposición directa a los rayos solares. Vestimenta: uso de camisa manga corta y pantalón jeans.
RUV -05	Intersección Av. Izaguirre/Av. Mayolo	Operario de limpieza 5	12:16 pm	Fuente de peligro: Exposición directa a los rayos solares. Vestimenta: uso de polo manga corta, pantalón jeans y gorra.
RUV -06	Av. Izaguirre	Operario de limpieza 6	12:28 pm	Fuente de peligro: Exposición directa a los rayos solares. Vestimenta: uso de polo manga corta y pantalón.

Fuente: Elaboración propia

Las mediciones se realizaron siguiendo estrictamente el protocolo de evaluación que comprende: Delimitación del área de evaluación, reconocimiento del área de estudio, calibración de equipo, ubicación de estaciones de evaluación, toma de muestras, reporte de datos, análisis de datos, elaboración de informe, comparación con LMPs establecidos en la Norma Técnica de Prevención 903 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) de España que establece valores límite de exposición para radiación ultravioleta de 180 nm a 400 nm.

Las mediciones se realizaron con un medidor ultravioleta de intensidad UVA/UVC y UVAB que proporciona un amplio rango de intensidad que mide hasta 40 mW/cm² con soporte magnético posterior.

Niveles de riesgos

Los riesgos fueron evaluados de acuerdo a los criterios establecidos en las medidas preventivas contra los efectos nocivos para la salud por la exposición prolongada a la radiación solar (Ley N° 30102, Perú), tal como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2.

Criterio de evaluación para los valores del Índice de Radiación UV según la clasificación del Nivel de Riesgo.

NIVEL DE RIESGO	CRITERIO DE EVALUACIÓN (IUV)	REGISTRO DEL EQUIPO mW/cm ²	ACCIÓN DE PROTECCIÓN
BAJO	1	2.78	Puede estar al aire libre con mínima protección
	2	5.57	
MEDIO	3	8.35	Uso de protector de cabeza y cuello, uso de fotoprotectores, uso de lentes oscuros
	4	11.1	
	5	13.9	
ALTO	6	16.7	Uso de protector de cabeza y cuello, uso de fotoprotectores, uso de lentes oscuros, labores en sombra, horarios establecidos de labores
	7	19.5	
MUY ALTO	8	22.2	No exponerse al sol dentro de lo posible, y de ser necesario aplicar lo mismo que el nivel ALTO
	9	25	
	10	27.8	
EXTREMADAMENTE ALTO	11	30.5	No exponerse al sol dentro de lo posible, y de ser necesario aplicar lo mismo que el nivel ALTO

El índice de radiación solar (UV), es una medida sencilla de la intensidad de la radiación ultravioleta sobre el área del planeta, presentándose como indicador de los riesgos de UVB en la salud.

Resultados

Resultados de exposición dérmica

En la tabla 3, se presentan resultados de las evaluaciones a los trabajadores según su puesto de trabajo y desempeño de funciones.

Tabla 3.

Resultados de las evaluaciones a los trabajadores a su exposición dérmica

ESTACIÓN	HORA DE MONITOREO	IRRADIANCIA EFECTIVA DÉRMICA		ÍNDICE UV	NIVEL DE RIESGO UV	LÍMITE DE IRRADIACIÓN
		mW/cm ²	W/cm ²			
RUV -01	11:43 am	6.97	69.7	3	MODERADO	0.001 W/cm ²
RUV -02	11:49 am	5.71	57.1	3	MODERADO	0.001 W/cm ²
RUV -03	12:01 pm	6.52	65.2	3	MODERADO	0.001 W/cm ²
RUV -04	12:10 pm	5.76	57.6	3	MODERADO	0.001 W/cm ²
RUV -05	12:16 pm	5.80	58.0	3	MODERADO	0.001 W/cm ²
RUV -06	12:28 pm	7.10	71.0	3	MODERADO	0.001 W/cm ²

Fuente. Elaboración propia

Discusión

La exposición a radiación UV representa un riesgo laboral (Gobba, 2012; Nardini et al., 2014). Dentro de los puntos de medición el valor máximo fue registrado en RUV-06 con 71.0 W/cm², esto debido a que el punto evaluado no contaba con ningún tipo de sombra, como árboles y/o sombras de construcciones, comparado a los otros puntos que estaban rodeados de áreas verdes, cabe precisar también que el valor inferior se registró en RUV-02 con 57.1 W/cm² (Wright, 2010).

Según los resultados, se aprecia que los seis puntos de medición presentan valores con índice UV 3 con nivel de riesgo moderado para un tiempo de exposición de 8 horas. Evaluando el nivel de riesgo y teniendo como referencia una normativa internacional (Castanedo et al, 2016). Es importante la distribución de protector solar para los trabajadores con un factor de protección de 50 con la evaluación previa del tipo de fototipo de piel del trabajador (Wegelin et al, 1997).

También, es importante mencionar que el límite de irradiación es de 0.001 W/cm^2 para los 6 puntos evaluados. Se pudo observar que los trabajadores utilizan el gorro tapasol para la protección incluyendo la zona de la nuca, es importante mencionar que la hidratación constante del personal representa un factor importante en la regulación del organismo. Del mismo modo, se debe considerar el cambio de uniforme cada media jornada según la exposición y desarrollo de actividades (Méndez et al, 2014).

Un factor importante es la aclimatación y tolerancia de los trabajadores a la radiación UV, por lo que una evaluación de medicina ocupacional previo a la contratación y durante la ejecución de sus labores representa una opción viable para mantener una línea base preventiva dentro de cualquier organización empresarial y/o gubernamental (Bernal et al, 2008).

Una correcta gestión con medidas de control administrativo permite reducir los riesgos de exposición y evitar futuras enfermedades

ocupacionales por este agente físico. Además, es importante recalcar que el uso de equipos de protección personal es indispensable para evitar daños directos a la piel por exposición prolongada a la radiación.

Finalmente, el punto de monitoreo RUV-06 obtuvo el valor más alto con 71.0 W/cm^2 , debido a la ausencia de barreras físicas que proporcionan sombra.

Conclusión

La exposición ocupacional a la radiación ultravioleta puede generar enfermedades a la piel y generar agotamiento, lo cual puede influir en la eficiencia de los trabajadores de limpieza pública considerando una exposición continua en horas pico de radiación solar.

Para los puntos evaluados RUV-01, RUV-02, RUV-03, RUV-04, RUV-05 y RUV-06 en los puestos de limpieza presentan un índice de UV 3, mismos que nos indican un nivel de riesgo moderado para un tiempo de exposición de 8 horas.

Agradecimiento

Ninguno

Contribución de los autores

BEBL Elaboración y revisión final del artículo.

NELA Elaboración y revisión final del artículo.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

Referencias

- Bernal, Á., Rizo, J., Hernández, E. (2008). La radiación ultravioleta en el docente de educación física: prevención de riesgos laborales. *Cultura, ciencia y deporte*, 3(8), 75-80.
- Castanedo, J., Portales, B., Martínez, K., Torres, B. y Hernández, D. (2016). Análisis de la radiación solar ultravioleta acumulada en México. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 54(1), 26-31.
- Decreto Supremo N° 594 (2019). Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo. Chile.
- GONZÁLEZ-PÚMARIEGA, M., VERNHES TAMAYO, M., & SÁNCHEZ-LAMAR, Á. (2009). La radiación ultravioleta. Su efecto dañino y consecuencias para la salud humana. *Theoria*, 18(2), 69-80.
- Ley N° 30102 (2013). Ley que Dispone Medidas Preventivas Contra los Efectos Nocivos para la Salud por la Exposición Prolongada a la Radiación Solar. Gobierno del Perú.
- Méndez, J., Rivas, M., Rojas, E., Contreras, G. (2014). Dosis eritémicas, sobreexposición a la radiación solar ultravioleta y su relación con el cáncer de piel en arica, chile. *Interciencia*, 39(7), 506-510.
- Sánchez, Á., Gonzales, M., Vernhes, M. (2009). La radiación ultravioleta. Su efecto dañino y consecuencias para la salud humana. *Theoria*, 18(2), 69-80.
- Stadler, C., Wólfam, E., Carmona, F., Orte, F. (2017), Estudio del Impacto de la Radiación Solar Ultravioleta en las Personas por Medio de Información de Satélite. Argentina. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Carla-Stadler-3/publication/334000976_ESTUDIO_DEL_IMPACTO_DE_LA_RADIACION_SOLAR_ULTRAVIOLETA_EN_LAS_PERSONAS_POR_MEDIO_DE_INFORMACION_DE_SATELITE
- Técnica Radiación Ultravioleta de Origen Solar. Ministerio de Salud. Gobierno de Chile.
- Wright, J. (2010). Medición y predicción de la radiación solar global uv-b bajo cielos claros y sin nubes. *Uniciencia*, (24), 111-120.
- Wegelin, M., Salas, M., Sommer, B., Solarte, Y., Dierolf, C. (1997). Uso de la radiación solar (UV-A y temperatura) en la inactivación del *Vibrio cholerae* en agua para consumo humano. Factores que condicionan la eficiencia del proceso. *Colombia Médica*, 28(3), 123-129.



ARTICULO ORIGINAL

Efecto de los métodos de pre-dimensionamiento de columnas en las derivas de edificios de 6 pisos

Effect of column pre-sizing methods on drifts in 6-story buildings

Marcos Josue Rupay Vargas¹ , Nancy Dallana Lupaca Chavez¹ , Rosario Sheyla Bernaola Campos¹ ,
Yuri Yurico Zelaya Agurto¹ , Harold Enrique Hermoza Samaniego¹

RESUMEN

Existen diferentes métodos para pre-dimensionar un edificio, las dimensiones que adopten los elementos estructurales influirán en la durabilidad de la vida útil de una edificación. En esta investigación el objetivo fue analizar el efecto de los métodos de pre-dimensionamiento: métodos de gravedad, método ACI (American Concrete Institute) y método por sismo, las cuales fueron empleados para las columnas en las derivas de los edificios de 6 pisos. Tuvo un alcance de carácter descriptivo, de enfoque cuantitativo donde se empleó un diseño no experimental. Los resultados demostraron que emplear el método adecuado facilita el diseño del edificio y además influye en el costo de la edificación. Por lo que se concluye que pre-dimensionar las columnas del edificio de 6 pisos influyen en el comportamiento de las derivas de los nodos del edificio, siendo la más eficiente el método por sismo, lo cual se ve reflejada en las dimensiones de las columnas. El pre-dimensionamiento depende del número de pisos, ancho de luz y del cálculo de metros cuadrados de carga.

Palabras clave: *predimensionamiento, columnas, derivas, edificios*

ABSTRACT

There are different methods to pre-dimension a building, the dimensions adopted by the structural elements will influence the durability of the useful life of a building. In this research the aim was to analyze the effect of the pre-dimensioning methods: gravity method, ACI method (American Concrete Institute) and seismic method, which were used for the columns in the drifts of 6-story buildings. The scope of the study was descriptive, with a quantitative approach and a non-experimental design. The results showed that using the appropriate method facilitates the design of the building and also influences the cost of the building. Therefore, it is concluded that the pre-dimensioning of the columns of the 6-story building influences the drift behavior of the building nodes, being the most efficient the seismic method, which is reflected in the dimensions of the columns. The pre-dimensioning depends on the number of floors, span width and the calculation of load metrics.

Keywords: *pre-dimensioning, columns, drifts, buildings*

¹Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central
Juan Santos Atahualpa
Chanchamayo, Perú.

*Autor de correspondencia.
E-mail:
mrupay@uniscisa.edu.pe

Recibido: 12 de dic de 2022
Aprobado: 20 de dic de 2022
Publicado: 28 de dic de 2022

Para citar este artículo:

Rupay Vargas, M., Lupaca Chavez, N.; Bernaola Campos, R.; Zelaya Agurto, Y.; Hermoza Samaniego, H. (2022). Efecto de los métodos de pre-dimensionamiento de columnas en las derivas de edificios de 6 pisos. *Yotantsipanko*, 02(02), 74 - 87
<https://doi.org/10.54288/yotantsipanko.v2i2.23>



Introducción

Actualmente en el campo de ingeniería existen diversos métodos que se emplean para dimensionar los elementos estructurales.

El pre-dimensionamiento de elementos es fundamental porque definimos las dimensiones de: vigas, columnas, placas, losas, entre otros (Chávez & Ascencios, 2015).

Al pre-dimensionar los elementos estructurales tipo columna de una edificación, el proyectista o diseñador requiere emplear su experiencia y pericia para utilizar las dimensiones estructurales más adecuadas en términos de seguridad y funcionalidad (Trinches et al., 2019, p.1).

Por otro lado, cabe mencionar que esta etapa de pre-dimensionamiento de columnas será afinada al realizar un análisis dinámico; sin embargo, si se emplea el método correcto se ahorran horas de análisis. En proyectos de envergadura dichas horas pueden prolongarse, el cual repercute en el costo del proyecto.

Ante esta problemática, la presente investigación tiene como objetivo analizar el

fecto de tres métodos diferentes de pre-dimensionamiento en las derivas, para de esta poder identificar el método más eficiente al pre-dimensionar columnas en edificios de 6 pisos.

Materiales y métodos

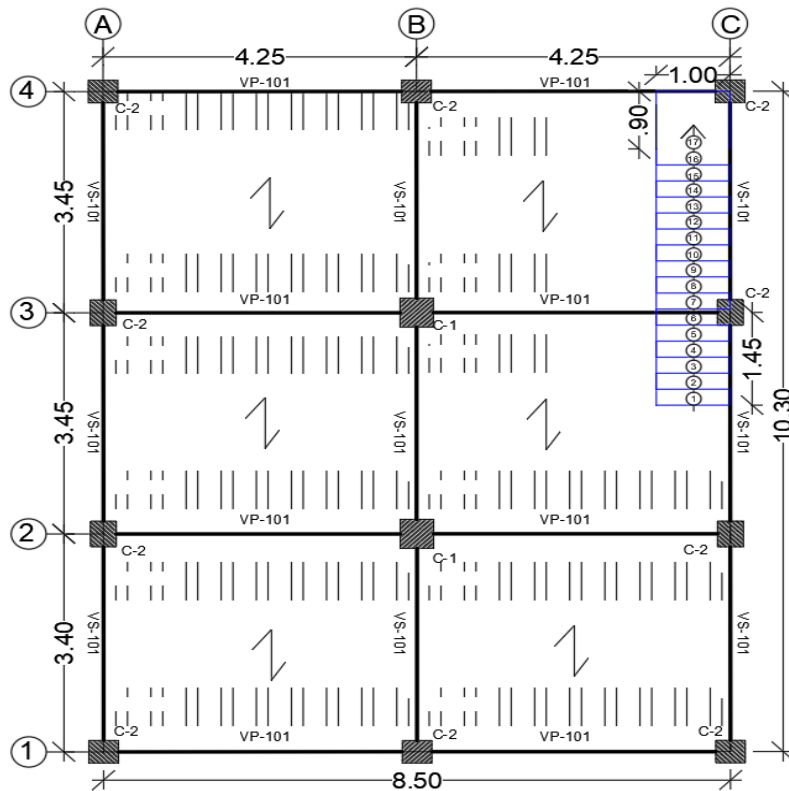
Se tomó como población edificios de 6 pisos de la ciudad de Chanchamayo, ubicado en la Selva Central de la región Junín.

Se identificó un terreno donde se procedió a pre-dimensionar sus elementos estructurales en gabinete empleando el software AutoCAD como se aprecia en la figura 1, enfocándonos en analizar el pre-dimensionamiento de las columnas.

Para realizar el pre-dimensionamiento se detalló las dimensiones de eje a eje, longitudes frontal y lateral, dirección de la losa aligerada, ubicación de vigas principales, vigas secundarias y columnas tipo C1 y C2. Se consideró como variable dependiente a las derivas

Los métodos empleados fueron:

Figura 1: Plano de dimensiones del área y longitud del edificio realizado con el programa AUTOCAD



Fuente: Elaboración propia (2022).

1) Pre-dimensionamiento por gravedad

Es el esfuerzo axial máximo en donde la sección de columna debe estar bajo las solicitaciones de servicio menor $0.45f'_c$ (Blanco, 1996).

Se pre-dimensiona aplicando la fórmula $[\lambda * PG / (n * F'_c)] = b * d (cm^2)$, el cual se detalla en la tabla 1.

Tabla 1

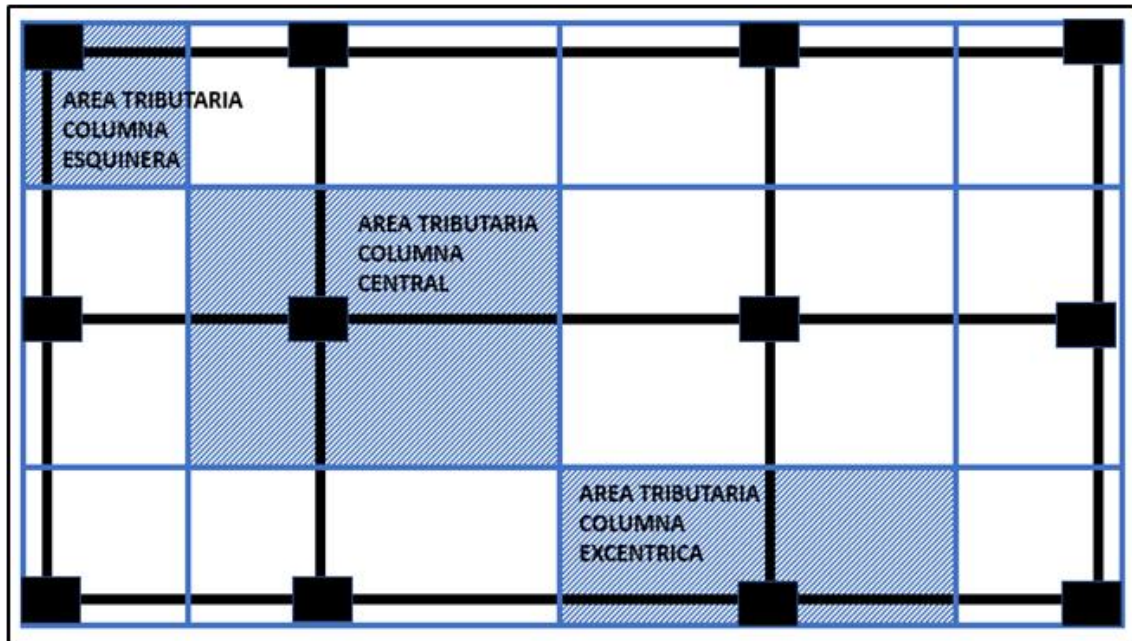
Factores de pre-dimensionamiento de columnas por gravedad

Ubicación de columnas	Factor
Columnas Centradas (para los primeros pisos)	$P=1.1*PG$; $\lambda=1.1$ $n=0.30$
Columnas Centradas (para los 4 últimos pisos)	$P=1.1*PG$; $\lambda=1.1$ $n=0.25$
Columnas Excéntricas	$P=1.25*PG$; $\lambda=1.25$ $n=0.25$
Columnas Esquinadas	$P=1.50*PG$; $\lambda=1.50$ $n=0.20$

Fuente: Adaptado de Vivar (2022)

Nota: De acuerdo a la ubicación de la columna y al número de pisos varía el factor de, donde: λ , n : factores que dependen de la ubicación de la columna. PG : (Carga Muerta +Carga Viva) x (Área Tributaria) x (Número pisos). F'_c : resistencia a compresión del concreto

Figura 2: Variación de áreas tributarias acorde a posición



Fuente: Elaboración propia (2022)

El área tributaria varía acorde a su ubicación, lo cual incide en las dimensiones de las columnas.

Tabla 2

Pre-dimensionamiento de la infraestructura por columnas por el Método por Gravedad.

			PG	Área Tributaria	Nº pisos	n	F'c	Método 01
λ			1120		6		280	
C-1	E	1.5		3.72		0.2	25.87663038	30x30
C-2	L	1.25		7.41		0.25	29.81945674	30x30
C-3	E	1.5		3.72		0.2	25.87663038	30x30
C-4	L	1.25		7.22		0.25	29.43467343	30x30
C-5	C	1.1		14.43		0.3	35.63481444	40x40
C-6	L	1.25		7.22		0.25	29.43467343	30x30
C-7	L	1.25		7.44		0.25	29.87975904	30x30
C-8	C	1.1		14.86		0.3	36.16185836	40x40
C-9	L	1.25		7.44		0.25	29.87975904	30x30
C-10	E	1.5		3.5		0.2	25.0998008	30x30
C-11	L	1.25		7		0.25	28.98275349	30x30
C-12	E	1.5		3.72		0.2	25.87663038	30x30

Fuente: Elaboración propia (2022)

Nota: F'c = fuerza de compresión del concreto, n, λ = factores que varía acorde a la posición de la columna, método 01 = Método por gravedad

2) Pre-dimensionamiento por ACI (American Concrete Institute)

Es el esfuerzo axial máximo en donde la sección de columna debe estar bajo las solicitaciones de servicio menor $0.45f'_c$ (Blanco, 1996).

Los estados límites de deformaciones del código ACI especifican un pivote asociado a la deformación máxima de compresión del hormigón igual a 3% (Cassis & Scherer, 1989)

$$\text{Área de columna} = P_{\text{servicio}} / (0.45 * F'_c)$$

Donde:

- Peso de servicio = $P * \text{Área Tributaria} * \text{Número de Pisos}$
- Donde P asume los siguientes valores:
- Categoría A: $P = 1500 \text{ Kg/m}^2$

- Categoría B: $P = 1250 \text{ Kg/m}^2$

- Categoría C: $P = 1000 \text{ Kg/m}^2$

Tabla 3

Factores de pre-dimensionamiento de columna según American Concrete Institute (ACI)

Parámetros según ACI	
Columnas Centradas	$A_{\text{col}} = \text{Peso de servicio} / (0.45 * F'_c)$
Columnas Excéntrica	$A_{\text{col}} = \text{Peso de servicio} / (0.35 * F'_c)$
Columna Esquinada	

Fuente: Adaptado de A.C.I 318S – 14 (2022)

Nota: A_{col} = área de la columna, F'_c = fuerza de compresión del concreto.

Tabla 4

Pre-dimensionamiento de la infraestructura por columnas por el método American Concrete Institute (ACI)

Categoría				Nº pisos	peso servicio	F'c	parámetro ACI	Método 02	
A		Área Tributaria		6		280			
C-1	E	1500	3.72		33480		0.35	18.4833074	25*25
C-2	L	1500	7.41		66690		0.35	26.0865905	30*30
C-3	E	1500	3.72		33480		0.35	18.4833074	25*25
C-4	L	1500	7.22		64980		0.35	25.7499752	30*30
C-5	C	1500	14.43		129870		0.45	32.1047393	35*35
C-6	L	1500	7.22		64980		0.35	25.7499752	30*30
C-7	L	1500	7.44		66960		0.35	26.139344	30*30
C-8	C	1500	14.86		133740		0.45	32.5795729	35*35
C-9	L	1500	7.44		66960		0.35	26.139344	30*30
C-10	E	1500	3.5		31500		0.35	17.9284291	25*25
C-11	L	1500	7		63000		0.35	25.3546276	30*30
C-12	E	1500	3.72		33480		0.35	18.4833074	25*25

Fuente: Elaboración propia (2022),

Nota: F'_c = fuerza de compresión del concreto, método 02 = método ACI

3) Pre-dimensionamiento por sismo

Se debe considerar la zona sísmica, donde se va ejecutar la estructura, las características del suelo, destino e importancia de la estructura y el uso que se le dará (Ortiz, 2012).

El detalle de los parámetros se muestra en la Tabla 5 y 6.

Lado de la columna

$$= potencia[(0.25 * Vs * h1erPiso2 * 1002) / (0.007 * G); 0.25]$$

Donde:

$$Vs = Z * U * C * S * (WFINAL01 + WFINAL02)$$

$$PE = Vs * (\text{Área tributaria})$$

Módulo de corte del concreto G

$$= E / (2 * (1 + \nu)) = 0.417 * E$$

Tabla 5

Descripción de parámetros del método de pre-dimensionamiento por sismo

Descripción	Abreviatura y/o formula
Resistencia a la compresión del concreto	(F'c)
Fluencia del acero	(Fy)
Número de pisos	(Número de Pisos TOTAL)
Sobrecarga de todos los pisos menos la azotea	(S/CTODO MENOS AZOTEA)
Sobrecarga solo de la azotea	(S/CAZOTEA)
Peso propio de la columna	(P.p Col)
Peso propio de la viga	(P.p Vig)
Peso propio del aligerado	(P.p Alig)
Peso propio de la tabiquería	(P.p.tab)
Carga Muerta (W.D1)	(Acb+P.p Col +P.p Vig + P.p. Alig +P.p.tab)
Carga Muerta (W.D2)	(Acb +P.p.Col + P.p. Vig + P.p. Alig)
Carga Viva (W.L1)	S/CTODO MENOS AZOTEA
Carga Viva (W.L2)	S/CAZOTEA
Peso que soporta la columna de todos los pisos sin la azotea	WFINAL01=(W1TOTAL) *(#PisosTOTAL - 1azotea)
Peso que soporta la columna de la azotea WFINAL02	(W2TOTAL) *(1azotea)
Módulo de elasticidad del concreto	E=15100*(Raíz(F'c))

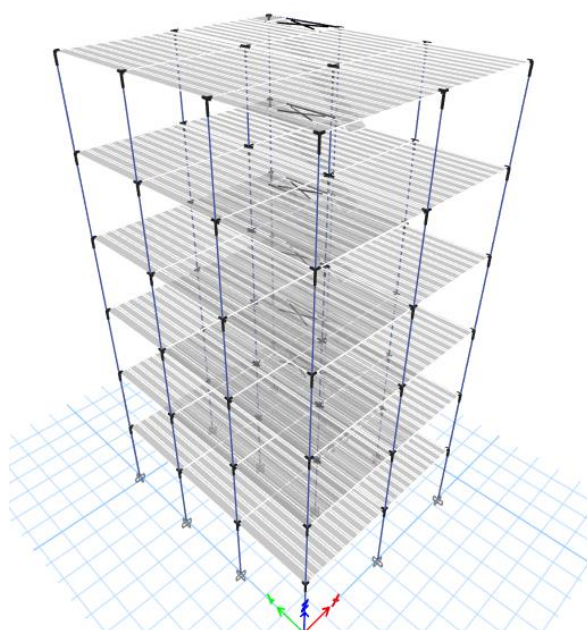
Fuente: Adaptado de Vivar (2022)

Tabla 6*Pre-dimensionamiento de la infraestructura por columnas por el Método por Sismo.*

Dimensionamiento			Análisis general (Estructuración Simétrica)						
Tipo de Columna		Área Tributaria	Vs (Kg)	b x D	Si b = D (cm)	b (cm) (mínimo)	D (cm) (Calc)	b x D	usar
C-1	E	3.720 m ²	25,958.16	956.24	30.92 cm	35 cm	30 cm	1,050.00	35x30
C-2	L	7.410 m ²	51,706.98	1,349.60	36.74 cm	40 cm	35 cm	1,400.00	40x35
C-3	E	3.720 m ²	25,958.16	956.24	30.92 cm	35 cm	30 cm	1,050.00	35x30
C-4	L	7.220 m ²	50,381.16	1,332.19	36.50 cm	40 cm	35 cm	1,400.00	40x35
C-5	C	14.430 m ²	100,692.54	1,883.34	43.40 cm	45 cm	45 cm	2,025.00	45x45
C-6	L	7.220 m ²	50,381.16	1,332.19	36.50 cm	40 cm	35 cm	1,400.00	40x35
C-7	L	7.440 m ²	51,916.32	1,352.33	36.77 cm	40 cm	35 cm	1,400.00	40x35
C-8	C	14.860 m ²	103,693.08	1,911.20	43.72 cm	45 cm	45 cm	2,025.00	45x45
C-9	L	7.440 m ²	51,916.32	1,352.33	36.77 cm	40 cm	35 cm	1,400.00	40x35
C-10	E	3.500 m ²	24,423.00	927.54	30.46 cm	35 cm	30 cm	1,050.00	35x30
C-11	L	7.000 m ²	48,846.00	1,311.73	36.22 cm	40 cm	35 cm	1,400.00	40x35
C-12	E	3.720 m ²	25,958.16	956.24	30.92 cm	35 cm	30 cm	1,050.00	35x30

Fuente: Elaboración propia

Nota: Vs = fuerza cortante, b (cm mínimo) = peralte mínimo de la columna, D(cm)(Calc) = ancho de columna calculado

Figura 3: *Modela del edificio en el programa ETABS.**Fuente: Elaboración propia*

Con las dimensiones de las columnas empleando los tres métodos se procede a modelar en el software Etabs (figura 3).

Una vez realizado el pre-dimensionamiento de las columnas por tres métodos distintos, se

procedió a modelar la estructura en el software Etabs, para posteriormente realizar la verificación de las derivas acorde a la tabla 7. Las derivas no tienen que exceder al 1% de la altura del piso.

Tabla 7

Cálculo de derivas de piso

Cálculo de derivas de piso	
Regularidad estructural	Regular
Coefficiente de desplazamiento lateral(C1)	1
Coefficiente de reducción sísmica (R)	8
Altura de entrepiso (cm)	280cm
Máxima desplazamiento en Y-Y	De Etabs
Máxima desplazamiento real en Y-Y	De Etabs
Máxima deriva de piso en Y-Y (MDPy-y)	De Etabs
Revisión máxima deriva en dirección y-y	$(C1)*(R)* (MDPy-y) \leq 0.007$

Fuente: Adaptado de Vásquez E 0.30 (2022)

Resultados

Al realizar el pre-dimensionamiento de las columnas por métodos empleado se obtuvieron las dimensiones que se muestran en la tabla 8.

Una vez obtenido las dimensiones de las columnas se procedió a modelar el edificio de 6 pisos en el software Etabs.

Tabla 8

Pre-dimensionamiento de las columnas por método aplicado

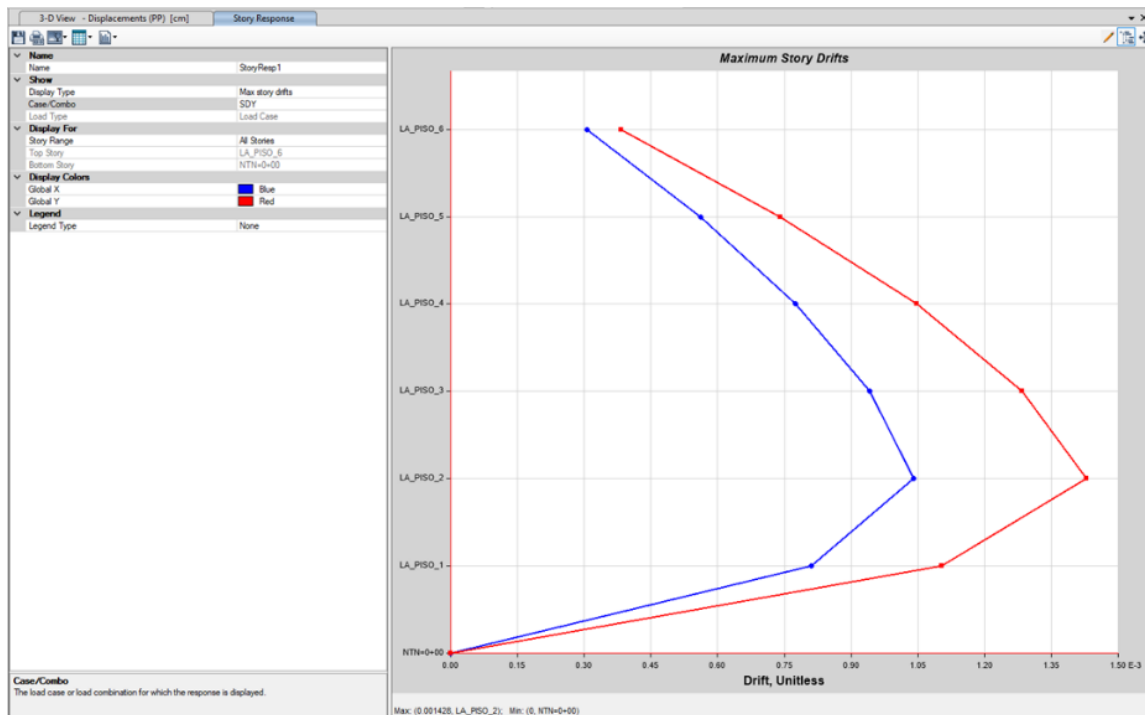
Características	Método 01 método de gravedad	Método 02 método ACI	Método 03 método por sismo
Columna central C-1	40x40	35x35	45x45
Columna lateral C-2	30x30	30x30	40x35
Columna esquina C-3	30x30	25x25	35x30

Fuente: Elaboración propia (2022)

Luego de la realización de los 3 modelados del edificio de 6 pisos se procedió a realizar el análisis modal espectral apoyándose del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E.030; posterior al modelado se procedió a

calcular las derivas, para esta investigación tomamos como análisis el eje B-B (el cual está en la dirección y-y), tal como se aprecia en la figura 1.

Figura 4: Máxima deriva aplicando método 01: pre-dimensionamiento por gravedad



Fuente: Elaboración propia (2022)

Los datos obtenidos aplicando el método 1 (método de gravedad) de pre-dimensionamiento de columnas resulta en una deriva máxima en la dirección y-y de 0.001428 cm tal como se aprecia en la figura 4.

Luego se procedió a realizar la verificación de la deriva, según la normativa RNE E0.30 debe ser menor a 0.007 cm, como se aprecia en la tabla 9 se obtuvo 0.0086 cm, por lo que pasa la verificación del cálculo de la máxima deriva.

Tabla 9

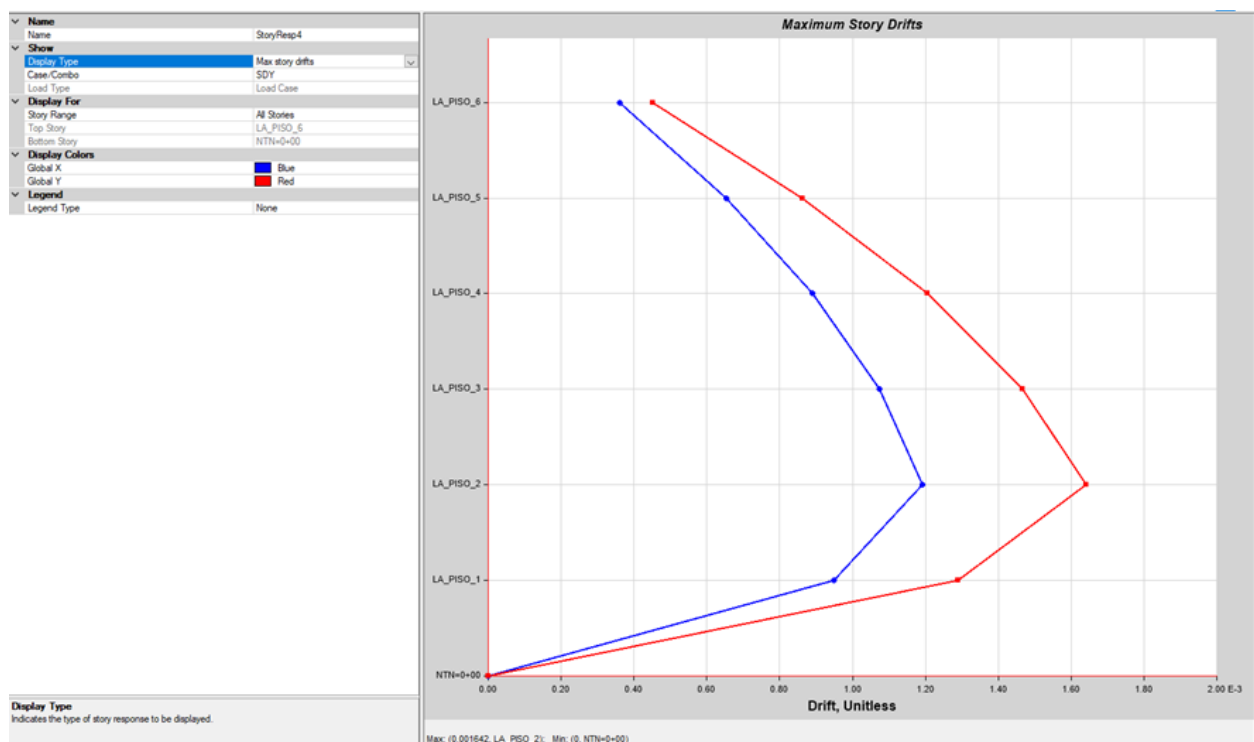
Verificación de máxima deriva con método de gravedad

Verificación de derivas de piso - método de gravedad	
Regularidad estructural	Regular
Coefficiente de desplazamiento lateral(C1)	0.75
Coefficiente de reducción sísmica (R)	8
Altura de entrepiso (cm)	280 cm
Máxima desplazamiento en Y-Y	1.76 cm
Máxima desplazamiento real en Y-Y (MDPy-y)	10.56 cm
Revisión máxima deriva en dirección y-y	0.001428 cm

Fuente: Elaboración propia

Nota: MDPy = máxima deriva de piso en la dirección.

Figura 5: Máxima deriva aplicando método 02: método ACI ((American Concrete Institute)



Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos aplicando el método 2 (método ACI) de pre-dimensionamiento de columnas resulta una deriva máxima en la

dirección y-y de 0.001642 cm tal como se aprecia en la figura 5.

Evaluand la deriva determinada con el método 02, el cual según la normativa RNE (E0.30) debe ser menora 0.007 cm, se aprecia en la tabla 10

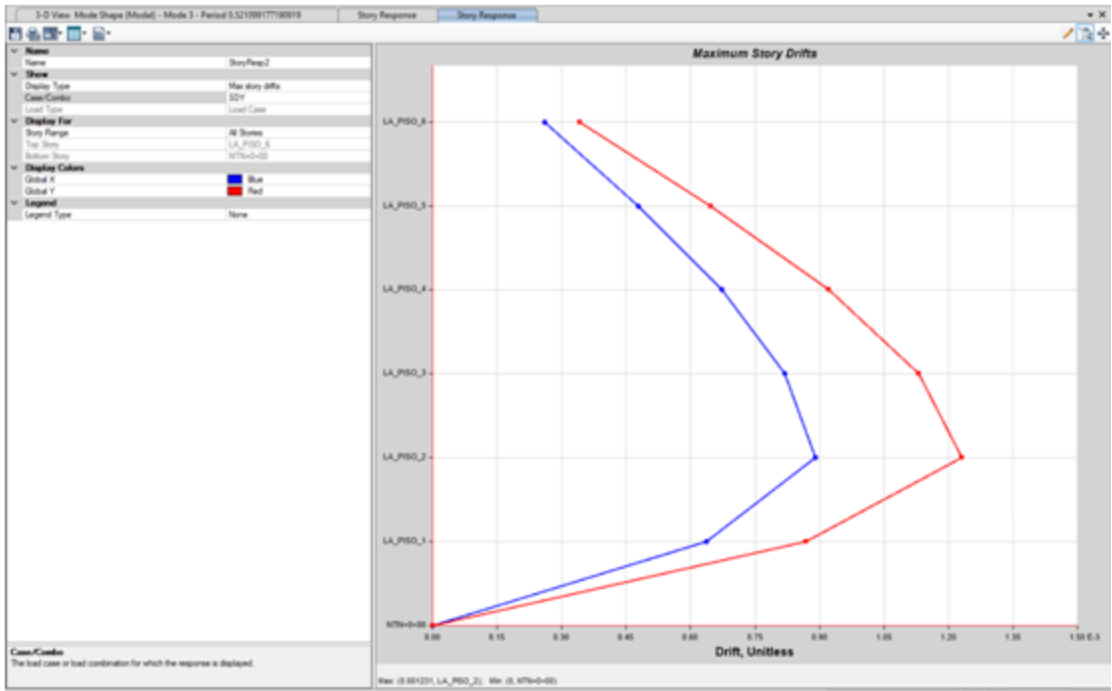
el valor de 0.0099 cm, por lo que no pasa la verificación del cálculo de la máxima deriva.

Tabla 10
Verificación de máxima deriva con método ACI ((American Concrete Institute)

Verificación de derivas de piso- método ACI	
Regularidad estructural	Regular
Coeficiente de desplazamiento lateral(C1)	0.75
(R)	8
Altura de entrepiso (cm)	280cm
Máxima desplazamiento en Y-Y	2.02cm
Máxima desplazamiento real en Y-Y	12.10cm
(MDPy-y)	0.001642cm
Revisión máxima deriva en dirección y-y	0.0099<=0.007

Fuente: *Elaboración propia*, Nota: MDPy = máxima deriva de piso en la dirección, R = Coeficiente de reducción sísmica.

Figura 6. *Máxima deriva aplicando método 03: pre-dimensionamiento por sismo*



Fuente: *Elaboración propia (2022)*

Los datos obtenidos aplicando el método 03 de predimensionamiento de columnas nos da una deriva máxima en la dirección y-y de 0.001231cm tal como se aprecia en la figura 6, luego se procedió a realizar la verificación de la deriva

aplicando el método 03 el cual según la normativa RNE (E0.30) debe ser menor a 0.007cm, como se aprecia en la tabla 11 se obtuvo 0.0074cm, si bien no pasa la verificación, pero es mínimo la diferencia.

Tabla 11

Verificación de máxima deriva con el método por sismo.

Verificación de derivas de piso - método por sismo	
Regularidad estructural	Regular
Coefficiente de desplazamiento lateral(C1)	0.75
(R)	8
Altura de entrepiso (cm)	280cm
Máxima desplazamiento en Y-Y	1.52cm
Máxima desplazamiento real en Y-Y	9.10cm
(MDPy-y)	0.001231cm
Revisión máxima deriva en dirección y-y	0.0074<=0.007

Fuente: Elaboración propia (2022)

Nota: MDPy = máxima deriva de piso en la dirección, R = Coeficiente de reducción sísmica.

Discusión

La presente investigación nos ha permitido evaluar la aplicación de cada uno de los tres métodos de pre-dimensionamiento de columnas que influye de manera diferente en el control de derivas.

Al aplicar el segundo método se obtiene una deriva máxima de piso en la dirección y-y el cual es superior a la normativa en 0.0029 cm que en

Al emplear el primer método se obtiene una deriva máxima de piso en la dirección y-y el cual difiere de la normativa en 0.0016 cm que en porcentaje representaría un 22.85 % de exceso con respecto a lo que la norma exige.

porcentaje representaría un 41.43 % de exceso en comparación a la norma.

Al aplicar el tercer método se adquiere una deriva máxima de piso en la dirección y-y el cual supera al de la normativa en 0.0004 cm que en porcentaje representaría un 5.71 % de exceso en relación a lo que la norma restringe.

Al pre-dimensionar las columnas del edificio de 6 pisos empleando los métodos de gravedad, método ACI y método por sismo podemos Cada uno de los métodos aplicados influye de manera diferente en la verificación de la máxima deriva de entrepiso; el primer método excede a lo que la norma exige en 0.0016 cm, el segundo método excede en 0.0029 cm y el tercer método excede en 0.0004 cm es así que podemos afirmar que el tercer método nos permite controlar de manera óptima la máxima deriva de entrepiso en la dirección y-y, el cual pertenece al eje B-B analizado.

Del mismo modo, se puede apreciar que en los tres casos el desplazamiento aumenta a medida que se incrementa el número de pisos, pero

apreciar que en los tres casos la máxima deriva se da en el segundo piso, pero si comparamos los tres métodos podemos afirmar que el método que mejor se comporta es el tercer método por sismo, ello debido a que sus derivas se comportan de forma eficiente lo cual se refleja en las dimensiones más uniformes que presentan las columnas.

haciendo énfasis en la influencia del método de pre-dimensionamiento sobre los desplazamientos podemos apreciar que el método por sismo, los nodos de las conexiones viga columna experimentan un menor desplazamiento. Lo cual repercute en un buen comportamiento durante los sismos.

Conclusión

Al pre-dimensionar las columnas del edificio de 6 pisos en la ciudad de Chanchamayo, el más eficiente fue el método por sismo según las normas de edificaciones vigentes.

Agradecimiento

A la Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa

Contribución de los autores

RSBC, contribución, Redacción del artículo, Análisis de Resultados.

HEHS, contribución, Recolección de datos, modelamiento en el Etabs.

NDLC, contribución, Procesamiento de datos.

YYZA, contribución, Discusión y Conclusiones.

MJRV, contribución, Revisión Final del trabajo (Asesor)

Conflictos de interés

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

Referencias

- Institute, A. C. (2014). Requisito de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S - 14). Always advancing.
- Trinches Boscardin, J., Yepes, V., & Kripka, M. (2019). Optimization of reinforced concrete building frames with automated. ICITECH, 1.
- Vásquez Bustamante, O. (2019). Reglamento Nacional de Edificaciones E 0.30. Lima.
- Vivar Q., A. (2021). Ingenieria en Edificaciones Aplicando la NTE E 0.20. Lima: Draft S.A.C Ingenieros.
- Calderón Moncloa, R. J. (1996). Predimensionamiento de columnas en edificaciones de concreto armado.
- Alfredo Chávez, Hugo Ascencios (2015). Análisis estructural y diseño sísmico de un edificio de 9 pisos con semisótano
- BLANCO BLASCO, Antonio. 1996. Estructuración y Diseño de Estructuras de concreto Armado. Lima: Capítulo de Ingeniería Civil, 1996.
- Cassis, J., & Scherer, H. (1989). Dimensionamiento óptimo de elementos de hormigón armado en flexión recta según código ACI.
- Romero Hermosilla, N. A. (2018). Diseño y análisis estructural Edificio Oregón.
- Ortiz Naveda, E. L. (2012). Diseño estructural sismo-resistente de los edificios de departamentos de hormigón armado "Limburg Platz" de la ciudad de Quito, para garantizar la seguridad de los ocupantes (Bachelor's thesis).



ARTICULO ORIGINAL

Análisis sísmico de fuerzas estáticas equivalentes de un pórtico de 3 niveles

Seismic analysis of equivalent static forces of a 3-level gantry

Marcos Josue Rupay Vargas¹ , Fredy Luigui Chavez Ortiz¹ , Cristian Alexander Tacunan Palacios¹ ,
Micky Alexander Cornejo Flores¹ , Lorenzo Torres Berrocal¹

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo realizar el análisis sísmico estático de una edificación de 3 niveles en el eje X-X. El alcance es descriptivo, utiliza el método de análisis sísmico estático, el instrumento empleado para los cálculos es el análisis matricial. Se argumenta que el análisis sísmico estático viene a ser un procedimiento que representa las solicitaciones sísmicas por medio de un grupo de fuerzas actuando en el interior de masas de cada nivel de la edificación, la determinación del peso fue guiada por el Artículo 26 de la norma peruana E.030, la cortante basal, la distribución de la fuerza sísmica en altura y se determinó los desplazamientos elásticos y los desplazamientos inelásticos (derivas). A partir de ello, se realizó el control de derivas para la estructura simétrica. Los resultados más relevantes fueron la cortante basal con un valor de 12.629 tonf, distribución de la fuerza sísmica de cada nivel $V_1=12.629$ tonf; $V_2=10.171$ tonf y $V_3=5.256$ tonf y los desplazamientos inelásticos $\delta_1=0.0026$ m; $\delta_2=0.0021$ m y $\delta_3=0.0021$ m. Al final se concluye que el análisis sísmico estático según la norma E.030 se ha realizado la verificación de derivas (0.0009, 0.0007, 0.0004) que cumplen con el límite de distorsión entre piso establecido para el material predominante de concreto armado igual a 0.0007.

Palabras clave: rigidez lateral, fuerza sísmica, desplazamientos elásticos e inelásticos, derivas.

ABSTRACT

The aim of the research was to perform the static seismic analysis of a 3-story building in the X-X axis. The scope is descriptive, using the static seismic analysis method, the instrument used for the calculations is the matrix analysis. It is argued that the static seismic analysis is a procedure that represents the seismic stresses by means of a group of forces acting inside the masses of each level of the building, the determination of the weight was guided by Article 26 of the Peruvian standard E.030, the basal shear, the distribution of the seismic force in height and the elastic displacements and inelastic displacements (drifts) were determined, from this, the drift control was performed for the symmetrical structure. The most relevant results were the basal shear with a value of 12.629 tonf, seismic force distribution of each level $V_1=12.629$ tonf; $V_2=10.171$ tonf and $V_3=5.256$ tonf and inelastic displacements $\delta_1=0.0026$ m; $\delta_2=0.0021$ m and $\delta_3=0.0021$ m. At the end it is concluded that the static seismic analysis according to the E.030 standard has been performed the verification of drifts (0.0009, 0.0007, 0.0004) that comply with the inter-story distortion limit established for the predominant reinforced concrete material equal to 0.0007.

Keywords: lateral stiffness, seismic force, elastic and inelastic displacements, drifts.

¹Facultad de Ingeniería, Escuela Académica de Ingeniería Civil, Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa Chanchamayo, Perú.

*Autor de correspondencia.
E-mail:
mrupay@uniscisa.edu.pe

Recibido: 12 de dic de 2022
Aprobado: 20 de dic de 2022
Publicado: 28 de dic de 2022

Para citar este artículo:

Rupay Vargas, M.; Chavez Ortiz, F.; Tacunan Palacios, C.; Cornejo Flores, M.; Torres Berrocal, L. (2022). Análisis sísmico de fuerzas estáticas equivalentes de un pórtico de 3 niveles. *Yotantsipanko*, 02(02), 88 - 100. <https://doi.org/10.54288/yotantsipanko.v2i2.24>



Introducción

El método sísmico estático o fuerzas estáticas equivalentes tiene en su formulación marcadas simplificaciones para el análisis de estructuras, en donde se puede analizar mediante este procedimiento estructuras consideradas como regulares o irregulares (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018). Además de ello, se puede emplear este procedimiento para estructuras consideradas como regulares, según lo indicado en el artículo 19 de la norma peruana E.030, de no más de 30 m. de altura y para estructuras conformadas de muros portantes de concreto armado y albañilería confinada o armada de no más de 15 m. de altura, aun cuando estas sean irregulares.

Existe gran interés en el área de la ingeniería estructural principalmente por los estudiantes de ingeniería pues muestra un desarrollo matemático y matricial para determinar los desplazamientos y posterior control de las distorsiones de entrepisos sometidas a una fuerza sísmica estimada.

Por ello, el objeto del estudio es realizar el análisis sísmico estático desde una perspectiva del análisis matricial, teniendo en consideración lo que estipula la norma peruana de Diseño Sismorresistente E.030. A partir de ello, realizar el control respectivo de derivas de entrepiso (drifts) según lo establecido en el artículo 32 de la norma mencionada.

Materiales y métodos

El método a utilizar es el método sísmico estático en donde tiene como fin estimar la respuesta de un edificio o estructura ante sollicitaciones sísmicas.

Lo primero a realizar es el metrado de cargas (eje 2) y según lo indicado en el artículo 26 de la norma E.030 se calcula el peso sísmico de la estructura. Luego se calcula la fuerza cortante en la base teniendo en cuenta algunos factores como Z (factor de zona), U (factor de uso), C (factor de amplificación sísmica) en donde para determinar dicho factor hay ciertos casos presentados en el artículo 14 de la norma E.030, S (factor de suelo) y el coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas, R que indica el artículo 22 de la norma mencionada.

Después se distribuye la fuerza sísmica en altura según el artículo 28.3 de la norma E.030 y a partir de ello se determina la fuerza cortante de cada entrepiso.

Posterior a ello, se calculan los desplazamientos elásticos en donde esta se determina con métodos matriciales. Por lo que, bajo un modelo de corte, y las propiedades del material se determinó la rigidez de cada entrepiso y ya teniendo la matriz de rigidez y el vector de fuerzas sísmicas se hallaron los desplazamientos.

Finalmente, se determinaron los desplazamientos inelásticos y derivas, en donde para realizar el control o verificación de este

último nos basamos a lo que indica el artículo 32 de la norma E.030.

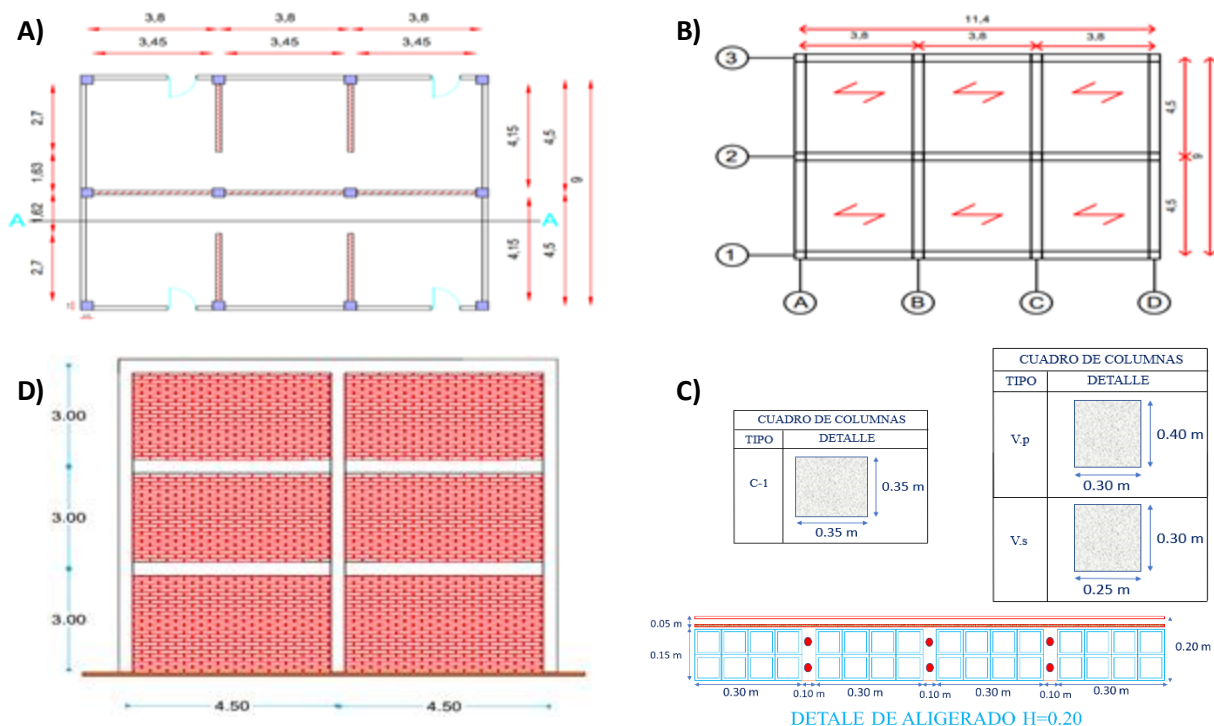
Se presenta un plano de una edificación de sistema de pórticos, en donde se trabajó con un eje (pórtico eje B), al cual se efectuó un análisis sísmico estático, para posteriormente realizar el control de derivas.

El análisis en el sentido X-X identificando el eje más crítico, fue aplicado tomando en cuenta una edificación para uso de oficinas de una consultoría y un tipo de suelo roca S1.

El edificio está ubicado en la ciudad de Lima, de 3 niveles, con altura típica de 3 m el cual posee la siguiente geometría y propiedades:

- $h_L = 0,20 \text{ m}$: Altura de losa aligerada, unidireccional.
- $C(0.35 \text{ m} \times 0.35 \text{ m})$: columna típica.
- $V_P(0.30 \text{ m} \times 0.40 \text{ m})$: viga principal.
- $V_S(0.25 \text{ m} \times 0.30 \text{ m})$: viga secundaria.
- $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$: resistencia a la compresión del concreto.
- $\gamma_a = 1.35 \text{ tonf/m}^3$: Peso unitario de albañilería para tabiquería.
- $P_{P.de losa} = 0.30 \text{ tonf/m}^2$: peso propio de losa aligerada de 20 cm.
- $P_{P.de piso term.} = 0.10 \text{ tonf/m}^2$: peso propio del piso terminado
- $S/C = 0.25 \text{ tonf/m}^2$: sobrecarga consultoría: oficina

Figura SEQ Figura 1* ARABIC 1. A) y B) Se detalla 2 planos estructurales debidamente acotados con vista en planta, **C)** plano vista en elevación, **D)** posterior a ello se detalla las dimensiones estructurales de la columna, viga principal, viga secundaria y la losa aligerada.



Fuente: Elaboración propia.

Análisis sísmico de fuerzas estáticas equivalentes tradicionales en dirección

El análisis sísmico de fuerzas estáticas equivalentes se realizó de acuerdo a lo establecido en la norma peruana E.030 de diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). La normativa establece que los edificios ubicados en la zona 4 deben tener este tipo de análisis.

Para realizar un análisis sísmico, es necesario determinar el eje más crítico, que debe ser el eje con menor rigidez lateral y que reciba la máxima

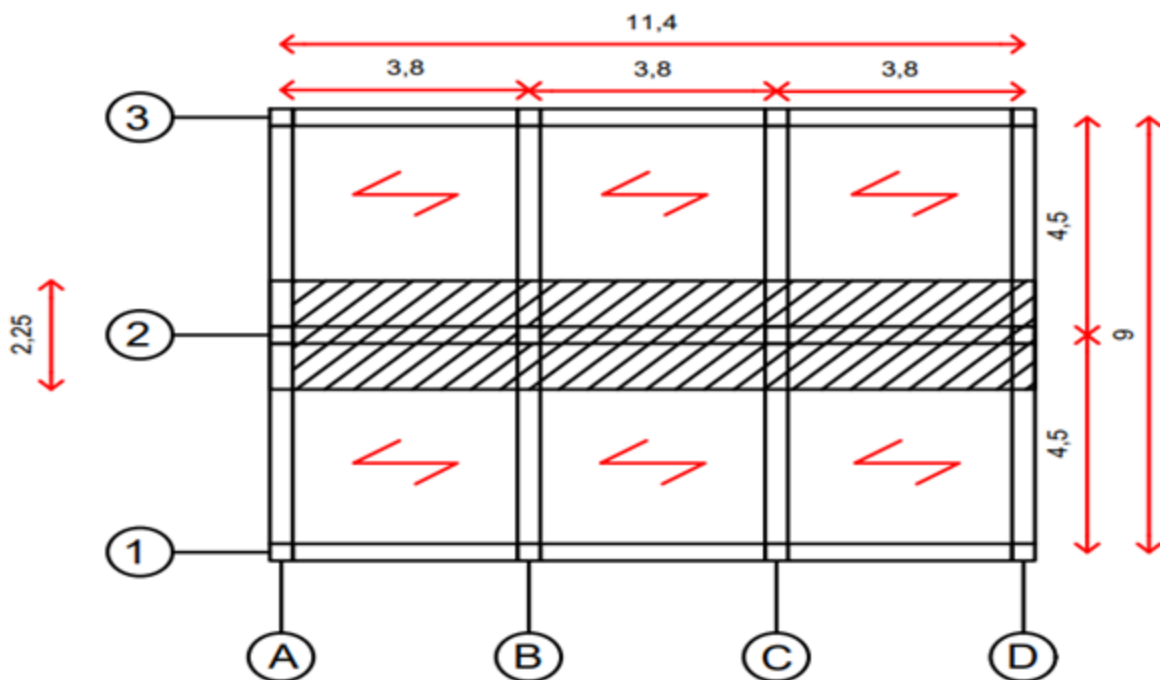
carga o que posea el mayor ancho tributario. El eje más crítico en la dirección x-x es el eje 2.

Análisis sísmico de fuerzas equivalentes en dirección x-x para el eje 2

Metrado de carga por gravedad

Se realizó un metrado de carga, para calcular el peso concentrado que soporta cada nivel del eje 2. Para ello, se debe considerar un ancho tributario de 1 m en cada lado de la viga secundaria (VS), por ende, el ancho tributario será de 2.25 m.

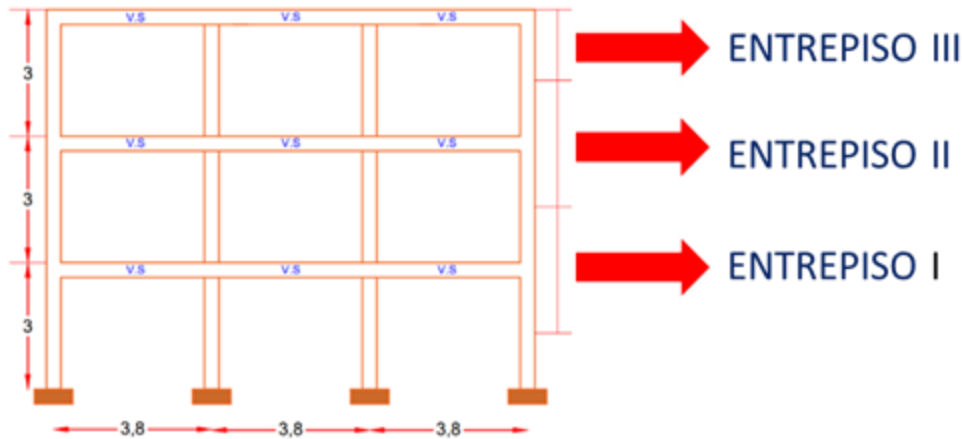
Figura SEQ Figura * ARABIC 2. La presente figura, muestra el ancho tributario respecto del eje 2 con una vista en planta.



Fuente: Elaboración propia.

Peso de entrepisos

Figura SEQ Figura * ARABIC 3. La presente figura, muestra el ancho tributario respecto del eje 2 con una vista en planta.



Fuente: Elaboración propia.

En las siguientes (Tabla 1, 2 y 3) se muestra el metrado para el eje 2, con un ancho tributario de 2.25 m.

Tabla 1.

Metrado del nivel 1 y 2 para el eje 2.

Descripción	Código	Peso unitario	Peso propio	Largo	Ancho	Alto	·	Subtotal
Losa aligerada	Losa 20		0.3	3.45	1		6	6.21
Piso terminado	PT		0.1				1	2.564
Viga principal	VP	2.4		2.25	0.3	0.4	4	2.592
Viga secundaria	VS	2.4		3.45	0.25	0.3	3	1.863
Columna	C	2.4		3	0.35	0.35	4	3.528
Tabiquería	Tab.	1.35		1	0.15	2.6	4	2.106
Pcm=								18.963
Carga viva		S/C: oficinas	0.25	25.64			1	6.41
Pcv=								6.41

*Se indica los pesos de los elementos estructurales de nivel 1 y 2 como también describe el peso unitario, peso propio, dimensiones, y dentro de los códigos el piso terminado, viga principal, viga secundaria y concreto.

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 2.

Metrado del nivel 3 para el eje 2.

Descripción	Código	Peso unitario	Peso propio	Largo	Ancho	Alto	·	Subtotal
Losa aligerada	losa 20		0.30	3.45	1		6	6.210
Piso terminado	PT		0.10	11.75	2.25		1	2.644
Viga principal	VP	2.4		2.25	0.30	0.40	4	2.592
Viga secundaria	VS	2.4		3.45	0.25	0.30	3	1.863
Columna	C	2.4		1.50	0.35	0.35	4	1.764
Pcm=								15.073
	Carga viva	S/C: oficinas	0.10	11.75	2.25		1	2.644
Pcv=								2.644

**Se indica los pesos de los elementos estructurales de nivel 3 como también describe el peso unitario, peso propio, dimensiones, y dentro de los códigos el piso terminado, viga principal, viga secundaria y concreto.*

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.

Resumen del metrado de cargas

Descripción	Código	100% Pcm	50% Pcv	25% Pcv	Subtotal
Peso nivel 1	P1	18.863	3.205	...	22.068
Peso nivel 2	P2	18.863	3.205	...	22.068
Peso nivel 3	P4	15.073	...	0.661	15.734
Peso Total	P=				59.870

**Se indica el peso sísmico último del pórtico, donde el "Pcm" es el peso de carga muerta y "Pcv" el peso de carga viva.*

Fuente: Elaboración propia.

Fuerza de la cortante en la base "V"

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

Donde, Según el artículo 6 considera la siguiente nomenclatura:

Z= Factor de zona.

U= Factor de uso o importancia.

C= Factor de amplificación sísmica.

S= Factor de amplificación de suelo.

R= Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas.

P= Peso total de la edificación.

V= Fuerza cortante en la base de la estructura.

$h_n = 3,0 \text{ m} \times 3 \text{ niveles} = 9 \text{ m}$ altura total del pórtico.

$$T = \frac{9}{3s}$$

$$T = 0.257 \text{ s}$$

Periodo fundamental de vibración.

$$T < T_p \rightarrow C = 2.5$$

$$0.257 < 0.4$$

$$C = 2.5$$

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

Donde:

T= Periodo fundamental de la estructura.

T_p = Periodo que define la plataforma de factor C.

C= Factor de amplificación sísmica.

R_0 = Coeficiente básico de reducción de fuerzas Sísmica.

I_a = Factor de irregularidad en altura.

I_p = Factor de irregularidad en planta.

No se considerarán irregularidades, por lo que:

$$I_a, I_p = 1$$

$$R = (8)(1)(1)$$

$$R = 8$$

Verificación:

$$\frac{C}{R} \geq 0,11$$

$$\frac{2.5}{8} \geq 0.313 \geq 0.11 \dots \dots \dots \text{OK}$$

Cortante en la base:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P_T$$

$$V = \frac{(0,45)(1,5)(2,5)(1)}{8} \cdot 59,870$$

$$V = 12.629 \text{ tonf}$$

Distribución de la Fuerza sísmica en altura

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i h_i^k}{\sum_{j=1}^n P_j h_j^k}$$

Si $T = 0.257 < 0.5$, entonces $k = 1$

Porcentajes α_i :

$$a_1 = \frac{P_1 h_1}{P_1 h_1 + P_2 h_2 + P_3 h_3} = \frac{22.068(3)}{22.068(3) + 22.068(6) + 15.734(9)} = 0.195$$

$$a_2 = \frac{P_2 h_2}{P_1 h_1 + P_2 h_2 + P_3 h_3} = \frac{22.068(6)}{22.068(3) + 22.068(6) + 15.734(9)} = 0.389$$

$$a_3 = \frac{P_3 h_3}{P_1 h_1 + P_2 h_2 + P_3 h_3} = \frac{15.734(9)}{22.068(3) + 22.068(6) + 15.734(9)} = 0.416$$

Fuerza sísmica en altura.

$$F_1 = a_1 \cdot V = 0.195(12.629) = 2.457 \text{ tonf}$$

$$F_2 = a_2 \cdot V = 0.389(12.629) = 4.915 \text{ tonf}$$

$$F_3 = a_3 \cdot V = 0.416(12.629) = 5.256 \text{ tonf}$$

Donde:

F_i : Fuerza sísmica en altura.

α_i : Coeficiente de fuerza sísmica.

n : Número de pisos del edificio.

k : Es un exponente relacionado con el periodo fundamental de vibración de la estructura.

h_i : Altura por cada nivel de piso.

h_j^k : Altura acumulada para cada nivel.

P_i : El peso de cada nivel.

P_j : El peso acumulado para cada nivel.

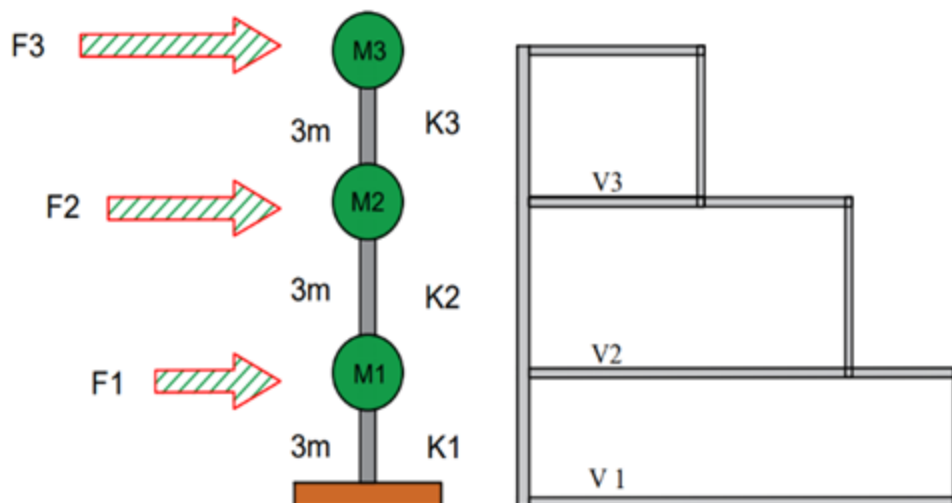
Fuerzas cortantes.

$$V_1 = F_1 + F_2 + F_3 = 12.629 \text{ tonf}$$

$$V_2 = F_1 + F_2 = 10.171 \text{ tonf}$$

$$V_3 = F_1 = 5.256 \text{ tonf}$$

Figura SEQ Figura * ARABIC 4. Fuerzas sísmicas de entrepiso y fuerzas cortantes dentro del nivel 1, 2 y 3.



Fuente: Elaboración propia.

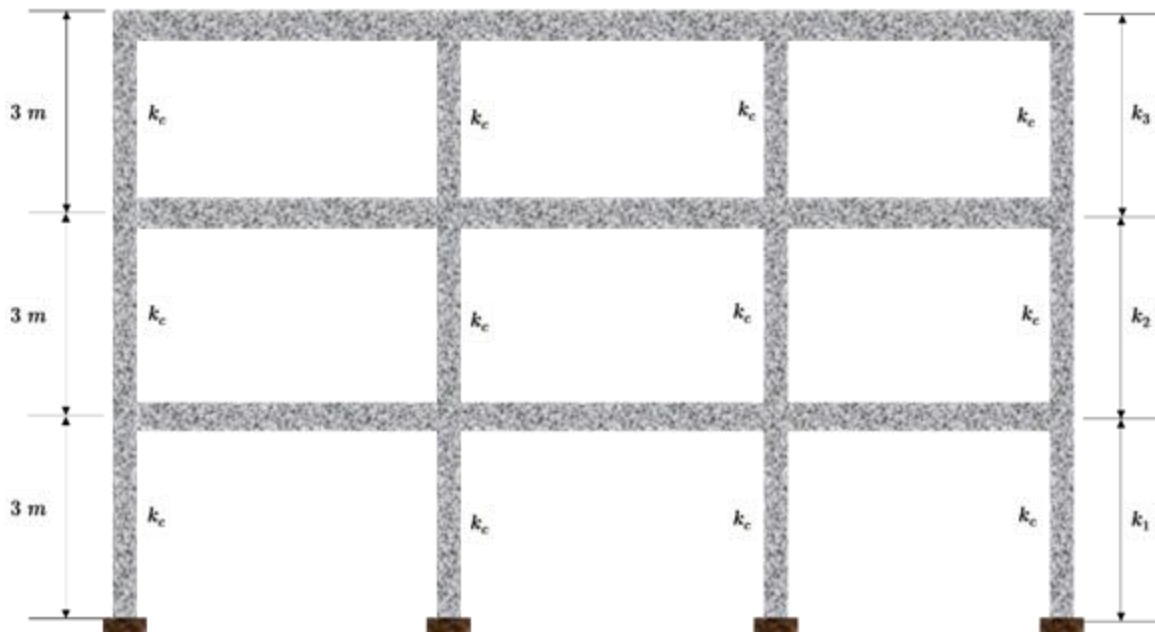
Donde:

- F1, F2 y F3: Fuerzas sísmicas.
- M1, M2 y M3: Masas sísmicas concentradas por cada nivel.
- V: Fuerzas cortantes.
- K1, k2 y k3: Entrepisos de cada nivel

Desplazamientos elásticos

Se consideró a las vigas totalmente rígidas y a las columnas axialmente indeformables, por lo que se genera un pórtico de corte.

Figura SEQ Figura * ARABIC 5. Pórtico de corte eje 2.



Fuente: Elaboración propia.

Matriz de rigidez para el pórtico de corte:

$$[K_2] = \begin{bmatrix} k_1 + k_2 & -k_2 & 0 & -k_2 \\ -k_2 & k_2 + k_3 & -k_3 & 0 \\ 0 & -k_3 & k_3 & 0 \end{bmatrix}$$

$$K_1 = 4 \left(\frac{12 \cdot E \cdot I}{H^3} \right)$$

Rigideces del pórtico: Rigidez al desplazamiento
– Biempotrado

$$K_1 = K_c + K_c + K_c + K_c$$

$$K_1 = 4K_c$$

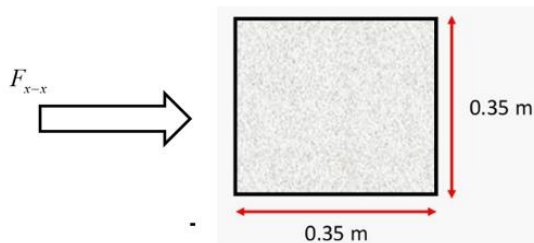
- $[K]$: Matriz de rigidez lateral – Representa la rigidez total de la estructura.
- K_c : Rigidez de cada columna

Módulo de elasticidad para una resistencia de concreto $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$:

$$E = 15000 \times \sqrt{210} \text{ tonf/m}^2 \\ = 2173706.512 \text{ tonf/m}^2$$

- E: Modulo de elasticidad.
- $f'c$: Esfuerzo máximo de compresión del concreto

Inercia dirección x-x:



$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{(0.35)(0.35^3)}{12} = 0.0012505 \text{ m}^4$$

- I: Inercia
- B: Base
- H: Altura

Rigidez lateral del nivel 1:

$$k_1 = 4 \left(\frac{12(2173706.512)(0.0012505)}{3^3} \right) \\ = 4832.391 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

Rigidez lateral del nivel 2 y 3:

$$k_3 = k_2 = k_1 = 4832.391 \text{ tonf/m}$$

Matriz de rigidez lateral:

$$[K_2] = \begin{bmatrix} k_1 + k_2 & -k_2 & 0 & -k_2 & k_2 + k_3 & -k_3 & 0 \\ & -k_3 & k_3 & & & & \end{bmatrix}$$

$$[K_2] = \begin{bmatrix} 9664,782 & -4832,391 & 0 \\ & -4832,391 & 9664,782 \\ & -4832,391 & 0 \\ & -4832,391 & 4832,391 \end{bmatrix} \text{ tonf/m}$$

Vector de fuerzas sísmicas $[F]$.

$$[F] = [F_1 \ F_2 \ F_3] = [2.457 \ 4.915 \ 5.256] \text{ tonf}$$

Vector de desplazamientos elásticos $[\Delta]$:

$$[\Delta] = [K_2]^{-1} \cdot [F]$$

$$[K] \\ = \left(\begin{bmatrix} 9664,782 & -4832,391 & 0 & -4832,391 & 9664,782 \\ & -4832,391 & 0 \\ & -4832,391 & 4832,391 \end{bmatrix} \frac{\text{tonf}}{\text{m}} \right)^{-1} \cdot [2.463 \ 4.926 \ 5.189] \text{ tonf}$$

$$[\Delta] = [0.0026 \ 0.0047 \ 0.0058] \text{ m}$$

Desplazamientos inelásticos y derivas (distorsiones)

$$\delta_i = \Delta_i - \Delta_{i-1}$$

$$\delta_1 = \Delta_1 - 0 = 0,0026 - 0 = 0,0026 \text{ m}$$

$$\delta_2 = \Delta_2 - \Delta_1 = 0,0047 - 0,0026 = 0,0021 \text{ m}$$

$$\delta_3 = \Delta_3 - \Delta_2 = 0,0058 - 0,0047 = 0,0011 \text{ m}$$

- δ_i : Derivas por cada nivel.
- Δ_i : Desplazamiento inelásticos por cada nivel.
- Δ_{i-1} : Desplazamiento inelástico de un nivel inferior al de Δ_i .

Resultados

En la tabla 4 se muestra el resumen de metrados de las cargas obtenidas

Tabla 4

Control de derivas del análisis estático x-x según la norma e.030

Nivel	Δ_i (m)	δ_i (m)	Altura H_i (m)	β	$\beta \times 0.75R$	Control	Observación
1	0.0026	0.0026	3.00	0.0009	0.0052	0.007	CUMPLE
2	0.0047	0.0021	3.00	0.0007	0.0042	0.007	CUMPLE
3	0.0058	0.0011	3.00	0.0004	0.0022	0.007	CUMPLE

**Indica la distorsión máxima permisible*

Fuente: Elaboración propia

Donde:

- β_i : Distorsiones en cada nivel
- δ_i : Derivas por cada nivel.
- Δ_i : Desplazamiento inelásticos por cada nivel.
- H_i : Altura de cada nivel

depende de ello, lo cual tenemos dos condiciones, cumpliendo, así la primera condición de evaluación tenemos para un periodo menor o igual a 0.5 tenemos $K=1$, según la norma E.030, artículo 28.3.2.

Discusión

Las distorsiones de entrepiso en la dirección x-x cumplen con el límite permisible que establece la norma E.030, en su artículo 32 para edificaciones de concreto armado (0.007).

En el modelo dado no se presentó ningún tipo de irregularidad, por lo que los valores de I_a e I_p fueron iguales a 1. Según especifica la norma e.030, artículo 19.2

Los resultados de la fuerza cortante en la base si cumple $C/R \geq 0.11$ ($0.313 \geq 0.11$), según la norma E.030, artículo 28.2.2.

K es un exponente que está relacionado con el periodo fundamental ($T=0.257$ s) ya que esta

Conclusión

El análisis sísmico estático según la norma e.030 se realizó la verificación de derivas (0.0009, 0.0007, 0.0004) que cumplen con el límite de distorsión de entrepiso establecido para el material predominante de concreto armado igual a 0.0007.

La fuerza cortante en la base obtenida es igual a 12.629 tonf el cual sirve para el control de la fuerza cortante calculado mediante el análisis sísmico dinámico, siendo esta para edificaciones regulares no menor al 80% (10.10 tonf), caso contrario es necesario incrementar el cortante para cumplir lo establecido, para ello se debe escalar proporcionalmente.

Agradecimiento

El más gentil agradecimiento al autor y normativa de la bibliografía empleada en el presente artículo, y a la ayuda y asesoramiento constante del ingeniero Marcos J. Rupay Vargas.

Contribución de los autores

MJRV. Revisión de la redacción del artículo.

FLCO. Recolección de datos y empleo de los cálculos.

MACF. Redacción del artículo.

CATP. Realización de las figuras y tablas.

LTB. Análisis de resultados, discusión y conclusión.

Conflictos de interés

Al momento de realizar el análisis, no hubo ningún inconveniente, ya que en un inicio se describió el modelo con el que se iba a trabajar y además se empleó la norma peruana E.030 para determinar los cálculos de dicho análisis.

Referencias

Bartolomé, Á. (1998). Análisis de Edificios. Lima: PUCP.

Blasco, A. (1994). Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado. Lima: s.n.

Falconi, R. (2014). Análisis Matricial de Estructuras. Ecuador: FRONTIER PUBLICIDAD.

Harmsem, T. (2002). Diseño de estructuras de concreto armado. Lima: PUCP.

Norma técnica E.020 cargas. (2006). Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Recuperado 19 de diciembre de 2022, de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366640/50%20E.020%20CARGAS.pdf?v=1636060059>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente. Lima: Reglamento Nacional de Edificaciones.

Ramírez, W. (2020). Análisis Sísmico de Edificación: Aplicación de la Norma E.030 y E.031 Aislamiento Sísmico. Tacna: UPT Perú. Fondo Editorial.

Roberto, E. (2002). Diseño sísmico de edificios. México: Limusa.

Rupay Vargas, M. (2022). Apuntes Análisis Estructural II: Análisis Sísmico Estático. La Merced: s.n.

Rupay, M., Godiño, F., y López, J. (2018). Estructuración y diseño sísmico de edificaciones. Huancayo: Rupay Vargas, Marcos Josué.

La investigación es un proceso creativo que nos ayuda a encontrar caminos para resolver problemas, de este modo actuar acerca los diferentes puntos de vista de un mundo globalizado hacia una interculturalidad

Equipo Editorial

ISSN: 2789-5475

YOTANTSIPANKO

Revista

Científica

Universidad Nacional Intercultural de la
Selva Central Juan Santos Atahualpa

