



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador | Sede
Ibarra

AXIOMA

AXIOMA - AÑO XVI - Número 22 - Enero - Junio 2020

**REVISTA CIENTÍFICA DE DOCENCIA,
INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL**





Axioma • Año XVI • número 22 • Enero-Junio 2020. Revista semestral de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, en las áreas de: investigación, docencia y proyección social. Publicación bilingüe dedicada a estudios relacionados con las ciencias sociales y exactas. Los artículos informativos y opiniones expresadas en las colaboraciones son de exclusiva responsabilidad de los autores.



REVISTA CIENTÍFICA DE DOCENCIA,
INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL



Editor General:

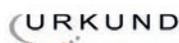
Prorector PUCE-SI
Ph.D. Jesús Muñoz Díez
Ibarra: Av. Jorge Guzmán Rueda y Av. Aurelio
Espinosa Pólit. Cda. "La Victoria"
Teléfono: 06 2615 500 / 06 2615 631
Fax: (593)6-2615 446
Apartado Postal 10.01.12
web Site: www.pucesi.edu.ec
Email: prorect@pucesi.edu.ec
1390-6267 **ISSN:**
2550-6684 **ISSN electrónico:**
Indizada/Resumida en
Latindex-Directorio- Catálogo 2.0
Folio 21178

Ilustración de portada:

Título: Tecnología, investigación y desarrollo
Autor: Milandra Cedeño
Escuela de Diseño de la PUCE-SI

Diagramación:

Mgs. Oswaldo Portilla



Consejo Editorial Interno

1. Ph.D. NANCY ULLOA ERAZO, Coordinadora de la Unidad de Comunicación Institucional de la PUCE-SI
2. Ph.D. FRANCKLIN RIVAS ECHEVERRÍA, Docente de la Escuela de Ingeniería de la PUCE-SI
3. Ph.D. MORELLA BRICEÑO AVILA, Coordinadora de Investigación de la carrera de Arquitectura
4. Mgs. EDMUNDO RECALDE POSSO, Coordinador de Investigación de la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales de la PUCE-SI

Consejo Editorial Externo

1. Ph.D. JUAN MANUEL BENÍTEZ DEL ROSARIO, Decano de la Facultad de Economía y Turismo y Profesor Titular de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
2. Ph.D. AGUSTÍN SANTANA TALAVERA, Profesor titular de la Universidad de la Laguna-Tenerife-España
3. Ph.D. LARRY FROLICH, Betty Ferguson Endowed Teaching Chair Natural Sciences Miami Dade College Wolfson Campus
4. Ph. D. JOSEP LINARES, Profesor contratado del Departamento de Química UD de Edafología y Química Agrícola en la Universidad Politécnica de Valencia - España
5. Ph.D. JUAN CARLOS MARTÍN QUINTANA, Coordinador del Máster Oficial e Interuniversitario de Intervención Mediación Familiar, social y comunitario de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Profesor Titular de Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
6. Ph.D. FRANCISCO CAMPOS FREIRE, Docente titular de la Universidad de Santiago de Compostela-España
7. Ph.D. PILAR CHARRO BAENA, Docente Catedrática de la Universidad Rey Juan Carlos
8. Ph.D. STEFOS EFSTATHIOS, Vicerrector Académico - Miembro Interno Comisión Gestora I Universidad Nacional de Educación
9. Ph.D. MIGUEL TÚÑEZ LÓPEZ, Profesor titular de la Universidad Santiago de Compostela-España

Comité de Arbitraje

1. Ph.D. JUAN PABLO SUÁREZ CHACÓN, Departamento de Ciencias Naturales de la Universidad Técnica Particular de Loja, Vicerrector de Investigación de la UTP-L-Ecuador
2. Ph.D. ÓSCAR VALVERDE RIASCOS, Decano de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales de la Universidad Mariana de Pasto-Colombia

Consejo de Publicaciones

Editor General: Ph.D. Jesús Muñoz Díez
Directora: Ph.D. María Fannery Suárez Berrío
Directora Adjunta: Ph.D. Jhenny Marlene Cayambe Terán

Revisión de Estilo y Redacción

Mgs. Irma Daniela Batallas González

Mgs. Daniel Alejandro Díaz Gutiérrez

Traducción

Mgs. María Fernanda Ibadango

Con el aval de la Escuela de Ciencias de la Educación de la PUCE-SI

Corrección general

Centro de Investigaciones de la PUCE-SI

ÍNDICE

CIENCIAS NATURALES, MATEMÁTICAS Y ESTADÍSTICA

[EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE SISTEMAS PRODUCTIVOS EN LA FRANJA DE DIVERSIDAD Y VIDA: RESERVA DE BIOSFERA YASUNÍ, AMAZONÍA.](#)

EVALUATION OF THE SUSTAINABILITY OF PRODUCTS SYSTEMS IN THE STRIPE OF DIVERSITY OF LIFE: BIOSPHERE RESERVE YASUNÍ, AMAZON REGION.

Marco Heredia-R, Bolier Torres, Edgar Guerrero, Daniela Gallardo, Marlon Núñez, Reinaldo Alemán, Jhenny Cayambe, Carlos G. H. Díaz-Ambrona

5

[USO DE ARCILLAS NATURALES PARA LA RECUPERACIÓN DE FOSFATOS A PARTIR DE SOLUCIONES ACUOSAS](#)

USE OF NATURAL CLAYS FOR THE PHOSPHATES RECOVERY FROM AQUEOUS SOLUTIONS

Karina Peña, Tania Erreyes, Diana Guaya

12

SALUD Y BIENESTAR

[BRAZILIAN AND ECUADORIAN SOCIAL MEDIA USERS: A STUDY OF KNOWLEDGE, ATTITUDES, AND BELIEFS TOWARD ORGAN DONATION](#)

USUARIOS DE MEDIOS SOCIALES BRASILEÑOS Y ECUATORIANOS: UN ESTUDIO DE CONOCIMIENTOS, ACTITUDES, Y CREENCIAS HACIA LA DONACIÓN DE ÓRGANOS

Sueny Paloma Lima dos Santos, María José Fernández-Gómez, Javier Martín-Vallejo & Waseem M. Hajjar

18

INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

[MINERÍA DEL CARBÓN Y PROCESOS DE DESPOSESIÓN EN LOTA ALTO – CHILE](#)

COAL MINING AND DEPOSITION PROCESSES IN LOTA ALTO – CHILE

Nicolás Matías Baldovin Saavedra, Johana Paola Calles Ortiz

25

[RUTAS CULTURALES PARA LA CIUDAD DE MÉRIDA - VENEZUELA](#)

CULTURAL ROUTES FOR MÉRIDA CITY – VENEZUELA

Giselle A. Arnal Sandía

32

[EVALUACIÓN DEL ENTORNO BIOFÍSICO DESDE SU FUNCIONALIDAD COMPLEJA PARA LA PLANIFICACIÓN URBANA SOSTENIBLE](#)

EVALUATION OF THE BIOPHYSICAL ENVIRONMENT FROM ITS COMPLEX FUNCTIONALITY FOR SUSTAINABLE URBAN PLANNING

Joel Francisco Mejía Barazarte, María Gabriela Camargo Mora

40

ARTES Y HUMANIDADES

[DISEÑO DE UNA ÓRTESIS ACTIVA PARA REHABILITACIÓN DE CODO CON TÉCNICAS DE IMPRESIÓN EN 3D](#)

DESIGN OF AN ACTIVE ORTHOSIS FOR ELBOW REHABILITATION WITH 3D PRINTING TECHNIQUES

José Segnini, Daniel Vaca y Mary Vergara

47

[TEÑIDO DE LANA POR AGOTAMIENTO CON NANOARCILLAS Y EXTRACTOS DE ACHIOTE \(*BIXA ORELLANA*\)](#)

WOOL DYEING BY EXHAUSTION WITH NANO CLAYS AND ACHIOTE EXTRACTS (*Bixa Orellana*)

María Ángeles Bonet Aracil, Elmer Arturo Carvajal Endara, Eva Bou Belda, Paola Alexandra Chávez Guerrero

53

CIENCIAS SOCIALES, PERIODISMO, INFORMACIÓN Y DERECHO

[LA TUTELA JUDICIAL EFECTIVA EN EL CASO: MINERÍA ILEGAL BOSQUE PROTECTOR LOS CEDROS – ECUADOR](#)

EFFECTIVE JUDICIAL PROTECTION IN THE CASE OF: ILLEGAL MINING PROTECTED FOREST LOS CEDROS – ECUADOR Marcelo Vicente Barba, Pablo Ricardo Mendoza Escalante, Sonia Mercedes Zerpa Bonillo, Santiago Danilo Guevara Ruiz

58

EDUCACIÓN

[FOCUS GROUP Y GRUPOS DE DISCUSIÓN COMO TÉCNICAS CUALITATIVAS PARA LA CREACIÓN](#)

[DE ESPACIOS DE DIÁLOGO Y DEBATE EN LA REVITALIZACIÓN DE LENGUAS ANCESTRALES](#)

Focus Groups AND DISCUSSION GROUPS AS QUALITATIVE TECHNIQUES FOR THE CREATION OF SPACES FOR DIALOGUE AND DEBATE IN THE REVITALIZATION OF LANGUAGES

Viviana Torres, Daniel Díaz, Daqui Lema, María Fernanda Ibadango, Kelly Manosalvas

63



Presentación

Nuestra revista "AXIOMA", en su XXII edición, renace o se propone re-descubrirse en medio de una crisis global, replanteando sus objetivos y su ya brillante historia, con miras a una "nueva época" que cuestiona y enriquece muchos de nuestros supuestos anteriores y que quiere replantear lo que hasta ahora ha sido desde la fuente lingüística de su propio nombre: (axios): 'valioso', 'válido' o 'digno'. Efectivamente, queremos potenciar lo valioso/válido/digno de nuestro pandémico y postpandémico trabajo

universitario, reorientando la visión del mismo hacia una modesta colaboración al proceso de auténtica humanización de este siglo, en una transformada mancomunidad científica en la que AXIOMA nos ha insertado en estos años de su ininterrumpida andadura.

La pan-demia, en su significado etimológico originario (del griego πανδημία, de παν, pan, 'todo', y δήμος, demos, 'pueblo', expresión que significa 'reunión de todo un pueblo') nos reclama un renovado enfoque para "AXIOMA". Reunidos como pueblo, como comunidad universitaria, buscamos un nuevo enfoque epistemológico a nuestra indagación, comunicación y aplicación de la investigación científica. Vale mucho el esfuerzo individual en ese escudriñamiento de la realidad, pero en esta nueva época vale más el trabajo mancomunado, priorizando la metodología experiencial compartida, sin descuidar o excluir la oportunidad de los datos estadístico-matemáticos en los resultados e informes de investigación que caracterizan a nuestra revista. Una metodología debe potenciar a la otra, y ambas, abrir el diálogo, la motivación a proseguir en el encuentro con la verdad, al servicio del desarrollo humano integral y de la inclusión de todas las áreas del conocimiento, con un enfoque de complementariedad inter y transdisciplinar para una modélica búsqueda de la unidad del pensamiento, en medio de la diversidad propia de un mundo en vertiginosa evolución.

Un "cambio de época" exige un nuevo modelo o paradigma, una nueva visión del mundo; un nuevo modo de hacer lo que se nos había convertido en habitual y hasta rutinario. Este es el nuevo desafío de AXIOMA, vinculado al proceso de transformación en el que se encuentra la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de la que nuestra Sede Ibarra, forma parte desde hace más de cuatro décadas.

En esta nueva edición de AXIOMA contamos con trabajos investigativos de nuestra realidad pluricultural y multiétnica del Ecuador y de otros países de nuestra región.

En primer lugar, en el área de Ciencias naturales, matemáticas y estadística, contamos con dos investigaciones:

Profesores de la Universidad Estatal Amazónica, Universidad Politécnica de Madrid, Universidad Central del Ecuador y de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador-PUCE Sede Ibarra, han desarrollado el estudio titulado "Evaluación de la sostenibilidad de sistemas productivos en la franja de diversidad y vida: Reserva de Biosfera Yasuní, Amazonía", quienes con rigor metodológico han llegado a "evaluar la sostenibilidad de los sistemas productivos" en asentamientos indígenas y colonos.

Tres investigadores de la Universidad Técnica Particular de Loja en Ecuador nos ofrecen resultados de un meticuloso análisis físico-químico de laboratorio, cuyo informe final lleva por título "Uso de arcillas naturales para la recuperación de fosfatos a partir de soluciones acuosas", procesos que, al evaluarlos, tienen por objetivo encontrar un "material de mejoramiento de suelos para el crecimiento de plantas".

Por otra parte, en el área de Salud y bienestar, desde la Pontificia Universidad Católica del Ecuador-PUCE en Quito, cuatro investigadores internacionales nos presentan un interesante artículo de investigación que lleva por título: "Brazilian and Ecuadorian social media users: a study of knowledge, attitudes, and beliefs toward organ donation", en el que nos ofrecen interesantes datos estadísticos de una muestra poblacional brasileña y ecuatoriana sobre "el conocimiento, las actitudes y las creencias hacia la donación de órganos". Es un estudio cuantitativo y transversal realizado con una encuesta aplicada a través de las redes sociales a cuatrocientas ochenta personas de ambos países.

Seguidamente, en el ámbito de la Ingeniería, industria y construcción, la revista AXIOMA nos ofrece tres investigaciones de interés para los especialistas de estas áreas:

Un equipo de dos investigadores, ecuatoriano y chileno, han realizado un trabajo de investigación histórica sobre la situación socio-comunitaria y espacial de las familias de trabajadores mineros, a mediados del siglo XIX. El título del artículo, "Minería del carbón y procesos de desposesión en Lota Alto - Chile", nos anuncia las duras vivencias del minero y su familia en esta zona de Chile.

Desde la Universidad de los Andes-ULA, en Mérida-Venezuela, la profesora Giselle A. Arnal Sandia, ha realizado un interesante trabajo de investigación que lleva por título: "Rutas culturales para la ciudad de Mérida - Venezuela", tratando la relación existente entre el empoderamiento de la población de su patrimonio cultural, artístico y la promoción del turismo como industria sin chimeneas; relación que pasa indefectiblemente por una necesaria educación de la población como actor principal en la salvaguarda y promoción de las rutas y del turismo.

Por el convenio PUCESI-UTPL, dos profesores investigadores de la Universidad de los Andes y la UTPL nos permiten acercarnos a los resultados de una "Evaluación del Entorno Biofísico desde su funcionalidad compleja para la Planificación Urbana Sostenible", con la loable pretensión de "identificar los problemas ambientales y orientar estrategias y acciones" de esa planificación en la ciudad venezolana de Barinas.

En el área de Artes y humanidades, nuestra revista nos ofrece dos investigaciones de mucho interés, realizadas por profesores de nuestra Sede universitaria, una universidad ecuatoriana y otra española: "Diseño de una órtesis activa para rehabilitación de codo con técnicas de impresión en 3D" y "Teñido de lana por agotamiento con nanoarcillas y extractos de achiote (Bixa Orellana)".

En el ámbito de Ciencias sociales, periodismo, información y derecho, cuatro investigadores de la Universidad de Otavalo ponen en nuestra consideración un artículo sobre "La tutela judicial efectiva en el caso: Minería Ilegal Bosque Protector Los Cedros - Ecuador".

Y, por último, y no menos importante, en el área de Educación, contamos con una investigación que lleva por título: "Focus group y grupos de discusión como técnicas cualitativas para la creación de espacios de diálogo y debate en la revitalización de lenguas", realizada por cinco profesores investigadores de nuestra sede universitaria.

Prorector PUCE-SI
Ph.D. Jesús Muñoz Diez

EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE SISTEMAS PRODUCTIVOS EN LA FRANJA DE DIVERSIDAD Y VIDA: RESERVA DE BIOSFERA YASUNÍ, AMAZONÍA.

Marco Heredia-R^{1,2,3*}, Bolier Torres^{1,2}, Edgar Guerrero¹, Daniela Gallardo⁴, Marlon Núñez¹, Reinaldo Alemán^{6,7}, Jhenny Cayambe⁵, Carlos G. H. Díaz-Ambrona³

¹ Carrera de Ingeniería Ambiental, Departamento de Ciencias de la Vida. Universidad Estatal Amazónica sede Puyo.

² Programa de Economía de Recursos Naturales y Desarrollo Empresarial, (UEA), Pastaza, Ecuador.

³ Escuela de Ingeniería Agrícola, Alimentaria y de Biosistemas, AgSystems, Ceigram, itdUPM, Universidad Politécnica de Madrid (UPM), España.

⁴ Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad Central del Ecuador (UCE), Quito, Ecuador.

⁵ Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, 100112, Imbabura. Ecuador.

⁶ Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad Estatal Amazónica, Puyo, 160101, Pastaza, Ecuador.

⁷ Dirección de Investigación, Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), Universidad Estatal Amazónica, Arosemena Tola, 150152, Napo, Ecuador.

*Autor para correspondencia: mheredia@uea.edu.ec

Recibido: 2019/09/25

Aprobado: 2020/05/29

DOI: <https://doi.org/10.26621/XVI22.2020.06.A01.PUCESI.2550.6684>

RESUMEN

Las progresivas necesidades humanas, junto con las actividades económicas, ejercen una presión creciente sobre los recursos naturales; los problemas ambientales generados por los estilos de vida son incompatibles con el proceso de regeneración del medio ambiente. La gestión de los recursos naturales y su sostenibilidad ha sido una externalidad en el área política, económica, social y ambiental. El objetivo de este trabajo fue evaluar la sostenibilidad de los sistemas productivos en asentamientos indígenas Waorani y mestizos colonos en la Franja de Diversidad y Vida ubicada en la Reserva de Biosfera Yasuní. Se utilizó el método de evaluación de la sostenibilidad de los sistemas agrícolas y alimentarios (SAFA, por sus siglas en inglés), que incluye cuatro dimensiones (Buena Gobernanza, Integridad Ambiental, Resiliencia Económica y Bienestar Social), así como 21 temas, 58 subtemas y 116 indicadores; se mide su rendimiento en la escala del 1 (Inaceptable: rojo) al 5 (Mejor: Verde). Siguiendo un muestreo tipo bola de nieve se identificó seis casos de estudio: tres indígenas Waorani y tres mestizos colonos. La recolección de datos se realizó a través de: 1) encuestas a los jefes de hogar, 2) observación directa por seis meses y 3) revisión de literatura. Por el contexto sociocultural de los Waorani no se evaluaron los temas ética corporativa y responsabilidades; los resultados categorizados como "Mejor" se evidencian en el grado de sostenibilidad por escenarios evaluados: 1) Waorani: los temas Participación, Equidad y Diversidad cultural y 2) Mestizos colonos: los temas Bienestar de los animales, Economía local y Seguridad humana y Salud, mientras los resultados peor valorados en el escenario 1 Waorani son: Calidad del producto e información y Practicas de comercio justo. En las dinámicas del grado de sostenibilidad de los escenarios evaluados, se evidencia la aproximación de los polígonos a los sistemas productivos reales en las gráficas resultantes.

Palabras clave: bioma, evaluación, holístico, SAFA, sostenibilidad



ABSTRACT

The progressive human needs along with the economic activities, exert an increasing pressure of the natural resources; the environmental problems generated by lifestyles are incompatible with the process of the environment regeneration. The management of natural resources and its sustainability has been an externality in the political, economic, social and environmental areas. The objective of this work was to evaluate the sustainability of productive systems in Waorani indigenous settlements and mestizo settlers in the Diversity and Life Strip located in the Yasuni Biosphere Reserve. The method of evaluation for sustainability of agricultural and food systems (SAFA) was used, which includes four dimensions (Good Governance, Environmental Integrity, Economic Resilience and Social Welfare), as well as 21 issues, 58 sub-themes and 116 indicators, their performance is measured in the scale from 1 (Unacceptable: red) to 5 (Best: Green). Following snowball sampling, six case studies were identified: three Waorani Indigenous and three mestizos settlers. Data collection was carried out through: 1) household head surveys, 2) direct observation for six months and 3) literature review. Due to the socio-cultural context of the Waorani, the issues of corporate ethics and responsibilities were not evaluated, the results categorized as “Best” are evidenced in the degree of sustainability by scenarios evaluated: 1) Waorani: the subjects Participation, Equity and Cultural Diversity and 2) Mestizos Settlers: Animal Welfare, Local Economy and Human Security and Health issues while the worst valued results in scenario 1 Waorani are: Product quality and information and Fair trade practices. The dynamics of the degree of sustainability of the scenarios evaluated show the approximation of the polygons to the real production systems in the resulting graphs.

Keywords: biome, evaluation, holistic, SAFA, sustainability

INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional Yasuní (PNY) es una de las áreas con mayor biodiversidad conocida hasta la actualidad del planeta (Larrea, 2017); de hecho, se considera un hotspot de biodiversidad (Bass et al., 2010), pues la mayoría de sus bosques se caracterizan por tener principalmente un dosel de 30 a 40 m de altura (MAE, 2013). Se considera patrimonio no solo natural sino también cultural porque allí habitan las nacionalidades indígenas Waorani, Kichwa, Shuar y grupos indígenas aislados Tagaeri y Taromenane, además de colonos que han inmigrado desde diferentes lugares del Ecuador (Goyes y South, 2019).

La mayoría de comunidades indígenas, que aún conservan una estrecha relación con los recursos del bosque, son Waorani (Mena, 2006), quienes establecen pequeños sembríos de yuca (*Manihot esculenta* Crantz J), plátano (*Musa paradisiaca* Linneo C) y de manera esporádica cacao (*Theobroma cacao* Linneo C), para posteriormente migrar a otro lugar de modo que no se agoten los nutrientes de los suelos amazónicos (Oilwatch, 2005). Su alto conocimiento ancestral es afectado, de una forma parcial pero asimismo radical, por la explotación de recursos petrolíferos (Figura 1), limitando su territorio y recursos vitales (Rival, 2005; Facchinelli et al., 2020).

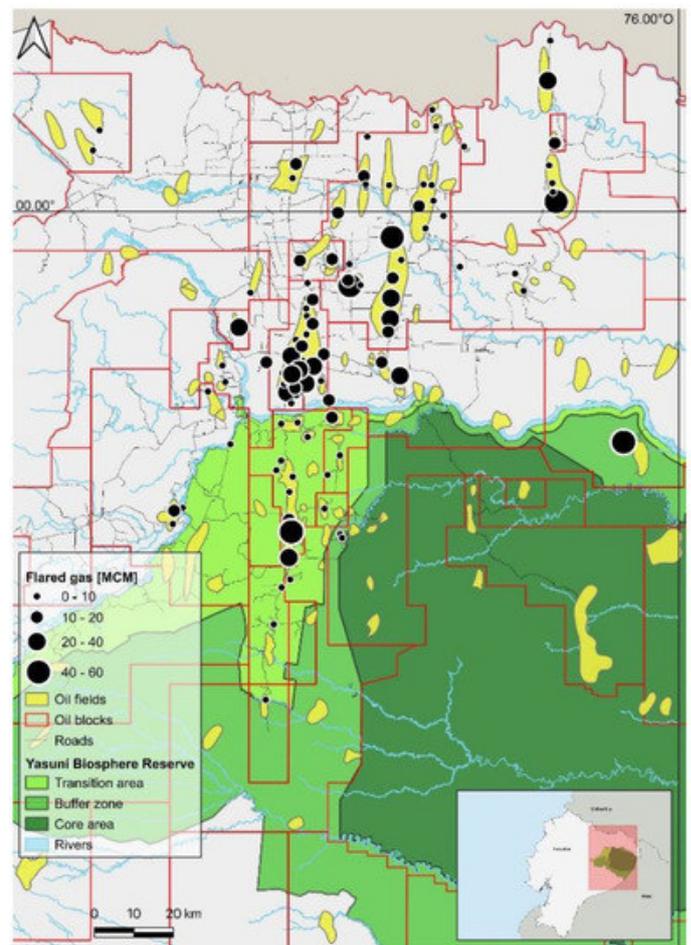


Figura 1. Distribución y gas quemado promedio estimado (en millones de metros cúbicos) de sitios de combustión de gas en 2016 de 2012 a 2018. Fuente: Facchinelli et al., (2020).

El PNY es el área protegida más extensa del Ecuador continental, con una extensión de 9.820 km² (Finer et al., 2009; Taco, 2001), reconocida internacionalmente como Reserva de Biósfera por la UNESCO en 1989 (UNESCO, 2009). El clima se caracteriza por temperaturas cálidas promedio de 24 – 27 °C, altas precipitaciones (~3.200 mm anuales) y alta humedad relativa promedio de 80 – 94% durante todo el año (Pitman, 2000). Los suelos son en su mayoría geológicamente jóvenes, sedimentos fluviales de la erosión de los Andes (Valencia, 2004).

La migración mestiza colona inició en la década de 1970, oriundos de las provincias de la sierra (Azuay, Loja, Bolívar y Pichincha) y de la costa, en especial de Manabí (INEC, 2001). Cada colono recibía 50 ha para su labranza y tumba del bosque. A partir de la primera línea de colonización se abrió la frontera agrícola, creándose agentes de colonización ilegal como los traficantes de tierras, colonos profesionales que vendían las tierras ya trabajadas y dirigentes profesionales que organizaban la colonización (Oilwatch, 2005).

Los principales problemas son: la precaria delimitación de tierras, viabilidad y malas prácticas agrícolas que no cuentan con sistemas agroforestales que garanticen una buena productividad y estabilidad de los sistemas productivos, en los asentamientos indígenas Waorani y mestizos colonos (Landázuri y Rodríguez, 2014). La actividad extractiva de recursos no renovables abarca una serie de consecuencias negativas, las cuales incluyen la deforestación y con esta la ampliación de la frontera agrícola, degradación de los bosques y, finalmente apertura de caminos, que funciona como un vector principal para la colonización de los bosques y territorios indígenas (Suárez et al., 2013; Arellano et al., 2015; Lessmann et al., 2016).

Para evaluar la sostenibilidad de los sistemas productivos, existen diferentes marcos referenciales determinados en función de aspectos ambientales, económicos y sociales:

- 1) AMESH: Metodología Adaptada a la Salud y la Sostenibilidad de los Ecosistemas, Este marco de evaluación no busca indicadores de sostenibilidad fusionados en un índice, sino que su único objetivo es encontrar guías de investigación de métodos complejos, que sean viables (Neudoerffer, 2005).
- 2) MESMIS: Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad. Se trata de una herramienta clara y efectiva para que las personas u organizaciones que trabajen con sistemas agropecuarios y forestales puedan evaluar el estado actual de los sistemas productivos (Arnés y Astier, 2018).
- 3) RISE: Respuesta a la Inducción y Evaluación de la Sostenibilidad. Desarrollada para evaluar la sostenibilidad de los sistemas productivos a nivel de finca, su objetivo principal es contribuir a la producción agropecuaria más sostenible; su misión es promover interés sobre la sostenibilidad en sectores agropecuarios, sociedad civil, empresas e instituciones administrativas (Grenz, 2013).
- 4) MANEJO DE LA RESILIENCIA: se caracteriza por buscar la sostenibilidad de los recursos naturales a través de su propio sistema, con el objetivo de la sostenibilidad a largo plazo (Walker, 2002).
- 5) MESRAE: evalúa la sostenibilidad a partir de un sistema de puntuación que contempla indicadores ambientales, socioculturales, económicos y políticos (Bravo-Medina et al., 2017).
- 6) SMART FARM TOOL: Herramienta de Rutina de Evaluación y Monitoreo de Sostenibilidad (SMART) que funciona con las Directrices de Evaluación de Sostenibilidad de los Sistemas de Alimentación y Agricultura (SAFA, por sus siglas en inglés) mediante la definición de conjuntos de indicadores y procedimientos de evaluación basados en la ciencia (Schader et al., 2016).

A partir de lo mencionado, el objetivo planteado fue evaluar la sostenibilidad de los sistemas productivos en asentamientos indígenas Waorani y mestizos – colonos mediante la metodología SAFA.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de Estudio: La presente investigación se realizó en la Franja Diversidad y Vida (FDV), localizada en el área contigua al Parque Nacional Yasuní (PNY), colindante con el Territorio Ancestral Waorani (TAW) y Zona Intangible Tagaeri – Taromenane (ZITT), en las parroquias Dayuma e Inés Arango del cantón Francisco de Orellana, provincia de Orellana, Ecuador. Sus límites geográficos son: al norte el Río Indillama; al Sur el Río Tiwino; al este el Parque Nacional Yasuní y del territorio Waorani y al oeste la vía Auca. En la FDV existen 27 comunidades; la investigación se realizó en dos comunidades: Tobeta y Progreso 2 (Figura 2). La comunidad Tobeta pertenece a la parroquia Dayuma y la comunidad Progreso 2 pertenece a la parroquia Inés Arango; el ecosistema predominante es el bosque siempreverde de tierras bajas del Napo – Curaray (BsTa02) (Guevara et al., 2013).

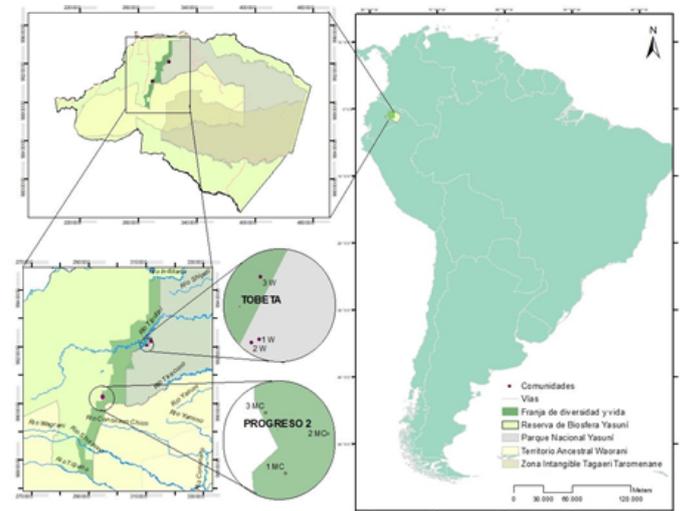


Figura 2. Zona de Estudio en la Reserva de Biosfera Yasuní, Amazonía Ecuatoriana

Evaluación de la sostenibilidad

Se aplicó el método SAFA para evaluar el grado de sostenibilidad, en sistemas productivos indígenas Waorani y Mestizos – Colonos. SAFA tiene una amplia escala en evaluación, ya que puede ser usado a pequeña y gran escala; fue desarrollado por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) en el año 2012, con el objetivo de evaluar el grado de sostenibilidad de las explotaciones agrícolas y proporcionar a las entidades públicas y privadas un conjunto de indicadores que son útiles para detectar problemas e identificar soluciones (FAO, 2014).

La metodología SAFA tiene niveles jerárquicos: dimensiones, temas, subtemas e indicadores, incluye cuatro dimensiones de sostenibilidad: Buen Gobierno, Integridad Ambiental, Resiliencia Económica y Bienestar Social. Comprende 21 temas de sostenibilidad, que fueron definidos por 58 subtemas. En un nivel más específico, cada subtema incluye varios indicadores, para un total de 116, que pueden medirse con una puntuación de rendimiento en una escala del 1 al 5 (FAO, 2013). Sus umbrales de sostenibilidad son: inaceptable (rojo), limitado (naranja), moderado (amarillo), bueno (verde claro) y mejor (verde oscuro).

En el software SAFA Tool – versión 2.2.41 – (<http://www.fao.org/nr/sustainability/evaluaciones-de-la-sostenibilidad-safa/herramientas-safa/es/>) se enumeran las herramientas métricas y los estándares para la recopilación de datos, que determinan el nivel de calidad de los datos mediante la atribución de un puntaje. La evaluación del puntaje de precisión puede variar de 1 a 3, donde 1 corresponde a datos de baja calidad, 2 corresponde a datos de calidad moderada y 3 corresponde a datos de alta calidad (FAO, 2013).

Para la definición de los temas evaluados se realizó una visita de campo a la zona de estudio por tres meses (mayo - septiembre 2019); se utilizó el método de observación directa, que ayudó a la recolección de datos e información (Campos y Lule, 2012); cabe señalar que este es el método de investigación científica más importante en ciencias sociales y, al mismo tiempo, uno de los más complejos (Ciesielska et al., 2017), siendo, por lo demás, la mejor forma para evaluar in situ.

Los temas seleccionados para la evaluación de sostenibilidad por dimensión son los siguientes: Buen Gobierno (G): G1 Ética corporativa, G2 Responsabilidad, G3 Participación, G4 Estado de derecho, G5 Gestión holística (G1 - G2: no se analizaron en los sistemas productivos indígena Waorani, por que están fuera del contexto cultural); Integridad Ambiental (E): E1 Atmósfera, E2 Agua, E3 Tierra, E4 Biodiversidad, E5 Materiales y Energía, E6 Bienestar animal. Resiliencia Económica (C): C1 Inversión, C2 Vulnerabilidad, C3 Calidad e información del producto, C4 Economía local. Bienestar Social (S): S1 Medios de subsistencia decentes, S2 Prácticas de comercio justo, S3 Derechos laborales, S4 Equidad, S5 Seguridad y salud humana, S6 Diversidad cultural.

Los sistemas productivos Indígena Waorani y Mestizo – Colono en la Franja de Diversidad y Vida (FDV) fueron seleccionados con método de muestreo Bola de nieve (Tabla 1), empleado en la investigación cualitativa, utilizado en las ciencias sociales, incluidas la sociología, la ciencia política, la antropología y la geografía humana (Noy, 2009).

Los indígenas Waorani se autodenominan “wao”, que significa “la gente”; su territorio tradicional se extendía sobre un área aproximada de 200.000 ha desde el margen derecho del río Napo y al izquierdo del río Curaray en las provincias de Pastaza, Napo y Orellana. Los Waorani están asentados en la FDV hace unos 50 años; se dedican a la caza, pesca, recolección, artesanías, crianza de animales menores y al cultivo de sus chacras (pequeñas explotaciones agroforestales (Rival, 1996).

Tabla 1. Sistemas productivos seleccionados en la Franja De Diversidad y Vida (RBY).

Casos de Estudio	Sistema de producción	Casos de Estudio
	Indígena Waorani	
	Mestizo – Colono	3

En la FDV, el asentamiento mestizo – colono tuvo como objetivo la posesión de tierras por parte de personas que migraron de las provincias de Manabí, Loja o Santo Domingo. La mayoría de la población se dedicó a la agricultura: cacao (*Theobroma cacao*), café (*Coffea arabica*), plátano (*Musa paradisiaca*), yuca (*Manihot esculenta*), ganadería y crianza de animales menores (Tabla 2) (Barbieri et al., 2009).

Tabla 2. Descripción general de los sistemas productivos (SP)

Casos de Estudio	Comunidad	Extensión (ha)	Cultivos	Producción Pecuaria	Hogar*
1 W	Tobera	1	Plátano, yuca, cacao	Gallinas	7
2 W	Tobeta	2	Cacao, plátano, maíz	Gallinas	4
3 W	Tobeta	2	Cacao, plátano, maíz, chonta, guabas	Gallinas	3
1 MC	El Progreso 2	5	Cacao, café, plátano	Gallinas	3
2 MC	El Progreso 2	16	Cacao, café, pasto	Gallinas, ganado bovino	3
3 MC	El Progreso 2	17	Cacao, plátano, yuca, café, pasto	Gallinas, ganado bovino	6

* Número de miembros por hogar

Recopilación de datos

Los datos se recolectaron entre los meses de mayo y septiembre del 2019 a través de entrevistas, observación directa y revisión de literatura. La entrevista fue realizada de forma oral a los jefes de hogar seleccionados, con una duración de entre 60 y 75 minutos aprox., destinados a responder una serie de preguntas basadas en los indicadores SAFA (FAO, 2014). Las preguntas fueron traducidas del inglés al español y al Wao terero (idioma Waorani).

La observación directa de los sistemas productivos se realizó in situ en todos los casos de estudio. La revisión de documentación y literatura ayuda a identificar, elegir, analizar críticamente e informar sobre el trabajo científico (Gelo et al, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción por casos de estudio, dimensiones y temas en la Franja de Diversidad y Vida.

Sistemas productivos indígenas Waorani: En la evaluación del grado de sostenibilidad de los sistemas productivos en indígenas Waorani (Figura 3) se excluyó los temas de ética corporativa y responsabilidades, ya que están fuera del contexto cultural (Zurita-Benavides, 2017)

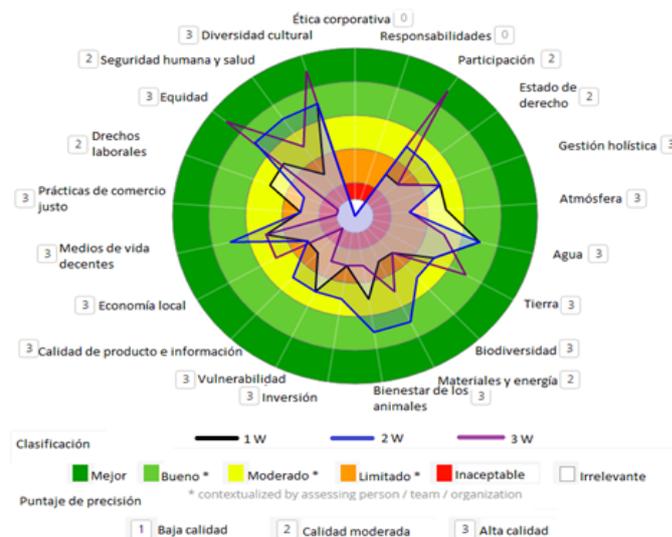


Figura 3. Polígono de evaluación de los sistemas productivos indígenas Waorani

Los valores resultantes por dimensión y tema son:

Dimensión buena gobernanza

1) Participación: el sistema productivo 1W se encuentra en el umbral limitado mientras que 2W es moderado y 3W es mejor, 2) Estado de derecho: 1 – 3W se encuentra en el umbral limitado y 2W es moderado, 3) Gestión holística: los sistemas productivos 1 – 2 - 3W se encuentran en el umbral moderado.

Dimensión integridad ambiental

1) Atmósfera: el sistema productivo 1W es moderado mientras que 2 – 3W se encuentra en el umbral limitado, 2) Agua: en el umbral bueno se encuentran los sistemas productivos 1 – 2W y 3W es moderado, 3) Tierra: los sistemas productivos 1 – 2W se encuentra en el umbral moderado mientras que 3W es buena, 4) Biodiversidad: 1 – 3W se encuentra en el umbral limitado y 2W es moderado, 5) Materiales y energía: el sistema productivo 1W se encuentra en el umbral limitado mientras que 2W es bueno y 3W es moderado, 6) Bienestar de los animales: 1W se encuentra en el umbral moderado, 2W es bueno y 3W es limitado.

Dimensión resiliencia económica

1) Inversión: los sistemas productivos 1 - 3W se encuentran en el umbral limitado mientras que 2W es moderado, 2) Vulnerabilidad: 1-2 W se encuentra en el umbral moderado y 3W es limitado, 3) Calidad del producto e información: el sistema productivo 1W es limitado mientras que 2W es moderado y 3W es irrelevante, 4) Economía local: los sistemas productivos 1 - 2W se encuentran en el umbral limitado y 3W es moderado.

Dimensión bienestar social

1) Medios de vida decentes: los sistemas productivos 1 - 3W se encuentran en el umbral moderado y 2 W es bueno, 2) Practicas de comercio justo: 1 - 2W se encuentran en el umbral limitado y 3W es irrelevante, 3) Derechos laborales: el sistema productivo 1W se encuentra en el umbral moderado mientras que 2W es limitado y 3W es irrelevante, 4) Equidad: 1W se encuentra en el umbral moderado, 2W es bueno y 3W es mejor, 5) Seguridad humana y salud: se refleja en el umbral 1W es limitada mientras que 2W es bueno y 3W es moderado, 6) Diversidad cultural: los sistemas productivos 1 - 2W se encuentran en el umbral bueno mientras que 3W es mejor.

En los polígonos resultantes en los tres sistemas productivos indígenas Waorani, los puntos débiles son “Calidad de producto e información”; en 3W es inaceptable, debido a que no se obtiene ningún producto, mientras que 1 – 2W los sistemas productivos son Limitado y Moderado, respectivamente y basan en una producción orgánica, que es un sistema de producción que trata de utilizar al máximo los recursos de la explotación agrícola, dándole énfasis a la fertilidad del suelo y la actividad biológica y al mismo tiempo, a minimizar el uso de los recursos no renovables y el no uso de fertilizantes y plaguicidas sintéticos (agroquímicos), para de este modo proteger el medio ambiente y la salud humana (Liebig y Doran., 1999). “Prácticas de comercio justo y Derechos laborales” en 3W es irrelevante por el desconocimiento de precios en venta. El comercio justo es la alternativa más ambiciosa frente a los problemas provocados en el comercio internacional por la falta de respeto de determinados derechos laborales y por eso se practica a gran escala el comercio con personal intermediario (Nunn, 2019).

“Participación” en 3W es mejor; por una buena convivencia en el sistema productivo, la buena participación se caracteriza por solicitar la opinión de los subordinados, aceptar las sugerencias y fomentar la participación en las cuestiones que les afectan y en la toma de decisiones (Ramos, 2005). “Equidad y diversidad cultural” es mejor en 3W, ya que hombres, mujeres y niños participan en el proceso de producción llevando a cabo todas las tareas del sistema productivo. Los pueblos indígenas mantienen como riqueza su territorio, cultura y prácticas de subsistencia; hay, no obstante, debilidad en el aprovechamiento de la biodiversidad, lo que no permite mejorar ingresos para satisfacer las necesidades económicas (Escobar, 2010).

Sistemas productivos Mestizo – Colono

En la evaluación del grado de sostenibilidad de los sistemas productivo mestizo colono (Figura 4), se consideraron todos los temas de SAFA.

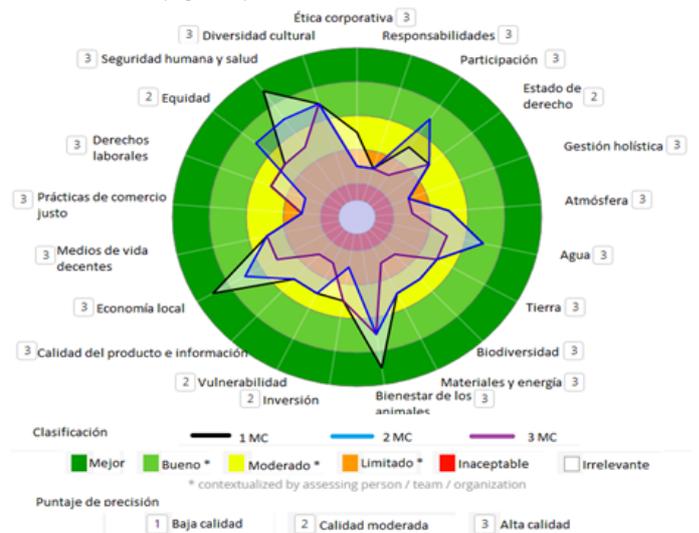


Figura 4. Polígono de evaluación de los sistemas productivos mestizo colono.

Los valores resultantes por dimensión y tema son:

Dimensión buena gobernanza

1) Ética corporativa: se refleja en el umbral moderado 1MC, mientras que 2 - 3MC es limitado, 2) Responsabilidades: los sistemas productivos 1 – 2 - 3MC se encuentran en el umbral limitado, 3) Participación: El sistema productivo 1MC se encuentra en el umbral moderado mientras que 2MC esta en bueno y 3MC es limitado, 4) Estado de derecho: los sistemas productivos 1 – 2 - 3MC se encuentran en el umbral moderado, 5) Gestión holística: los sistemas productivos 1 – 2 – 3MC se encuentra en el umbral limitado.

Dimensión integridad ambiental

1) Atmósfera: los sistemas productivos 1 - 2MC se encuentran en moderado y 3MC en el umbral limitado, 2) Agua: se refleja en el umbral 1 - 2MC en buena mientras que el 3MC es moderada, 3) Tierra: los sistemas productivos 1 – 2 - 3MC estan en el umbral moderado, 4) Biodiversidad: 1 - 2MC esta en el umbral moderado mientras que 3MC es limitado, 5) Materiales y energía: los sistemas productivos 1 - 2MC estan en el umbral moderado y 3MC es limitado, 6) Bienestar de los animales: el sistema productivo 1MC es mejor mientras que 2 – 3MC se encuentra en el umbral bueno.

Dimensión resiliencia económica

1) Inversión: 1 – 3MC esta en el umbral moderado y 2MC es limitado, 2) Vulnerabilidad: los sistemas productivos 1 – 2MC se encuentran en el umbral moderado y 3MC es limitado, 3) Calidad del producto e información: 1 – 2MC se encuentran en el umbral moderado y 3MC es limitado, 4) Economía local: el sistema productivo 1MC se encuentra en el umbral mejor mientras que 2MC es bueno y 3MC es moderado.

Dimensión bienestar social

1) Medios de vida decentes: los sistemas productivos 1 – 2 – 3MC se encuentran en el umbral moderado, 2) Prácticas de comercio justo: en el umbral limitado se encuentran los sistemas productivos 1 – 2 – 3MC, 3) Derechos laborales: 1 – 3MC esta en el umbral moderado mientras que 2MC es limitado, 4) Equidad: el sistema productivo 1 – 2MC se encuentra en el umbral limitado y 3MC es moderado, 5) Seguridad humana y salud: el sistema productivo 1MC se encuentra en el umbral mejor mientras que 2MC es bueno y 3MC es moderado, 6) Diversidad cultural: los sistemas productivos 1 – 2 – 3MC se encuentran en el umbral bueno.

En los resultados del polígono de los tres sistemas productivos mestizo – colono, los puntos débiles son: Gestión holística en 2MC, que se encuentra en el umbral limitado ya que no aborda los cuatro pilares de la sostenibilidad, según Vallejo (2014) con denominaciones de sostenibilidad, participación e integralidad; la zona rural amazónica ecuatoriana mantiene todavía el triple de pobreza nacional, en contraste con la riqueza natural y social de la región. Responsabilidad en los tres sistemas productivos es limitado porque no hay una participación activa con el gobierno local y el sector público está inconforme con el cumplimiento de las normativas ambientales, siendo su intención exigir la implementación de medidas precautelarias que protejan el área (Aguilar, 2016).

“Prácticas de comercio justo” es limitado, por la incorformidad de los precios de los compradores locales; se refiere a todas las actividades de producción, transformación y comercialización de bienes y/o servicios obtenidos a partir de la biodiversidad local, respetando criterios de sostenibilidad social, ambiental y económica (UNCTAD, 2007). Los temas que tienen un alto grado de sostenibilidad son un modelo para los demás sistemas productivos como en el caso de: “Seguridad humana y salud” en 1MC es mejor debido que ellos cuentan con su propio cuidado en el sistema productivo; desde su nacimiento, elementos e instrumentos que la componen están orientados a la forma en la que la gente vive y respira en la sociedad, la libertad con que puede ejercer diversas opciones, el grado de acceso a las oportunidades sociales y a la vida en conflicto o en paz (PNUD, 1994).

Bienestar de los animales tienen un alto grado de sostenibilidad debido que ellos tienen un manejo y cuidado adecuado para sus animales, que gozan de gran aprecio y -podría decirse- consideración. Economía local tiene 1MC un umbral mejor porque tienen mayor acceso a la comercialización de los productos, mientras que 2 – 3MC tienen sus sistemas productivos más para el autoconsumo y más allá de su actual dependencia económica del petróleo y generar así nuevos ingresos para la protección de su riqueza ecológica (Larrea, 2011).

CONCLUSIONES

La herramienta evaluación de la sostenibilidad para la agricultura y la alimentación (SAFA), ayuda a medir el grado de sostenibilidad de los sistemas productivos en diferentes contextos sociales y territoriales, con la finalidad de detectar puntos débiles y proporcionar oportunas soluciones.

En los sistemas productivos indígenas Waorani, por contexto sociocultural no se ha evaluado los temas ética corporativa y responsabilidades, si bien en los resultados categorizados como mejores se evidencia el grado de sostenibilidad por temas: participación, seguridad humana y equidad; por otro lado, los resultados peor valorados son los temas: prácticas de comercio justo y derechos laborales.

En los sistemas productivos mestizo colono es donde mejor se evidencia el grado de sostenibilidad en ciertos temas: participación, agua, bienestar de los animales, economía local y seguridad humana y salud; sin embargo, los resultados peor valorados son los temas: responsabilidades, gestión holística y prácticas de comercio justo.

En los seis casos de estudio evaluados, los resultados categorizados como Mejor, se evidencian en el grado de sostenibilidad por tema evaluado: 1) Waorani: los temas Participación, Equidad y Diversidad cultural y 2) Mestizos colonos: los temas Bienestar de los animales, Economía local y Seguridad humana y Salud. Cabe señalar que los resultados peor valorados en el escenario 1 Waorani son: Calidad del producto e información y Prácticas de comercio justo.

Agradecimientos

A la Universidad Estatal Amazónica por el financiamiento del proyecto: Análisis de la Sostenibilidad y cambio climático en fincas indígenas y colonos en la Reserva de Biosfera Yasuní, Amazonia Ecuatoriana, Programa de investigación Economía de Recursos Naturales y Desarrollo Empresarial; al Gobierno Autónomo Provincial de Orellana (GAPO); Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Dayuma e Inés Arango y al Vicariato Apostólico de Aguatico de Orellana por el apoyo logístico en el territorio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, D. (2016). Yasuní: Empieza la explotación petrolera en polémico bloque ubicado en la Amazonía ecuatoriana. MONGABAY LATAM. Disponible en: <https://es.mongabay.com/2016/09/yasuni-explotacion-petrolera-amazonia-ecuador/>.
- Arellano, P., Tansey, K., Balzter, H., & Boyd, D. S. (2015). Detecting the effects of hydrocarbon pollution in the Amazon forest using hyperspectral satellite images. *Environmental Pollution*, 205, 225-239.
- Arnés, E. y Astier, M. (2018). Sostenibilidad de sistemas de manejo de recursos naturales en países andinos. UNESCO, UNESCO y CIGA. Universidad Nacional Autónoma de México – UNAM, 237.
- Barbieri, A. F., Carr, D. L., y Bilsborrow, R. E. (2009). Migration within the frontier: the second generation colonization in the Ecuadorian Amazon. *Population Research and Policy Review*, 28(3), 291-320.
- Bass MS, Finer M, Jenkins CN, Kreft H, Cisneros-Heredia DF, McCracken SF, et al. (2010) Global Conservation Significance of Ecuador's Yasuní National Park. *PLoS ONE* 5(1): e8767. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0008767>
- Bravo-Medina, C., Marín, H., Marrero-Labrador, P., Ruiz, M. E., Torres-Navarrete, B., Navarrete-Alvarado, Navarrete-Alvarado, H., Durazno-Alvarado, G. y Changoluisa-Vargas, D. (2017). Evaluación de la sustentabilidad mediante indicadores en unidades de producción de la provincia de Napo, Amazonia Ecuatoriana. *Bioagro*, 29(1), 23-36
- Campos, G., y Lule M., (2012). La observación, un método para el estudio de la realidad. *Xihmai VII*, 52.
- Ciesielska, M., Boström, K., and Öhlander, M (2017). *Qualitative Methodologies in Organization Studies: Volume II: Methods and Possibilities*. Springer, 264

- Escobar, A. (2010). Una minga para el postdesarrollo: lugar, medio ambiente y movimientos sociales en las transformaciones globales. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Sociales, Programa Democracia Y Transformación global.
- Goyes, D., y South, N. (2019). Between 'Conservation' and 'Development': The Construction of 'Protected Nature' and the Environmental Disenfranchisement of Indigenous Communities. *International Journal for Crime, Justice and Social Democracy*, 8(3), 89.
- Guevara, J., Pitman, N., Mogollón H., Cerón C y Palacios P. (2013). Bosque siempreverde de tierras bajas del Napo-Curaray Páginas 178 – 180 en: Ministerio del Ambiente del Ecuador 2012. Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito.
- Facchinelli, F., Pappalardo, S. E., Codato, D., Diantini, A., Della Fera, G., Crescini, E., & De Marchi, M. (2020). Unburnable and Unleakable Carbon in Western Amazon: Using VIIRS Nightfire Data to Map Gas Flaring and Policy Compliance in the Yasuní Biosphere Reserve. *Sustainability*, 12(1), 58.
- FAO, (2013). Evaluación de sostenibilidad de SAFA de los sistemas de alimentación y agricultura: indicadores. Directrices versión 3.0.
- FAO, (2014). Food and Agriculture Organization of the United Nations SAFA Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems: Guidelines Version 3.0; FAO: Roma, Italy; p. 253.
- Finer M, Vijay V, Ponce F, Jenkins CN, Kahn TR (2009) Ecuador's Yasuní Biosphere Reserve: A brief modern history and conservation challenges. *Environmental Research Letters* 4: 034005 (15).
- Gelo, O., Braakmann, D., & Benetka, G. (2008). Quantitative and qualitative research: Beyond the debate. *Integrative psychological and behavioral science*, 42(3), 266-290.
- Grenz, J., Thalmann, C., Schoch, M., Stalder, S., & Studer, C. (2012). RISE (Response-Inducing Sustainability Evaluation), version 2.0. School of Agriculture, Forest and Food Science, HAFL. Bern University of Applied Science, Bern.
- Landázuri, P., y Rodríguez, N. (2014). La Iniciativa Yasuní-IIT: Mecanismo Alternativo Para La Mitigación Del Cambio Climático. Luna.Azúl., 261.
- Larrea, C. (2017). Conservación de la biodiversidad y explotación petrolera en el Parque Nacional Yasuní. Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.
- Larrea, C. (2011). "La iniciativa Y-ITT: una opción factible hacia la equidad y sustentabilidad", en: M. C. Vallejo, C. Larrea, R. Burbano y F. Falcón (eds.), La iniciativa Yasuní-IIT desde una perspectiva multicriterial. Quito: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 12-34.
- Lessmann, J., Fajardo, J., Muñoz, J., & Bonaccorso, E. (2016). Large expansion of oil industry in the Ecuadorian Amazon: biodiversity vulnerability and conservation alternatives. *Ecology and evolution*, 6(14), 4997-5012.
- Liebig, M. A., y Doran, J. W. (1999). Impact of organic production practices on soil quality indicators. *Journal of environmental quality*, 28(5), 1601-1609.
- MAE. (2013). Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2013. Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito.
- Mena, A. Z. (2006). Biodiversity and Cultural. En A. Z. Mena, Influencia de los Indígenas Huaorani en la Conservación de *Oenocarpus bataua*, Arecaceae, en el (págs. 7-17). Board.
- Neudoerffer, R. C., Waltner-Toews, D., Kay, J. J., Joshi, D. D., y Tamang, M. S. (2005). A diagrammatic approach to understanding complex eco-social interactions in Kathmandu, Nepal. *Ecology and Society*, 10(2).
- Noy C. (2009) Sampling knowledge: the hermeneutics of snowball sampling in qualitative research. *Int J Soc Res Methodol*. 11(4):327-44.
- Nunn, N. (2019). La economía del comercio justo. *NBER Reporter*, 2019 (2), 27.
- Oilwatch. (2005). Asalto al Paraíso: Empresas Petroleras en Áreas Protegidas. En Oilwatch, Asalto al Paraíso: Empresas Petroleras en Áreas Protegidas (pág. 44). MANTHRA.
- Pitman, N. C. A. (2000) A large-scale inventory of two Amazonian tree communities. Ph.D. Dissertation. Durham, NC: Duke University.
- PNUD (1994). Informe sobre Desarrollo Humano 1994. Un programa para la Cumbre Mundial de Desarrollo Social. Nueva York, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, Naciones Unidas, Oxford University Press.
- Ramos, M., A. (2005). Mujeres y Liderazgo: Una nueva forma de dirigir. Sueca: Editorial Maite Simon. Pág. 79.
- Rival, L. M. (1996). Hijos del sol, padres del jaguar: los huaorani de ayer y hoy (No. 35). Abya-Yala Ediciones.
- Rival, L. (2005). Resistance in an Amazonian community. Huaorani organizing against the global economy. *Journal of Latin American Anthropology*, 10(1), 257-259.
- Schader, C., Baumgart, L., Landert, J., Muller, A., Ssebunya, B., Blockeel, J., ... & Gerrard, C. (2016). Using the sustainability monitoring and assessment routine (SMART) for the systematic analysis of trade-offs and synergies between sustainability dimensions and themes at farm level. *Sustainability*, 8(3), 274.
- Suárez, E., Zapata-Ríos, G., Utreras, V., Strindberg, S., y Vargas, J. (2013). Controlling access to oil roads protects forest cover, but not wildlife communities: a case study from the rainforest of Yasuní Biosphere Reserve (Ecuador). *Animal Conservation*, 16(3), 265-274.
- Taco, M. P. (2001). El Parque Nacional Yasuní. In: Jorgenson JP, Rodríguez MC, editors. Conservación y desarrollo sostenible del Parque Nacional Yasuní y su área de influencia. Quito, Ecuador: Ministerio del Ambiente/UNESCO/Wildlife Conservation Society. pp. 48-51.
- UNESCO, (2009) United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization Biosphere Reserve Information: Ecuador: Yasuní. Paris, France: UNESCO. Disponible en: <http://www.unesco.org/mabdb/br/brdir/directory/biores.asp?code=ECUO2&mode=all>
- UNCTAD. 2007. Principios y Criterios de Biocomercio. Naciones Unidas, Nueva York y Ginebra.
- Valencia R, Foster RB, Villa G, Condit R, Svenning J, et al. (2004) Tree species distributions and local habitat variation in the Amazon: large forest plot in eastern Ecuador. *Journal of Ecology* 92: 214-229.
- Vallejo, I. (2014). Petróleo, desarrollo y naturaleza: aproximaciones a un escenario de ampliación de las fronteras extractivas hacia la Amazonía suroriente en el Ecuador. *Anthropologica*, 32(32), 115-137.
- Walker, B., Carpenter, S., Anderies, J., Abel, N., Cumming, G., Janssen, M., ... & Pritchard, R. (2002). Resilience management in social-ecological systems: a working hypothesis for a participatory approach. *Conservation ecology*, 6(1).
- Zurita-Benavides, M. G. (2017). Cultivando las plantas y la sociedad waorani. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, 12(2), 495-516.

USO DE ARCILLAS NATURALES PARA LA RECUPERACIÓN DE FOSFATOS A PARTIR DE SOLUCIONES ACUOSAS

Karina Peña^{1,2}, Tania Erreyes¹, Diana Guaya^{1*}

¹ Universidad Técnica Particular de Loja. Departamento: Química y Ciencias Exactas. Loja-Ecuador

² Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Tropical Pichilingue, Departamento de Manejo de Suelos y Aguas. Los Ríos- Ecuador

*Autor para correspondencia: deguaya@utpl.edu.ec

Recibido: 2019/06/28

Aprobado: 2020/05/29

DOI: <https://doi.org/10.26621/XVI22.2020.06.A02.PUCESI.2550.6684>

RESUMEN

Una arcilla natural (CN) constituida principalmente por cuarzo, muscovita y montmorillonita se modifica mediante intercambio iónico a sus formas C-FeMn y C-FeMnAl para la adsorción de fosfato a partir de soluciones acuosas. Las fases minerales que constituyen a las arcillas en sus formas modificadas generan grupos funcionales que potencian la capacidad de adsorción de fosfatos. La capacidad máxima de adsorción de fosfato se reporta en 34.8 mg y 18.2 mg P-PO₄³⁻/g para C-FeMn y C-FeMnAl, respectivamente. El pH de la solución a tratar es determinante para la adsorción de fosfatos y por ende determina la ocurrencia de diferentes mecanismos según lo indica el modelo isotérmico de Langmuir y la cinética de difusión intraparticular. En inicio, existe una rápida adsorción asociado con el fenómeno de atracción electrostática seguido por otra fase de adsorción lenta que involucra reacciones con formación de complejos de tipo químico. La desorción de fosfato a partir C-FeMn y C-FeMnAl revela una recuperación del 20% correspondiente a la fracción lábil de fósforo. Por tanto, este material evidencia la posibilidad de emplearlo en el tratamiento de aguas residuales aunque la limitación para efectuar varios ciclos de adsorción – desorción señala la posibilidad de disponerlos como material de mejoramiento de suelos.

Palabras clave: arcilla natural, aluminio, hierro, manganeso, adsorción, fosfato

ABSTRACT

A natural clay (NC) mostly identified for quartz, muscovite y montmorillonite is modified by means of ionic exchange to the C-FeMn y C-FeMnAl forms for the phosphate adsorption from aqueous solutions. The mineralogical composition of modified clays determines the formation of new mineralogical phases which are functional groups that improves the phosphate sorption capacity. The maximum sorption capacity is reported at 34.8 mg y 18.2 mg P-PO₄³⁻/g for C-FeMn y C-FeMnAl, respectively. The phosphate adsorption is highly influence by the pH of the work solution, so some sorption mechanisms are associated which is validate by the Langmuir isotherm model and intraparticular diffusion kinetic model. First a fast adsorption phase is associated with electrostatic attraction which is followed by a second slow adsorption phase due to the chemical complexation reactions. The phosphate desorption from C-FeMn y C-FeMnAl forms was 20 % which corresponds to the phosphorous labile fraction. C-FeMn y C-FeMnAl can be used for wastewater treatment however their limited use for phosphate sorption – desorption cycles evidence they can be evaluated amendment materials for soils.

Keywords: natural clay, aluminum, iron, manganese, adsorption, phosphate



INTRODUCCIÓN

El fósforo es un nutriente fundamental para los seres vivos; sin embargo, se constituye también en uno de los principales contaminantes de ríos, lagos y océanos a causa del excesivo uso de fertilizantes en la agricultura, transportados a través de la lluvia de escorrentía; este elemento también proviene del vertido de efluentes de aguas residuales de tipo doméstico (Rolle, Huang, Clark, y Johnson, 2019). Es así que, junto a otros elementos como nitrógeno y carbón, se brindan condiciones favorables para el crecimiento de algas y otros organismos que promueven el deterioro de la calidad del agua, conocido como el fenómeno de eutrofización (Yuan, Bai, Xia, y An, 2014). Principalmente, el fósforo en agua se encuentra en forma inorgánica formando el anión fosfato, en virtud de lo cual en los últimos años gran atención se ha brindado al estudio de técnicas de remediación como la adsorción para reducir la concentración de este elemento (Cumbal, Greenleaf, Leun, y SenGupta, 2003). Diversos materiales, tales como resinas poliméricas, fibras poliméricas y otros materiales alternativos se han evaluado con esta finalidad (Zhao y Sengupta, 1998). También diversos tipos de óxidos metálicos se han probado con finalidad de adsorber fosfatos gracias a los grupos funcionales que dan lugar a la adsorción mediante formación de complejos o interacciones de Lewis (Yamani, Miller, Spaulding, y Zimmerman, 2012). Es así que el hierro, aluminio y manganeso han sido ampliamente utilizados con finalidad de adsorber aniones (por ejemplo arsénico y fósforo) debido a la afinidad existente con sus óxidos hidratados (Zhu et al., 2015).

Una estrategia utilizada para la adsorción de fosfatos es la incorporación de estas partículas a la superficie de diversos soportes entre los que se reportan alúminas, zeolitas (Jeon, Baek, Park, Oh, y Lee, 2009) y arcillas (Haq, Morrison, Cano-Aguilera, y Gardea-Torresdey, 2008) debido su gran accesibilidad, asequibilidad y fácil aplicación (Alshameri et al., 2014).

Adicionalmente, un factor a considerar en la adsorción de fosfato es la posibilidad de recuperarlo e intentar generar nuevas alternativas frente al agotamiento de fuentes naturales de fósforo que -se prevé- ocurrirá dentro de los próximos 50 años (Álvarez, Roca, Valderrama, y Cortina, 2018) siendo así que es necesario dar lugar al reciclaje y uso eficiente de este elemento.

De manera que el propósito de este trabajo es emplear una arcilla natural modificada a las formas bimetalicas C-FeMn y trimetalica C-FeMnAl para evaluar en batch la adsorción de fosfato a partir de soluciones acuosas, siendo así que se propone: (i) caracterizar las arcillas en estudio, (ii) verificar el efecto del pH en la adsorción de fosfato, (iii) determinar la capacidad máxima de adsorción de fosfatos, (iii) conocer la cinética de adsorción de fosfato y (iv) evaluar la regeneración del adsorbente y sus posibilidades de disposición final.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección de arcillas y tratamiento

Se obtiene una muestra representativa de arcilla natural (CN) de la formación geológica San Cayetano (Longitud 3° 57' 55.4" O; Latitud 79° 11' 45.2" S), en Loja, Ecuador. El pretratamiento de CN incluye el paso por tamiz malla 200 para homogenizar el sólido y se realiza la eliminación de materia orgánica con calcinación a 400 °C. Posteriormente, se modifica a las formas bimetalica C-FeMn (hierro- manganeso) y trimetalica C-FeMnAl, respectivamente. Se trata CN (60 g) en 250 mL de soluciones combinadas de FeCl₃ - MnCl₂ (0.1 M) y FeCl₃ - MnCl₂ - AlCl₃ (0.1 M) por separado, con ajuste de pH a 7 en dos ciclos consecutivos en condiciones de reflujo (Guaya, Valderrama, Farran, y Cortina, 2017).

Finalmente, las muestras se lavan hasta no detectar cloruros mediante la prueba de AgNO₃, para posterior secado y lavado.

Caracterización fisicoquímica y mineralógica

El método de adsorción con nitrógeno permite determinar el área específica superficial de los adsorbentes en un analizador automático. El punto de carga cero (PZC, por sus siglas en inglés) se determinó por el método del cambio de pH en un rango de 4–10. Las arcillas en las formas modificadas (0.05 g) se equilibraron durante 24h a 200rpm y 20 °C en 20 mL de soluciones con diferentes fuerzas iónicas (H₂O desionizada; 0.01, 0.05 y 0.1M NaCl) (Guaya, Valderrama, Farran, Armijos, y Cortina, 2015). La composición química de las muestras se realiza por fluorescencia de rayos X; mientras que la caracterización mineralógica de las arcillas se efectúa mediante difracción de rayos X. Todos los ensayos se efectúan por triplicado para cada muestra y se reportan valores promedio.

Adsorción de fosfatos

Los ensayos de adsorción usando diferentes pesos de arcillas modificadas C-FeMn y CN-FeMnAl se llevan a agitación por 24 horas hasta conseguir el equilibrio en soluciones de sal sódica de fosfato (Na-H₂PO₄·2H₂O) y agua desionizada. Las suspensiones resultantes de la adsorción se centrifugan por 10 minutos y el sobrenadante se filtra a 0.45 µm previo a la determinación de iones fosfato mediante los métodos estándar para determinación en agua y agua residual, acorde al método colorimétrico de vanadomolibdofosfórico (4500-P C) (American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), y Water Environment Federation (WEF), 1999). Los ensayos se realizan a temperatura ambiente 20 °C a 200 rpm por triplicado controlando el pH y para los cuales se reportan los valores promedio.

Evaluación del efecto del pH

Las arcillas modificadas C-FeMn y C-FeMnAl (0.1g) se suspenden en 25 mL de solución de 25 mg P-PO₄³⁻/L en pH comprendido entre 4 y 10; finalmente se determina la concentración inicial y al equilibrio, para evaluar capacidad de adsorción al equilibrio (Q_e) acorde a la Ecuación 1:

$$Q_e \left(\frac{\text{mg PO}_4^{3-}}{\text{g}} \right) = (C_i - C_f) \times \frac{m}{V} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

C_i y C_f: concentración inicial y final de fosfato en la solución (mg/L)

m: masa del adsorbente (g)

V: volumen de solución (L)

Capacidad máxima de adsorción

Las arcillas C-FeMn and C-FeMnAl (0.25g) se agitan en soluciones de fosfatos ajustadas a pH 7±0.3 (conforme a las condiciones esperadas en un agua residual tratada) en un rango de concentraciones entre 1 a 1200 mgP-PO₄³⁻/L para determinar la capacidad de adsorción al equilibrio. Se evalúa el modelo isotérmico de Langmuir que sugiere la adsorción en monocapa debido a una superficie con número finito de sitios idénticos y que se representa por la Ecuación 2:

$$\frac{C_e}{Q_e} = \frac{C_e}{Q_m} + \frac{1}{K_L Q_m} \quad \text{Ecuación 2}$$

C_e (mg/L): concentraciones de equilibrio de adsorbato en la fase acuosa

Q_m (mg/g): capacidad máxima de adsorción y

K_L: es la constante de adsorción de Langmuir

El modelo isotérmico de Freundlich supone que la superficie del adsorbente es heterogénea y posee distintas afinidades en la que solo ocurre adsorción física y se representa por la Ecuación 3:

$$\text{Log}(q) = \text{log}(K_f) + \frac{1}{n} \text{log}(C) \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:
 K_f : es la constante de capacidad de adsorción
 n: la constante de intensidad de adsorción

Cinéticas de adsorción

Las muestras de arcillas modificadas (2.5 g) se colocan en 500 mL de solución que contiene 25 mgP-PO₄³⁻/L a pH 7±0.3. Se colectan 5 mL de muestra desde tiempo cero con intervalos de 5 minutos hasta las 24 horas para determinar la concentración de fosfato.

Los datos experimentales se ajustan al modelo isotérmico de pseudo-primer orden aplicado a un sistema sólido/líquido; dicho modelo propone que la adsorción con el tiempo es directamente proporcional a la diferencia en la concentración de saturación, según la Ecuación 4:

$$\ln(q_e - q_t) = \ln q_e - k_1 t \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:
 q_t: capacidad de adsorción de fosfato en el tiempo t (mg/g)
 k₁: constante de velocidad de pseudo-primer orden (1/h)

El modelo isotérmico de pseudo-segundo orden por su parte hace énfasis a un tipo de adsorción superficial que implica quimisorción y es aplicado a sistemas heterogéneos acorde a la Ecuación 5:

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{t}{q_e} \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:
 k₂: constante de velocidad de pseudo-segundo orden (g/(mg.min)).

El modelo cinético de Elovich, por su parte, se ha utilizado para describir un proceso de quimisorción de gases sobre superficies sólidas con sitios activos heterogéneos y por ello exhiben diferentes energías de activación, según describe la Ecuación 6:

$$q_t = \frac{1}{\beta} * \ln(\alpha * \beta) + \frac{1}{\beta} * \text{Int} \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:
 α: la velocidad inicial de adsorción en (mmol.g⁻¹.min⁻¹)
 β: la constante de desorción (mmol.g⁻¹)

El modelo de difusión intraparticular descrito por Webber y Morris considera que el proceso es lento que contiene múltiples etapas y se fundamenta en el transporte de las moléculas de la fase acuosa hacia la superficie sólida, según la Ecuación 7:

$$q_t = kt^{1/2} \quad \text{Ecuación 7}$$

Donde:
 q_t: la cantidad de fosfato adsorbida por unidad de masa de adsorbente (mg/g)
 kd: la constante de difusión intraparticular (mg/g.min^{1/2})

Desorción de fosfato

Las arcillas C-FeMn and C-FeMnAl (0.3 g) se llevan al equilibrio durante 24 horas de agitación en 25 mL de solución de 25 mgP-PO₄³⁻/L. En el sobrenadante se determina la concentración y la capacidad de adsorción al equilibrio. En el adsorbente recuperado se filtra, lava y seca antes de ser puestas en contacto con 25 mL de solución desorbente 0.1 M at pH 8.5 de NaHCO₃ hasta el equilibrio, y así determinar la capacidad de desorción (Q_{des}) según la Ecuación 8.

$$Q_{des} \left(\frac{\text{mg PO}_4^{3-}}{\text{g}} \right) = (C_{eq}) \times \frac{m}{V} \quad \text{Ecuación 8}$$

Donde:
 C_{eq}: concentración al equilibrio en solución desorbente (mg/L)
 m: masa del adsorbente (g)
 V: volumen de solución desorbente (L)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de arcillas

La composición química, mineralógica y fisicoquímica de las arcillas en estado natural (CN) y sus formas modificadas C-FeMn and C-FeMnAl se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Caracterización química, mineralógica y fisicoquímica de materiales en estudio. Formas de arcilla

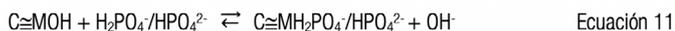
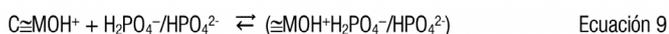
Elementos químicos	Formas de arcilla		
	CN	C-FeMn	C-FeMnAl
Composición Química			
Al ₂ O ₃ (%)	10.2	11.2	9.9
SiO ₂ (%)	86.7	67.9	83.8
K ₂ O (%)	0.1	2.6	1.0
CaO (%)	0.1	0.5	0.1
TiO ₂ (%)	1.0	0.6	0.8
MnO (%)	0.1	2.8	0.6
Fe ₂ O ₃ (%)	1.7	14.2	3.6
SnO ₂ (%)	0.2	0.2	0.1
Fases minerales			
Composición Mineralógica			
Cuarzo	√	√	√
Muscovita	√	√	√
Montmorillonita	√	√	√
Ferrihidrita	-	√	√
Birnesita	-	√	√
Andradita	-	-	√
Vermiculita	-	√	-
Parámetros			
Propiedades fisicoquímicas			
pH _{PZC} ¹	7.0	6.8	7.0
Superficie específica (m ² /g)	21.8	51.4	27.3

¹Potencial hidrógeno al que el adsorbente presenta carga cero (nula)

Efecto del pH en la adsorción del fosfato

El pH de la solución empleada para la adsorción es determinante sobre la capacidad de adsorción de los adsorbente C-FeMn y C-FeMnAl, según se muestra en la Figura 1. La arcilla C-FeMnAl elimina mayor porcentaje de fosfatos en comparación a C-FeMn en las condiciones de evaluación.

Considerando el pH_{PZC} , se concluye que en condiciones de $pH < pH_{PZC}$ (zona ácida) la adsorción es mayor respecto a la zona en que $pH > pH_{PZC}$ (zona básica). En ambos adsorbentes, en la zona ácida se genera atracción electrostática de anión fosfato con la carga positiva superficial del adsorbente (Ecuación 9) mientras que en la zona básica se genera repulsión con las cargas negativas (Ecuación 10). Por tanto, en la zona básica otro mecanismo involucrado en la adsorción de fosfatos a la superficie de la arcilla se asocia con las reacciones de formación de complejos fosfatados mono y bidentados (Ecuación 11) (Guaya et al., 2017).



Comportamientos similares se reportan por otros autores que evalúan el efecto del pH en la remoción de fosfato utilizando materiales tales como: zeolitas modificadas (Guaya, Valderrama, Farran, y Cortina, 2016), hidróxido de zirconio (Chitrakar et al., 2006), dolomita-montmorillonita (Gao et al., 2013) y bentonitas modificadas (Zamparas, Gianni, Stathi, Deligiannakis, y Zacharias, 2012).

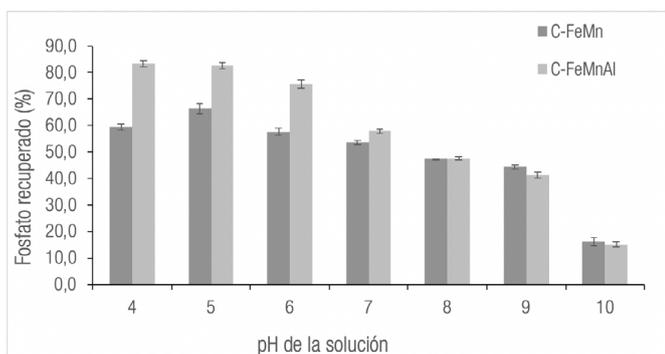


Figura 1. Porcentaje de remoción de fosfato como función del pH de la solución.

Isotermas de adsorción de fosfato

Las isotermas de adsorción de fosfatos en C-FeMn y C-FeMnAl se representan en la Figura 2.

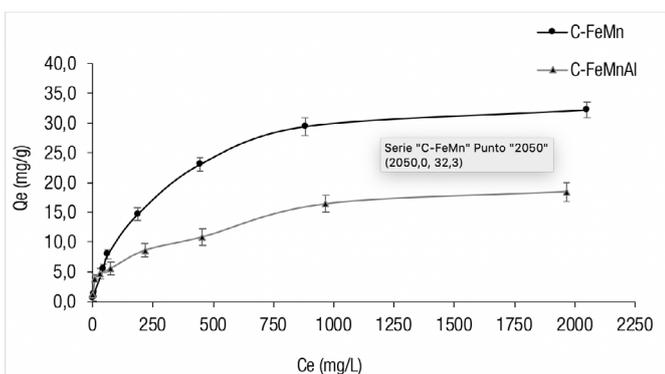


Figura 2. Isotermas de adsorción de fosfato en C-FeMn y C-FeMnAl. Qe: capacidad de adsorción de fosfato al equilibrio y Ce: concentraciones de equilibrio de fosfato en la fase acuosa.

El ajuste matemático a los modelos isotérmicos se resume para ambos adsorbentes en la Tabla 2, así valores de R^2 cercano a 1 para el modelo de Langmuir. Los resultados sugieren que la adsorción de fosfato se efectúa en monocapa sobre la superficie del adsorbente; se da lugar

así a una distribución homogénea de centros activos idénticos que son capaces de retener una sola molécula de sorbato sin interacción entre ellas. El proceso de adsorción de fosfato es favorable toda vez que se cumple la condición de la constante $K_L < 1$ (Foo y Hameed, 2010).

Tabla 2. Parámetros de isotermas de Langmuir y Freundlich de C-FeMn y C-FeMnAl.

Isotermas	Langmuir			Freundlich		
	Q_m	K_L	R^2	K_F	$1/n$	R^2
C-FeMn	34.8	0.006	0.99	1.64	0.57	0.88
C-FeMnAl	18.2	0.005	0.94	0.71	0.44	0.78

Q_m (mg/g): capacidad máxima de adsorción y
 K_L : constante de adsorción de Langmuir
 K_F : constante de capacidad de adsorción
 n : constante de intensidad de adsorción

La capacidad de adsorción de fosfatos es mayor para C-FeMn respecto a C-FeMnAl, ya que los metales incorporados en la superficie de la arcilla dan lugar a características texturales de las que depende la interacción del adsorbente con el fosfato (Jiménez-Cedillo, Olgún, Fall, y Colín, 2011). Las arcillas en estado natural muestran por lo general baja capacidad de adsorción de fosfato; es así que, tras la impregnación de los elementos metálicos de Fe, Mn y Al en los soportes arcillosos, la capacidad de adsorción de fosfatos para C-FeMn y C-FeMnAl se hace comparable con otros materiales. Como se observa en la Tabla 3, se realiza una comparación entre la capacidad de adsorción de los adsorbentes en estudio frente a otros de similar naturaleza.

Tabla 3. Cuadro comparativo de capacidad de adsorción de fosfatos de diferentes adsorbentes.

Adsorbente	Capacidad de adsorción (mg-P/g)	Referencia
C-FeMn	34.8	Presente estudio
C-FeMnAl	18.2	Presente estudio
Esmectita natural	4.7	(Mbadcam, Anagho, Nsami, y Kammegne, 2011)
Arcillas Kaoliniticas	38.5	(Hamdi y Srasra, 2012)
Paligorskitas	3.7-8.3	(Ye, Chen, Sheng, Sheng, y Fu, 2006)
Bentonita en la forma Al_2O_3	18.1	(Osalo, Merufinia, y Saatio, 2013)
Oxido binario de Fe-Mn	33.2	(Zhang, Liu, Liu, y Qu, 2009)
Oxido trimetal Fe-Mn-Al	48.3	(Lu et al., 2013)
Oxido adsorbente de Fe-Mn-Si	47.8	(Maeng, Lee, y Dockko, 2013)

Cinética de adsorción de fosfatos

La reducción de la concentración de fosfato en función del tiempo se representa en la cinética de adsorción de la Figura 3; en aproximadamente quince minutos es posible eliminar el 50% del fosfato inicialmente contenido en la solución para ambos adsorbentes. La primera hora de contacto permite alcanzar el equilibrio con un 40% de remoción de fosfato para C-FeMn mientras que para C-FeMnAl el equilibrio se obtiene a las seis horas con un máximo de adsorción del 80% de fosfato.

Los datos cinéticos de los diversos modelos estudiados se resumen en la Tabla 4, donde el modelo de pseudo-segundo orden presenta el mejor ajuste cinético para C-FeMn y C-FeMnAl estableciendo la ocurrencia de quimisorción de fosfatos, corroborando los resultados ya descritos por las isotermas de adsorción.

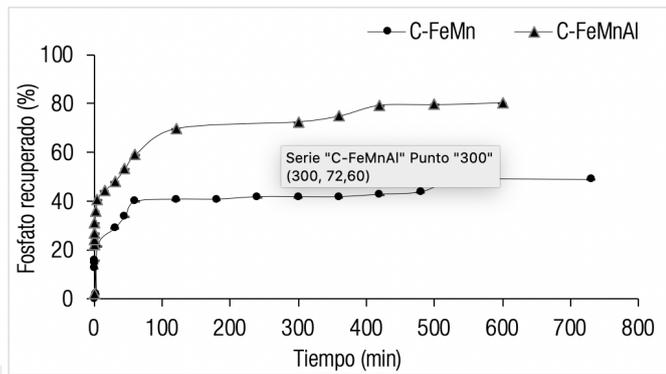


Figura 3. Cinética de adsorción de fosfatos.

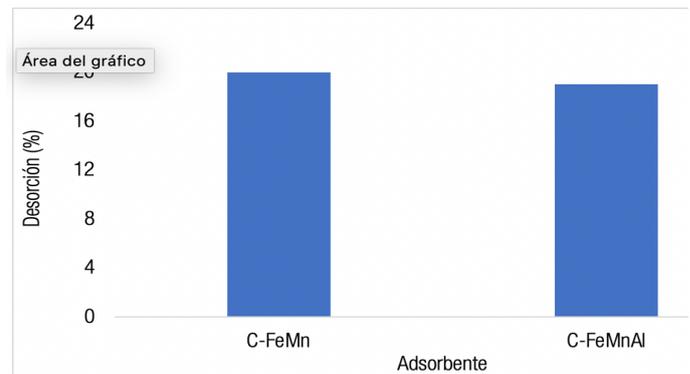


Figura 4. Porcentaje de desorción de fosfatos.

Tabla 4. Variables cinéticas de la adsorción de fosfatos en C-FeMn y C-FeMnAl.

Modelo cinético	Pseudo primer orden			Pseudo segundo orden			Elovich			Difusión intraparticular			
	q_t (mg/g)	k_1 (min^{-1})	R^2	q_t (mg.g^{-1})	k_2 ($\text{g}(\text{mg.min})^{-1}$)	R^2	α ($\text{mmol}(\text{g.min})^{-1}$)	β (mmol.g^{-1})	R^2	Primera etapa		Segunda etapa	
Material	q_t	k_1	R^2	q_t	k_2	R^2	α	β	R^2	k_1 ($\text{mg}(\text{g.min}^{1/2})^{-1}$)	R^2	k_2 ($\text{mg}(\text{g.min}^{1/2})^{-1}$)	R^2
C-FeMn	1.6	0.004	0.87	2.5	0.03	0.99	8.9	4.1	0.96	0.15	0.95	0.03	0.98
C-FeMnAl	2.3	0.008	0.86	3.7	0.0004	0.99	12.5	2.8	0.95	0.21	0.94	0.08	0.99

q_t : capacidad de adsorción de fosfato en el tiempo t (mg/g)
 k_1 : constante de velocidad de pseudo-primer orden ($1/h$)
 k_2 : constante de velocidad de pseudo-segundo orden ($\text{g}/(\text{mg.min})$)
 α : velocidad inicial de adsorción en ($\text{mmol.g}^{-1}.\text{min}^{-1}$)
 β : constante de desorción (mmol.g^{-1})
 q_t : cantidad de fosfato adsorbida por unidad de masa de adsorbente (mg/g)
 k_{d1}, k_{d2} : constante de difusión intraparticular ($\text{mg}/\text{g.min}^{1/2}$)

De forma simultánea, el modelo de difusión intraparticular presenta un R^2 cercano a 1, el cual explica el mecanismo de adsorción de fosfatos en C-FeMn y C-FeMnAl que tiene lugar en dos etapas consecutivas. La primera fase involucrada hace referencia al mecanismo de adsorción de fosfato de tipo superficial y posterior ocurrencia de difusión hacia el interior de los poros del adsorbente (Weber, W.J. and Morris, 1963). Por tanto, en inicio ocurre una rápida adsorción de fosfatos en sitios específicos existentes en la superficie del adsorbente relacionado con la atracción electrostática (Lü et al., 2013). La segunda fase es más lenta y de mayor duración hasta alcanzar el equilibrio, ya que una vez saturados los sitios activos del exterior predomina la migración de fosfato a través de los microporos en la que tiene lugar la adsorción química (Su, Cui, Li, Gao, y Shang, 2013).

Desorción de fosfato

El porcentaje de desorción a partir de C-FeMn y C-FeMnAl usando una solución desorbente de bicarbonato de sodio se representa en la Figura 4. Se logra recuperar un aproximado al 20% del fosfato adsorbido en ambos adsorbentes. Se concluye que el proceso de adsorción no es reversible, ya que la mayor parte del fosfato se encuentra ligado a los adsorbentes por quimisorción. Es así que el porcentaje recuperado de fosfato corresponde a la fracción lábil, es decir, aquel unido al adsorbente mediante fuerzas electrostáticas. Estos resultados revelan la limitada reusabilidad de los adsorbentes en ciclos continuos de adsorción – desorción, siendo más factible su empleo en un único proceso, motivo por el cual se habrían que encontrar alternativas para su disposición final.

CONCLUSIÓN

En este trabajo se presenta la aplicación de una arcilla natural proveniente de la región sur del Ecuador como adsorbente de nutrientes, específicamente de fósforo en la forma de anión fosfato. La caracterización mineralógica de la arcilla en estado natural la identifica como una mezcla de cuarzo, montmorillonita y muscovita. Así, tras la incorporación de hierro, manganeso y aluminio (C-FeMn y C-FeMnAl) da lugar a la identificación de nuevas fases minerales: illita, ferrihidrita, birnesita y andradita; además, el proceso descrito genera un incremento significativo del área superficial específica de estos adsorbentes. Por otra parte, el estudio de las isotermas y cinética de adsorción han permitido establecer que los mecanismos regentes de la adsorción de fosfatos son la fisisorción y quimisorción. Dichos procesos son dependientes del pH de la solución de partida; por lo tanto, la adsorción de fosfatos con C-FeMn y C-FeMnAl se constituye en una interesante alternativa para aplicar al tratamiento de aguas residuales en el rango de pH 7 – 8. Sumado a ello, resulta favorable el fácil acceso a materias primas, con bajo costo y fácil operación, aunque su limitada reusabilidad en ciclos continuos de adsorción – desorción da lugar a pensar en su aplicación posterior como material de mejoramiento de suelos, al no contar en su estructura con componentes que entrañen riesgo de contaminar el suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alshameri, A., Ibrahim, A., Assabri, A. M., Lei, X., Wang, H., y Yan, C. (2014). The investigation into the ammonium removal performance of Yemeni natural zeolite: Modification, ion exchange mechanism, and thermodynamics. *Powder Technology*, 258, 20-31. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.powtec.2014.02.063>

Álvarez, J., Roca, M., Valderrama, C., y Cortina, J. L. (2018). A Phosphorous Flow Analysis in Spain. *Science of The Total Environment*, 612, 995-1006. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.299>

American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), y Water Environment Federation (WEF).

- (1999). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th Edition.
- Chitrakar, R., Tezuka, S., Sonoda, A., Sakane, K., Ooi, K., y Hirotsu, T. (2006). Phosphate adsorption on synthetic goethite and akaganeite. *Journal of Colloid and Interface Science*, 298(2), 602-608. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2005.12.054>
- Cumbal, L., Greenleaf, J., Leun, D., y SenGupta, A. K. (2003). Polymer supported inorganic nanoparticles: characterization and environmental applications. *Reactive and Functional Polymers*, 54(1), 167-180. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1381-5148\(02\)00192-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1381-5148(02)00192-X)
- Foo, K. Y., y Hameed, B. H. (2010). Insights into the modeling of adsorption isotherm systems. *Chemical Engineering Journal*, 156(1), 2-10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cej.2009.09.013>
- Gao, Y., Chen, N., Hu, W., Feng, C., Zhang, B., Ning, Q., y Xu, B. (2013). Phosphate Removal from Aqueous Solution by an Effective Clay Composite Material. *Journal of Solution Chemistry*, 42(4), 691-704. <https://doi.org/10.1007/s10953-013-9985-x>
- Guaya, D., Valderrama, C., Farran, A., Armijos, C., y Cortina, J. L. (2015). Simultaneous phosphate and ammonium removal from aqueous solution by a hydrated aluminum oxide modified natural zeolite. *Chemical Engineering Journal*, 271, 204-213. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2015.03.003>
- Guaya, D., Valderrama, C., Farran, A., y Cortina, J. L. (2016). Modification of a natural zeolite with Fe(III) for simultaneous phosphate and ammonium removal from aqueous solutions. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 91(6), 1737-1746. <https://doi.org/10.1002/jctb.4763>
- Guaya, D., Valderrama, C., Farran, A., y Cortina, J. L. (2017). Simultaneous nutrients (N,P) removal by using a hybrid inorganic sorbent impregnated with hydrated manganese oxide. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 5(2), 1516-1525. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2017.02.030>
- Haque, N., Morrison, G., Cano-Aguilera, I., y Gardea-Torresdey, J. L. (2008). Iron-modified light expanded clay aggregates for the removal of arsenic(V) from groundwater. *Microchemical Journal*, 88(1), 7-13. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.microc.2007.08.004>
- Jeon, C.-S., Baek, K., Park, J.-K., Oh, Y.-K., y Lee, S.-D. (2009). Adsorption characteristics of As(V) on iron-coated zeolite. *Journal of Hazardous Materials*, 163(2), 804-808. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.07.052>
- Jiménez-Cedillo, M. J., Olguín, M. T., Fall, C., y Colín, A. (2011). Adsorption capacity of iron- or iron-manganese-modified zeolite-rich tuffs for As(III) and As(V) water pollutants. *Applied Clay Science*, 54(3), 206-216. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clay.2011.09.004>
- Lü, J., Liu, H., Liu, R., Zhao, X., Sun, L., y Qu, J. (2013). Adsorptive removal of phosphate by a nanostructured Fe-Al-Mn trimetal oxide adsorbent. *Powder Technology*, 233, 146-154. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2012.08.024>
- Rolle, K., Huang, W., Clark, C., y Johnson, E. (2019). Effects of nutrient load from St. Jones River on water quality and eutrophication in Lake George, Florida. *Limnologica*, 125687. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.limno.2019.125687>
- Su, Y., Cui, H., Li, Q., Gao, S., y Shang, J. K. (2013). Strong adsorption of phosphate by amorphous zirconium oxide nanoparticles. *Water Research*, 47(14), 5018-5026. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.watres.2013.05.044>
- Weber, W.J. and Morris, J. C. (1963). Kinetics of adsorption carbon from solutions. *Journal Sanitary Engineering Division Proceedings American Society of Civil Engineers*, (89), 31-60.
- Yamani, J. S., Miller, S. M., Spaulding, M. L., y Zimmerman, J. B. (2012). Enhanced arsenic removal using mixed metal oxide impregnated chitosan beads. *Water Research*, 46(14), 4427-4434. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.watres.2012.06.004>
- Yuan, X., Bai, C., Xia, W., y An, J. (2014). Acid-base properties and surface complexation modeling of phosphate anion adsorption by wasted low grade iron ore with high phosphorus. *Journal of Colloid and Interface Science*, 428, 208-213. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jcis.2014.04.045>
- Zamparas, M., Gianni, A., Stathi, P., Deligiannakis, Y., y Zacharias, I. (2012). Removal of phosphate from natural waters using innovative modified bentonites. *Applied Clay Science*, 62-63, 101-106. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2012.04.020>
- Zhao, D., y Sengupta, A. K. (1998). Ultimate removal of phosphate from wastewater using a new class of polymeric ion exchangers. *Water Research*, 32(5), 1613-1625. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(97\)00371-0](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0043-1354(97)00371-0)
- Zhu, J., Baig, S. A., Sheng, T., Lou, Z., Wang, Z., y Xu, X. (2015). Fe₃O₄ and MnO₂ assembled on honeycomb briquette cinders (HBC) for arsenic removal from aqueous solutions. *Journal of Hazardous Materials*, 286, 220-228. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2015.01.004>

BRAZILIAN AND ECUADORIAN SOCIAL MEDIA USERS: A STUDY OF KNOWLEDGE, ATTITUDES, AND BELIEFS TOWARD ORGAN DONATION

Sueny Paloma Lima dos Santos^{1,2*}, María José Fernández-Gómez^{2,3}, Javier Martín-Vallejo^{2,3}, Waseem M. Hajjar⁴

¹ Pontifical Catholic University of Ecuador, Nursing Faculty, Quito-Ecuador

² Salamanca University, Statistics Department, Salamanca-Spain

³ Biostatistics Unit. IBSAL. Salamanca, Spain

⁴ College of Medicine, King Saud University, Department of Surgery, Riyadh-Saudi Arabia

* Correspondence author: slima957@puce.edu.ec

Recibido: 2019/11/27

Aprobado: 2020/05/29

DOI: <https://doi.org/10.26621/XVI22.2020.06.A03.PUCESI.2550.6684>

RESUMEN

Varios estudios han declarado que las actitudes de las personas hacia la donación de órganos están influenciadas por factores como el conocimiento, la educación y la religión. Muchas personas podrían donar si supieran los beneficios de la donación de órganos en lugar de desperdiciarla. Esa es la razón por la que este estudio se propone determinar el conocimiento, las actitudes y las creencias hacia la donación de órganos entre los usuarios de redes sociales brasileños y ecuatorianos. Se realizó un estudio transversal, evaluado a través de una encuesta autoadministrada, anónima y validada, y distribuido a través de las redes sociales. Cuatrocientos ocho individuos participaron en esta encuesta, 72 (17.6%) eran brasileños y 336 (82.4%) ecuatorianos. Las edades de los participantes estaban entre 18 y 59 años; 360 (88.2%) participantes estaban dispuestos a donar un órgano, mientras que solo 300 (73.5%) estuvieron de acuerdo dar su consentimiento para donar los órganos de sus familiares fallecidos ($p < 0.001$), y 48 (11.8%) de esas personas no estaban dispuestas tener una identificación de donante ($p < 0.001$). Con respecto al conocimiento sobre la muerte cerebral, 320 (78.4%) considerarán que el corazón continuará latiendo y 306 (75%) afirman que las personas con muerte cerebral permanecerán en coma; 359 (88%) personas recibieron información sobre trasplantes y donaciones de órganos a través de la televisión, las redes sociales y los periódicos impresos. Con base en los resultados de esta investigación y analizándolos, podemos concluir que existe una gran disposición de la población estudiada para convertirse en donante de órganos y recibir más información sobre este tema.

Palabras clave: conocimiento, actitudes, creencias, donación de órganos, redes sociales.

ABSTRACT

Several studies have stated that people's attitudes towards organ donation are influenced by factors such as knowledge, education, and religion. Many people could donate if they knew about the benefits of organ donation instead of wasting it. That is the reason that this study sets out to determine the knowledge, attitudes, and beliefs toward organ donation among Brazilian and Ecuadorian Social Media Users. A cross-sectional study was conducted, assessed through a self-administered, anonymous and validated survey, and distributed through social media. Four hundred and eight individuals participated in this survey, 72 (17.6%) were Brazilian, and 336 (82.4%) Ecuadorian. The participants' ages were between 18 and 59 years old; 360 (88.2%) participants were willing to donate an organ, whereas only 300 (73.5%) agreed to give their consent to donate their deceased family member's organs ($p < 0.001$), and 48 (11.8%) of those people were not willing to have a donor identification ($p < 0.001$). Concerning knowledge about brain death, 320 (78.4%) will consider that the heart will continue beating and 306 (75%) affirm that people who are brain dead will remain in a coma; 359 (88%) people received information on transplants and organ donations through television, social networks, and printed newspapers. Based on the results of this research and by analyzing them, we can conclude that there is a great willingness of the studied population to become an organ donor and to receive more information on this topic.

Keywords: Knowledge, attitudes, beliefs, organ donation, social media



INTRODUCTION

Chronic diseases are replacing infectious diseases as the leading cause of morbidity and mortality worldwide, and they are responsible for about 70% of all deaths, with an estimated 38 million deaths annually (World Health Organization, 2019). About these deaths, 16 million occur prematurely (under 70 years of age) and almost 28 million in low-income countries and average income (World Health Organization, 2018). In the United States, heart disease, cancer and diabetes are leading causes of death and disability, and they are also leading drivers of the nation's more than US\$3 trillion in annual health care costs (U.S. Department of Health & Human Services, 2019). In the same way, some Southern Common Market countries, cardiovascular diseases, cancer and diabetes are the leading causes of mortality (MERCOSUR y Estados Asociados, 2011).

Concerning that, more than 60% of all death in Brazil is related to cardiovascular diseases, diabetes, cancer, and chronic respiratory disease (Ministério da Saúde do Brasil, 2013; Pan American Health Organization and World Health Organization, 2015). Ecuador has followed the same trend, given the increase registered between 2007 and 2011, to almost double the number of cases in the three primary diseases, diabetes mellitus, hypertension and cerebrovascular disease (Pan American Health Organization and World Health Organization & World Health Organization, 2014; World Health Organization, 2013).

There is a gradual decrease in the quality of health of patients with advanced chronic disease (Amblàs-Novellas et al., 2016), which corresponds to patients with advanced organ diseases such as heart, lung, kidney and liver failure (Lunney, 2003). Saying that, in the absence of long-lasting artificial organ support or ineffective drug treatment, solid organ transplantation becomes a life-saving therapy in those patients (Grinyo, 2013). Transplantation is the transfer of human cells, tissues, or organs from a donor to a recipient to restore the function (s) of the body (World Health Organization, 2019). Organ donation is the process of giving an organ or a part of it to be transplanted to another person, either a deceased or living donor (Holman et al., 2013; Ríos et al., 2013).

In 2015, more than 126 thousand people worldwide had already received organ transplants, which means that there was an increase of 5.8% since 2014 (GODT, 2016). Scientific, technological and administrative advances have contributed to an increase in the number of transplants, although it is still insufficient in the face of high demand (Gross et al., 2001; Holman et al., 2013; Ríos et al., 2013). However, there is a growing discrepancy between the number of organ donors and potential recipients. For this reason, in 2016, more than 7,000 candidates to be organ recipients died while on the waiting list (UNOS, 2017). Few countries in the world have enough bodies to meet the needs of their citizens. Organ transplantation is estimated to cover <10% of global needs. Spain, Austria, Croatia, the United States, Norway, Portugal, Belgium and France stand out as countries with high rates of deceased donors (García et al., 2012; GODT, 2016; Rudge et al., 2012). Spain has systematically registered the largest donation of deceased, a rate of 33-35 donors per million inhabitants and many countries around the world have been following the Spanish model (International Registry in Organ Donation and Transplantation, 2020; Matesanz et al., 2017).

It is striking to note that in Brazil, from 2010 to 2017, the effective donor rate grew 69%, from 9.9 per million inhabitants to 16.7 per million inhabitants, while the notification rate of potential donors increased 41% and the effectiveness of donation increased by 21% (ABTO, 2019). Ecuador

has also made a significant advance in increasing the donation rate, going from 5.05 donors per million inhabitants in 2017 to 7.75 donors per million inhabitants in 2019 (INDOT, 2020); unfortunately, there is a huge deficit in the organ donation and transplantation system. Also, the population does not realize the importance and benefits of donation. Even though, since 2012, every Ecuadorian is by law a donor unless they sign to state that they do not want to, but the expected improvement has not materialized.

The issue of organ donation is complex and multifaceted, involving ethical, legal, medical, organizational and social factors (Wakefield et al., 2010). Countries around the world have reported that people's attitudes towards organ donation are influenced by factors such as knowledge, education, and religion (Haustein & Sellers, 2004; Irving et al., 2012; Kaur & Ajinkya, 2012; Morgan & Miller, 2002; Wakefield et al., 2010). Many people would be likely to donate if they knew about the benefit of organ donation instead of wasting it (Hyde & White, 2010); however, some still hold the belief that an intact body is essential to pass over into "the afterlife" (Alam, 2007). In Poland, due to misconceptions about brain death, the public did not have positive attitudes towards organ donation, as they were not willing to accept brain death as the death of a human being (Nowak et al., 2014).

Studies in Brazil demonstrate that disinformation is the main barrier in attracting donors (G. H. de F. Coelho & Bonella, 2019; Marodin et al., 2012). Although about 80% of public opinion related to donation for transplantation in Brazil is favourable, researches mention that distrust in the procurement and distribution of organs remains reasons to rethink the option to donate (G. H. de F. Coelho & Bonella, 2019; J. C. U. Coelho et al., 2007). In Ecuador, there is also a great willingness to be an organ donor and to receive more information on this subject, in addition to psychosocial factors and academic level influencing the decision to donate organs. However, that lack of studies about organ donation and transplantation in Ecuador has affected that it does not have the necessary interest in our population. Thus the lack of knowledge about it increases (Alvarez & Valencia, 2011).

Therefore, before carrying out any campaign to promote organ and tissue donation and transplantation, it is necessary to know, in a broader way, the knowledge that people have on the subject. To achieve the donation of organs and tissues is essential to act on two levels: the general public and health workers. Educational programs have recently been suggested as a new approach to resolve organ shortages (Burra et al., 2005), especially on social media, which are contributing to spreading the information of this topic (Cameron, 2015; Desmon, 2012; Pacheco et al., 2017).

That is the reason that social networking sites are a common platform for promoting organ donation in the United States (Smith et al., 2016; Stefanone et al., 2012) and in some other European countries (Cucchetti et al., 2012). Consequently, organ donation campaigns that use social media have generated some promising results, such as increasing organ donor consent rates (Henderson et al., 2017; Rodrigues, 2014; Shi & Salmon, 2018b). Besides, health campaign designers promote organ donation on social media to facilitate information with the global environment. Also, organ transplant surgeons can have a significant influence on their direct connections, and that could also effectively participate in promoting organ donation on social platforms (Cheston et al., 2013; Shi & Salmon, 2018b). One of the most common platforms using in the United States is Facebook, used by 79% of all Internet users (Rodrigues, 2014).

For this reason, the purpose of this study is to determine the knowledge, attitudes, and beliefs toward organ donation between Brazilian and Ecuadorian Social Media Users. This paper will also analyze whether the willingness to donate is related to sociodemographic variables.

METHODS

Sample and Process

This is a cross-sectional study which it was assessed through a self-administered, anonymous and validated survey (Hajjar et al., 2016). It was distributed online for Brazilian and Ecuadorian social media users randomly via Google Forms on social media networks (Instagram, Facebook, and WhatsApp) conducted in June and July 2018, and 408 participants above 18 years old filled out this questionnaire. All participants received an online consent form, and it indicated the estimated time to complete it, the purpose of the study, and the participant's right to withdraw at any time without any penalty or loss of benefit. The questionnaire contained nine sociodemographic questions, ten questions related to the knowledge of organ donation, thirteen questions about attitude and beliefs associated with the willingness of donations, and seven questions about brain death.

Analytical Design

Frequencies and percentages have been used to describe all the variables of the questionnaire. To assess the association between sociodemographic variables and the desire to donate, the Chi-Square test or Fisher's exact test has been used for tables with low frequencies. The Lilliefors-corrected Kolmogorov-Smirnov test was carried out to check if the age (in years) has a normal distribution. The Mann-Whitney U test was used to determine the association between age with the willingness to donate. The data were analyzed by the use of Statistical Package for Social Sciences (SPSS) version 25, and an alpha of 0.05 was used as the cutoff for significance.

RESULTS AND DISCUSSION

From a total of 408 participants, 72 (17.6%) were Brazilian and 336 (82.4%) Ecuadorian; 292 (71.6%) female, 114 (27.9%) male, and two (0.5%) preferred not to say. The majority of the participants were students (N = 208, 51%), followed by employees (N = 162, 39.7%), and other professions. Among them, 312 (76.5%) were Christian, followed by 72 Agnostic/atheist (17.6%), and others religions; 296 (43.6%) of the respondents had an income ranging between 0 and 3000 USD, and 112 (56.4%) had an income of more than 3001 USD. The minimum age was 18 years old, and the maximum was 59 years old (29.85 ± 9.52 years old).

Also, 360 (88.2%) participants were willing to donate an organ. In contrast, only 300 (73.5%) agreed to give their consent to donate their deceased family member's organs (p < 0.001), and 46 (11.28%) of those people were not willing to have a donor identification (p < 0.001). In addition, 48 (11.8%) people who were not willing to donate, only two (0.5%) mentioned that it was for religious reasons, 28 (6.86%) for fear of the operation, others for other factors. Concerning knowledge about brain death, 320 (78.4%) will consider that the heart will continue beating, and 306 (75%) affirm that people with brain death will continue in a coma. This attitude was associated with different psychosocial variables; 359 (88%) people received information on transplants and organ donations through television, social networks, and printed newspapers are shown in Table 1.

Table 1. Variables related to willing to donate

Variables	In favor (n = 360; 88.2%)	Not in favor (n = 48; 11.8%)	P-value
Gender	Men = 102 Women = 256 Prefer not to say = 2	Women = 36 Men = 12	0.769
Nationality	Brazilian = 64 Ecuadorian = 296	Brazilian = 8 Ecuadorian = 40	0.850
Education level	Primary or Secondary = 14 Bachelor = 194 Master or PhD = 152	Primary or Secondary = 2 Bachelor = 28 Master or PhD = 18	0.823
Occupation	Employee = 170 Student = 174 Retired/Not work = 16	Employee = 14 Student = 34	0.009
Religion	Atheist/agnostic = 68 Religious = 294	Atheist/agnostic = 4 Religious = 44	0.110
Income per month	US\$ 0 – 500 = 160 US\$ 501 – 1000 = 70 US\$ 1001 – 3000 = 104 US\$ 3001 – 5000 = 14 More than US\$ 5001 = 12	US\$ 0 – 500 = 18 US\$ 501 – 1000 = 14 US\$ 1001 – 3000 = 14 US\$ 3001 – 5000 = 2	0.403

Although 'Occupation' has statistical significance with the willingness to donate an organ (p = 0.009), the age (in years) has no significance (p = 0.204). The knowledge of brain death is showed in Table 2. 176 (43.1%) of people said that they do not know if the brain-dead people react if someone touches their eyeball. However, 306 (75%) stated that brain death is different from coma; 186 (45.6%) different from a vegetative state; and, 320 (78.4%) answered that it is possible that brain-dead people have their heart beating. Moreover, all the information on attitudes and beliefs towards organ donation is shown in Table 3.

Table 2. Knowledge about brain death

Knowledge about brain death	Frequencies	Percentage
1. Does the brain-dead person react if someone touches their eyeball?		
I do not know	176	43.1
No	140	34.3
Yes	92	22.5
2. Is brain death different from a coma?		
I do not know	54	13.2
No	48	11.8
Yes	306	75.0
3. Is brain death different from a vegetative state?		
I do not know	90	22.1
No	132	32.4
Yes	186	45.6
4. Can a person be brain-dead even if the heart is still beating?		
I do not know	54	13.2
No	34	8.3
Yes	320	78.4

Table 3. Attitudes and beliefs towards organ donation

Attitudes and beliefs towards organ donation	Frequencies	Percentage
1. Sources of information that heard about organ donation		
News (Internet, newspapers)	356	87.3
Family	22	5.4
University	14	3.4
Hospital	12	2.9
Friends	4	1.0
2. Effect of organ donation on the recipient's health		
Beneficial effect	338	82.8
Harmful effect	18	4.4
I do not know	42	10.3
No effect	10	2.5
3. Import organs from another country		
Yes	288	70.6
No	120	29.4
4. Willing to donate organs		
Yes	360	88.2
No	48	11.8
5. If no, why?		
Afraid of operation	14	29.16
Afraid of losing a life	12	25
I do not know	12	25
Donate just to close relative	6	12.5
Religion	2	4.17
Inadequate knowledge	2	4.17
6. If yes, when?		
After death	174	48.33
Both of them	152	42.22
During life	34	9.45
7. If the answer is "during the life" or "both of them", why? 186		
More humanity	109	58.6
Others will be happier	40	21.51
Cause no problem	23	12.37
Organ donation is easier for me	14	7.52
8. What organs will donate during life?		
Kidney	194	23.80
Bone marrow	116	14.23
Liver	92	11.29
Pancreas	62	7.61
Cornea	58	7.12
Heart	58	7.12
Lungs	54	6.63
Bones	37	4.54
I do not know	144	17.67
9. If the answer is "after death", why?		
Cause no problem	60	34.48
Others will be happier	58	33.33
More humanity	56	32.19
10. What organs will you donate after death?		
Heart	123	13.50
Kidney	114	12.51
Cornea	108	11.86
Pancreas	90	9.88
Lungs	81	8.89
Bone marrow	50	5.49
Bones	50	5.49
Liver	79	8.67
All organs	216	23.71
11. Who are you willing to donate for?		
Parents	340	19.72
Sons and daughters	302	17.52
Brothers and sisters	300	17.40
Friends	268	15.55
Relatives	266	15.43
Non-relatives	248	14.39
12. In your opinion, what causes people not to donate organs?		
Inadequate knowledge	140	34.3
Afraid of losing a life	48	11.8
Afraid of operation	48	11.8
Like to donate to close relative only	16	3.9
All of the above	124	30.4
I do not know	32	7.8
13. What do you think of the methods to increase the number of donors?		
Health education	250	61.3
Privileges for donors	54	13.2
Media (TV/newspapers)	42	10.3
Social media	36	8.8
I do not know	26	6.4
14. Are you willing to have/sign the donation card?		
Yes	328	80.4
No	80	19.6
15. If "no", why?		
Do not have enough information about organ donation	11	13.8
Fear of complications after organ donation	12	15.0
Lack of family support	12	15.0
Lack of incentives	12	15.0
Religious reason	17	21.3
Worries about receiving inadequate health care after donation	16	20.0
16. If you have a family member who is brain-dead, would you consent to donate his/her organs?		
Yes	318	77.9
No	90	22.1

Our study suggests that the majority of the media users have a positive attitude toward organ donation, and most of them (80.4%) were willing to donate organs. However, the level of knowledge about which organs could be transplanted, the concept of death, and the transplantation law were low. In the group of nondonors, 25 (51.1%) justified as a lack of confidence in the health system and 9 (17.7%) as a concern about organ removal before death.

Although organ donation and transplantation are mostly influenced by several factors about people's attitude, such as religion (Alvarez & Valencia, 2011; Holman et al., 2013; Kaur & Ajinkya, 2012; Ríos et al., 2013, 2015), our study did not demonstrate a statistically significant between being religious and the decision to donate organs ($p = 0.11$). Moreover, this partially corroborates with our findings that states that 'Occupation' has a statistical significance to willing to donate ($p = 0.009$). Furthermore, the vast majority of people believe that the number of donors could increase is with health education 250 (61.3%), and the last chosen was social media 36 (8.8%), which suggests that information campaigns should be promoted from all possible areas.

From researches that have been done, the attitude for donation extends somewhere in the range of 50% and 80% (Haustein & Sellers, 2004). There is limited familiarity with the matter of both donation and replacement among the Latin American populace. Remarkably, solidarity and decent obligation are regularly expressed as tenacities behind individuals being supportive of donation. Notwithstanding, among the people who have had access to social media, the influence is very positive, and they demonstrate a progressively ideal demeanour toward donation and organ transplantation (Cheston et al., 2013; Hajjar et al., 2016; Henderson et al., 2017; Shi & Salmon, 2018b). In this manner, an absence of awareness and a more noteworthy measure of hesitation are likewise a conspicuous component that is related to limited social media use (Aykas et al., 2015; Cheston et al., 2013; Pacheco et al., 2017).

As found in this investigation, one cannot make speculations given that critical contrasts have been found between the various nationalities. Along these lines, an increasingly positive attitude toward donation has been found among the respondents of Brazilian nationality (Ríos et al., 2015). The majority of these people also have completed their University education, and this increases their exposure to social media and the information available in regards to healthcare matters (Ríos et al., 2015). Hence, they are in support of the processes. In Ecuador, organ donation has not been of great interest to the population, even though few investigations attempt to determine positive and negative aspects that may affect the decision to donate organs (Alvarez & Valencia, 2011). Psychosocial aspects are undoubtedly the most influential factors (Falomir-Pichastor et al., 2013). Still, we can not mention that in our research because there is no significant association was found in all variables, except for occupation. Although on March 4, 2011, the Organic Law of Donation and Transplantation of Organs, Tissues, and Cells in Ecuador established that each Ecuadorian and foreign resident are donors, it is estimated that more than eight hundred people are on the waiting list for the reception of organs (INDOT, 2020).

It is believed that the population does not recognize the importance and benefits of the donation. Unfortunately, there are no other studies related to the factors toward organ donation in Ecuador. Although around thirteen thousand organs and tissue transplantation were carried out in Brazil in 2019, more than 30 thousand are in a waiting list (ABTO, 2019). Although about 80% of Brazilians in some communities are willing to donate an organ, the lack of knowledge about this topic and the locating and distribution of organs remain reasons to rethink the option to donate are the main barrier (G. H. de F. Coelho & Bonella, 2019).

Opportunely, in the United States, Facebook users started the first discussion about the benefits of organ donation and the idea to register as organ donors (Desmon, 2012). In general, online platforms assume a central role in the general wellbeing sector and can improve public commitment for organ donation. The same number of persons is getting to be acclimated with surveying health-related data on the internet (Sussman et al., 2018). Social media has been broadly utilized for imparting health data (Cheston et al., 2013). People sign in to online platforms to communicate with each other to boost their self-esteem and to find information relating to different medical problems (Desmon, 2012; Pacheco et al., 2017). As to gift, online life has additionally been comprehensively received for correspondence at the emergency clinic, network, and grassroots levels (Henderson et al., 2017). Nevertheless, serving as a setting for data exchange, social media is vital for the advancement of health treatments. Data interchange happens through online platforms like Instagram, Facebook, and WhatsApp (Cameron, 2015; Hajjar et al., 2016; Shi & Salmon, 2018a).

Several areas deserve further research in opinion leadership on the topic of organ donation on social media. Social media education campaigns may likely include social statements and family discussions about organ donation and increase consent rates that require different interventions. More research is needed in Brazil and Ecuador to examine the content of the most compelling message (i.e. benefits, dispel myths, necessity) in social media posts. The effectiveness of content and message may also vary depending on the type of social media (i.e. text, photo or video posts) and platform (i.e. Facebook, Instagram, YouTube) and requires further investigation.

CONCLUSIONS

Based on the results of this research and by analyzing them, we can conclude that there is a great willingness of the studied population to become an organ donor and to receive more information on this topic, especially on social media. As we mentioned previously, psychosocial factors can influence the decision to donate organs, and we also determine through the obtained results that education is undoubtedly an influential factor. Besides, it has been seen in several studies that the donation rate in Brazil and Ecuador is increasing; there is also a growing demand for donors in both countries. Although they have enacted clear legislation on organ donation and transplantation, there is a significant cultural attitude of the general population, given by different factors that limit this decision. Undoubtedly, the different cultural beliefs of a population will significantly influence the decision of people towards the donation. Negatively the erroneous ideas of myths, fears and taboos created by the same people based on ignorance influence not donating their organs. Also, we can conclude that the lack of studies about organ donation and transplantation in Ecuador, mainly, has influenced that it does not have the necessary interest in our population and therefore increases its ignorance.

LIMITATIONS

There are several limitations to this study. One of them is the small sample of Brazilian people, which we cannot compare precisely the factors towards organ donation with the Ecuadorian group. Besides that, the multiple questions made it difficult to analyze because the amount of time spent to do dummy variables were significant. Also, we did not receive all the questionnaires that we have sent. Additionally, we did not identify the reason which caused the lack of participation of both groups. Furthermore, we believe that Brazilians and Ecuadorians are not yet awa-

re of the power that social media can have to pass on information regarding the suffering of patients who are on the waiting list for an organ.

AVAILABILITY OF DATA

Free and limited use of bibliographic resources were used. The information collected is available upon request to the principal author.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank all Nursing Faculty staffs of the Pontifical Catholic University of Ecuador who help to send the questionnaire to all groups of their social media, and the authors would like to thank the anonymous reviewers. Also, our deepest gratitude to all the participants who take their time to answer all the questions.

CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

Sueny Paloma Lima dos Santos: Manuscript writing, work design, data analysis and interpretation of the data. María José Fernández-Gómez: Manuscript writing, revision criticism of the manuscript, approval of the final version. Javier Martín-Vallejo: Manuscript writing, revision criticism of the manuscript, approval of the final version. Waseem M. Hajjar: Manuscript writing, revision criticism of the manuscript, approval of the final version. All authors read, and they approved the final version of the article.

REFERENCES

- ABTO. (2019). Associação Brasileira de Transplante de Órgãos. Brazilian Organ Transplantation Society. www.abto.org.br/
- Alam, A. A. (2007). Public Opinion on Organ Donation in Saudi Arabia. *Saudi Journal of Kidney Diseases and Transplantation*, 18(1), 54–59.
- Alvarez, N. A. R., & Valencia, R. D. A. (2011). Conocimiento y actitudes frente a la donación y trasplante de órganos en pacientes que acuden a consulta externa del Hospital Quito No1 Policía Nacional durante el periodo de junio a julio del 2011 en la ciudad de Quito [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/4429/TESIS%20DISERTACION.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Ambiàs-Novellas, J., Murray, S. A., Espauella, J., Martori, J. C., Oller, R., Martínez-Muñoz, M., Molist, N., Blay, C., & Gómez-Batiste, X. (2016). Identifying patients with advanced chronic conditions for a progressive palliative care approach: A cross-sectional study of prognostic indicators related to end-of-life trajectories. *BMJ Open*, 6(9), e012340. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-012340>
- Aykas, A., Uslu, A., & Şimşek, C. (2015). Mass Media, Online Social Network, and Organ Donation: Old Mistakes and New Perspectives. *Transplantation Proceedings*, 47(4), 1070–1072. <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2014.09.182>
- Burra, P., De Bona, M., Canova, D., D'Aloiso, M. C., Germani, G., Rumiati, R., Ermani, M., & Ancona, E. (2005). Changing Attitude to Organ Donation and Transplantation in University Students During the Years of Medical School in Italy. *Transplantation Proceedings*, 37(2), 547–550. <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2004.12.255>
- Cameron, A. M. (2015). Social Media and Organ Donation: The Facebook Effect. *Journal of Legal Medicine*, 36(1), 39–44. <https://doi.org/10.1080/01947648.2015.1049916>

- Cheston, C. C., Flickinger, T. E., & Chisolm, M. S. (2013). Social Media Use in Medical Education: A Systematic Review. *Academic Medicine*, 88(6), 893–901. <https://doi.org/10.1097/ACM.0b013e-31828ffc23>
- Coelho, G. H. de F., & Bonella, A. E. (2019). Doação de órgãos e tecidos humanos: A transplantação na Espanha e no Brasil. *Revista Bioética*, 27(3), 419–429. <https://doi.org/10.1590/1983-80422019273325>
- Coelho, J. C. U., Cilião, C., Parolin, M. B., Freitas, A. C. T. de, Gama Filho, Ó. P., Saad, D. T., Pistori, R. P., & Martone, D. (2007). Opinião e conhecimento da população da cidade de Curitiba sobre doação e transplante de órgãos. *Revista Da Associação Médica Brasileira*, 53(5), 421–425. <https://doi.org/10.1590/S0104-42302007000500018>
- Cucchetti, A., Zanello, M., Bigonzi, E., Pellegrini, S., Cescon, M., Ercolani, G., Mazzotti, F., & Pinna, D. (2012). The use of social networking to explore knowledge and attitudes toward organ donation in Italy. *Minerva Anestesiologica*, 78(10), 1109–1116.
- Desmon, S. (2012). Facebook to Ask Users to Share Organ Donor Status. Johns Hopkins. https://www.hopkinsmedicine.org/news/media/releases/facebook_to_ask_users_to_share_organ_donor_status
- Falomir-Pichastor, J. M., Berent, J. A., & Pereira, A. (2013). Social psychological factors of post-mortem organ donation: A theoretical review of determinants and promotion strategies. *Health Psychology Review*, 7(2), 202–247. <https://doi.org/10.1080/17437199.2011.570516>
- Garcia, G. G., Harden, P., & Chapman, J. (2012). The global role of kidney transplantation. *The Lancet*, 379(9820), e36–e38. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60202-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60202-5)
- GODT. (2016). Global Observatory on Donation and Transplantation. <http://www.transplant-observatory.org/>
- Grinyo, J. M. (2013). Why Is Organ Transplantation Clinically Important? *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 3(6), a014985–a014985. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a014985>
- Gross, T., Martinoli, S., Spagnoli, G., Badia, F., & Malacrida, R. (2001). Attitudes and Behavior of Young European Adults Towards the Donation of Organs—A Call for Better Information. *American Journal of Transplantation*, 1(1), 74–81. <https://doi.org/10.1034/j.1600-6143.2001.010114.x>
- Hajjar, W. M., Bin Abdulqader, S. A., Aldayel, S. S., Alfardan, A. W., & Alzaidy, N. I. (2016). Knowledge, Attitudes, and Beliefs Toward Organ Donation Among Social Media Users. *Transplantation Proceedings*, 48(7), 2418–2422. <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2016.02.097>
- Haustein, S. V., & Sellers, M. T. (2004). Factors associated with (un)willingness to be an organ donor: Importance of public exposure and knowledge. *Clinical Transplantation*, 18(2), 193–200. <https://doi.org/10.1046/j.1399-0012.2003.00155.x>
- Henderson, M. L., Clayville, K. A., Fisher, J. S., Kuntz, K. K., Mysel, H., Purnell, T. S., Schaffer, R. L., Sherman, L. A., Willock, E. P., & Gordon, E. J. (2017). Social media and organ donation: Ethically navigating the next frontier. *American Journal of Transplantation*, 17(11), 2803–2809. <https://doi.org/10.1111/ajt.14444>
- Holman, A., Karner-Huțuleac, A., & Ioan, B. (2013). Factors of the Willingness to Consent to the Donation of a Deceased Family Member's Organs Among the Romanian Urban Population. *Transplantation Proceedings*, 45(9), 3178–3182. <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2013.05.009>
- Hyde, M. K., & White, K. M. (2010). Exploring Donation Decisions: Beliefs and Preferences for Organ Donation in Australia. *Death Studies*, 34(2), 172–185. <https://doi.org/10.1080/07481180903492604>
- INDOT. (2020). Instituto Nacional de Donación y Trasplantes de Órganos, Tejidos y Células. <http://www.donaciontrasplante.gob.ec/indot/>
- International Registry in Organ Donation and Transplantation. (2020). Open Data Resource. <http://www.irodat.org/?p=database&c=ES>
- Irving, M., Zoete, V., Hebeisen, M., Schmid, D., Baumgartner, P., Guillaume, P., Romero, P., Speiser, D., Luescher, I., Rufer, N., & Michielin, O. (2012). Interplay between T Cell Receptor Binding Kinetics and the Level of Cognate Peptide Presented by Major Histocompatibility Complexes Governs CD8 + T Cell Responsiveness. *Journal of Biological Chemistry*, 287(27), 23068–23078. <https://doi.org/10.1074/jbc.M112.357673>
- Kaur, D., & Ajinkya, S. (2012). Factors associated with organ donation. *North American Journal of Medical Sciences*, 4(10), 514. <https://doi.org/10.4103/1947-2714.102011>
- Lunney, J. R. (2003). Patterns of Functional Decline at the End of Life. *JAMA*, 289(18), 2387. <https://doi.org/10.1001/jama.289.18.2387>
- Marodin, G., França, P., Rocha, J. C. C. da, & Campos, A. H. (2012). Biobanking for health research in Brazil: Present challenges and future directions. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 31(6), 523–528. <https://doi.org/10.1590/S1020-49892012000600012>
- Matesanz, R., Domínguez-Gil, B., Coll, E., Mahillo, B., & Marazuela, R. (2017). How Spain Reached 40 Deceased Organ Donors per Million Population. *American Journal of Transplantation*, 17(6), 1447–1454. <https://doi.org/10.1111/ajt.14104>
- MERCOSUR y Estados Asociados. (2011). Primer Reporte de Vigilancia de Enfermedades No Transmisibles (ENT). <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2012/ENT-I-Reporte-Vigilancia-2011.pdf>
- Ministério da Saúde do Brasil. (2013). Diretrizes para o cuidado das pessoas com doenças crônicas nas redes de atenção à saúde e nas linhas de cuidado prioritárias. http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes%20cuidado_pessoas%20doencas_cronicas.pdf
- Morgan, S. E., & Miller, J. K. (2002). Beyond the Organ Donor Card: The Effect of Knowledge, Attitudes, and Values on Willingness to Communicate About Organ Donation to Family Members. *Health Communication*, 14(1), 121–134. https://doi.org/10.1207/S15327027HC1401_6
- Nowak, E., Pfitzner, R., Koźlik, P., Kozynacka, A., Durajski, Ł., Wasilewski, G., & Przybyłowski, P. (2014). Brain Death Versus Irreversible Cardiac Arrest—The Background and Consequences of Young People's Opinions on Stating Death in Polish Transplantation. *Transplantation Proceedings*, 46(8), 2530–2534. <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2014.09.037>
- Pacheco, D. F., Pinheiro, D., Cadeiras, M., & Menezes, R. (2017). Characterizing Organ Donation Awareness from Social Media. 2017 IEEE 33rd International Conference on Data Engineering (ICDE), 1541–1548. <https://doi.org/10.1109/ICDE.2017.225>
- Pan American Health Organization and World Health Organization. (2015). PAHO Mortality Data. <https://hiss.paho.org/pahosys/grp.php#>
- Pan American Health Organization and World Health Organization & World Health Organization. (2014). Prevención integral de las enfermedades crónicas no transmisibles – ENT. https://www.paho.org/ecu/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=comunicacion-social&alias=509-boletin-informativo-n0-32-junio-2014-1&Itemid=599
- Ríos, A., López-Navas, A., Ayala-García, M. A., Sebastián, M. J., Abdo-Cuza, A., Alán, J., Martínez-Alarcón, L., Ramírez, E.-J., Muñoz, G., Palacios, G., Suárez-López, J., Castellanos, R., González

- lez, B., Martínez, M. A., Díaz, E., Nieto, A., Ramírez, P., & Parrilla, P. (2013). Actitud hacia la donación de órganos del personal no sanitario de hospitales de España, México, Cuba y Costa Rica. *Nefrología*, 33. <https://doi.org/10.3265/Nefrologia.pre2013.Jun.11296>
- Ríos, A., López-Navas, A. I., Navalón, J. C., Martínez-Alarcón, L., Ayala-García, M. A., Sebastián-Ruiz, M. J., Moya-Faz, F., Garrido, G., Ramírez, P., & Parrilla, P. (2015). The Latin American population in Spain and organ donation. Attitude toward deceased organ donation and organ donation rates. *Transplant International*, 28(4), 437–447. <https://doi.org/10.1111/tri.12511>
- Rodrigues, J. J. P. C. (Ed.). (2014). *Advancing Medical Practice through Technology: Applications for Healthcare Delivery, Management, and Quality*. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-4619-3>
- Rudge, C., Matesanz, R., Delmonico, F. L., & Chapman, J. (2012). International practices of organ donation. *British Journal of Anaesthesia*, 108, i48–i55. <https://doi.org/10.1093/bja/aer399>
- Shi, J., & Salmon, C. T. (2018a). Identifying Opinion Leaders to Promote Organ Donation on Social Media: Network Study. *Journal of Medical Internet Research*, 20(1), e7. <https://doi.org/10.2196/jmir.7643>
- Shi, J., & Salmon, C. T. (2018b). Identifying Opinion Leaders to Promote Organ Donation on Social Media: Network Study. *Journal of Medical Internet Research*, 20(1), e7. <https://doi.org/10.2196/jmir.7643>
- Smith, S. W., Hitt, R., Park, H. S., Walther, J., Liang, Y. (Jake), & Hsieh, G. (2016). An Effort to Increase Organ Donor Registration Through Intergroup Competition and Electronic Word of Mouth. *Journal of Health Communication*, 21(3), 376–386. <https://doi.org/10.1080/10810730.2015.1095815>
- Stefanone, M., Anker, A. E., Evans, M., & Feeley, T. H. (2012). Click to “Like” Organ Donation: The Use of Online Media to Promote Organ Donor Registration. *Progress in Transplantation*, 22(2), 168–174. <https://doi.org/10.7182/pit2012931>
- Sussman, S., Baezconde-Garbanati, L., Unger, J., Wipfli, H., & Palinkas, L. (2018). Translating Health Behavior Interventions Across Nations. *Research on Social Work Practice*, 28(5), 546–557. <https://doi.org/10.1177/1049731517718360>
- UNOS. (2017). The United Network for Organ Sharing. <https://unos.org/data/>
- U.S. Department of Health & Human Services. (2019). National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion. <https://www.cdc.gov/chronicdisease/about/index.htm>
- Wakefield, C., Watts, K., Homewood, J., Meiser, B., & Siminoff, L. (2010). Attitudes toward organ donation and donor behavior: A review of the international literature. *Progress in Transplantation*, 20(4), 380–391. <https://doi.org/10.7182/prtr.20.4.p54651601pg80183>
- World Health Organization. (2013). 10 facts on noncommunicable diseases. https://www.who.int/features/factfiles/noncommunicable_diseases/facts/es/
- World Health Organization. (2018). Global Health Estimates 2016: Deaths by Cause, Age, Sex, by Country and by Region, 2000-2016. https://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/en/
- World Health Organization. (2019). World Health Organization. <https://www.who.int>

MINERÍA DEL CARBÓN Y PROCESOS DE DESPOSESIÓN EN LOTA ALTO – CHILE

Nicolás Matías Baldovin Saavedra¹, Johana Paola Calles Ortiz^{2*}

¹ Investigador Independiente, Chile

² Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra. Carrera de Arquitectura

*Autor para correspondencia: callespaola2@gmail.com

Recibido: 2019/09/25

Aprobado: 2020/05/29

DOI: <https://doi.org/10.26621/XVI22.2020.06.A04.PUCESI.2550.6684>

RESUMEN

A través de los años, hemos sido testigos de los múltiples problemas asociados a los procesos de desposesión en los países de Latinoamérica y del mundo, generados por la fuerza aplastante de las grandes compañías que viven de las actividades extractivas. Problemas que, en muchas ocasiones, no solo empiezan al momento de crear e implantar una fábrica de hacer dinero en el territorio, modificándolo y destruyéndolo; por el contrario, los conflictos también ocurren con las diferentes dinámicas que se producen en su desarrollo, proceso de funcionamiento y posterior declive o cierre. Es así que el presente artículo busca poner de manifiesto una de las vivencias más duras que un sistema social puede atravesar, como aquel producto de las actividades extractivas en un modelo de company town; en este estudio, se analiza el implantado en Lota Alto-Chile a mediados del siglo XIX; dicho caso será analizado desde una dimensión socio-espacial crítica, en donde se ubican como grandes protagonistas a los mineros y sus familias.

Palabras clave: Tejido social; memoria colectiva; cierre de minas; patrimonio inmaterial.

ABSTRACT

Through the years, we have been witnesses of multiple problems associated with the processes of dispossession in the countries of Latin America and the world; generated by the overwhelming force of the large companies that live off extractive activities. Problems that in many times, not only begin at the moment of creating and implanting a factory to make money in the territory, modifying and destroying it, rather issues occur with the different dynamics that produce in their development, process of operation and subsequent decline or closure. That is why, the article look for showing one of the hardest experiences that a social system may go through, like the extractive product activities in a company town model; in this study, the implemented in Lota Alto-Chile in the mid-nineteenth century, this case will be analyzed from a critical socio-spatial dimension, where the miners and their families are the main protagonists.

Keywords: social fabric; collective memory; closing of mines; intangible heritage.



INTRODUCCIÓN

En este artículo, se pretende poner en valor las relaciones sociales y las dinámicas comunitarias que existieron y prevalecen en torno a las actividades extractivas de Lota en Chile, considerando para este caso que la fuerza principal para cualquier desarrollo de tipo económico es la empleada por el proletario (el minero en nuestro análisis).

Se pretende identificar la influencia que tuvo el sistema de company town en las relaciones sociales de los mineros y sus familias, tomando en cuenta que fue un sistema que se extendió por más de 120 años en Lota; de este modo, se generó modelos de comportamiento basados en la solidaridad y en la comunidad. Por lo tanto, se busca analizar el modelo de company town, impuesto por grupos económicos extranjeros y nacionales a finales del siglo XIX, toda vez que

En Chile, los company towns surgieron a la vera de los proyectos mineros, como formulación urbana e industrial específica del modelo productivo implementado y de las características geográficas de las respectivas regiones del país, primero vinculados con la industria del carbón, luego con la del salitre y más tarde con la industria del cobre. (Garcés, O'Brien y Cooper 2010, p.94)

En este sistema, implantado por las élites económicas, el espacio urbano se transforma en un mecanismo de producción, adquiriendo características espaciales las cuales no solo modifican y determinan la estructura territorial, sino que también influyen en las interacciones de los diferentes grupos sociales que son componentes del sistema.

Finalmente, se intentará constatar el actual estado de la experiencia comunitaria, esto es, si ésta asume o mantiene en la actualidad las mismas características, considerando como punto de inflexión el cierre de la mina de Lota a finales de los años 90, el colapso de la actividad extractiva primaria local y el re direccionamiento hacia nuevos modelos económicos.

Antecedentes históricos y contexto geográfico

La ciudad y comuna de Lota se sitúa en la costa del centro-sur de Chile, Región del Bío-Bío, en el extremo norte del Golfo de Arauco. Inicialmente establecida como caserío indígena dedicado a la agricultura y a la pesca de subsistencia, Lota estaba ubicada en antiguo territorio mapuche al sur de la frontera histórica del río Bío-Bío, pero posteriormente focalizó su principal actividad económica en la minería del carbón (Reyes, Rodríguez y Medina, 2014).

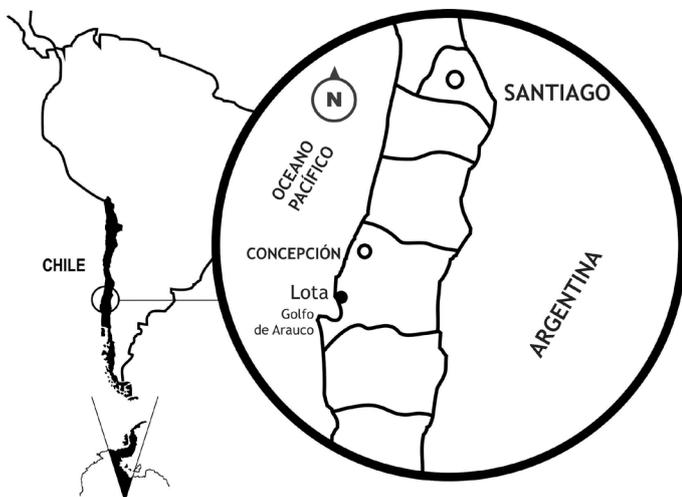


Figura 1. Contexto geográfico de Lota, VIII región-Chile (Fuente: Reyes, Rodríguez y Medina 2014, p.241)

La importancia de la zona en cuanto a yacimiento minero era ya conocida desde la época de la conquista española,

[...] pero su aprovechamiento era escaso en el uso doméstico, puesto que la abundancia de leña lo hacía innecesario. Con la apertura producida en los años de la emancipación, aumentó el flujo de navíos extranjeros, a la vez que se iniciaba el proceso de radicación de los núcleos foráneos en el país. Fueron los marinos y viajeros los primeros en apreciar las posibilidades de explotación del mineral negro con fines comerciales. La mayoría eran británicos, deben agregarse a ellos los agentes diplomáticos del gobierno inglés, que en sus informes hicieron referencia al carbón chileno. (Mazzei de Grazia 1997, p.138)

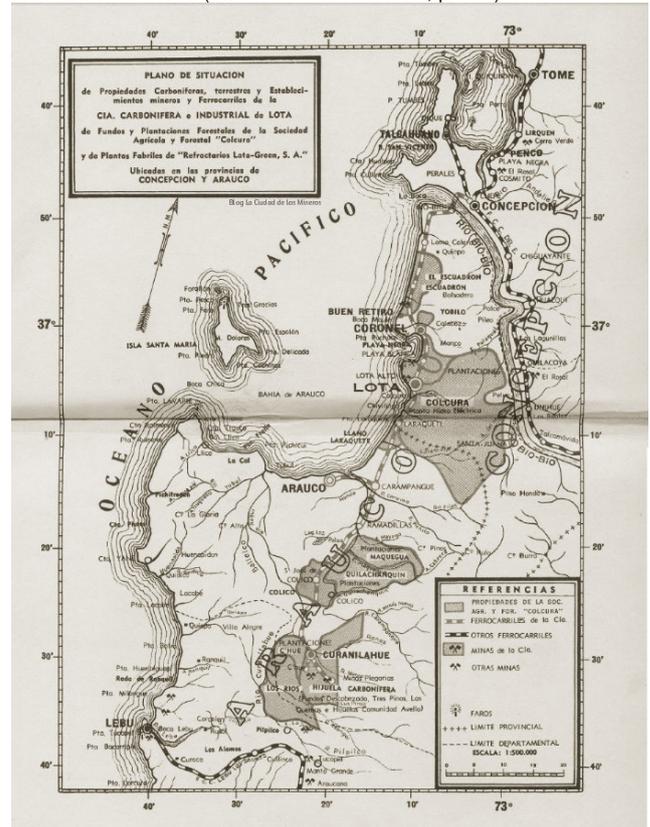


Figura 2. Cuenca del carbón, VIII Región- Chile (Fuente: Artoquiza y Galleguillos 1952, p.128)

Pero hay que esperar hasta mediados del siglo XIX, cuando el industrial chileno Matías Cousiño adquiere la hacienda de Colcura, situada en las inmediaciones de la ciudad, para explotar los vastos yacimientos carboníferos existentes (López y Vidal 2012). Junto con las comunas de Lebu, Arauco, Curanilahue y Coronel, es parte de la históricamente llamada "cuenca del carbón" (véase Figura 2), en la cual se desarrollaron las primeras actividades extractivas industrializadas de Chile. Lota, durante su existencia y desarrollo,

[...] se constituyó en la primera ciudad industrial del país y en ella, antes que en Santiago, se implementó, producto de la potencialidad del trabajo extractivo de carbón, la telefonía de superficie y subterránea en los túneles, el alumbrado con una planta hidroeléctrica, redes de gas, calefacción domiciliaria, ascensores para bajar y subir a los piques, un tren subterráneo para conducir a los trabajadores y extraer el mineral. (Reyes, Rodríguez y Medina 2014, p.241).

Paralelamente con las salitreras en el norte del país, fue el lugar de nacimiento del capitalismo chileno (Medina y Varas, 2013), así como, de forma consecuente, de los primeros asalariados proletarios del país, cuna de los movimientos sindicales obreros y sus reivindicaciones sociales durante los siglos XIX-XX.

Marco Conceptual

El presente artículo, como ya se ha manifestado previamente, está basado en el modelo urbano-industrial de company town desarrollado desde 1852 en la ciudad de Lota; se establece un marco conceptual que analizará las características y conformación de las mismas y sus diferentes dinámicas.

Company Towns o colonias obreras

El objetivo de la configuración de las company towns (en adelante CT) se enmarca en obtener el máximo rendimiento productivo en beneficio de la fábrica; generando así un sistema cerrado de organización.

La idea de construir ciudades alrededor de las fábricas para alojar a los empleados se puede decir que nace junto a la primera manufactura; en América se afianza en el marco político derivado de la filosofía de Hamilton, a finales del año 1700. La ciudad-fábrica es la utopía del capitalismo empeñado en edificar un sistema económico que no se base ya en la tierra, sino que esté realizado por las máquinas: sin generalizar, se puede afirmar que las company-town es un ideal que explicita la transformación de la base económica de la nación americana y un modelo que interpreta el mito del primer capitalismo al de una sociedad perfecta al servicio de la manufactura. (Ciucci, Dal Co, Manieri-Elia, y Tafuri 1975, p.203)

Uno de los primeros ejemplos de este tipo de desarrollo fue el de las ciudades de Paterson, New Jersey, y el más destacable, en Lowell, Massachusetts. Posterior a ello y en la época que precede la guerra civil, un ejemplo interesante de company town es el de Manchester, New Hampshire. (Ibidem, 1975).

Asimismo, el episodio más representativo en relación a las company towns es sin duda la construcción de la ciudad de Pullman, fuera de los límites de Chicago; fundada por George Mortimer Pullman en 1880, esta CT proporcionó a sus empleados viviendas, iglesia, biblioteca, centros de entretenimiento, mercados y más servicios, funcionando con éxito hasta el año 1893, cuando empezó su declive.

Podemos mencionar, así, que “las Company Towns se instalan en la historia del urbanismo como una manufacturera urbana organizada por un proyecto de ingeniería y arquitectura que formaliza y distribuye las edificaciones del área industrial, los equipamientos y la residencia, en un conjunto que alcanza una organización física, productiva y social.” (Garcés 2003, p.132)

Implantación de las Company Towns en Chile

Chile, a través del tiempo, se ha caracterizado por fortalecer su sistema económico a través de actividades extractivas mineras. Esto ha significado que bajo determinadas circunstancias, se implanten en el país modelos de producción foráneos, pero siempre considerando las particularidades de cada una de sus regiones. Estos son los casos de las CT en las regiones del Bío-Bío en el sur y Antofagasta en el Norte Grande a finales del siglo XIX. Se considera que este modelo hizo posible la construcción de asentamientos como Chuquicamata (1915), Potrerillos (1919) o Sewell (1905), que se destaca como un «ejemplo excepcional del fenómeno global de las ciudades obreras», por lo que fue nombrado Patrimonio de la Humanidad en 2006.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación corresponde a un estudio de caso, con un enfoque cualitativo y descriptivo, mediante la utilización de determinantes.

Así, consideramos el análisis de la dimensión socio-espacial, la cual influye en el desarrollo de modelo de CT implantado en Lota; se asume pues que el territorio y las relaciones sociales que ahí ocurren son el punto de partida para identificar y entender la vida en este parque minero y cómo estas condicionantes y sus dinámicas influyeron en los procesos de desposesión en Lota Alto- Chile.

Análisis socio-espacial en Lota

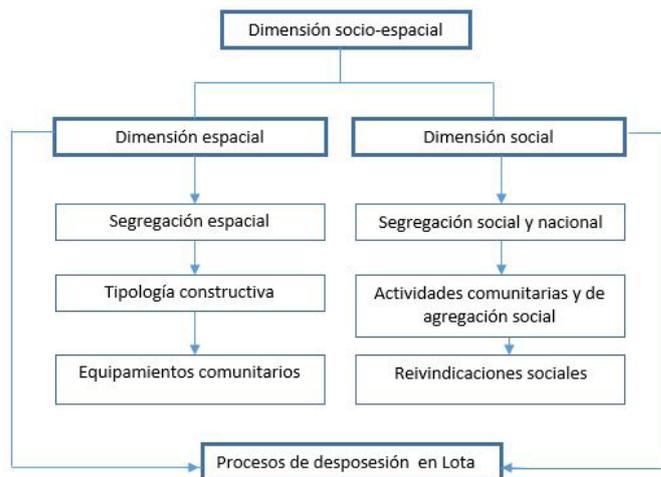


Figura 3. Esquema de relación dimensional. (Fuente: Elaboración propia)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- Dimensión espacial

Se analizan tres aspectos espaciales que influyen en la vida en comunidad desarrollada en Lota Alto; entre ellos, la segregación espacial, la tipología constructiva y los equipamientos comunitarios.

Segregación espacial

Hacia fines del siglo XIX e inicios del XX, la ciudad de Lota se articulaba en “[...] dos áreas claramente reconocibles: Lota Bajo, en la planicie costera; y Lota Alto, en los cerros al noroeste de la cordillera de Nahuelbuta e inmediatos al mar” (López y Vidal 2012, p.150); la diferenciación entre estas dos áreas de la ciudad se debe a la morfología del terreno y al espacio útil para el desarrollo urbanístico de la ciudad. Debido a la planicie en la cual surgía, la ciudad baja presentaba una planta regular con “construcciones desordenadas y de mala calidad (Ortega 1992, p.136), vinculada directamente con el puerto y muelle de Lota, donde, antes de la construcción del Canal de Panamá, las naves a vapor se abastecían de carbón para la travesía desde y hacia el Estrecho de Magallanes. “Lota bajo era por el día un activo centro comercial y administrativo; por las noches, su vida estaba dominada por la algarabía, las diversiones y el alcohol. Y también por las riñas, los asaltos y los robos” (Ortega, 1992).

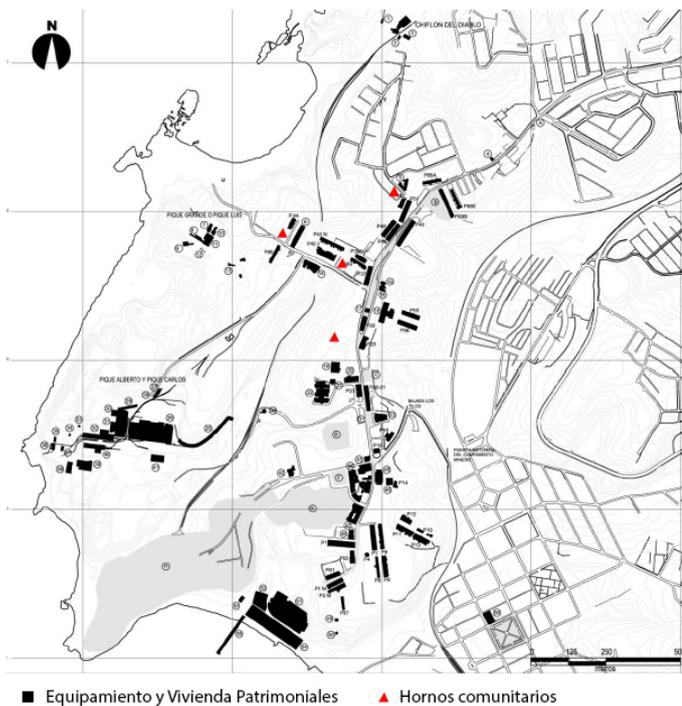


Figura 4. Lota Alto, Chile (Mapa e información extraída desde: López 2010,403).

En cambio, en Lota Alto, se encontraban las construcciones de la “Compañía del Carbón”, diferenciadas jerárquicamente en base a la posición ocupada dentro de la empresa. Un área estaba habitada por “el personal técnico, los gerentes y la capa administrativa superior, era de buenas casas que rodeaban a los edificios de la empresa; una zona de transición donde se encontraban la iglesia, el teatro y el comercio, la separaban de los galpones que constituían las habitaciones de los mineros.” (Ortega, 1992).

Esta segregación estaba basada en las desigualdades sociales entre empleados de la empresa y los mineros y sus familias, no solo debido a “diferencias entre sus remuneraciones”, sino también por los beneficios y deferencias que hacía la “Compañía del Carbón” entre sus trabajadores. Tanto así que incluso los “lugares de ocio y recreación también estaban delimitados” existiendo edificios destinados a uno u otro grupo social (Sanzana, 2015).

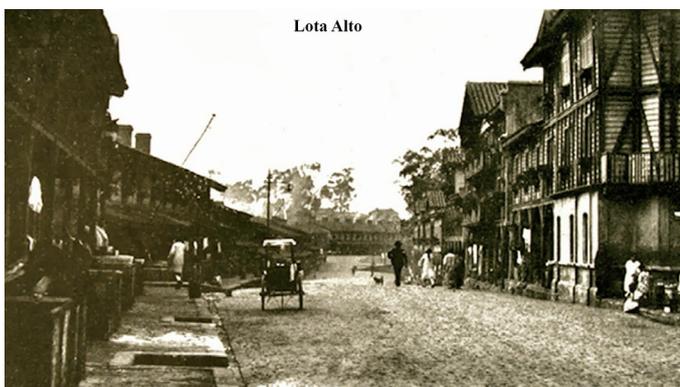


Figura 5. Lota Alto, inicios del siglo XX. (Extraído desde <http://www.chiledel1900.blogspot.com>)

Tipología constructiva



Figura 6. Lota Alto, pabellón 83. (Extraído desde <http://www.chiledel1900.blogspot.com>)

La tipología constructiva para las habitaciones de los mineros eran los llamados “pabellones”: grandes naves de madera en dos plantas, mal iluminadas y ventiladas, que servían prácticamente solo de dormitorio; en dichas estancias, muchas veces se practicaba la costumbre de “camas calientes”, donde más de una familia utilizaba una cama común en base a los turnos de los mineros en los “piques”.

Los pabellones se articulaban en la topografía de los cerros alrededor de la vía principal de acceso al poblado; eran por lo general edificios de dos plantas, algo también conocido como estructura mixta: la parte inferior construida en ladrillo y la superior en madera, con una galería transversal como eje de distribución y acceso a las habitaciones-viviendas.

Aunque las habitaciones eran ofrecidas por la empresa a los mineros como parte de pago por su trabajo, estas eran de pésima calidad, de reducidas dimensiones y sin servicios básicos como agua potable o alcantarillado, además de no poseer ventanas, esto es, iluminación y ventilación natural. En otras palabras, “una habitación servía de cocina, comedor y estar; otra de dormitorio para toda la familia, generalmente numerosa. Los alrededores inmediatos servían de botadero de basura y escusado.” (Ortega, 1992).

Equipamientos comunitarios

Hacia fines del siglo XIX y comienzos del XX, hubo intentos de mejoramiento en las condiciones de vida de los mineros, especialmente en lo relativo a la pésima infraestructura existente en lo que respecta “a vivienda, salud e higiene y educación” (Ortega 1992, p.137); sin embargo, esta situación continuó casi hasta nuestros días. A principios del siglo pasado, la falta de equipamiento otorgado por la empresa a los mineros era crónica; los implementos eran precarios o casi inexistentes, se limitaban a los lavaderos y hornos comunitarios en los alrededores de los pabellones (López, 2010).



Figura 7. Lota Alto, lavaderos comunes. (Extraído desde <http://ww2.educarchile.cl>).

En esta ciudadela industrial se crean además espacios comunes, que son utilizados por los obreros y sus familias en el desarrollo de las actividades cotidianas; estas actividades fortalecen la vida comunitaria y la cohesión social en Lota. Una de estas estructuras era la de los hornos comunitarios: “tipología única y hasta exclusiva de Lota Alto. Expresa la estructura de relaciones sociales propia de los asentamientos mineros. Reflejan el origen de Lota como una adaptación local de la tipología de los falansterios de Fourier. Continúan funcionando y se destacan como articuladores de la vida comunitaria”. (López 2010)

Así también los lavaderos públicos gratuitos, que se localizan en todos los barrios de Lota Alto, poseen amplias y cómodas bateas de cemento y abundante agua potable; todo ello se encuentra “disponible para las amas de casa” (Astorquiza y Galleguillos 1952); dichos espacios fortalecen la convivencia y la vida comunitaria.

- Dimensión Social

Aquí destaca el análisis de las condiciones o acciones inmersas en el desarrollo del ámbito social de la vida del minero y su entorno, entre ellas la segregación social, las actividades comunitarias y de agregación social, así como las reivindicaciones sociales.

Segregación social

En Lota se desarrolló una sinergia en torno a las actividades mineras, que incluye la actuación de diferentes grupos sociales con características propias y específicas; ello derivó en la distinción en el trato y beneficios dirigidos a pocos. Considerando al grupo social, protagonista del progreso minero, conocemos que “...en Lota se desarrolla una cultura del trabajo que penetró todos los intersticios de la ciudad. Se constituyó una clase social proletaria, con identidad laboral y con componentes ideológicos socialistas y sindicalistas, apoyada siempre por periódicos y folletos doctrinarios que divulgaron el ideario socialista” (Reyes, Rodríguez y Medina 2014).

En esta estructura social se estableció una marcada diferencia entre los beneficios propios de la clase dominante y los obreros, así como también una segregación por el género, evidenciada en el uso de los espacios comunes en Lota; en donde el casino, el local del sindicato, las canchas de fútbol, las bodegas y otros espacios eran frecuentados únicamente por los hombres, quienes los utilizaban para su esparcimiento y la organización. Mientras que los lugares exclusivos para la sociabilidad femenina eran los hornos y los lavaderos comunes, aprovechados para la conversación de temas familiares; cabe señalar que en este entorno, además, se les permitía la opinión relacionada con los sindicatos y política (Sanzana 2015).

Otro tipo de distinción se reflejaba en la segregación basada sobre principios nacionales, considerando el arribo a Lota a mediados del siglo XIX, de técnicos e ingenieros ingleses: “Con el tiempo se tendió a una diferenciación cada vez más profunda, entre los extranjeros adscritos a las compañías y el grueso de la población. Clásica es al respecto la distinción entre Lota Alto y Lota Bajo. Aquella era el lugar de residencia de los técnicos, ingenieros, administrativos y del empresariado criollo” (Mazzei de Grazia 1997).

Actividades comunitarias y de agregación social

Condicionados por la estructura espacial y la dinámica establecida como un sistema cerrado de organización, en donde el modelo de funcionamiento es el establecido por una CT, se desarrolla en la ciudad un sentido de identidad basado en la vida comunitaria; en esta dinámica, se establece una serie de actividades que fortalecen las relaciones sociales entre las familias mineras.

“La creación de diversas agrupaciones sociales, deportivas y culturales promovidas por la Compañía, contribuyó a generar un rico patrimonio cultural vinculado a la música, el deporte, la artesanía y el arte en general.” (López 2010). Muchas de las actividades sociales y culturales desarrolladas en Lota se manifiestan por iniciativa de la Compañía, que proyecta la idea de “brindar beneficios a sus empleados”; creando así el Departamento de Bienestar, encargado de promover actividades recreativas y de servicios, lo que aminoraba los problemas de pobreza de los mineros y sus familias, pero sin llegar a eliminarlos de su vida cotidiana (Sanzana 2015).

Reivindicaciones sociales

El modelo de CT, implantado en Lota, fortaleció las relaciones sociales de la familia minera que se desarrolló en condiciones difíciles de pobreza y que a pesar de ello se adaptó a vivir en un modelo urbano y de organización basado en reglas y condiciones de un grupo de poder; llevados por el ideal de paternalismo, marcaban a cada persona que pertenecía a este modelo. Así:

“Podríamos acercarnos a una definición de paternalismo industrial al considerar en este concepto un conjunto de mecanismos de control destinados a cubrir una serie de demandas sociales de los trabajadores, a saber, vivienda, salud, educación de los infantes, entretención y algunos aspectos de la sociabilidad, utilizados por las empresas para adaptar a sus operarios a las demandas al interior de las villas o poblados diseñados para su permanencia en las cercanías de las labores fabriles o extractivas, asegurando de esta forma la existencia de mano de obra segura y altamente adiestrada.” (Godoy, 2015)

En este campamento minero se evidenciaron además las duras condiciones del oficio, ya que “el trabajo se realizó en la profundidad de la tierra, de manera submarina y con una extensión que puede medirse en kilómetros; es riesgoso y distinto, y la actividad es considerada “titánica, heroica y fabulosa”(Reyes, Rodríguez y Medina 2014).

Estas precarias condiciones desarrolladas en el trabajo en las minas y la pobreza en Lota generaron el descontento de los mineros; quienes desde el inicio de la explotación; demostraron su inconformidad a través de protestas y resistencias espontáneas, para intentar llegar con sus demandas y necesidades a sus empleadores. “Lo reclamado por los trabajadores del carbón se centraba básicamente en el aumento de los salarios, pero también en el rechazo a que éste fuese pagado en fichas, al atraso en el pago de éstos, y las mejores condiciones laborales” (Sanzana 2015).

Estas primeras reivindicaciones espontáneas por parte de los obreros no cesaron con el paso de los años; al contrario, se fueron fortaleciendo y es así que, en el año 1903, las protestas dejaron víctimas mortales a causas de la represión de la Compañía y del Estado. Este acontecimiento marcó a los mineros, quienes crearon la primera Mancomunal de Lota, organizando posteriormente la huelga del carbón en 1919, para luego formar el primer sindicato de obreros del carbón, teniendo como objetivo la destrucción del sistema capitalista para dar paso a las mejoras económico- sociales de los obreros y sus familias (Sanzana 2015).

Procesos de desposesión en Lota

El cierre de la mina en el año 1997 se considera como un punto de inflexión en la vida de Lota como una CT; el fin de la empresa fue debido a la serie de inconvenientes que atravesó la industria carbonífera desde los años 60, debido a la hegemonía del petróleo frente al carbón y a los problemas políticos y sindicales en Chile. En el plano empresarial, dio como resultado la fusión entre las compañías de Lota y Schwager en Coronel en el año 1964 y posterior a ello su cambio de nombre a Empresa Nacional del Carbón S.A. en 1973. Estos acontecimientos fueron intentos por mantener a la compañía en funcionamiento; sin embargo, la crisis mundial del carbón y demás problemas asociados desembocaron en el cierre inminente y definitivo de la mina, según indica López (2011).

Este cierre definitivo no solo ocasionó el cese de la producción del carbón, generando pérdidas a nivel económico, sino también

La desaparición de la Company Town arrojó a sus habitantes al vacío, los dejó desvalidos y desamparados, desprotegidos frente a las vicisitudes propias del devenir cotidiano, obligándolos, además, a enfrentarse solos al duelo que significa la pérdida material y simbólica del escenario-ciudad que los alojó y contuvo mientras el proyecto funcionaba. (Reyes, Rodríguez y Medina, 2014).

El fin de las actividades mineras en Lota generó graves problemas sociales entre los mineros, quienes arraigaron su oficio y crearon una profunda identidad a partir de éste, llegando al punto de sentirse degradados al pensar en trabajos diferentes y perder su presunto “estatus”, perdurando ese sentimiento incluso años después del cierre de la mina. (Oyarzún, 2008).

Después de 120 años de actividades extractivas, en los cuales la ciudad de Lota adquirió una identidad basada en el trabajo sus mineros, que impulsaron su desarrollo, se pueden hacer propias las palabras de que sin duda “[...] el cierre del yacimiento supone la pérdida irrefutable de un imaginario, la confrontación a una existencia de ruina y la incapacidad de construir un proyecto vital. Es así como la experiencia en Lota es

profundamente dolorosa y fragmenta a sus habitantes entre un pasado que ya no existe, un presente de ruinas y un futuro de incertidumbre.” (Reyes, Rodríguez y Medina, 2014).

CONCLUSIONES

Lota Company Town existió debido a la debilidad del estado para satisfacer las necesidades de sus habitantes. En este vacío, creado por la ausencia del gobierno, arremetió el pater familias capitalista para proveer a sus trabajadores con infraestructuras y servicios básicos como habitación, educación y sanidad, pero además buscando regular el tiempo libre y los ratos de ocio de los mineros.

En este caso, la vida comunitaria resulta de la apropiación de aquellos espacios intersticiales, impensados por los arquitectos y diseñadores urbanos, los cuales en la realidad buscaban responder a necesidades propias del funcionamiento de la maquinaria industrial y con fines meramente económicos.

Después de la liquidación de la “Compañía del Carbón” y del cierre definitivo de la mina, el refundado estado neo-liberal chileno -con su concepción restrictiva e individualista del espacio público- ha ido destruyendo el tejido social que permitió el surgimiento de la experiencia comunitaria en Lota.

Los pabellones van cercando y delimitando su influencia a través de rejas y cierres físicos; de los hornos comunitarios ya queda solo alguno en funcionamiento; en resumen, se van apagando para siempre los espacios colectivos de Lota. A pesar de algunos vanos intentos por reconvertir y explotar estas vivencias en parques temáticos mineros y también pese a la aparente extinción de la vida comunitaria entre las familias mineras, lo que sobrevive en sus antiguos habitantes es la remembranza de una experiencia compartida y significativa, perdida quizás para siempre.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astorquiza, Octavio y Oscar Galleguillos. (1952). Cien años del carbón en Lota. 1852-1952. (Compañía Carbonífera e Industrial de Lota). Santiago, Chile.
- Ciucci, Giorgio, Francesco Dal Co, Mario Manieri-Elia y Manfredo Tafuri. (1975). La Ciudad Americana de la Guerra Civil al New Deal. Barcelona: Gustavo Gili, S.A.
- Garcés, Eugenio, Juan O'Brien y Marcelo Cooper. (2010, abril). Del asentamiento minero al espacio continental. Revista EURE, vol. 36, n°107.
- Garcés, Eugenio. (2003). Las ciudades del cobre: Del campamento de montaña al hotel minero como variaciones de la Company Town. Revista EURE, vol.24, n°88.
- Godoy, Milton. (2015). Las casas de la empresa: paternalismo industrial y construcción de espacio urbano en Chile. Lota, 1900-1950. Revista Universum, Vol. n°30, n°1.
- López, María Isabel y Claudia Vidal. (2012). Paisaje patrimonial y riesgo ambiental. Reocupación cultural y turística del espacio postminero en Lota, Chile. Revista de Geografía Norte Grande, n°52.
- López, María Isabel. (2011, junio). Identidad minera y desarrollo sustentable, el caso de la cuenca del carbón en Chile. Universidad del Bio Bio, Concepción, Chile.
- _____. (2010). Proyecciones del patrimonio cultural minero en Chile: la reocupación cultural y turística como estrategia de revitalización. El caso del territorio minero del Golfo de Arauco en Chile. Universidad Politécnica de Madrid - E.T.S. Arquitectura, Madrid.

- Mazzei de Grazia, Leonardo. (1997). La frontera carbonífera: 1840-1900. Revista Mapocho, n°31.
- Medina, Patricio y Alejandro Varas. (2013). Avance de Investigación. La mujer en la Lota de hoy. De la estructura patriarcal a la feminización de la ciudad.
- Ortega, Luis. (1992). La frontera carbonífera: 1840-1900. Revista Mapocho, n°31.
- Oyarzún Muñoz, Jorge (2008). Planes de Cierre Mineros - Curso Resumen. Recuperado a partir de <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-15564/Cierres%20mineros%20-%20Jorge%20Oyarz%C3%BAn.pdf>
- Reyes, Sonia, Juan Carlos Rodríguez y Patricio Medina. (2014, diciembre). El sufrimiento colectivo de una ciudad minera en declinación. El caso de Lota, Chile. Revista Horizontes Antropológicos, n°42.
- Sanzana Molina, Francisca. (2015). De la oscuridad de las minas a la oscuridad de un presente sin ellas: Crisis en la comunidad de Lota tras el cierre de las minas de carbón. Neoliberalismo y arraigo geográfico. 1964-2010. Universidad de Chile, Facultad Filosofía y Humanidades, Santiago, Chile.

RUTAS CULTURALES PARA LA CIUDAD DE MÉRIDA - VENEZUELA

Giselle A. Arnal Sandia¹

¹Universidad de Los Andes. Facultad de Ingeniería, Escuela Básica, Dpto. de Cs. Aplicada y Humanística. Mérida – Venezuela

Autor para correspondencia: herearnal@gmail.com

Recibido: 2020/03/11

Aprobado: 2020/05/29

DOI: <https://doi.org/10.26621/XVI22.2020.06.A05.PUCESI.2550.6684>

RESUMEN

Estudios acerca del patrimonio reconocen que el empoderamiento de la comunidad, dueña del patrimonio, es una de las principales acciones que conllevan a su conservación y preservación. Por sus características geográficas, históricas y sociales, es posible crear, en la ciudad de Mérida, una dinámica entre la puesta en valor de las edificaciones patrimoniales y las actividades turísticas que se desarrollan en ella, produciéndose una sinergia entre los actores, tal como lo establece la Carta de Turismo Cultural de ICOMOS (1999). A través de recorridos, las rutas culturales, como propuesta turística, permiten exaltar el patrimonio, siendo éste un producto que se da a conocer, se valora y se conserva, generando interés en el turista y los habitantes. Para lograr que la ruta cultural sea más que la comercialización de los espacios, es necesario establecer un inventario de los diferentes elementos patrimoniales arquitectónicos, identificando sus características y valores, para así catalogar los elementos patrimoniales en diferentes hilos conductores. En conclusión, la creación de rutas culturales bajo diferentes temáticas permitirá crear una sinergia entre el turismo existente y el patrimonio, así como educar a la población desde la edad escolar, y asegurar la participación activa de los habitantes en la preservación del patrimonio.

Palabras clave: patrimonio arquitectónico, rutas culturales, turismo cultural.

ABSTRACT

Heritage Studies recognize that the empowerment of the community, owner of the heritage, is one of the main actions that lead to its conservation and preservation. Due to its geographical, historical and social characteristics, it is possible to create a dynamic in the Mérida city, between the enhancement of the heritage assets and the tourist activities developed in it, producing a synergy between the actors, as established by the Cultural Tourism Charter of ICOMOS (1999). Through cultural routes, as a tourism proposal, heritage can be exalted, becoming a product that is known, assessed and preserved, generating interest in the tourist and the inhabitants. In order to accomplish a cultural route that is more than the commercialization of spaces, it is necessary to establish an inventory of the different architectural patrimonial assets, identifying their characteristics and values, cataloging the patrimonial elements in different conducting threads. Thus, the creation of cultural routes under different themes will create a synergy between existing tourism and heritage, as well as educate the population starting at school age, and ensure the active participation of the inhabitants in the preservation of its heritage.

Keywords: architectural heritage, cultural routes, cultural tourism.



INTRODUCCIÓN

El empoderamiento de la comunidad está estrechamente ligado al éxito de la conservación y preservación del patrimonio. La Declaración de Florencia de ICOMOS (2014) hace hincapié en la necesidad de comprometer a la comunidad, creando propuestas participativas que apunten a que esta aprecie su patrimonio, invitándola además a proteger la integridad y autenticidad del mismo y de sus tradiciones. Solo a través de estas actividades será posible lograr una comunidad empoderada.

Por tal motivo, organismos cuya labor está asociada con la protección del patrimonio, tales como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura – UNESCO, el International Council on Monuments and Sites – ICOMOS y el Consejo de Europa, se han abocado a crear propuestas de preservación del patrimonio que empoderen a la comunidad, integrando la posibilidad de percibir beneficios socio-económicos y culturales como consecuencia de la conservación.

La puesta en práctica del desarrollo de rutas culturales ha tenido una gran acogida en diferentes lugares, y ha encontrado respaldo tanto en el ámbito público como en el privado. Las rutas culturales son una actividad de turismo cultural que permiten, a través de recorridos, exaltar el patrimonio, produciéndose una sinergia entre propios y visitantes, donde el patrimonio es un producto que se da a conocer y se reconoce, se valora y se conserva para mantener el interés. La esencia de las rutas culturales encuentra cabida y respaldo en diferentes documentos de ICOMOS (1987, 2008 y 2014), en particular en la Carta Internacional Sobre Turismo Cultural (1999) la cual establece una serie de pautas a seguir que buscan crear un equilibrio entre el patrimonio y el turismo, entre la comunidad anfitriona y la visitante, entre el desarrollo de la comunidad y la preservación del patrimonio.

El Consejo de Europa, a través del Instituto Europeo de Itinerarios Culturales, fomenta la creación de estas rutas, a fin de exaltar la memoria y la identidad de Europa (Berti, 2015a). Tal es el caso de La Ruta del Árbol de Olivo que cuenta con la participación total de 18 países, en una red de rutas que se asocian para ofrecer al visitante la oportunidad de conocer las diferentes actividades vinculadas con el árbol de olivo y sus derivados.

En Venezuela, existen varios casos de aproximación a rutas culturales. La Alcaldía de Maracaibo (2015) desarrolló un conjunto de rutas para dar a conocer el patrimonio de la ciudad. La relevancia es, además de ser un trabajo de investigación y de educación patrimonial, el logro de alianzas con entes privados.

Otros ejemplos interesantes son los que se están llevando a cabo en la gran Caracas, a través del Gobierno del Distrito Capital, la Alcaldía de Chacao y Urbaminia. Cada uno de estos organismos (públicos y privados) presenta una oferta de rutas culturales, dirigidas principalmente a caraqueños, para dar a conocer el patrimonio cultural de la ciudad. Una ruta destacable es la Ruta Estampas de Caracas, desarrollada por el Gobierno del Distrito Capital; esta permite al usuario hacer un viaje al siglo XX a través de la recreación de una serie de momentos y acontecimientos protagonizados por personajes populares que marcaron el carácter de la ciudad.

En el caso particular de Mérida, la preservación y conservación del patrimonio inmueble se ha enfrentado a una serie de debilidades que conllevan a su deterioro y pérdida. El desconocimiento de la población es el principal problema, así como la falta de puesta en valor y de gestión por parte de los entes competentes.

Mérida posee una serie de características geográficas, históricas, y sociales que la hacen una candidata ideal para crear una dinámica de rutas culturales a lo largo de su entramado urbano. Dicha premisa parte de la actividad turística existente y tomando como base las edificaciones patrimoniales.

La metodología de López (2006), ha servido de base para la definición y pre – diseño de diferentes rutas culturales para la ciudad de Mérida. Esta consta de seis pasos: justificación, objetivo general, objetivos secundarios, inventario de los recursos e información, estudio del mercado potencial, y creación de la ruta (en la cual se desarrolla el recorrido, los convenios, el guion, la imagen, etc.).

Para llevar a cabo la metodología, en el caso de Mérida, fue necesario, como primer paso, el reconocimiento de los recursos con los que se cuenta y la realización de un inventario, para clasificar los elementos patrimoniales con base a diferentes hilos conductores: históricos, artísticos, etnográficos, patrimoniales y mixtos. Solo de esta manera fue posible establecer una justificación y una serie de objetivos (principal y secundarios), en cada uno de los grupos y subgrupos clasificados, que marcarán la pauta en el diseño de las rutas culturales.

Quedando establecidos estos grupos y subgrupos, con sus diferentes justificaciones y objetivos, es posible dar inicio a una nueva fase de trabajo, vertebrada por un equipo multidisciplinario que desarrollará el diseño total de las rutas, lo que implica la creación de alianzas comunitarias, gubernamentales y económicas, pero sobre todo educativas y de capacitación para concientizar, integrar y comprometer a la comunidad en la preservación del patrimonio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los Itinerarios y la Cultura

El concepto de turismo cultural implica ejecutar acciones que permitan experimentar la cultura. Actividades como las rutas culturales “son uno de los recursos más frecuentes a los que recurren los organismos públicos y los operadores turísticos para promocionar un destino o vender un producto” (Rengifo, 2006), incluidos el patrimonio cultural y natural de dicho destino.

Tal ha sido el auge de las rutas culturales que el Consejo de Europa en 1997 se vio en la necesidad de crear el Instituto Europeo de Itinerarios Culturales, con la finalidad de promover la creación de medios que fomenten la conciencia e identidad europea y la cooperación internacional entre los diferentes países. De igual forma, en 1998, tras aproximadamente cuatro años de congresos, reuniones y trabajos publicados en el área, ICOMOS reconoce oficialmente el Congreso Internacional de Itinerarios Culturales (CIIC), cuya finalidad es “promover la identificación, el estudio y la puesta en valor de las rutas o itinerarios culturales” (Estatutos ICOMOS, S/F).

La creación de estos institutos son consecuencia de la necesidad que surge en el seno de estos dos organismos para dar respuesta y seguimiento, no solo a la proliferación de autodenominadas rutas culturales como oferta sino a la nueva categoría de patrimonio aprobada por la UNESCO: Itinerarios Culturales.

El concepto de itinerario cultural varía según estos organismos, en vista del enfoque que cada uno le otorga al concepto. De este modo, si bien parten de la misma raíz y objetivo (salvaguardar el patrimonio), difieren el uno del

otro. Mientras la definición de ICOMOS es rigurosa, basada netamente en hechos históricos y comprobables científicamente, la definición del Consejo de Europa es abierta y más flexible en vista de que se basa en trazados que contribuyen a acercar a los diferentes pueblos europeos, difundiendo la cultura, memoria e identidad, promocionando a la vez el turismo y por ende la economía de la comunidad (Arnal Sandía, 2016).

Con base a la resolución CM / Res. (2013)67 del Instituto Europeo de Itinerarios Culturales, Berti (2015b), elabora los cinco pasos principales del proyecto de ruta cultural:

1. Definición del tema.
2. Identificación de los elementos patrimoniales.
3. Creación de una ruta europea con estatus legal. Esto significa la necesidad de crear una institución, a través de una asociación o una federación de asociaciones, donde participe toda la red de socios interesados de manera democrática e igualitaria.
4. Coordinación de las acciones a lo largo de la ruta con base en la cooperación en investigación y desarrollo, mejora de la memoria, historia y patrimonio europeo; intercambio cultural y educativo entre jóvenes europeos, práctica cultural y artística contemporánea; turismo cultural y desarrollo sostenible.
5. Visibilidad común (imagen corporativa).

Ahora bien, para el caso de este trabajo de investigación, las rutas culturales son entendidas “como propuestas de recorridos especiales de contenido patrimonial que sirven como ejes de difusión de la relación cultura – territorio – identidad” (Carrea, 2006, p. 59).

En virtud de que estas rutas son entendidas como un instrumento “para acercar el patrimonio a la sociedad” (López, 2006, p. 25); así, a la hora de diseñar una o varias de ellas, es necesario tomar en cuenta que las mismas deben tener un tema principal de las que puedan surgir temas secundarios, y éstas deben estar dirigidas tanto a expertos en el área de patrimonio como a la población común, siendo la ruta portadora de un significado cultural. Además, el diseño de una ruta debe contar con la colaboración y coordinación de todos los institutos, organismos y administraciones que estén o puedan estar implicados en el desarrollo de esta para que se consolide (Arnal Sandía, 2016).

En virtud de que existe una diversidad ingente de recursos patrimoniales que pueden ser incorporados en una ruta cultural, para evitar un aglutinamiento y un discurso disperso a lo largo del recorrido, López (2006, p. 28) considera “conveniente identificar ejes temáticos que faciliten la comprensión del patrimonio”, pudiendo clasificarse de la siguiente manera:

1. Territorial o geográfico.
2. Temas históricos.
3. Aspectos artísticos.
4. Criterios literarios.
5. Actividades económicas.
6. Etnografía: en este apartado las rutas culturales suelen basarse en el patrimonio cultural intangible: arte popular, tradiciones y costumbres, museos etnográficos y fiestas populares.
7. Patrimonio cultural: “En este apartado incluimos aquellas rutas que por su naturaleza o carácter son difíciles de encajar en los temas señalados, ya que pueden aglutinar en una misma ruta diversos recursos o ser el complemento de otras rutas” (López, p. 31).

Las rutas culturales se basan en un apego a la memoria, tradición, naturaleza; para que las mismas sean exitosas y cumplan su objetivo de puesta en valor del patrimonio, según López (2006) deben tener un mo-

tivo central, presentar una oferta diversificada, contar con publicidad, ofrecer accesibilidad física y cognitiva, brindar beneficios económicos y contar con un equipo interdisciplinario.

A fin de poder lograr lo anterior, López (2006) propone una metodología multidisciplinaria a seguir: Justificación (expresa la razón de la ruta y da las pautas para el diseño de la misma); objetivo general y objetivos secundarios (asociados con el valor del patrimonio y el fomento de la actividad turística); inventario de los recursos e información (etapa fundamental pues permite conocer la realidad del patrimonio y su valor); estudio del mercado potencial (implica un estudio del mercado existente partiendo de la idea de actividad económica); y creación de la ruta (accesibilidad, recorrido, guion, fechas aptas, temporización, financiamiento, imagen corporativa, comercialización y evaluación de los procesos).

Es importante recalcar que para que una ruta cultural funcione a plenitud es necesario considerar las implicaciones que tiene el hecho de que “las rutas culturales se integran fácilmente, incluso de manera espontánea, dentro de lo que se suele llamar turismo cultural” (Torres, 2006, p. 85), y que en nuestro caso de estudio es de gran importancia. En palabras de López (2006): “desde el punto de vista turístico (...) son un instrumento para facilitar a los visitantes el conocimiento de una ciudad (...) que habitualmente tienen un hilo conductor de carácter cultural” (p. 24).

Metodología

El estudio de caso requería que el proceso de investigación fuera abierto y flexible. Por tal motivo, el abordaje del proceso de esta investigación se centró en un enfoque cualitativo. El evento por modificar fue la puesta en valor del patrimonio inmueble de Mérida (Área con Valor Patrimonial: Gaceta de Uso de Suelos del Municipio Libertador del Estado Mérida - Venezuela) a través de una propuesta de rutas culturales, a fin de asociar el patrimonio con las actividades turísticas y académicas preexistentes en la ciudad.

Tomando en consideración que todas las metodologías de diseño de rutas culturales tienen como primer punto el inventario de la información, se partió de un trabajo previo de inventariado y revaloración de los edificios declarados por el Instituto de Patrimonio Cultural – IPC – y Gaceta Municipal 110 del Municipio Libertador del Edo. Mérida – GM110.

Utilizando la clasificación de rutas culturales de López (2006), se procedió a identificar en las 86 edificaciones los diferentes hilos conductores con los que pueden asociarse. Esto significó relacionar las edificaciones a través de su valor patrimonial con los recursos exaltados en cada ruta (Ver Tabla 1: Registro de hilos conductores).

Tabla 1. Registro de Hilos Conductores.

A	B			C				D
Hilo Conductor								
Históricos	Artísticos			Etnográficos				Patrimoniales
	Tipología	Estilo	Autor	Arte Popular	Tradiciones y Costumbres	Fiestas Populares	Personajes	

Fuente: Arnal Sandía, 2016.

Partiendo de lo definido por López (2006), las rutas históricas (columna A) exaltan un hecho histórico y conllevan al mejor conocimiento de ese momento. Por esta razón, para clasificar los recursos patrimoniales dentro de este hilo conductor y así diseñar rutas de tipo histórico, se utilizaron como base los períodos

Tabla 2. Ejemplo de Identificación de características e hilos conductores.

Autor	Descripción	Característica	Hilo Conductor
GM 110	<p>Artículo 3.- Se declara Patrimonio Histórico Cultural del Municipio Libertador del Estado Mérida los siguientes espacios:</p> <p>Plazoleta Miranda, Avenida 3 Independencia esquina Calle 18, Parroquia Sagrario</p>		
IPC	<p>"Es una <u>pequeña plaza</u> que enfrenta la iglesia de La Tercera, antiguo templo de San Agustín. En el centro de la plaza <u>se encuentra un busto del Generalísimo Francisco de Miranda</u> erigido en 1896 por la colonia italiana. Esta obra fue <u>realizada por la casa italiana Trapassi y Lorenzetti</u>. Probablemente este espacio urbano es el resto de una gran plaza desaparecida en 1802. El escritor Mariano Picón Salas en su libro Nieves de Antaño resalta: "Aunque había en Mérida algunos corrillos liberales y desenfadados como el que un grupo de irónicos mozos –estudiantes universitarios, poetas y escritores– mantenían cada tarde en las alegres graderías de la plaza de San Agustín" (p. 79)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tipología: Plaza - Tipología: Arquitectura conmemorativa - Personajes: Próceres de la Independencia - Momento histórico: 1896 – R-2 - Artista: Trapassi y Lorenzetti 	<ul style="list-style-type: none"> - Rutas Artísticas – Tipología: Plazas y Espacios Públicos - Rutas Artísticas – Tipología: Arquitectura conmemorativa - Rutas Artísticas – Autor: Trapassi y Lorenzetti - Rutas Patrimoniales: Independencia - Próceres - Rutas Históricas: II Etapa Epoca Republicana
Calderón – Trejo y Robinson, 2012	<p>"Está ubicada en la avenida 3 con calle 18, frente a la Iglesia Redentoristas (La Tercera). Dedicada a <u>Francisco de Miranda</u> por decreto de 1896. En 1898, <u>en esta plazoleta fue colocado el busto de héroe</u> (Febres, 1960: 54), realizado en Italia por la casa <u>Trapassi y Lorenzetti</u>. A finales del siglo XVI, frente a este sitio estuvo la iglesia del Convento de San Agustín, realizada por el reconocido albañil, Juan de Milla con "... ladrillos, madera piedras, barro de mampostería" (Del Rey y Samudio, 1995: 94); sitio igualmente conocido como la iglesia "La Tercera" o iglesia del Perpetuo Socorro.</p> <p>En la actualidad el monumento se encuentra bordeado de paredes que ameritan un tratamiento acorde con la importancia de esta obra. Esta plazoleta fue declarada Patrimonio Histórico Cultural del Municipio Libertador del Estado Mérida en el año 2004 (Gaceta Municipal, N. 110)" (p. 40).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tipología: Plaza - Tipología: Arquitectura conmemorativa - Personajes: Próceres de la Independencia - Momento histórico: 1896 – R-2 - Artista: Trapassi y Lorenzetti 	<ul style="list-style-type: none"> - Rutas Artísticas – Tipología: Plazas y Espacios Públicos - Rutas Artísticas – Tipología: Arquitectura conmemorativa - Rutas Artísticas – Autor: Trapassi y Lorenzetti - Rutas Patrimoniales: Independencia - Próceres - Rutas Históricas: II Etapa Epoca Republicana
Hurtado, 2007	<p>"La figura de Francisco de Miranda es reivindicada durante el Guzmánato, (...) es develada su estatua en la Plazoleta del Panteón Nacional, convirtiéndose, desde entonces, en el primer monumento erigido en el país en honor a su memoria. Posteriormente, como parte de los actos de la conmemoración de la Independencia de Venezuela, el 5 de Julio de 1896, y por disposición del Presidente de la República, Joaquín Crespo, se inauguraba en el Panteón Nacional el cenotafio de Francisco de Miranda ...</p> <p>En este contexto, el Doctor Atilano Vizcarrondo, Presidente del Gran Estado Los Andes, dictó un decreto el 17 de marzo de 1896, en el que ordenaba la celebración en los días 4 y 5 de julio en todo el territorio del Estado Los Andes de la Apoteosis de Miranda...</p> <p>... se conformó por iniciativa propia una Junta Particular (...) la misma se puso como objetivo <u>levantar un monumento</u> a la gloria del <u>Generalísimo Francisco de Miranda</u>, debido a que, el decreto regional no disponía de ningún acuerdo al respecto.</p> <p>... fue inaugurado, el nueve de julio el monumento a Miranda, compuesto por un pequeño busto de arcilla quemada sobre un pedestal, posiblemente del mismo material, elaborado por Pablo Gazzor. El mismo fue erigido en la <u>Plazoleta de San Agustín</u> ubicada frente a la antigua Iglesia de San Francisco, conocida posteriormente como la Iglesia del Perpetuo Socorro o La Tercera... (pp. 100-104).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tipología: Plaza - Tipología: Arquitectura conmemorativa - Personajes: Próceres de la Independencia - Momento histórico: 1896 – R-2 	<ul style="list-style-type: none"> - Rutas Artísticas – Tipología: Plazas y Espacios Públicos - Rutas Artísticas – Tipología: Arquitectura conmemorativa - Rutas Patrimoniales: Independencia - Próceres - Rutas Históricas: II Etapa Epoca Republicana
Iglesias, 2005	<p>"Ubicada en la Av. 3 (Independencia) en la esquina de la calle 18. <u>El busto –retrato en honor a Francisco de Miranda</u> fue decretado en 1896 y erigido en 1899 dentro de la <u>plazoleta</u> (Tulio Febres Cordero, 1960, p. 54), frente a la Iglesia de San Francisco hoy de los Redentoristas (La Tercera). Este busto, según Christian Páez (1993, p. 105) fue realizado en Siena por la casa <u>Trapassi y Lorenzetti</u>." (p. 282).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tipología: Plaza - Tipología: Arquitectura conmemorativa - Personajes: Próceres de la Independencia - Momento histórico: 1896 – R-2 - Artista: Trapassi y Lorenzetti 	<ul style="list-style-type: none"> - Rutas Artísticas – Tipología: Plazas y Espacios Públicos - Rutas Artísticas – Tipología: Arquitectura conmemorativa - Rutas Patrimoniales: Independencia - Próceres - Rutas Históricas: II Etapa Epoca Republicana - Rutas Artísticas – Autor: Trapassi y Lorenzetti
Rivas, 2005	<p>"La <u>Plazoleta</u> fue construida frente a la iglesia de San Francisco hoy conocida como la tercera.</p> <p>En el año 1896 se decretó el <u>busto en honor a Francisco de Miranda</u> y se erigió dentro de la plazoleta en 1899. (Tulio Febres Cordero, 1960, p. 54).</p> <p>Afirma Christian Páez que el busto fue realizado en Siena por la casa <u>Trapassi y Lorenzetti</u>. (Páez, Christian, 1993, p. 105)" (p. 43).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tipología: Plaza - Tipología: Arquitectura conmemorativa - Personajes: Próceres de la Independencia - Momento histórico: 1896 – R-2 - Artista: Trapassi y Lorenzetti 	<ul style="list-style-type: none"> - Rutas Artísticas – Tipología: Plazas y Espacios Públicos - Rutas Artísticas – Tipología: Arquitectura conmemorativa - Rutas Patrimoniales: Independencia - Próceres - Rutas Históricas: II Etapa Epoca Republicana - Rutas Artísticas – Autor: Trapassi y Lorenzetti

Fuente: Arnal Sandía, 2016

cronológicos expuestos por el IPC (2004, p. 19) a los cuales se les asignó un código para facilitar el llenado de la Tabla 1.

Las rutas artísticas (columna B) permiten al usuario acercarse más a las manifestaciones artístico – culturales (López, 2006), y pueden subclasificarse en:

- Tipología (Columna B – 1): Para esta investigación se catalogaron las edificaciones levantadas basándose en la clasificación existente del IPC (2004, p. 13). A las tipologías enumeradas en la tabla del IPC se les asignó un código para el llenado de la figura; se agregó la tipología de Edificaciones Educativas Universitarias debido a que la ciudad de Mérida es sede de la Universidad de Los Andes.
- Estilo (columna B – 2): son aquellas rutas que permiten dar a conocer un estilo artístico arquitectónico. Se establecen las siguientes subcategorías: Colonial, neo clásico, moderno, neo gótico, neo barroco, moderno contemporáneo, neo colonial, ecléctico, republicano, moderno funcionalista, art decó.
- Autor (columna B – 3): son aquellas rutas que agrupan el elemento patrimonial según el artista y/o arquitecto que diseñó o ejecutó la obra.

En las columnas referentes a los hilos conductores de rutas etnográficas, asociadas con el patrimonio intangible, se tomó en consideración que el patrimonio arquitectónico sirve de escenario para la ejecución de cada una de las tradiciones y, con base en este principio, se marca con una “X”, según sea el caso.

Con respecto a la clasificación de Rutas de Patrimonio Cultural, simplemente se enumeraron las posibles temáticas con las que la edificación pudiera ser asociada; ello se presenta como consecuencia de que este trabajo se basó en el patrimonio arquitectónico exclusivamente y, según López (2006), estas son rutas que suelen ser diseñadas tomando en cuenta más de un tipo de patrimonio.

Para llevar a cabo el llenado de la Tabla 1, se partió de la revisión documental y análisis de la información obtenida en el trabajo previo de revalorización de los bienes patrimoniales. El vaciado de la información en figuras (Ver Tabla 2: Ejemplo de Identificación de características e hilos conductores) permitió clasificar las edificaciones según los hilos conductores, creando el corpus para las posibles rutas culturales, quedando éstas planteadas con la posibilidad de ser diseñadas a futuro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rutas Culturales para la Ciudad de Mérida

La ciudad de Mérida es una ciudad histórica, y su entramado urbano es un espacio rico en cultura. Por ello, es necesario que se construya con urgencia una propuesta que integre al habitante con la cultura, motivándolo a conservar cada edificación. Estas propuestas no solo deben enfocarse en proteger el patrimonio sino en recuperar el centro histórico como un todo, asignándole mayor protagonismo en la cotidianidad meridense.

Las rutas culturales, diseñadas y gestionadas de manera correcta, han demostrado ser capaces de alcanzar dichos objetivos. En virtud de que Mérida es turística por naturaleza, las rutas culturales son una propuesta que pudiera encajar con facilidad.

Teniendo presente que las ciudades históricas revalorizadas “se han convertido en símbolos y en potentes focos de atracción turística” (Troiti-

ño en Castillo, 2002, p. 70), las rutas se convierten permiten la difusión de la cultura y saber popular. Por todo lo expuesto, es importante evitar la comercialización y gentrificación de los espacios.

A través del llenado de la Tabla 1: Registro de Hilos Conductores, quedan clasificadas las 86 edificaciones con base a los hilos conductores de las posibles rutas culturales establecidas que servirán como dinámica para la puesta en valor del patrimonio (Arnal Sandia, 2016).

Como ejemplo de la revisión documental realizada y la identificación de las características, se cita el caso de la Plaza Miranda (IPC) / Plazoleta Miranda (GM 110), a la cual se le identificó valor histórico cultural, obteniéndose la información:

(Tabla 2. Revisar cuadro página 35)

Una vez clasificados las 86 edificaciones patrimoniales con base a los hilos conductores, se propone un primer grupo de rutas, basadas en la asociación de los bienes según una sola característica, acercando al usuario a la generalidad de la temática:

Tabla 3. Rutas establecidas con base a un hilo conductor.

Hilo Conductor	Nombre de la Ruta
Epoca Colonial	La Colonia
Epoca de la Independencia y Gran Colombia	Tras la Colonia
Epoca Republicana – I y II Etapa	La República – I parte
Epoca Republicana – III Etapa	La República – II parte
Epoca Moderna Contemporánea – I y II Etapa	La modernidad – I parte
Epoca Moderna Contemporánea – III y IV Etapa	La modernidad – II parte
Epoca Moderna Contemporánea – V y VI Etapa	La modernidad – III parte
Edificaciones Religiosas	Las Iglesias y Conventos
Edificaciones Conmemorativas	Mérida Conmemorativa
Edificaciones Universitarias	Ciudad Universitaria
Edificaciones Civiles - Residenciales	El Hogar Merideño
Edificaciones Civiles – Turísticas	Mérida Turísticas
Edificaciones Civiles – Comerciales	
Edificaciones Civiles – Culturales	
Obras de Infraestructura	
Edificaciones Civiles - Educativas	Educación en Mérida
Edificaciones Civiles – Asistenciales	
Edificaciones Civiles – Gubernamentales	
Edificaciones Militares	
Estilo Colonial	Lo Colonial
Estilo Neo Clásico	El neo clasicismo en Mérida
Estilo Moderno	La modernidad en Mérida
Estilo Moderno Funcionalista	El funcionalismo Merideño
Estilo Neo Barroco	Lo Neo Barroco
Estilo Neo Gótico	Lo Neo Gótico
Estilo Neo Colonial	Lo Neo Colonial
Estilo Ecléctico	
Estilo Republicano	El Estilo Parisino en las Plazas Merideñas
Estilo Art- Deco	
Autor: Luis Bosetti	Bosetti
Autor: Manuel de la Fuente	
Autor: Manuel Mujica Millán	La modernidad en Mérida a través de la obra de Mujica Millán
Autor: Marcos León Mariño	La arquitectura y el arte, las intervenciones del artista León Mariño
Personajes: Familias Merideñas	Una ciudad de familias
Personajes: Próceres de la Independencia	Mérida independentista
Compañía de Jesús	La influencia de los Jesuitas en el crecimiento de Mérida
Edificaciones Educativas Universitarias	Mérida ciudad universitaria
Edificaciones Religiosas	La vida religiosa en Mérida
Edificaciones que están asociadas con el hilo conductor Etnográfico – escritores / personajes	Mérida de Letras
Edificaciones que están asociadas con el hilo conductor Etnográfico – arte	Mérida artística
Edificaciones asociadas a Simón Bolívar	Simón Bolívar y Mérida

Fuente: Arnal Sandia, 2016

Al diseñar rutas culturales, debe considerarse que existen diferentes tipos de usuarios, por lo que se puede establecer un segundo grupo de rutas culturales asociando más de una característica, permitiendo así acercar al usuario de una manera más profunda a los bienes patrimo-

niales que existen en la ciudad (Arnal Sandía, 2006). De tal manera, al conjugar más de un hilo conductor, se pueden establecer nuevas rutas adecuadas a los posibles usuarios y necesidades de la ciudad histórica – turística. Algunas de estas rutas pueden ser:

Tabla 4. Rutas establecidas con base a dos hilos conductores.

Hilo Conductor 1	Hilo Conductor 2	Nombre de la Ruta
Epoca de la Colonia	Edificaciones Religiosas	Las iglesias durante la colonia
Epoca de la Colonia	Plazas y Espacio Públicos	Las Plazas durante la colonia
Epoca Republicana	Plazas y Espacios Públicos	Las Plazas durante el Guzmanato
Epoca Republicana I, II y III etapa	Edificaciones Civiles - Residenciales	La vivienda tras la colonia
Epoca Moderna Contemporánea – I y II etapa	Edificaciones Civiles - Residenciales	Mérida Edilicia Moderna: la vivienda multifamiliar
Epoca Moderna Contemporánea – I y II etapa	Edificaciones Civiles - Residenciales	Mérida Edilicia Moderna: la vivienda unifamiliar

Fuente: Arnal Sandía, 2016.

Una última red de rutas establecidas parte de utilizar como característica para la clasificación de las edificaciones los valores patrimoniales que éstas poseen. Dicho análisis da como resultado las siguientes:

Tabla 5. Rutas establecidas con base al valor patrimonial asociado a un hilo conductor. Fuente: Arnal Sandía, 2016.

Hilo Conductor	Nombre de la Ruta
Rutas Históricas: Valor Histórico Cultural – Sitios Históricos	La Mérida que fue y ya no está: Sitios Históricos en la Ciudad de Mérida
Rutas Históricas: Valor Histórico Cultural – Relacionado con la Historia de la Nación	Mérida y Venezuela, una historia compartida
Rutas Estilísticas: Valor Urbano – Hitos	Las estrellas de la arquitectura emeritense

Es importante señalar que la riqueza cultural de Mérida permite proponer diferentes rutas culturales y dejar abierta la clasificación de los bienes para establecer otras nuevas que satisfagan a los múltiples intereses de posibles usuarios (Arnal Sandía, 2016).

Esta investigación exploró con mayor profundidad los recursos patrimoniales existentes a lo largo del espacio comprendido desde la Plaza Cruz Verde de Milla (intersección avenida 1 Rodríguez Picón y avenida 2 Lora) hasta el Viaducto Miranda, entre los bordes norte, delimitado por el río Albarregas, y sur, delimitado por el borde del talud y el Río Chama; de este modo, lo que aquí se presenta permite elaborar un trabajo base de otras posibles rutas culturales.

Queda por lo tanto realizar un trabajo multidisciplinario e integrador que faculte analizar el mercado ya existente dentro de la actividad turística desarrollada en Mérida. Ese mismo trabajo debe ser capaz de enunciar los intereses de los diferentes usuarios, proyectar la imagen y el marketing de las rutas, mostrar la accesibilidad a los espacios, dar a conocer de manera adecuada la información para que pueda ser entendida por todos, contribuir con el embellecimiento y preservación de esas edificaciones patrimoniales (Arnal Sandía, 2016).

CONCLUSIONES

La ciudad contiene en su configuración su historia (Calvino, 1983); hace de libro vivo que narra la historia de sus antecesores, sus modos de hacer y los estilos vigentes en cada época (Peris en Castillo, 2002). La

arquitectura, su historia, su práctica y su teoría son reflejo claro de una época y una tradición. Es ese libro vivo el que mantiene la continuidad entre el pasado del hombre y su presente; es, asimismo, parte del patrimonio, por cuanto su valoración es necesaria para preservarlo para las generaciones futuras (Arnal Sandía, 2016).

Conscientes de la importancia que tiene el patrimonio, la comunidad internacional invita permanentemente al ser humano a hacerse consciente de su patrimonio, a conservarlo y difundirlo, así como a asumir la responsabilidad de su salvaguarda. Es por ello que, en décadas recientes, institutos internacionales, se han centrado en crear propuestas que permitan simultáneamente preservar el patrimonio y a la comunidad obtener beneficios socioeconómicos y culturales, por cuanto la conservación del patrimonio permitirá el conocimiento de sus valores, tradiciones y cultura a las generaciones futuras (ICOMOS, 2000).

Con base en lo anterior, las propuestas de turismo cultural y el desarrollo de rutas culturales han gozado de un gran auge, pues, puestas en práctica de manera correcta, éstas logran producir una sinergia entre propios y visitantes de intercambio cultural y económico, donde el patrimonio es un producto que se da a conocer y se conserva para mantener el interés de quien realiza la ruta.

En relación con la ciudad de Mérida, fundada el 9 de octubre del 1558, cabe destacar cómo la urbe es una ciudad histórica rica en la pluralidad cultural en donde la tradición se ve enraizada en la iglesia, la universidad y las familias que históricamente han permanecido allí desde su fundación, todo lo cual constituye un elemento fundamental para la conservación de su patrimonio.

El establecimiento de actividades de turismo cultural para Mérida parte de la revalorización del patrimonio de la urbe, ya que de esta forma la ciudad histórica se revalora en sí misma, convirtiéndose de modo holístico en un símbolo capaz de nutrir a la ciudad más puramente turística.

Establecer rutas culturales en Mérida, que sirvan como dinámica para su puesta en valor fue el objetivo de este trabajo de investigación. Logrando obtener una catalogación de los elementos patrimoniales con base a los hilos conductores planteados por López (2006), identificando las características más resaltantes de cada edificación, donde se evidenciaron los valores patrimoniales de las edificaciones.

El resultado fue la obtención de tres catalogaciones de rutas culturales a ser diseñadas. “La primera clasificación se basa en agrupar los elementos patrimoniales como recursos de rutas con base a una sola característica siguiendo las propuestas de López (2006). (...) La segunda clasificación consiste en asociar dos características de las edificaciones, creando una ruta cultural asociada a dos hilos conductores (...) El tercer grupo de rutas que se sugiere, [sic] parte de asociar las rutas con base a sus valores patrimoniales” (Arnal Sandía, 2016).

Estas catalogaciones, con el establecimiento de rutas culturales, permitirán dar inicio al trabajo multidisciplinario que implica el diseño de una ruta cultural y la creación de un programa dentro de la ciudad. Tras esta investigación la posibilidad de establecer y diseñar nuevas rutas culturales, capaces de satisfacer otras inquietudes y las necesidades del mercado, queda abierta para otros investigadores, así como para diferentes organismos e institutos (públicos y privados) (Arnal Sandía, 2016).

De igual forma, este trabajo de investigación deja en evidencia las características de los 86 elementos patrimoniales arquitectónicos de la zona estudiada, siendo un gran aporte pues presenta un registro actualizado, complementario a los catálogos oficiales, del patrimonio arquitectónico de la ciudad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaldía del Municipio Libertador. (2004). Gaceta Municipal Extraordinaria Nº. 110. Mérida, Venezuela: Autor.
- Arnal Sandia, G. (2016). Ciudad, Historia y Patrimonio: Una Dinámica de Rutas Culturales para La Ciudad de Mérida. Tesis de Maestría. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
- Asamblea Legislativa del Estado Mérida. (1998). Ley de Protección y Defensa del Patrimonio Cultural del Estado Mérida. Mérida, Venezuela: Autor.
- Calderón-Trejo, E. y D. Robinson. (2012). Mérida: Encuentro con su Patrimonio Arquitectónico. Mérida, Venezuela: Talleres Gráficos Universitarios, ULA.
- Castillo, M. (Comp.). (2002). Ciudades Históricas: conservación y desarrollo. Madrid, España: Fundación Argentaria.
- Febres – Cordero, B. (2003). La Arquitectura Moderna en Mérida. 1950 – 1959. Mérida, Venezuela. Talleres Gráficos, ULA.
- Iglesias, B. (s.f). Mérida: Ciudad Museo, Ciudad Collage. Tesis de Maestría sin publicación. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- Instituto del Patrimonio Cultural. (2007). Catálogo del Patrimonio Cultural de Venezuela 2004-2007. ME-12. Caracas, Venezuela: Autor.
- Instituto del Patrimonio Cultural. (2004). Instructivo para el Llenado de la Ficha de Registro. I Censo Patrimonio Cultural Venezolano. Caracas, Venezuela: Autor.
- Páez Rivadeneira, C. (1992). La Plaza Mayor de Mérida. Historia de un Tema Urbano. Academia Nacional de la Historia. Caracas, Venezuela.
- Rivas, M. (2006). El Museo de Arquitectura de la Ciudad. Caso de Estudio: la parroquia "El Sagrario", Municipio Libertador, Estado Mérida. Tesis de Maestría. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
- Referencias en Línea
- Alcaldía de Chacao. Turismo y Comunidad. Recuperado de: http://cultura.chacao.gob.ve/?page_id=150
- Alcaldía de Maracaibo. Fundación Tranvía de Maracaibo. Recuperado de: http://www.alcaldiademaracaibo.gob.ve/index.php?option=com_content&view=category&id=33
- Berti, E. (2015a). Defining the Cultural Routes of the Council of Europe Cultural Routes. En: Institut Europeen des Itinéraires Culturels. Cultural Routes Management: from theory to practice. Recuperado de: <https://books.google.co.ve/books?id=gTSJCQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Berti, E. (2015b). How to create a Cultural Route: project phases and criteria. En: Institut Europeen des Itinéraires Culturels. Cultural Routes Management: from theory to practice. Recuperado de: <https://books.google.co.ve/books?id=gTSJCQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Calvino, I. (1983). Las Ciudades Invisibles. Recuperado de: <http://www.siruela.com/archivos/fragmentos/Ciudadesindd.pdf>
- Gobierno de Distrito Capital. Rutas Turísticas. Recuperado de: http://www.gdc.gob.ve/identidad/content/site/module/pages/op/displaysection/section_id/103/format/html/
- Hurtado, S. (2007). La Estatuaria Pública Conmemorativa de la Ciudad de Mérida (1842 – 2006). Tesis de Pregrado, Mención Publicación. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela, Recuperado de: http://tesis.ula.ve/pregrado/tde_busca/archivo.php?codArchivo=968
- ICOMOS. (1931). Carta de Atenas. Recuperado de: <http://www.icomos-cr.org/doc/teoria/VARIOS.1931.carta.atenas.restauracion.monumentos.historicos.pdf>
- ICOMOS. (1987). Carta de Washington. Recuperado de: http://www.international.icomos.org/charters/towns_sp.pdf
- ICOMOS. (1999). Carta Internacional Sobre Turismo Cultural. Recuperado de: http://www.international.icomos.org/charters/tourism_sp.pdf
- ICOMOS. (2000). Carta de Cracovia. Recuperado de: http://ipce.mcu.es/pdfs/2000_Carta_Cracovia.pdf
- ICOMOS. (2008). Carta de Itinerarios culturales. Recuperado de: http://www.international.icomos.org/charters/culturalroutes_sp.pdf
- ICOMOS. (2014). Declaración de Florencia. Recuperado de: http://www.icomos.org/charters/culturalroutes_sp.pdf
- Institut Europeen des Itinéraires Culturels. (2013). Resolution CM/Res (2010)53 establishing an Enlarged Partial Agreement on Cultural Routes. Recuperado de: http://www.mecd.gob.es/mecd/dms/mecd/cultura-mecd/areas-cultura/patrimonio/mc/patrimonioeur/itinerarios-culturales-europeos/procedimiento/nuevas-candidaturas/resolution_cm_2010_53itinerarios_en.pdf
- Institut Europeen des Itinéraires Culturels. (2015). Cultural Routes Management: from theory to practice. Recuperado de: <https://books.google.co.ve/books?id=gTSJCQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- López, M. (2006). Diseño y Programación de Itinerarios Culturales. PH Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, 60, 20 - 33. Recuperado de: <http://www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/viewFile/2239/2239>
- Rengifo, J. (2006). Rutas Culturales y turismo en el contexto español. PH Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, 60, 114 - 125. Recuperado de: <http://www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/2263>
- Torres, E. (2006). Rutas Culturales. Recurso, destino y producto turístico. PH Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, 60, 84 - 97. Recuperado de: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:cJnhbpE1snsJ:www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/download/2259/2259>
- Urbaminia. Recuperado de: www.urbaminia.com

EVALUACIÓN DEL ENTORNO BIOFÍSICO DESDE SU FUNCIONALIDAD COMPLEJA PARA LA PLANIFICACIÓN URBANA SOSTENIBLE

Joel Francisco Mejía Barazarte^{1*}, María Gabriela Camargo Mora²

¹ Universidad de Los Andes, Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales, Mérida-Venezuela

² Universidad Técnica Particular de Loja, Arquitectura, Loja-Ecuador.

* Autor para correspondencia: yoye196984@gmail.com

Recibido: 2020/03/05

Aprobado: 2020/05/29

DOI: <https://doi.org/10.26621/XVI22.2020.06.A06.PUCESI.2550.6684>

RESUMEN

Se desarrolló un enfoque para la evaluación ambiental en relación con el desarrollo de las actividades humanas, considerando el entorno biofísico desde su funcionalidad compleja para la planificación urbana. Dicho enfoque fue aplicado para la realización del Plan de Desarrollo Urbano Local de la ciudad de Barinas, Venezuela. El enfoque funcional considera el entorno biofísico como un elemento no inerte, que cumple funcionalidades en distintas perspectivas: como fuente de recursos, como soporte físico y como receptor de efluentes, que en conjunto inciden en el desarrollo de la ciudad actual y futura. Cuando se supera la lógica de funcionamiento del sistema biofísico a causa de una demanda socio económica, se generan problemas ambientales como: contaminación de aguas, suelos y aire, polución, pérdida de biodiversidad, erosión, entre otros, que inciden en el desarrollo territorial. Si se respeta el funcionamiento del entorno biofísico, su capacidad de carga, será posible garantizar calidad de vida a la población y transitar hacia la sostenibilidad. Se describe cómo evaluar cada funcionalidad para identificar los problemas ambientales y orientar estrategias y acciones de planificación urbana.

Palabras clave: ambiente, entorno biofísico, planificación urbana, funcionalidad, ciudad de Barinas.

ABSTRACT

An approach was developed for evaluating environmental conditions in relation to anthropogenic activities, considering the biophysical environment from its complex functionality for urban planning. This approach was applied for the realization of the Local Urban Development Plan (PDUL) of Barinas city in Venezuela. The functional approach assumes that the biophysical environment is not an inert, but rather a dynamic system, which fulfills functionalities in different perspectives: as a main source of natural resources, as physical support for productive activities, and as waste storage space, which together impact the urban development of the current and future city. When the operating logic of the biophysical system is exceeded due to a socio-economic demand, it produces environmental problems like : water, soil and air pollution, loss of biodiversity, erosion and others can be generated, hindering the land development process. By respecting the functioning of the biophysical environment, its carrying capacity, it will be possible to guarantee the quality of life for the population, and transition towards sustainability. The paper describes how to evaluate each functionality in order to identify problems and to guide urban planning strategies and actions.

Keywords: environment, biophysical environment, urban planning, functionality, Barinas city.



INTRODUCCIÓN

En el proceso de elaboración del Plan de Desarrollo Urbano Local (PDUL) (2014), el análisis del componente ambiental resultó de vital importancia, al considerar los elementos biofísicos trascendentales como ejes de los cuales dependerá el armónico desarrollo de la ciudad, manteniendo la calidad del entorno físico y, en consecuencia, la calidad de vida de sus pobladores. El medio ambiente es determinante, no solo del desarrollo económico y del progreso de los pueblos, sino también enmarca la cultura de sus habitantes, imprimiendo un carácter particular a la calidad de vida.

El entorno biofísico, referido al conjunto de elementos abióticos, bióticos y paisajísticos que lo configuran física y fenológicamente, se considera no como un elemento inerte o pasivo, sino que el mismo cumple funcionalidades en distintas perspectivas: "fuente de recursos naturales, soporte de actividades productivas y como receptor de efluente (Gómez, 2002). En el caso de una ciudad, las tres perspectivas en conjunto determinan su desarrollo urbano y su sostenibilidad presente y futura.

Cuando por uso inadecuado o sobreutilización se supera la lógica funcional del sistema biofísico, se generan problemas ambientales como: contaminación de aguas, suelos y aire, deterioro de áreas verdes, erosión, entre otros. Si se respeta el funcionamiento del entorno biofísico urbano, será posible garantizar una ciudad sostenible y con elevada calidad de vida.

La planificación urbana surgió con el fin de lograr una territorialización de actividades humanas en el medio biofísico de la forma más adecuada y efectiva posible (Porto, 1992). Así, el conocimiento del entorno biofísico es fundamental para la planificación y gestión de las ciudades, para el mejor aprovechamiento y conservación de los recursos naturales y para garantizar la sostenibilidad del desarrollo y la calidad de vida de la población.

Esta premisa básica constituyó el hilo conductor para la evaluación del entorno biofísico de la ciudad de Barinas, en el contexto de la realización del Plan de Desarrollo Urbano Local de la ciudad de Barinas, Venezuela (PDUL, 2014), partiendo del análisis de la funcionalidad compleja del medio biofísico de la ciudad, y sus implicaciones más importantes en la configuración y funcionamiento de la ciudad actual y futura, a ser condicionada por la implementación del PDUL.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se partió del enfoque funcional del medio ambiente en relación con el desarrollo de las actividades humanas (Gómez, 2002), bajo cuya perspectiva el entorno físico, como expresión tangible y fenológica del territorio, tiene una funcionalidad compleja que puede sistematizarse en tres ejes trascendentales:

- (1) Funcionalidad primaria: fuente esencial de recursos naturales y servicios ambientales necesarios para los pobladores.
- (2) Funcionalidad secundaria: tiene que ver con el soporte físico que es el entorno, para la realización de toda actividad productiva; en este caso el asiento de la estructura física de una ciudad.
- (3) Funcionalidad terciaria: el entorno como medio receptor de todos los efluentes resultantes de la dinámica propia de la ciudad y de sus habitantes.

La Figura 1 ilustra la relación funcional del enfoque adoptado en esta evaluación. El cumplimiento de estas funciones, sin considerar los criterios básicos de sostenibilidad, directamente lleva a la concurrencia de riesgos ambientales, manifiestos en la aparición de problemas ambientales específicos, que de hecho enfrenta la ciudad y padecen sus pobladores.

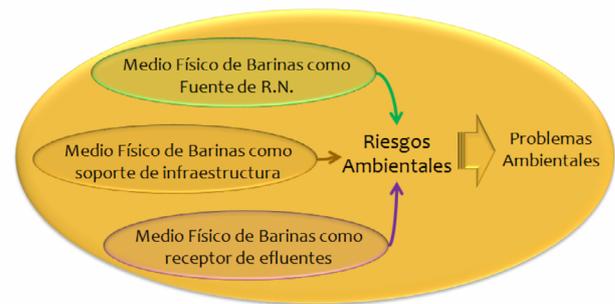


Figura 1. Enfoque funcional considerado para el desarrollo del trabajo.

Subsiguientemente, se siguió un proceso de discusión para seleccionar los recursos naturales target a ser evaluados en el contexto de cada eje de funcionalidad, tomando en consideración criterios como: nivel de relevancia intrínseca del recurso natural, relevancia territorial local, disponibilidad de información, y factibilidad de evaluación. Una vez escogidos los recursos naturales target, se definieron los elementos del recurso natural a ser evaluados, los respectivos ítems de evaluación, y los métodos más factibles o convenientes a utilizar. El resultado de este proceso aparece sistematizado en el Cuadro 1.

Tabla 1. Estrategia de evaluación del entorno biofísico de Barinas

Funcionalidad	Recurso target	Elemento evaluado	Ítems de evaluación	Método seleccionado
Primaria	Agua para consumo/ usos antropogénicos	Aguas superficiales	Cuencas abastecedoras	Análisis morfométrico
			Tomas/captación	Caudales
	Agua como medio ecológico	Aguas superficiales	Producción neta	Análisis Caudales
			Calidad	Oferta/Demanda
	Suelo	Aguas subterráneas	Pozos/Localización	Análisis Oferta/Demanda
			Rendimiento	Calidad
Vegetación	Suelo	Disponibilidad de minerales no metálicos	Método del SSS	
		Calidad ambiental urbana	Proporción de área verde urbana	
Secundaria	Suelo	Soporte de edificaciones	Proporción de área verde urbana	NDVI / Análisis multitemporal de Imágenes satelitales
			Soporte de vialidad	Variación temporal
	Suelo	Localización relleno sanitario	Capacidad de adecuación	Método del SSS
			Condiciones geotécnicas/geomecánicas	Evaluación cualitativa
	Suelo	Filtrado /amortiguación	Condiciones texturales	Evaluación cualitativa
			Disposición residuos sólidos	Estructura del perfil
Terciaria	Agua	Vertidos domésticos	Red fluvial urbana	Análisis cualitativo
			Vertidos industriales	Canales
	Aire	Emisiones vehiculares	Pozos sépticos	/cuantitativo
			Incendios eventuales	Lagunas de oxidación
	Relleno sanitario	Patrones de circulación	Vertidos institucionales	Evaluación de caudales
			Drenajes urbanos/alcantarillado	

Para evaluar la funcionalidad primaria de Barinas, fueron escogidos los recursos target: agua, suelo y vegetación. Para el recurso agua se consideraron dos condiciones: como fuente de agua para consumo/ usos antropogénicos y como medio ecológico. En la primera condición, se consideraron las aguas superficiales y subterráneas, ya que Barinas presenta un sistema dual de abastecimiento que incluye los dos tipos de fuentes. El análisis morfométrico se realizó procesando los mapas de las cuencas drenantes o afluentes a la ciudad, utilizando el software Arc Gis 10.5. El análisis de

caudales fue realizado a partir de la información hidrométrica suministrada por INAMEH, mientras que la información sobre aguas subterráneas fue extraída de de Mejias & Guerrero (2000) y de HIDROANDES (2015); ambos se conjugaron para estimar la oferta total de agua para la ciudad. Para el análisis de oferta/demanda de agua, fue necesario hacer una proyección futura de la población de la ciudad, considerando los métodos aritmético y geométrico (Rives y Serow, 1984), (Torres, 2011).

En cuanto al medio ecológico, se evaluaron las aguas superficiales de las zonas circunvecinas y los cursos de agua que atraviesan la ciudad a través del método de la Unión Alemana para la Conservación del Agua (Vereinigung Deutscher Gewässerschutz – VDGL)(VDG, 2004). La condición ecológica de los ríos se evaluó analizando los siguientes aspectos (Figura 2): (1) estructura morfológica y ecológica del lecho del río; (2) estructura morfológica y ecológica de las riberas; (3) estructura morfológica y ecológica de la vega fluvial a ambos lados del cauce; y por último (4): la calidad de las aguas.

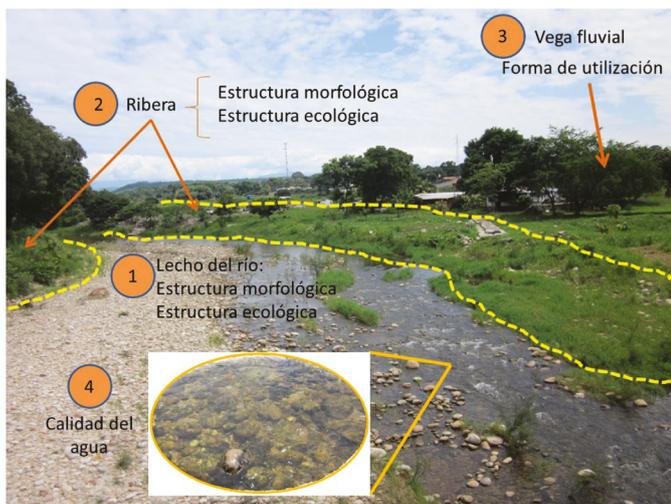


Figura 2. Principales elementos y criterios de evaluación de la metodología del VDG (2004).

El método y las correspondientes plantillas de evaluación aparecen convenientemente explicadas en VDG (2004). Para su implementación se definió un perfil secuencial en transecta con cinco puntos de observación en cinco cauces diferentes, desde las afueras de la ciudad hacia el interior de la misma, para determinar el nivel de transformación ecológica que sufren los cursos de agua a medida que se introducen en la ciudad.

La evaluación de los suelos como fuente de materiales para usos urbanos fue llevada a cabo a través de la metodología del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), propuesto por el Soil Survey Staff (SSS) – USA (Cortés & Malagón, 1992). Para ello, se contó con información de suelos suministrada por la Dirección de Ingeniería Municipal de la Alcaldía del Municipio Barinas. En este caso, se evaluó la aptitud de los suelos respecto a: (a) fuentes potenciales de arena y grava, y (b) fuentes de materiales para vías y caminos.

En cuanto a la vegetación, las áreas verdes urbanas son básicamente definidas como espacios en donde predomina la vegetación y elementos naturales como: lagunas, esteros y senderos no pavimentados (Ministerio del Medio Ambiente Chile, 2012). El análisis se centró en estudiar de forma cualitativa y cuantitativa los espacios verdes urbanos actuales del entorno, así como determinar cuál ha sido su dinámica durante los últimos quince años. Para ello se realizó una interpretación de imágenes de satélite LANDSAT TM (año 2000) y LANDSAT 8 (año 2015), con el fin de identificar la vegetación que conforma los espacios verdes de la ciudad y poder analizar algunas de sus características espaciales desde un punto de vista

comparativo. La información básica de las imágenes seleccionadas se resume en el Cuadro 2.

Tabla 2. Identificación de las imágenes de satélite seleccionadas para el análisis de la vegetación.

Identificador LANDSAT	Fecha de toma	WRS-Path	WRS-Row	Tipo	Cobertura de nubes	Elevación del sol	Azimuth	Fuente
LT5006054200023700002	24/08/2000	006	054	2	40	58.59923301	83.36377286	USGS
LC80060542015230LGN00	18/08/2015	006	054	L1T	48,94	63.45155051	78.09994445	USGS

El proceso de clasificación se llevó a cabo a través del Índice de Diferencia Normalizado de Vegetación (Normalized Difference Vegetation Index – NDVI), concebido para cuantificar la respuesta fotosintética a la absorción de la radiación roja y a la reflectancia del infrarrojo cercano, siendo hasta ahora uno de los índices de más amplia utilización (Nouri et al, 2014). Este índice es calculado a través de la ecuación:

$$NDVI = \frac{(\rho_{NIR} - \rho_{red})}{(\rho_{NIR} + \rho_{red})}$$

Donde:

ρ_{NIR} : reflectancia de la banda de longitud de onda del infrarrojo cercano

ρ_{red} : reflectancia de la longitud de onda del color rojo

El NDVI es un índice adimensional y por lo tanto sus valores oscilan entre $-+1$ y -1 , teniendo gran preferencia frente a otros índices de vegetación, pues éste ayuda a compensar los cambios en condiciones de iluminación, pendiente superficial, orientación (aspect) y otros factores extraños (Lillesand et al, 2004).

La estimación del NDVI se realizó utilizando el software ERDAS. La Figura 3 muestra un ejemplo de salida preliminar del método, mostrando la expresión espacial de los resultados (escala de grises) y los respectivos valores de NDVI obtenidos. Estas imágenes con resultados “crudos” fueron sometidas a interpretación visual en pantalla para analizar el comportamiento espectral de los valores obtenidos, y así poder diferenciar las categorías definitivas. Fueron definidas 3 categorías básicas: (1) áreas sin vegetación (SV), que comprenden el área urbana construida (edificaciones y vialidad); (2) Vegetación herbácea (VH), que incluye las tipologías de vegetación de poca altura y menos follaje (arbustos, pastos y gramíneas); y (3) vegetación arbórea (VA), en la que se incluyen las formaciones de bosque con árboles de tamaño y frondosidad considerables. Los rangos finalmente definidos luego para diferenciar las categorías deseadas aparecen en el Cuadro 3.

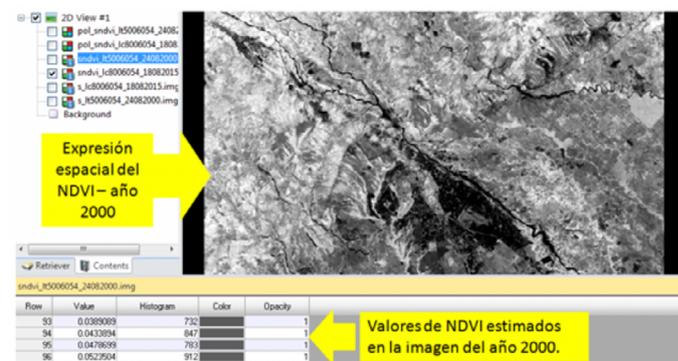


Figura 3. Ejemplo de resultado preliminar del NDVI para la imagen LANDSAT TM 2000.

En la función secundaria del entorno biofísico de Barinas se consideró como recurso “target” el suelo, visto desde la perspectiva de ser el soporte de las actividades constructivas urbanas y de la red vial. Se consideraron como funciones básicas de evaluación su nivel de adecuación, para la construcción de viviendas y de calles y vías, utilizando para ello la metodología del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) del Soil Survey Staff – USA (Cortés & Malagón, 1992).

Tabla 3. Valores de NDVI que definieron los límites para los intervalos de clase finales.

Categoría	NDVI 2000		NDVI 2015	
	vmin	vmax	vmin	vmax
SV	-0,347826	0,239428	-0,12309	0,207352
VH	0,243684	0,371348	0,209746	0,27917
VA	0,375603	0,737318	0,281564	0,487441

La función terciaria está referida a rol del medio biofísico como receptor de los efluentes antropogénicos materializados en: emisiones, vertidos y residuos sólidos, generados en las ciudades en su proceso metabólico; estos son almacenados, transformados y transportados a través de los tres vectores ambientales que existen: suelo, agua y aire. Por ende, son estos tres los recursos “target” necesariamente considerados en esta función, los cuales fueron evaluados de forma indirecta a través de análisis cualitativos, por cuanto una evaluación in situ de los mismos y utilizando métodos directos supone el uso de pruebas y análisis muy rigurosos y de alto costo, como el caso de los análisis químicos y biológicos de aguas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Barinas y su entorno biofísico

La ciudad de Barinas contaba para el año 2015 con un total de 334498 habitantes. Se emplaza sobre un abanico de explayamiento formado por el río Santo Domingo, al pie de la Cordillera de Mérida en su vertiente andino-llanera (Figura 4). Por ello, la ciudad posee un entorno biofísico morfológicamente definido como paisaje piedemontino, un sistema morfológico transicional entre el vigoroso sistema montañoso andino y el sistema depositacional llanero. El entorno biofísico de Barinas posee distintas escalas espaciales, que van desde sus áreas circunvecinas más próximas, hasta los páramos andinos en donde nace el río Santo Domingo. La gran cuenca del río Santo Domingo domina ampliamente el paisaje hidrológico y morfológico del entorno biofísico de Barinas, siendo el principal responsable de la génesis morfológica de su sitio de emplazamiento, constituyendo además su principal fuente de abastecimiento directo e indirecto del recurso agua. De igual forma, el río constituye un límite político-administrativo municipal y ejerce de barrera física que limita el crecimiento de la metrópoli en sentido noroeste – sureste, tal como se aprecia en la Figura 4.



Figura 4. Barinas y su entorno biofísico. (Fuente: elaboración propia con Imagen LANDSAT TM extraída de Google Earth).

La funcionalidad primaria

Barinas tiene una localización estratégica, pues su entorno biofísico conformado por las vertientes andino-llaneras de la cordillera constituye un gran área receptora neta de humedad y de precipitaciones orográficas,

que garantizan una producción y constante aporte de agua dulce. Tal como se observa en la Figura 4, la ciudad está inmersa dentro de una compleja e intrincada red de drenajes permanentes que fluyen desde las vertientes andinas hacia los llanos bajos, dominada por la cuenca del río Santo Domingo. Es esta cuenca la principal fuente abastecimiento de agua dulce de Barinas, mientras que las cuencas pequeñas aportan cursos de agua que atraviesan la ciudad, pero su importancia está restringida a la funcionalidad terciaria, como se explicará más adelante.

Barinas posee un sistema dual de abastecimiento de agua dulce procedente de dos tipos de fuentes distintas: fuente superficial y fuente subterránea. El agua superficial procede del río Santo Domingo, la cual es captada y reconducida hasta la Planta de tratamiento de Barinas, con una capacidad de producción de agua potable estimada en 600 l/s (HIDROANDES, 2015). Por su parte, las aguas subterráneas son aprovechadas a través de un sistema de 87 pozos de extracción localizados en distintas zonas de la ciudad, los cuales son operados por distintas organizaciones como: HIDROANDES, ACUALBA y otras redes privadas.

La tabla 4 resume la oferta real de agua potable para Barinas. Se observa que el aporte de agua subterránea es de gran importancia, al suministrar el 66% del agua dulce que la ciudad consume (1158 l/s); mientras tanto, la producción de agua superficial (600 l/s), representa en términos reales un aporte de 34% a la oferta total de agua para la ciudad. La oferta total diaria para la ciudad se estimó en 151.891.200,00 litros.

Tabla 4. Oferta neta total de agua potable para la ciudad de Barinas

Item	Caudal (l/s)	Aporte %	Oferta neta diaria (l)
Agua superficial	600	34	51.840.000,00
Agua subterránea	1158	66	100.051.200,00
Total	1758	100	151.891.200,00

Fuente: Elaboración propia a partir de datos aportados por HIDROANDES (2015)

Los resultados de la evaluación ecológica y cualitativa de las aguas se muestran en la Figura 5. Estos evidencian que tanto la estructura ecológica de los cursos de agua como su calidad se ven seriamente afectadas a medida que los ríos se adentran en el perímetro urbano de la ciudad.

En la cuenca media de la Quebrada La Caramuca (punto 1), existe una baja densidad poblacional y las vegas fluviales de las quebradas se encuentran moderadamente intervenidas. La estructura y funcionalidad ecológica de los ríos del sector es “regular”, con valor ponderado de (2,6), mientras que la calidad de las aguas muestran una condición de (2,0), indicando “poca perturbación/buena calidad”. Estos resultados muestran que en la zona los cursos de agua pueden aún cumplir su funcionalidad ecológica sin mayores dificultades.

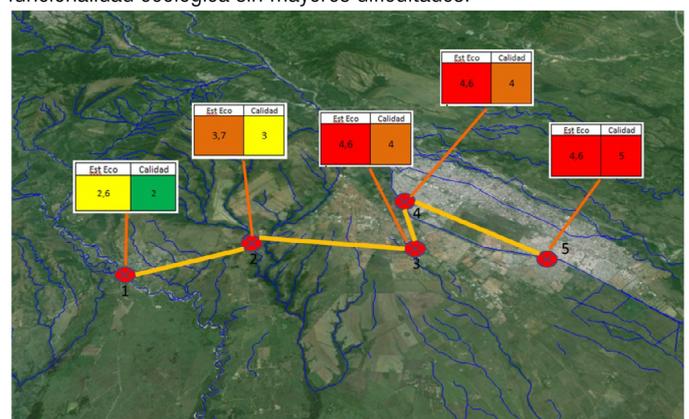


Figura 5. Resultados de la evaluación ecológica de las aguas del entorno urbano de Barinas.

En la Quebrada LaVizcaína (punto 2), la existencia de desarrollos habitacionales de alta densidad incide en las condiciones generales del lecho del río y la ribera, por lo que la estructura ecológica se categoriza como “deficiente” (3,7), mientras que la calidad de las aguas desciende a la categoría de „regular“(3,0). Ello indica que, tanto la funcionalidad ecológica como la calidad del agua en este sector ya se encuentra comprometida.

El punto 3 corresponde a un curso de agua dentro de la llamada “Ciudad Deportiva de Barinas”. La condición ecológica en este sector resultó catalogada como: „mala“ (4,6), mientras que la calidad de las aguas se ven muy afectadas por los efluentes de aguas residuales y por acumulaciones espontáneas de residuos sólidos eventuales, siendo en este caso de condición “perturbación crítica/no apta” (4,0). Ambas condiciones se mantienen en el punto 4, ubicado en las adyacencias de la UNELLEZ, con resultados idénticos para la condición ecológica y para la calidad de las aguas.

Por último, los resultados obtenidos en el Barrio La Hormiga (punto 5), claramente indican que en este sector las aguas fluviales no pueden cumplir función ecológica alguna, pues el grado de transformación de sus riberas y de las vegas fluviales es extremo e irreversible. De hecho, los ríos y cauces urbanos pasan a ser receptores, depositarios y transportadores de efluentes, básicamente aguas residuales y desechos sólidos producidos en los sectores adyacentes. La condición estructural/funcional de los cursos es catalogada como: „mala“ (4,6), mientras que la calidad del agua presenta los niveles más dramáticos de transformación, estando en la condición: „muy perturbada/severa“ (5,0).

Los suelos de Barinas presentan condiciones variables como recurso fuente de materiales para construcción, que puede diferenciarse en la Figura 6, en la que se muestra la adecuación de los suelos como fuente de arena y grava (a) y como fuente de materiales para vías y caminos (b). Ciertamente, los suelos de la ciudad no resultan favorables como fuentes de arena y grava, ya que, en 13 de los 21 puntos muestrales (62%), los suelos son de condición mala y no apta para el uso en cuestión. Caso contrario sucede con el segundo uso, ya que el 62% de los suelos muestreados mostraron una condición “buena” como fuente de materiales para vías y caminos, mientras que los restantes aparecen en la segunda condición (regular).

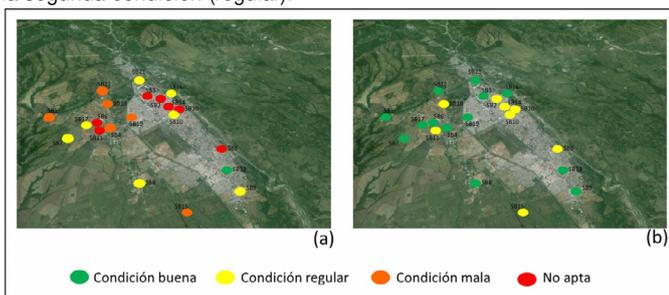


Figura 6. Nivel de adecuación de los suelos de Barinas como: (a) fuente de arena y grava; y (b) fuente de materiales para vías y caminos.

En cuanto a la vegetación como fuente de calidad ambiental, los resultados demostraron que la ciudad de Barinas lamentablemente ha visto disminuir su calidad ambiental, ya que durante los 15 años evaluados la vegetación boscosa se redujo en un 32,2 %, mientras que la vegetación herbácea aumentó en un 31,4% (Tabla 5). La similitud de ambas proporciones sugiere que la vegetación herbácea ganó territorio a expensas de la destrucción sistemática de la superficie boscosa. Tal como se observa en la Figura 7, la reducción boscosa fue más dramática hacia el sur-este de la ciudad, zona en expansión urbana en la que se localizan barridas

marginales. Es particularmente notoria y alarmante la disminución de la masa boscosa del Parque metropolitano Simón Bolívar, resaltado en el recuadro de la Figura 7(b), un Área Protegida que perdió un gran volumen de masa arbórea en el período, teniendo serias implicaciones en la calidad de vida del casco urbano central de Barinas.

Tabla 5. Variación de la vegetación en Barinas, período 2000 - 2015.

Categoría	Año 2000 Superficie (ha)	%	Año 2015 Superficie (ha)	%	Variación periódica (ha)	Variación periódica (%)
SV	3414,90	16,3	3588,77	17,1	173,87	0,8
VH	2390,76	11,4	8980,84	42,8	6590,08	31,4
VA	15180,66	72,3	8416,71	40,1	-6763,95	-32,2
Total	20986,32	100	20986,32	100	13527,9	64,4

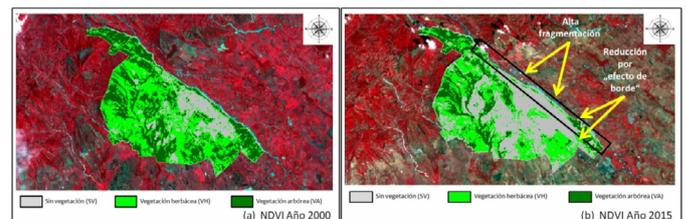


Figura 7. Categorías derivadas del cálculo del NDVI en Barinas para los años: (a) 2000 y (b) 2015.

La funcionalidad secundaria

La Figura 8 muestra los resultados obtenidos para ambos usos por medio del método del SUCS. Se observa que de los 21 puntos muestrales, 16 fueron clasificados como suelos con buenas condiciones para la construcción de viviendas y edificaciones urbanas. En general, las tipologías de suelos definidas en todos estos puntos muestrales indican que las clases texturales de esos suelos les confieren adecuados niveles de drenaje, bajos niveles de plasticidad y también baja potencialidad para la expansión – contracción de los mismos.

En cuanto al nivel de adecuación para la construcción de calles y vías, los resultados revelan que 10 de los 21 puntos evaluados resultaron con buena condición para la construcción de vialidad, ya que estos suelos presentan condiciones texturales y granulométricas que hacen posible que puedan soportar la infraestructura vial sin inconveniente alguno. La mayor densidad de puntos con esta condición se localizan hacia el nor-oeste de la ciudad. En ellos, la presencia de bajos porcentajes de elementos finos y una condición de baja plasticidad los hace favorables para el uso evaluado.

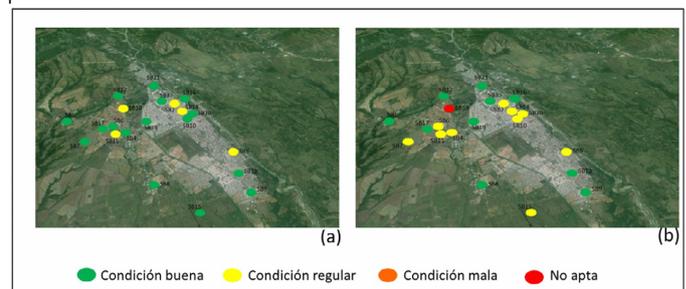


Figura 8. Nivel de adecuación de los suelos de Barinas como: (a) construcción de viviendas y edificaciones; y (b) construcción de calles y vías.

La funcionalidad terciaria

La dinámica de uso de los recursos y servicios ambientales en la ciudad de Barinas, en particular la que tiene que ver con las fuentes de agua que la abastecen, tienen particularidades que pueden ser potencialmen-

te generadoras de graves problemas ambientales que conlleven afectación a sus habitantes. Estas particularidades fueron consideradas desde la perspectiva de las condiciones y comportamiento de dos de los tres vectores ambientales: suelo y agua.

Los suelos de Barinas tienen una adecuada capacidad filtrante, lo cual se deriva de dos condicionantes: (1) las tasas de descomposición de la vegetación son altas debido a la condición climática tropical. Investigaciones realizadas en zonas muy similares del trópico estiman la producción de hojarasca en tasas que van de 10 a 18 tn/ha/año, generando apreciables niveles resultantes de materia orgánica y de nitrógeno en los suelos (Arguello, 1991); y (2) las condiciones granulométricas de los suelos sobre los que se asienta la ciudad, mayormente arenosos, les confieren altos niveles de permeabilidad y consecuentemente altos niveles de infiltración. De acuerdo con los resultados obtenidos por Mora & Rivas (2015), los suelos de la ciudad presentan un coeficiente de infiltración (K_{fc}) promedio de 0,20, lo cual indica que la capacidad de infiltración es alta.

Lo anterior sugiere que los elementos exógenos, ya sean gases, partículas o líquidos, pueden penetrar con facilidad el interior de los suelos, de modo que el movimiento de los elementos dentro del suelo, la adsorción y absorción de sustancias exógenas puede ser desarrollado en forma eficiente.

Las aguas superficiales que atraviesan la ciudad de Barinas poseen la peor condición ecológica según la evaluación realizada. Ello es debido a que los cursos fluviales, al adentrarse en el ámbito urbano, cambian en cuanto a su funcionalidad básica, pasando a ser receptores netos de aguas residuales que en la ciudad se producen.

De acuerdo con el MOPT (1992), la capacidad autodepurativa del cuerpo o masa de agua va a depender fundamentalmente de: (1) el volumen de agua almacenado o transportado, ya que la dilución es más rápida y efectiva cuanto mayor caudal tenga el río; y (2) capacidad de re-oxigenación del agua, que determina el grado en que el cuerpo de agua pueda reponer el oxígeno invertido durante el proceso de oxidación y putrefacción del elemento exógeno.

La red de drenaje en Barinas está conformada por cursos de régimen permanente, los cuales, dada la abundancia de precipitación neta sobre el entorno, concentran volumen de escorrentía suficiente durante todo el año, incluso en la estación seca. Obviamente, el río Santo Domingo es el curso de agua que mayor capacidad autodepurativa posee. De acuerdo con los valores de autodepuración del MOPT (1992), las aguas en Barinas pueden alcanzar valores de autodepuración entre 2,0 y 3,0, lo cual denota un nivel moderado.

La principal fuente de contaminación de los cuerpos de agua fluviales en Barinas es la adición de aguas residuales domésticas, industriales e institucionales. Los drenajes urbanos de calles y avenidas constituyen una segunda fuente importante de contaminación. La tercera fuente de contaminación de los cuerpos de agua es la disposición de desechos sólidos en la ribera, o su incorporación directa al agua. El Tabla 6 muestra los valores de producción de aguas residuales domésticas en la ciudad de Barinas a nivel diario, mensual y anual, para los años 2013 y 2014.

Otro factor que contribuye a hacer más compleja la situación de la producción de agua residual en Barinas es la incorporación de aguas procedentes de los drenajes urbanos a los colectores de aguas servidas. Adicionalmente, las aguas de lluvia colectadas en muchas viviendas y edificaciones son también incorporadas a la red de aguas servidas. Am-

bos problemas aparecen resaltados en los informes del PORU (2008) y del PDUL (2008), y contribuyen a la sobresaturación y colapso frecuente del sistema de cloacas.

Tabla 6. Producción de agua residual en Barinas para los años 2013 y 2014.

Item	Año 2013	Año 2014
Recolección diaria (m ³)	155.642	129.787
Recolección mensual (m ³)	4.734.103	3.947.702
Recolección anual (m ³)	56.809.232	47.372.420

Fuente: Elaboración propia a partir de datos suministrados por Hidroandes (2015).

En síntesis, puede afirmarse que las aguas superficiales del ámbito urbano de Barinas poseen una adecuada capacidad autodepurativa debido a los importantes volúmenes de agua que presentan los cauces, particularmente el río Santo Domingo. No obstante, los volúmenes de producción de aguas servidas son muy altos y la dinámica de los drenajes urbanos hace que el problema de la calidad de las aguas sea extremadamente difícil de evaluar y controlar.

CONCLUSIONES

La funcionalidad primaria del entorno le confiere a la ciudad de Barinas condiciones altamente favorables para su expansión y desarrollo urbano futuro, al existir garantía permanente de recursos naturales básicos para sostener la dinámica urbana de la ciudad. No obstante, su crecimiento pretérito sin criterios adecuados de planificación ha generado una disminución notable de la vegetación en el casco urbano y ha ido afectando progresivamente la funcionalidad terciaria del medio biofísico, específicamente los vectores agua y suelos. Ambos problemas ameritan ser enfrentados y revertidos a través de estrategias concretas de planificación que han de ser establecidas en el Plan de Desarrollo Urbano Local de la ciudad.

El entorno biofísico, desde su perspectiva funcional, es expresión física y fenológica de la realidad urbana. La calidad de la relación de la dinámica y estructura socioeconómica con su entorno biofísico generará diversas condiciones de habitabilidad en la ciudad, que van desde espacios sostenibles con calidad de vida a prevenir situaciones de riesgo que pueden devenir en problemas ambientales específicos en la ciudad de Barinas. El conocimiento de la realidad del entorno biofísico es fundamental en la planificación urbana. Su evaluación es, no obstante, integral y compleja.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arguello, H. (1991). La descomposición de la materia orgánica y su relación con algunos factores climáticos y microclimáticos. *Agro-nomía Colombiana*, Vol 8 (2): 384 – 388.
- Cortés, A., y Malagón, D. (1992). Los levantamientos de Suelos y sus aplicaciones multidisciplinarias. Mérida, Venezuela: Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras – CIDIAT.
- Gómez, D. (2002). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Madrid, España: Editorial Mundi-Prensa. 749 pp.
- HIDROANDES. (2015). Informe sobre los recursos hídricos de la ciudad de Barinas. Barinas, Venezuela.
- Lillesand, Th., Kiefer, R., y Chipman, J. (2004). *Remote Sensing and Image interpretation*. Fifth Edition. New York, USA: John Wiley & Sons, Inc.

- Mejias, L., y Guerrero, Y. (2000). Estudio de las reservas de aguas subterráneas en la ciudad de Barinas. (Tesis de Pregrado). Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
- Ministerio Del Medio Ambiente de Chile. (2012). Informe Del estado del Medio Ambiente 2011. Santiago de Chile. AMF A. Molina Flores.
- Ministerio de Obras Publicas y Transporte de España – MOPT. (1992). Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología. Madrid, España: Secretaría General Técnica – Centro de Publicaciones MOPT.
- Mora, A., y Rivas, K. (2015). Elaboración del Atlas hidrogeológico del acuífero ubicado en el casco central de la ciudad de Barinas, Venezuela. (Tesis de Pregrado). Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
- Nouri, H., Beecham, S., Anderson, Sh., y Nagler, P. (2014). High Spatial Resolution WorldView-2 Imagery for Mapping NDVI and its Relationship to Temporal Urban Landscape Evapotranspiration Factors. *Remote Sensing*, 6 (1): 580 – 602.
- Plan de Desarrollo Urbano Local para la ciudad de Barinas - PDUL. 2008. Componente Ambiental. Barquisimeto, Venezuela: Informe Técnico elaborado por el Centro Jacinto Lara.
- Plan de Desarrollo Urbano Local para la ciudad de Barinas - PDUL. (2015). Mérida, Venezuela: UFORGA – ULA.
- Porto, E. (1992). Integración del medio ambiente en el planeamiento urbano. *Urbanismo: revista oficial del colegio de Arquitectos de Madrid*, ISSN 0213-9391. Pags: 22 – 29.
- PORU (2008). Plan de Ordenación Urbanística del Subsistema Urbanístico Barinas. Estado Barinas y Táchira. Caracas, Venezuela: Informe Técnico elaborado por la Empresa ATP.3 Profesionales S.A.
- Rives, F. y Serow, W. (1984). *Introduction to Applied Demography: Data Sources and Estimation Techniques. Quantitative applications in the social sciences*. Número 39. Nueva York-Estados Unidos: SAGE Publications Inc. 96 p.
- Torres, A. (2011). Tasas de crecimiento poblacional (r): Una mirada desde el modelo matemático lineal, geométrico y exponencial. *CIDE digital*. 2(1): 142-160.
- VDG - Vereinigung Deutscher Gewässerschutz. (Hrsg.) (2004). *Ökologische Bewertung von Fließgewässern. Schriftenreihe der Vereinigung Deutscher Gewässerschutz*, 64, 3. Auflage; Bonn.

DISEÑO DE UNA ÓRTESIS ACTIVA PARA REHABILITACIÓN DE CODO CON TÉCNICAS DE IMPRESIÓN EN 3D

José Segnini¹, Daniel Vaca¹, Mary Vergara²

¹ Pontificia Universidad Católica de Ecuador. Sede Ibarra, Escuela de Diseño

² Universidad Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil. Carrera de Ingeniería Automotriz

Autor para correspondencia: jmsegnini@pucesi.edu.ec

Recibido: 2019/11/06

Aprobado: 2020/05/29

DOI: <https://doi.org/10.26621/XVI22.2020.06.A07.PUCESI.2550.6684>

RESUMEN

Para el año 2017, Ecuador registró 11.678 personas con algún tipo de trauma en el codo y antebrazo. Si bien existen dispositivos rehabilitadores de codos disponibles en el mercado nacional, distribuidos por casas comerciales, todas son productos de importación con altos costos de adquisición y mantenimiento. En esta investigación, se presenta un diseño conceptual de un rehabilitador de codo dinámico impreso en 3D con entrada motriz ejecutada por el usuario para lograr una progresiva rehabilitación sin supervisión médica. En este, se incluyen primero la captura de imágenes para la obtención de dimensiones, acompañadas de topologías geométricas únicas que posee el individuo, además de las restricciones clásicas para el diseño de dispositivos biomecánicos, como son: mecanismos, cargas, forma, costo, y material. Posteriormente, en el diseño se realiza un análisis cinemático y de resistencia de materiales utilizando programas CAD-CAE que sirven para simular y definir la geometría y materiales del dispositivo en base a un mecanismo. Así, se obtiene un dispositivo único que permite realizar movimientos de flexo-extensión de 0° a 90° que cubre todas las fases de rehabilitación del codo.

Palabras clave: rehabilitador; codo; rehabilitación dinámica, Impresión 3D.

ABSTRACT

In 2017, Ecuador registered 11,678 people with some type of trauma in their elbows and forearms. Although there are elbow rehabilitation devices available in the national market distributed by commercial companies, they are all imported products with high acquisition and maintenance costs. This investigation presents a conceptual design of a 3D printed dynamic elbow rehabilitator (motor input executed by the user), to achieve a progressive rehabilitation without medical supervision. This includes first the capture of images to obtain dimensions, accompanied by the unique geometric topologies that the individual possesses, in addition to the classic restrictions for the design of biomechanical devices, such as: mechanisms, loads, shape, cost, and material. Subsequently, the design performs a kinematic and resistance analysis of materials using CAD-CAE programs that serve to simulate and define the geometry and materials of the device based on a mechanism. Thus, a unique device is obtained that allows to perform flexo-extension movements from 0 ° to 90 ° that covers all the phases of rehabilitation of the elbow.

Keywords: rehabilitator; elbow; dynamic rehabilitation; 3D print.

INTRODUCCIÓN

La articulación del codo es una de las más importantes; su jerarquía radica en que este sitio es el puente de unión entre los movimientos realizados por el antebrazo y el brazo; permite ejecutar múltiples actividades que incluyen movimientos de flexión y extensión, donde prácticamente no existe una actividad que implique sostener un cuerpo en la cual no se utilice ésta. Lo anterior implica un decremento de la calidad de vida cuando el cuerpo humano sufre luxaciones, esguinces, torceduras de articulaciones, ligamentos del codo y otras enfermedades asociadas a la misma, acompañadas con accidentes viales, laborales o por deporte que pueden culminar o no con una intervención quirúrgica y en la mayoría de los casos requerir de una rehabilitación pasiva de codo, donde una persona o dispositivo moviliza las extremidades sin ningún esfuerzo del paciente, siendo así que la articulación se somete a un rango de movimiento angular preestablecido y por un período de tiempo determinado.

En el mercado internacional y nacional, existen rehabilitadores de codo; estos dispositivos pueden utilizar resortes lineales, de torsión, neumática, electrónica, hidráulica y mecatrónica para controlar los movimientos de la articulación del codo, tal como se muestra en (Pérez, 2012), (Mio, 2014), (Barrios, et al, 2017), (Ospina, 2017), donde además se muestra la necesidad de realizar investigaciones direccionadas a dispositivos portátiles que permitan la rehabilitación del movimiento de extremidades superiores a un bajo costo.

Bajo la luz de lo anterior, se han desarrollado investigaciones direccionadas a simular el movimiento natural del codo mediante diferentes mecanismos, tal como se detalla en múltiples estudios (Mavroidis, et al, 2005), (Gallucci, et al, 2008), (Martínez, 2011), (Ayala-Lozano, et al, 2015), (De Lima, 2016), (Escuder, 2017), (Wang, Song, Wang, & Liu, 2018). En los últimos cinco años, universidades ecuatorianas han participado en el desarrollo de dispositivos rehabilitadores de codo (Moya & Stephanie, 2014), (Macao & Nacipucha, 2016); en todos los casos, dichos trabajos están direccionados a crear dispositivos exoesqueléticos electrónicos para la rehabilitación del codo.

En este mismo contexto, desde hace una década, se han desarrollado patentes que muestran la evolución de los rehabilitadores con distintas configuraciones geométricas que van desde sistemas netamente mecánicos hasta sistemas mecatrónicos avanzados; (EEUU Patente nº US5036837, 1991), (EEUU Patente nº US005399154A, 1995), (EEUU Patente nº US006001075A, 1999), (EEUU Patente nº US6676612B1, 1999), (EEUU Patente nº US20100160986A1, 2008), (China Patente nº CN107260488A, 2017). Por esto, se observa que los movimientos de rehabilitación pueden ser realizados de manera autónoma por el paciente, pues varias de estas patentes presentan un sistema con entrada motriz dada por el usuario, que posee un cierto grado de movilidad. Sin embargo, algunos pacientes pueden requerir diferentes extensiones y flexiones debido al grado de inmovilización que sufre el codo y por lo tanto es importante desarrollar mecanismos que sean capaces de cubrir esta necesidad.

En esta investigación, se tiene como objetivo diseñar un rehabilitador de codo dinámico, con restricciones asociadas al uso de geometrías sencillas, material disponible en la zona y de bajo costo, que contribuya con la progresiva rehabilitación sin supervisión médica de los pacientes. Para esto, se utilizará la propuesta de Segnini, Chagna, & Vergara (2018) donde se plantea un proceso de diseño, con alternativas de mecanismos, formas y materiales para seleccionar las más adecuadas según los requerimientos planteados. Posteriormente, utilizando programas

CAD-CAE se realizan simulaciones numéricas validadas para definir la geometría del rehabilitador de codo con un grado de libertad, capaz de soportar cargas máximas dadas por el paciente sin deformarse permanentemente.

Los resultados muestran que se puede materializar un diseño en el que se realiza un análisis cinemático y de resistencia de materiales utilizando programas CAD-CAE que sirven para definir la geometría y materiales del dispositivo rehabilitador en base a un mecanismo, el cual permite realizar movimientos de flexo-extensión de 0° a 90° correspondiente a las fases de rehabilitación del codo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Una parte de la metodología utilizada es una modificación a la propuesta desarrollada por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) que propone el proceso de diseño como fases en el desarrollo de productos. Así, el proceso no es secuencial, ya que algunas fases pueden darse de manera simultánea e integrada, por lo que se adapta este modelo a los primeros cinco pasos, de manera que el proceso terminaría en la fabricación del prototipo. A partir de un problema detectado, se comienza a analizar y procesar la información disponible y se explora antecedentes pertinentes que contribuyan en la elaboración de una base de datos, para la estructuración, creación y registro del marco conceptual y teórico (Segnini, et al, 2018). Luego, se pasa a una etapa el análisis y la creatividad que dan forma a la idea del producto, y en la que se analizan distintas alternativas para luego seleccionar una de ellas para llegar al diseño de detalle y definir formalmente al producto y las especificaciones técnicas para su prueba. Aquí se verifica, entre otros aspectos, la seguridad, la calidad, confiabilidad y mantenimiento. En esta fase también se verifican las características técnicas como compatibilidades dimensionales, de ensamblado y montaje, todo ello con miras a su fabricación. Finalmente, se fabrica un prototipo que debe retroalimentarse hasta llegar a un producto mínimo viable.

Análisis de requerimientos

Como estipula Amador (2013), para la identificación de las necesidades es básico crear un canal de información de alta calidad directamente con el usuario final del producto. La recopilación de datos involucra el contacto con los usuarios y con su experiencia con el ambiente de uso del producto, siendo el método primario de recopilación de datos para lograr este objetivo las entrevistas.

Los usuarios están representados por las personas que requieren rehabilitación de los miembros superiores. Se trabajó con los pacientes de la Unidad de Rehabilitación y Terapia Física del Hospital San Vicente de Paúl, ubicado en la ciudad de Ibarra, Ecuador. Se trabajó con 17 (diecisiete) pacientes que estaban realizando la rehabilitación en el período comprendido entre abril y junio del año en curso. Esta información es sintetizada, comparada y analizada con la bibliografía acerca del tema, para finalmente, con el asesoramiento de un especialista fisioterapeuta, generar alternativas de diseño acorde con los requerimientos. Se establecieron seis variables fundamentales que se deben considerar en un rehabilitador de codo; Comodidad: referida al bienestar físico que proporciona el uso de la órtesis de rehabilitación de codo; Fácil montura: relacionada con la facilidad que tenga el paciente para colocarse la órtesis; Estética: asociada a la proyección visual de la órtesis de rehabilitación de codo, su apariencia física; Funcionalidad: relacionada directamente con la posibilidad de permitir la ejecución de movimientos similares a los de la articulación sana; Peso: relativo a lo pesado o liviano que sea el dis-

positivo; Costo: referido a la cantidad de dinero que es necesario invertir para la adquisición de la órtesis de rehabilitación de codo.

Para establecer el grado de movilidad del paciente se emplea como referencia lo reportado por Barcelona, Gomá, Miralles, & Montull (1999) y Gallucci (2000). Después, se acude a distintas visitas con especialistas, con el fin de consolidar información y establecer perspectivas generales sobre los aspectos asociados a la rehabilitación del paciente, considerada desde la visión del terapeuta.

Diseño de la propuesta

Para la selección de mecanismos y formas se sigue un proceso analítico jerárquico necesario para ejecutar el paquete computacional Expert Choice Comparion, donde se les da un valor numérico a las opciones planteadas que están regidas bajo el principio de la metodología y acorde a propiedades y procesos analíticos, con el objetivo de que la herramienta sintetice dichos valores y tome las decisiones que se adapten a los requerimientos y determinantes del proyecto.

Alternativas para la forma de diseño

En el bosquejo preliminar del diseño de la forma, se exponen alternativas geometrías orgánicas que concilian el concepto de diseño y se asocian a los sistemas de rehabilitación contemporáneos; para ello, se consideran mecanismos que cumplen con las restricciones de movimiento asociadas a la órtesis de rehabilitación de codo.

Mecanismo 1: Está compuesto por dos elementos (soporte de brazo y soporte del antebrazo), los cuales se unen a través de una articulación tipo bisagra; el sistema dinámico de fuerza está compuesto por un elemento elástico sujetado a los soportes del brazo y antebrazo, como se muestra en la figura 1.

Mecanismo 2: Está compuesto por dos elementos (soporte de brazo y soporte del antebrazo), los cuales se unen a través de una articulación tipo bisagra; el sistema dinámico de fuerza está compuesto por un elemento neumático (pistón) sujetado a los soportes del brazo y antebrazo, tal como se representa en la figura 1.

Mecanismo 3: Está compuesto por dos elementos (soporte de brazo y soporte del antebrazo), los cuales se unen a través de una articulación tipo bisagra; el sistema dinámico de fuerza está compuesto por un resorte de torsión ubicado en la articulación (ver figura 1).

Mecanismo 4: Está compuesto por dos elementos (soporte de brazo y soporte del antebrazo), los cuales se unen a través de una articulación tipo bisagra; el sistema dinámico de fuerza está compuesto por un resorte lineal, un cable mecánico y un sistema de poleas ubicado en la estructura central de los soportes, tal como se representa en la figura 1.

Mecanismo 5: Está compuesto por dos elementos (soporte de brazo y soporte del antebrazo), los cuales se unen a través de una articulación tipo bisagra ubicada en la parte inferior de los soportes; el sistema dinámico de fuerza está compuesto por un elemento elástico sujetado a los soportes del brazo y antebrazo, como se muestra en la figura 1.



Figura 1. Propuestas de diseño desarrolladas.

Los criterios se plantean según el grado de importancia, donde se busca la facilidad de apertura de la órtesis para poder describir el movimiento de flexión y extensión, considerando además que éstos estén disponibles al menor costo, que cuenten con una estabilidad considerable, que utilice la menor cantidad de elementos posible y con piezas sencillas de ensamblar. Una vez que se evalúan las alternativas de acuerdo con los criterios y su ponderación, se obtiene que el más apropiado es el mecanismo 5 (cinco) según se aprecia en la figura 2.

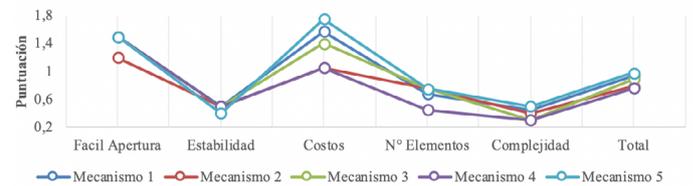


Figura 2. Resultados para la síntesis de tipo y sistema de mecanismo.

De igual manera, se observa que el mecanismo 1 presenta una puntuación buena, pero al ser un dispositivo con dos articulaciones, eleva el presupuesto en comparación al mecanismo 5, motivo por el cual se descarta. Asimismo, el mecanismo 3 (resorte de torsión) tiene una excelente estabilidad y apertura para el movimiento flexo-extensión, pero tiene un nivel de complejidad de armado mayor que la propuesta seleccionada.

Diseño personalizado del rehabilitador de codo

Se utiliza una herramienta de medición biométrica propuesta por Mei (2015), en donde se capturan imágenes fotográficas de la extremidad; estas imágenes son procesadas y vectorizadas para poder obtener la silueta de dicha extremidad (ver figura 3a) y así con las siluetas en varios perfiles poder realizar el modelado 3D (ver figura 3b). De esta manera, es posible obtener un dispositivo completamente adaptable a las medidas del brazo lesionado.

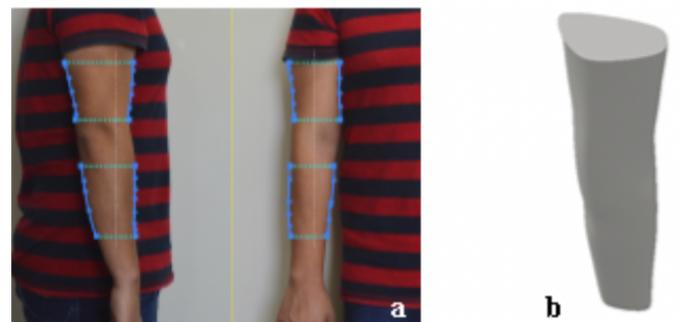


Figura 3. a) Vectorización de la silueta de la extremidad. b) Modelado 3D de la extremidad completa

Alternativas de diseño personalizado para el rehabilitador de codo

Una vez procesada la extremidad y modelada en 3D, se procede a generar alternativas de formas para el diseño.

Modelo 1: Esta propuesta se diseñó pensando en la ligereza de la estructura; para ello se propone generar orificios irregulares en la parte central de la extremidad modelada (ver figura 4a); la forma de dicho orificio se desarrolló pensando en el diseño generativo, el cual es un proceso de búsqueda de formas que puede imitar el enfoque evolutivo de la naturaleza para el diseño y en el diagrama de Voronoi.

Modelo 2: Esta propuesta muestra un texturizado en la zona central de la órtesis modelada; dicho texturizado se basó en el personaje de las historietas infantiles Ironman®, el cual muestra un concepto robótico con los colores característicos de la armadura del superhéroe (ver figura 4b).

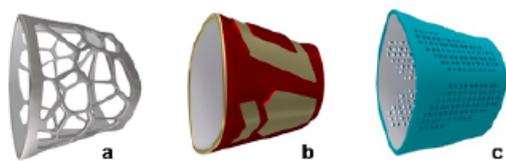


Figura 4. Propuestas desarrolladas. a) Modelo 1 b) Modelo 2 c) Modelo 3

Modelo 3: este diseño se apoyó en la conceptualización de la musculatura humana, en el cual se buscó imitar parte de los músculos ubicados en el brazo y antebrazo; la silueta fue desarrollada con un patrón de orificios circulares (ver figura 4c), que al igual que las demás propuestas ayudan a aligerar el peso del dispositivo.

Los criterios considerados por orden de importancia son: estética del producto, la ligereza, la dificultad de fabricación, y la resistencia mecánica. Cabe destacar que las variables “ligereza del producto” y “resistencia mecánica” fueron calculados en el software Autodesk Inventor®.

Después de desarrollar, ejecutar y sintetizar los datos en el programa se obtiene que el modelo 1 es la propuesta con mejores resultados, tal como se muestra en la figura 5.



Figura 5. Resultados para la síntesis de forma exterior.

Los tres modelos tienen comportamientos estéticos similares, al igual que en dificultad de fabricación; las diferencias más significativas se presentan en ligereza del producto, en donde el modelo 1 se destacó por encima de las demás propuestas. A pesar de presentar diferencias en la resistencia mecánica, todas las propuestas resisten las cargas de diseño.

Finalmente, para definir los materiales de cada uno de los elementos diseñados, la prótesis se diseñó para ser procesada con tecnología de impresión 3D, motivo por el cual se utilizará el material Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS), el cual es el segundo material más popular en Ecuador. Por su disponibilidad en el país y su resistencia mecánica, el ABS es el termoplástico mejor posicionado para usarse en la impresión 3D.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez seleccionado mediante el análisis jerárquico, el mecanismo y la forma (ver figura 7) se fusionan en un solo producto.

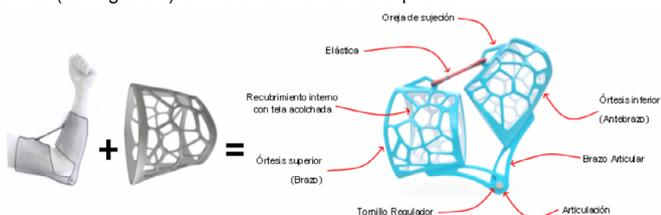


Figura 7. Fusión del mecanismo y geometría propuesta para el rehabilitador de codo y sus partes.

El rehabilitador de codo presentado tiene un grado de libertad, componiéndose de 6 elementos que corresponden a: órtesis inferior (antebrazo), órtesis superior (brazo), brazo articular, articulación (tornillo regulador), elástica y oreja de sujeción.

El ensamble global permite que el mecanismo tenga una variación de ángulos entre el brazo y el antebrazo que van de 0° a 90°. Por lo tanto, el movimiento de flexión y extensión en el codo se desarrolla de manera natural.

Análisis estructural

El análisis de esfuerzos fue hecho utilizando el método de elementos finitos (MEF), a través del software ANSYS®. De acuerdo al diseño mostrado en la figura 7, las piezas involucradas en éstos, con sus respectivos materiales, son las siguientes: las órtesis superior e inferior en ABS y el tornillo regulador y componentes de acero; la elástica será el elemento productor de fuerza: dicha fuerza será de 50N (elástica comercial de 5Kg).

El análisis de esfuerzo utilizado fue estático, debido a que la variación de carga con respecto al tiempo es poca. La fuerza ejercida será de 50N correspondiente al valor máximo de las elásticas utilizadas (conocidas comercialmente como banda elástica de 5 Kg). En este tipo de análisis, los materiales se consideran lineales e isotrópicos, mallas refinadas de topologías tetraédricas que convergen hacia la solución con relación de convergencia menor al 3%.

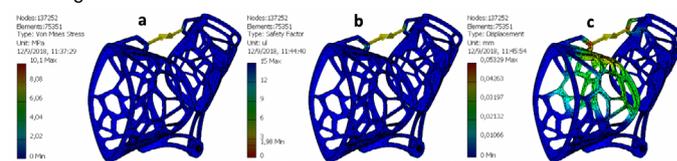


Figura 8. a) Distribución de los esfuerzos de Von Mises en las dos piezas críticas del rehabilitador. b) Factor de seguridad en las dos piezas críticas. c) Desplazamiento máximo del rehabilitador esforzado.

Al obtener resultados donde la geometría y material del sistema son capaces de soportar las cargas máximas sin deformarse permanentemente, se precisa la geometría final para pasar al diseño de detalle. En la figura 8a y 8b se muestran el esfuerzo equivalente de Von Mises en el último refinamiento de malla y el factor de seguridad estático, respectivamente. En estas, puede observarse que el esfuerzo producido por la carga de la elástica (50N) es menor que la resistencia del material, ya que, éste no sobrepasa los 10.1 MPa; mientras que la resistencia a la fluencia del ABS es de 20 MPa. Por lo anterior, se puede verificar que el factor de seguridad es superior a la unidad y por lo tanto el rehabilitador no se deforma permanentemente y está lejos del límite de rotura del material. Por lo anterior, es fácil visualizar que, con estas magnitudes de trabajo, el rehabilitador no fallará y tendrá deformaciones pequeñas (ver figura 8c).

Verificación numérica del dispositivo. Convergencia

Para la verificación de la simulación realizada se analiza la curva de convergencia de esfuerzos de Von-Mises hacia la solución. En la figura 9, se muestra que se realizaron 9 refinamientos, de los cuales, a partir del cuarto paso, converge hacia el esfuerzo máximo de 10.10 MPa, lo que define que este es el valor esperado según las cargas introducidas para la rehabilitación del usuario, con una tasa de convergencia inferior al 0,003%.

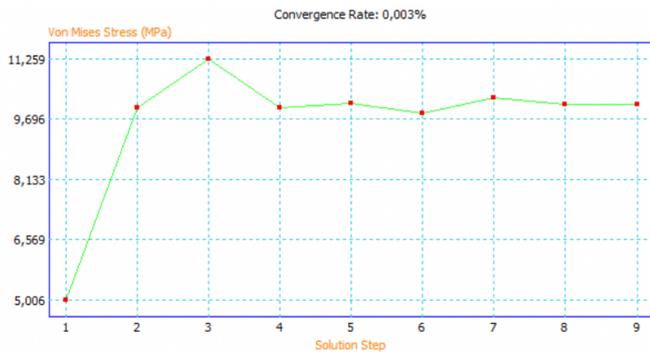


Figura 10. Convergencia de los esfuerzos máximos del rehabilitador.

Propuesta final

El producto final es una órtesis para rehabilitación de codo, compuesto por cuatro cuerpos: antebrazo superior, antebrazo inferior, brazo superior y brazo inferior. A su vez, las partes superiores e inferiores están unidos por imanes de neodimio (imanes de gran poder de atracción), formando dos cuerpos; órtesis superior (brazo) y órtesis inferior (antebrazo), que se unen por medio de una articulación. En la parte superior de las órtesis se acopla un elemento elástico. En la figura 11 se observa una imagen fotorrealista del producto.

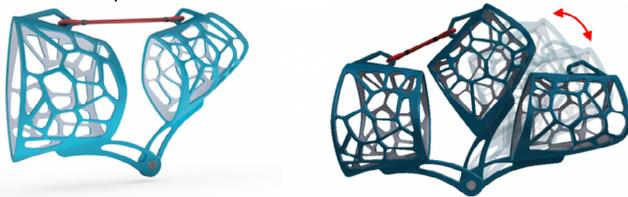


Figura 11. Imagen fotorrealista de la órtesis rehabilitadora de codo.

Desarrollo del producto

Tal como lo plantean Segnini et al. (2018), este proyecto persigue fundamentalmente cubrir deficiencias en el sector salud, específicamente en el área traumatológica y fisioterapia, lo que implica formar parte activa de la industria manufacturera del país y capacitar mano de obra especializada, seleccionando un proceso automático para cumplir con los objetivos iniciales planteados, en el cual se utiliza la Impresora 3D para la construcción del prototipo (ver figura 12a). Para este proceso, se utilizó una impresora con tecnología de FDM (Deposición de Hilo Fundido), Marca Zortrax, modelo M200. Las características de impresión establecidas fueron: Altura de capa 0.2mm, porcentaje de relleno: 100%, Material utilizado: ABS, temperatura de impresión 235°C, velocidad de impresión 40mm/seg y una boquilla de 0.4mm. Estas características permitieron que el producto tuviese el desempeño de usabilidad y utilidad esperado, soportando las cargas de flexión y extensión producto de los ejercicios terapéuticos (ver figura 12b).

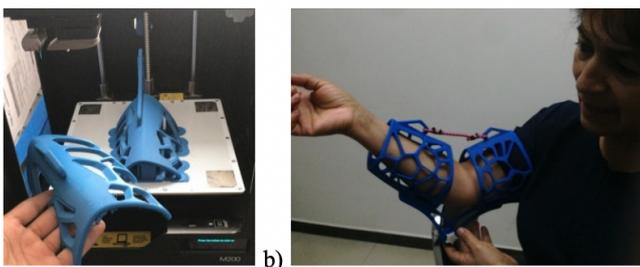


Figura 12. a) Fabricación en impresión 3D del rehabilitador de codo. b) Verificación y Testeo del rehabilitador.

En los procesos tradicionales de fabricación, los rehabilitadores de codo siguen siendo hechos a mano en países emergentes, por lo que requieren de las habilidades especiales del ortopedista para obtener un producto de calidad, que en general puede producir molestias e inclusive ampollas al paciente, básicamente por dos razones: la primera debida a que la adquisición de la morfología del paciente requiere el uso de yeso para obtener el molde, y la segunda asociada a que la adquisición de la forma es en condiciones estáticas, lo que lleva a la pérdida de exactitud de dicha forma y a alargar el tiempo de espera para conseguir el prototipo final.

En este trabajo, se ha presentado un diseño de un dispositivo ortopédico con un proceso CAD-CAM clásico, que actualmente está reemplazando prácticas artesanales tradicionales y que requiere, desde un punto de vista amplio: escaneo 3D y reconstrucción de la superficie anatómica, modelado en un CAD, conversión a formato de estereolitografía y, por último, mecanizado con impresora 3D, como se ha mostrado en la sección anterior. Además de este procedimiento clásico, se incorporan técnicas de toma de decisiones multicriterio basado en una estética innovadora desde el punto de vista del diseño como arte y se introduce un CAE como elemento final de verificación digital para la consideración del proceso de rehabilitación activa, ya que se requiere de fuerzas adicionales introducidas por el paciente al dispositivo, lo cual lleva a ampliar la vida útil del dispositivo, pues no sólo es útil en una condición de inmovilidad total del codo sino también en condiciones de las movilidad parcial que puedan darse de forma progresiva.

Todo lo expuesto anteriormente muestra que la incorporación de los elementos mencionados de forma natural en el proceso de diseño logra diversos beneficios: disminución de molestias del dispositivo, decremento de los tiempos para obtener el prototipo final con la impresión por partes y, finalmente, la obtención de una órtesis activa, que no están contenidos en el enfoque clásico mencionado.

CONCLUSIONES

Se ha desarrollado una propuesta de diseño que corresponde a un dispositivo de rehabilitación dinámico de codo, que cumple con movimientos de flexión y extensión del brazo, basado en un mecanismo sencillo con un grado de libertad y con materiales disponibles en el mercado nacional.

Los resultados de análisis estructural obtenidos para la distribución del esfuerzo y el factor de seguridad muestran que la geometría planteada cumple con los requisitos preestablecidos donde el rehabilitador no se deformará permanentemente y los desplazamientos son menores a 0.1 mm. Por lo tanto, el dispositivo de rehabilitación de codo no fallará desde el punto de vista de resistencia y deflexión del material.

Se realizó un estudio de convergencia y error, encontrándose que los valores convergen y representan un porcentaje de error menor al 1%, lo cual refleja la precisión del estudio realizado y a la vez hace válida la simulación para el análisis con carga estática.

Se desarrolló una propuesta novedosa desde el punto de vista de la órtesis activa como tal (ya que con órtesis como esta normalmente se busca inmovilización y una recuperación pasiva del paciente) mediante la incorporación en una estrategia CAD-CAM clásica, procesos multicriterio para selección de alternativas, un diseño generativo (artístico) y análisis CAE para la configuración precisa de lo que involucra fuerzas del paciente, que además pueden ampliar el ciclo de vida de rehabilitadores de codo obtenidos con impresión 3D, ya que se les puede añadir el

movimiento y fuerza del paciente, las cuales no se consideran típicamente. Dichos elementos pueden llevar a corto plazo a la innovación del producto en el mercado nacional.

El diseño propuesto pretende cubrir una necesidad: dar más autonomía a personas en proceso de rehabilitación a un coste relativamente bajo. No obstante, es cierto que todavía existe un cierto margen de mejora en el producto, como es el caso del recubrimiento interno, que le brindaría al usuario un mejor confort; por otro lado, la sujeción del sistema elástico puede mejorar también.

Para la segunda etapa de este proyecto, se pretende realizar diferentes simulaciones con materiales alternativos como por ejemplo el poliláctico láctico (PLA) que es el material más económico que se encuentra en Ecuador; de igual manera, con el copoliéster de polietileno tereftalato glicol (PETG) que tiene propiedades mecánicas parecidas al ABS pero es más fácil de imprimir, para luego hacer un análisis de factibilidad con el fin de detallar costos reales del rehabilitador con este tipo de materiales. De igual manera, se pretende realizar simulaciones adicionales, considerando la fatiga del material y durabilidad por cargas repetitivas, ya que en procesos de rehabilitación de codo es interesante valorar cuál podría ser la duración de los diferentes elementos que resisten cargas variantes en el tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amador, B. (2013). Desarrollo de prótesis de rodilla basado en plataforma de cómputo de dimensionamiento de mecanismos de cuatro barras (Tesis Doctoral). Caracas-Venezuela: Universidad Simon Bolívar.
- Ayala-Lozano, J. F., Urriolagoitia-Sosa, G., Romero-Angeles, B., Torres-San Miguel, C. R., Aguilar-Pérez, L. A., & Urriolagoitia-Calderón, G. M. (2015). Diseño mecánico de un exoesqueleto para rehabilitación de miembro superior. *Revista Colombiana de Biotecnología*, XVII(1), 79-90. doi:10.15446/rev.colomb.biote.v17n1.44188
- Physical therapy for elbow stiffness. *Fisioterapia*, 21(1), 2-9. Obtenido de <http://www.elsevier.es/es-revista-fisioterapia-146-articulo-tratamiento-fisioterapeutico-rigidez-del-codo-13008950>
- Barrios, L. J., Minguillón, J., Perales, F. J., Ron-Angevin, R., Solé-Casals, J., & Mañanas, M. A. (2017). Estado del Arte en Neurotecnologías para la Asistencia y la Rehabilitación en España: Tecnologías Auxiliares, Transferencia Tecnológica y Aplicación Clínica. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 14(4), 355 - 361. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.riai.2017.06.004
- Beny, L., & Oster, L. (1999). EEUU Patente nº US6676612B1.
- Clemens, L. M., Rembold, W. T., & Ashford, D. L. (1999). EEUU Patente nº US006001075A.
- De Lima, H. (2016). Análisis cinemático de un exoesqueleto para rehabilitación del miembro superior (Tesis de Maestría). España: Universidad Politécnica de Madrid.
- Escuder, E. (2017). diseño de órtesis de miembro superior aplicable a rehabilitaciones y como exoesqueletos (Tesis de Grado). Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (UPM).
- Gallucci, G. L., Boretto, J. G., Alfie, V. A., Donndorff, A. G., Dávalos, M. A., & De Carli, P. (2008). Ortesis dinámicas para el tratamiento de la rigidez del codo. *Revista de la Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología*(73), 171-176.
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial [INTI]. (2009). Proceso de diseño: fases para el desarrollo de productos. Obtenido de Centro de Investigaciones y Desarrollo en Diseño Industrial: https://www.inti.gov.ar/prodiseno/pdf/n141_proceso.pdf
- Jianbin, Z., Xiaofeng, L., Zhong, L., Zhongyi, L., & Weihai, C. (2017). China Patente nº CN107260488A.
- Kipnis, A., & Belman, Y. (1995). EEUU Patente nº US005399154A.
- Macao, C., & Nacipucha, J. (2016). Diseño e implementación de un prototipo de exoesqueleto destinado a la rehabilitación de codo (Tesis de Grado). Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Martínez, M. (2011). Diseño de un banco de pruebas para un exoesqueleto de miembro superior (Tesis de Grado). Madrid: Universidad Carlos III de Madrid.
- Mavroidis, C., Nikitczuk, J., Weinberg, B., Danaher, G., Jensen, K., Pelletier, P., . . . Yasevac, D. (2005). Smart portable rehabilitation devices. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 2-18. doi:10.1186/1743-0003-2-18
- Mei, Z. (2015). An Approach For The Development of Low Cost Prosthetic Limbs With 3D Printing Technology (master's thesis). Auburn, Alabama: Auburn University.
- Mio, R. (2014). Diseño de un exoesqueleto para rehabilitación de miembro superior accionado por una interfaz cerebro-máquina (Tesis de Grado). Lima: Pontificia Universidad Católica de Perú.
- Mitchell, A., Muir, W. L., & DeLorenzo, R. (1991). EEUU Patente nº US5036837.
- Moya, P., & Stephanie, V. (2014). Diseño y construcción de un prototipo funcional controlado por computadora para la rehabilitación de codo y muñeca (Tesis de Grado). Sangolqui: Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Ospina, P. (2017). Diseño e implementación de un prototipo funcional a escala de exoesqueleto, para rehabilitación de miembro superior, con dos grados de libertad en el plano sagital (Tesis de Grado). Bogota: Universidad Santo Tomás.
- Pérez, N. (2012). Diseño de órtesis activa de codo para rehabilitación de pacientes espásticos (Tesis de grado). Mexico: Universidad Nacional Autónoma De México.
- Segnini, J., Chagna, A., & Vergara, M. (2018). Diseño de un dispositivo para autorehabilitación pasiva de rodilla. *Axioma*, XIV(18), 76-92. doi:https://doi.org/10.26621/XIV18. 2018.06.A08.PUCE-SI.2550.6684
- Simmons, R. (2008). EEUU Patente nº US20100160986A1.
- Wang, X., Song, Q., Wang, X., & Liu, P. (2018). Kinematics and Dynamics Analysis of a 3-DOF Upper-Limb Exoskeleton with an Internally Rotated Elbow Joint. *Applied Sciences*, 8(3), 464. doi:10.3390/app8030464

TEÑIDO DE LANA POR AGOTAMIENTO CON NANOARCILLAS Y EXTRACTOS DE ACHIOTE (*BIXA ORELLANA*)

María Ángeles Bonet Aracil¹, Elmer Arturo Carvajal Endara^{1,2*}, Eva Bou Belda¹, Paola Alexandra Chávez Guerrero³

¹ Universitat Politècnica de València, Grupo de Investigación en la Industria Textil (GILTEX). Departamento de Ingeniería Textil y Papelera. Alcoy, Alicante, España.

² Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Ibarra, Escuela de Diseño, Ibarra-Ecuador

³ Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Ibarra, Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales, Ibarra-Ecuador

*Autor para correspondencia: eacarvajal@pucesi.edu.ec

Recibido: 2020/03/04

Aprobado: 2020/05/29

DOI: <https://doi.org/10.26621/XVI22.2020.06.A08.PUCESI.2550.6684>

RESUMEN

La nanotecnología se aplica para generar nuevas estructuras nanométricas; el objetivo de esta investigación fue desarrollar la formación de un nanopigmento utilizando los colorantes carotenoides del Achiote (*Bixa Orellana*) para optimizar la compactación molecular en el tejido de lana 100%. Para la formación del nanopigmento se utilizaron 10g de nanoarcillas: Trimetil estearil amonio o Montmorillonita, K10, Halloysita y Bentonita hidratadas por separado en 2L de agua desionizada. La concentración fue de 0,005 g/L; luego, con los extractos de achiote previamente separados con hidróxido de sodio y potasio, se hizo una disolución de 10g de pigmento sólido y 10g de colorante líquido por separado en 1L de agua desmineralizada: la concentración fue de 0,01 g/L. La mezcla para el intercambio catiónico entre la nanoarcilla y el pigmento se realiza a una relación $\frac{1}{4}$, es decir, 100ml de nanoarcilla en 400 ml de pigmento sólido. Lo mismo se hizo con el colorante líquido; con el nanopigmento formado se procedió a teñir 17 muestras de tejido de lana. El método utilizado es el experimental; el análisis utilizó medición del color con espectrofotómetro; se valora la solidez al lavado, carga y descarga al frote; se evalúa el factor de protección ultravioleta UPF del tejido. La solidez del color Cie94 Delta-E presenta cambios de color importantes. En lo referente al lavado y al frote, muestran diferencias en su mayoría en escala 5/4 (excelente/muy buena) y mínimas (entre mediana/baja) 3/2; además, los resultados de las mediciones por Espectrofotometría UV-visible del factor de protección solar UVA fueron bajas en la lana por lo que se concluyó que tiene mayor protección de rayos ultravioleta: esto podría representar un menor daño a la piel.

Palabras clave: nanopigmento, nanoarcillas; lana; achiote; solidez; Cie94 Delta-E; UVA.

ABSTRACT

Nanotechnology is used to generate new nanometric structures. The objective of this research was to develop the formation of a nanopigment using the carotenoid dyes from Achiote (*Bixa Orellana*) to optimize molecular compaction in 100% wool tissue. For the formation of the nanopigment, 10g of nanoclays were used: Trimethyl stearyl ammonium or Montmorillonite, K10, Halloysite and Bentonite hydrated separately in 2L of deionized water. The concentration was 0.005 g / L; then, with the achiote extracts previously separated with sodium and potassium hydroxide, a solution of 10g of solid pigment and 10g of liquid dye was made separately in 1L of demineralized water: the concentration was 0.01 g / L. The mixing for the cationic exchange between the nanoclay and the pigment is carried out at a ratio of $\frac{1}{4}$, that is, 100 ml of nanoclay in 400 ml of solid pigment. The same was done with the liquid dye; With the nanopigment formed, 17 wool tissue samples were dyed. The method used is the experimental one; the analysis used color measurement with a spectrophotometer; fastness to washing, loading and unloading to rubbing is assessed; the ultraviolet protection factor UPF of the tissue is evaluated. The Cie94 Delta-E color fastness shows significant color changes. Regarding washing and rubbing, they show differences mostly on a 5/4 scale (excellent / very good) and minimal (between medium / low) 3/2; In addition, the results of the UV-Visible Spectrophotometry measurements of the UVA sun protection factor were low in wool, therefore it was concluded that it has greater protection from ultraviolet rays: this could represent less damage to the skin.

Keywords: nanopigment; nanoclays; wool; achiote; solidity; Cie94 Delta-E; UVA



INTRODUCCIÓN

Las nanoarcillas tienen alta capacidad de intercambio catiónico y permiten la formación molecular de nanopigmento, producido por el enlace atómico con un compuesto orgánico; estos nanocompuestos son materiales mezclados por dos o más componentes. “El material en mayor porcentaje se denomina matriz y al de menor porcentaje carga, estos se combinan en tamaño nanométrico” (Hernández, Flores, Romero, & Palma, 2017, p. 17)

La montmorillonita es un silicato en capas de tipo esmectita que es un mineral valioso para aplicaciones industriales debido a sus altas capacidades de intercambio catiónico, área y reactividad superficial y propiedades de adsorción (Sinha Ray & Okamoto, 2003, p. 1539).

Para la formación de nanocompuestos se consideran materiales de matriz metálica, inorgánica (óxidos metálicos y no metálicos), orgánica (polímeros) entre otras, y cargas de estos mismos materiales. Esto permite obtener nanocompuestos de matriz-carga, metal-metal, metal-inorgánico o inorgánico-metal, orgánico-metal, orgánico-inorgánico, etc. (Hernández et al., 2017, p. 17).

Los investigadores Micó-Vicent, Martínez-Verdú, & Gilbert-Pérez (2010) realizaron la caracterización espectrofotométrica de nanopigmentos basados en arcillas y colorantes orgánicos; cuantifican y determinan el tipo de agregados moleculares de colorante formados sobre sustratos de arcilla; estas son sistemas inorgánicos adecuados para dar cabida a las moléculas orgánicas debido a su capacidad de intercambio catiónico (CEC) de hasta 4 cargas negativas por celda unidad y su relación área/peso (hasta 1000 m²/g) (p.404-408)

La patente realizada por Baena, E., Micó, B. y Martínez (2013) mencionan que: Los nanopigmentos obtenidos resultan de la inserción intracristalina de las moléculas orgánicas dentro de la estructura inorgánica y se refiere a procesos reversibles en los que se involucra un reordenamiento atómico debido a la influencia de las nuevas interacciones (p.6). Además, el método comprende (a) la dispersión de al menos un material inorgánico en agua, y (b) la adición posterior de, al menos, un colorante orgánico solubilizado en agua, en agitación (p.3).

Las interacciones entre el sólido y el colorante podrían resumirse en dos aspectos: en primer lugar, la molécula del colorante tendrá un cambio en su densidad de carga electrónica y en la estructura de conformación al pasar del estado catiónico cuando está en disolución, al estado neutro cuando se adsorbe sobre la partícula del sólido inorgánico (Baena, E., Micó, B., Martínez, 2013, p.7)

Entre las conclusiones más importantes de la investigación de Baena & et al. (2013) se desprenden las siguientes: Se obtiene un nanopigmento con las siguientes propiedades: control de la gama de color, incremento del poder colorante y reducción del impacto ambiental. Para el caso del incremento del poder colorante, la capacidad del material de incrementar la absorción de una superficie, se condiciona a:

- 1.- El coeficiente de absorción molar del nanopigmento es mayor que el del colorante en solución.
- 2.- La dispersión de luz provocada por las nanopartículas y el cubrimiento adicional de la superficie a colorear por el sólido genera mayor opacidad y
- 3.- Las características reológicas y fisicoquímicas del material no impiden obtener dispersiones homogéneas en las tintas, pinturas o matrices en las que se incorpore el pigmento (p. 13).

Otra investigación mejora la “síntesis de nanopigmentos de origen natural para biopolímeros”, consiguiendo que los colorantes orgánicos posean una estructura molecular más resistente y puedan ser aplicados en la industria (Micó-Vicent, 2015, p. 4).

Los estudios de Micó-Vicent, Jordán, Martínez-Verdú, & Balart (2017) utilizan 3 modificadores de superficie: un tensoactivo, agente de acoplamiento (silano) y una sal mordiente (alumbre), combinados con 3 colorantes naturales, mezclados con 2 nanoarcillas montmorillonita y la hidrotalcita; así, consiguen generar nanopigmentos híbridos naturales en una resina biodegradable denominado bionanocompuesto.

Los pigmentos del Achiote natural, según Devia & Saldarriaga (2003), contienen carotenoides en una proporción que varía entre 1.21 a 2.30g (p.10); estos confieren el color y pueden interactuar con las nanoarcillas para mejorar la estabilidad térmica, el rendimiento del color y la estabilidad a la exposición a la luz UV-VIS de tintes naturales y bioresinas. Los mejores materiales bionanocompuestos fueron encontrados en un ambiente ácido de pH [3, 4], pero modificando las nanoarcillas con mordiente y surfactante durante el proceso de síntesis de nanopigmentos. (Micó-Vicent et al., 2017)

En investigaciones realizadas por Montava-Seguí, Carvajal, & Bou-Belda (2019), se realizó el análisis de los tejidos mediante microscopía electrónica de barrido SEM, demostrando así la presencia de nanopigmentos sobre las fibras de algodón (p.193).

La relevancia de este estudio radica en determinar la posibilidad de tintar las fibras de lana con los extractos en forma líquida a) Amarillo (Y), b) Rojo (R) y Pigmento (P) sólido del achiote e incluidos en la matriz de la nanoarcilla; en trabajos anteriores, se utilizó el colorante en polvo previo filtración o procesos de secado con liofilizador, para con estos teñir las fibras. Sin embargo, en el presente estudio se propone teñir las fibras de lana de forma directa con los extractos líquido y sólido del achiote, para comprobar su compactación en la fibra de lana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para tal efecto, se siguió el modelo planteado por la patente de Baena, E., Micó, B., Martínez (2013), utilizando 4 nanoarcillas, 3 tipos de pigmento y el colorante orgánico extraído del achiote en estado sólido y líquido respectivamente, los cuales, al ser mezclados forman un nanocompuesto; luego se procesa mediante teñido por agotamiento normal colocando los auxiliares y cantidades de colorante al 4% por 60 min. para el análisis y evaluación se mide el color con espectrofotómetro, Cie94 Delta-E; se valora la solidez al lavado, carga y descarga al frote, mediante escala de grises y se evalúa el factor de protección ultravioleta UPF del tejido.

Materiales y reactivos

Las muestras de semillas de Achiote (*Bixa Orellana*) se obtuvieron en la provincia Manabí – Ecuador; las nanoarcillas se obtuvieron del proveedor Sigma Aldrich: 682608 Trimethyl Stearyl Ammonium o Montmorillonita, 281522 Montmorillonita K10, 285234 Bentonita y 685445 Halloysita; Agitador magnético MULTIMATIC 5S, Rotavapor BUCHI R114, centrífuga CENTURION SCIENTIFIC C2006, NaOH, KOH, auxiliares de blanqueo y teñido como detergente, carbonato de sodio, peróxido de hidrogeno y ácido acético de NOVACHEM.

Extracción del colorante

Se realizaron 11 extracciones cada una con 40g de semillas más 400ml de acetona en una relación (semillas/solvente) 1/10, en agitación magnética durante 26 horas; el líquido formado se filtró por gravedad con una malla metálica, separando las semillas; el fluido se trasladó de forma directa al balón del Rotavapor para la extracción a 45 °C por 35min. Una vez obtenido el extracto, este se combinó con una solución de NaOH y KOH al 50%-50% (Hidróxido y agua) y se mezcló (por cada ml extracto/5ml solución NaOH y 5ml KOH) durante 45 minutos en baño maría, a una temperatura de 40° a 45°C; la composición se centrifugó por 1 hora a 2200 rpm y se fraccionó en tres partes, que se separaron de forma manual con una pipeta; se consiguió: a) extracto líquido rojo (R), b) líquido amarillo (Y) y c) pigmento sólido (color ladrillo) (P).

En estudios similares obtuvieron el colorante con un álcali (Mosquera, 1989; Jaramillo, 1992), aceites vegetales (Córdoba, 1987; Jaramillo, 1992) y propilenglicol (Jaramillo, 1992) (citado en Devia & Saldarriaga 2003, p. 12) encontrando que el álcali (KOH) permitió obtener mayor rendimiento y calidad de colorante.

Esta investigación se centró en la combinación de nanoarcilla con los sobrenadantes R, Y o P por separado sin efectuar el filtrado. De este modo, estos nanocolorantes se utilizaron para el teñido en fibras de lana, con el fin de posteriormente estudiar su comportamiento; cabe señalar que dichos procesos no se han verificado por otros estudios.

Preparación de la nanoarcilla

Para 12 muestras se hidrató 10 gr de nanoarcillas en 2L de agua desionizada en agitación magnética durante 24 h. a 1200 rpm, con una concentración de 0,005 g/L. Por otra parte, se tomaron 10g de cada uno de los extractos (R), (Y) y (P) de las semillas del achiote y se mezcló en 1 L de agua; obteniendo una concentración de 0,01 g/L, posteriormente se mezcló en una relación 1:4 es decir 100ml de nanoarcilla y 400ml de colorante líquido y/o sólido respectivamente; se obtuvo una disolución de 500ml que se agitó magnéticamente a 1200 rpm por 12horas y luego 1 hora a 45°C en baño maría; lo mismo se efectuó con las demás fracciones obtenidas. A estas soluciones se las denominó nanocompuesto (NC). En función del extracto obtenido se tiene nanocompuesto colorante rojo (NCCR), nanocompuesto colorante amarillo (NCCY) y nanopigmento (NP).

Cabe indicar que las muestras 13 a 15 no contienen nanoarcilla sino solo colorante o pigmento (Sin Nanoarcilla + Y; Sin Nanoarcilla + R; Sin Nanoarcilla + P). En cambio, las muestras 16 y 17 contienen la mezcla de las 4 nanoarcillas y el colorante (Y), y (P) y se les codificó como (4 Nanoarcillas + Y; 4 Nanoarcillas + P). A estos se les comparó con las otras muestras, se verificó el cambio de color y solidez en el tejido después del lavado.

Proceso de tintura

Para la tintura se ha tratado en equipo abierto por agotamiento 17 muestras de tejido de lana 100% blanqueado químicamente y después teñido con 40 ml. de NCCR, NCCY y 0,4 g NP empleando una relación de baño 1/40 más auxiliares según receta y curva de teñido desde 35°C hasta 85° C manteniendo dicha temperatura durante 60 minutos.

Espectroscopia de reflexión

Para comparar mediciones de diferencia de color, se han obtenido los espectros de reflexión de las muestras tintadas usando un espectrofotó-

metro de reflexión MINOLTA CM-3600d. El CIE (2003) introdujo factores de ponderación en las diferencias de ligereza, croma y tonalidad, t^*L^* , t^*C^*ab y t^*H^*ab , de la fórmula CIELAB (CIE, 2004, p. 53), por lo que "CIE94 utilizó la constante $K2 = 0.015$ para aplicaciones textiles" (Lindbloom, 2012), por tanto el análisis se realizó con CIE76 y CIE94.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diferencias de color por espectroscopia

Una forma de medir la diferencia existente entre dos colores es la medida ΔE ; cuanto menor sea el valor ΔE tolerado, más difícil será alcanzar el estándar, pero más fiel será la reproducción. Los valores de ΔE considerados admisibles son muy bajos en cambio 2 y 3,5 son valores perceptibles como 'colores distintos' (Glosario gráfico, n.d.); en tanto que la desviación estándar (DE) muestra el grado de dispersión de los datos con respecto al valor promedio, es decir a menor DS menor dispersión de datos.

Tabla 1. Cálculo de diferencias de color CIELab de Lana Teñida con Nanopigmentos

Nanoarcillas + Colorante Líquido Amarillo Y; Rojo R + Pigmento P sólido	Muestra nº	Nombre	L*	a*	b*	Cie 76 Delta-ΔE	Cie94 Delta-ΔE	Desviación Estándar Promedio DE*ab
Trimethyl + Y	1	Wo_1	85,670	2,408	17,315	4,116	2,566**	0,714****
k10 +Y	2	Wo_2	82,845	6,880	21,463	10,519	6,734	2,022
Bentonita + Y	3	Wo_3	84,606	4,065	16,491	4,659	3,1678**	1,263
Halloysita + Y	4	Wo_4	85,711	3,503	15,790	3,499	2,4611**	0,182****
Trimethyl + R	5	Wo_5	85,498	2,839	16,914	3,980	2,5551**	0,892
k10 +R	6	Wo_6	82,166	10,153	31,152	20,324	12,600	0,560****
Bentonita +R	7	Wo_7	83,458	6,236	26,022	13,873	8,552	1,448
Halloysita +R	8	Wo_8	84,653	5,536	24,497	12,013	7,444	1,061
Trimethyl + P	9	Wo_9	65,681	29,997	51,499	52,093	31,666	3,591
k10 +P	10	Wo_10	64,793	28,802	48,799	49,853	30,219	0,200****
Bentonita + P	11	Wo_11	71,082	22,304	50,715	45,524	27,630	2,133
Halloysita + P	12	Wo_12	65,832	29,819	54,188	53,932	32,726	3,661****
Sin Nanoarcilla + Y	13	Wo_13	83,996	3,631	16,541	4,679	3,0269**	0,911
Sin Nanoarcilla + R	14	Wo_14	78,679	10,501	36,141	25,657	15,589	1,057
Sin Nanoarcilla + P	15	Wo_15	55,138	38,254	53,147	62,744	37,703	1,570
4 Nanoarcilla + Y	16	Wo_16	85,571	2,798	17,744	4,672	2,936**	0,357****
4 Nanoarcilla + P	17	Wo_17	70,224	24,617	50,808	47,018	28,608	3,271

Nota: *valores bajos ΔE considerados admisibles menor a 2; ** Valores ΔE perceptibles como 'colores distintos' 2 a 3.5; (sin*) Valores ΔE con cambio de color muy elevado; ****Desviación estándar óptima; *****Desviación estándar muy dispersa Fuente: (Carvajal, 2020) (Lindbloom, 2012)

En lo referente a la desviación estándar óptima las muestras (Halloysita + Y; k10 +P) seguido de (Trimethyl + Y; k10 +R; 4 Nanoarcillas + Y) indica un agrupamiento de datos homogéneos. en tanto que la peor desviación estándar donde los datos están muy dispersos lo tiene la muestra 12 (Halloysita + P).

Por otro lado, la columna Cie 94 contiene el análisis de datos con mayor precisión que Cie 76 por lo que la evaluación se hace con Cie 94.

Se observa que, si existen cambios de tonalidad en el color, comparando las muestras teñidas con el estándar de lana, se acercan bastante a las muestras teñidas con pigmento amarillo (Y), las que contienen (Trimethyl + Y, Halloysita + Y) pero están fuera de rango con cambios de tono ligeramente superior (k10 +Y Bentonita + Y) en tanto que con el colorante Rojo (R) el Trimethyl + R tiene una tonalidad cercana a 2 lo que resulta en cambio de color comparado con la (k10 +R, Bentonita +R y Halloysita +R) donde se observa un cambio elevado que sobre pasa el rango admisible lo que genera un cambio de color pronunciado.

En lo referente al tratamiento con el pigmento (P) el (Trimethyl + P, k10 +P, Bentonita + P, Halloysita + P), se observa rangos muy elevados de cambio de color en todas las muestras. En tanto que en las muestras sin nanoarcilla se tiene un valor perceptible de cambio de color tal como se presenta en la muestra 13 (Sin Nanoarcilla + Y); pero las muestras 14 y 15 (Sin Nanoarcilla + R, Sin Nanoarcilla + P) presentan valores muy elevados de cambio de color; Sorprende la muestra 16, que con mezcla

de las (4 nanoarcillas +Y) tiene un rango perceptible de cambio de color comparado con la muestra 17 (4 Nanoarcillas + P) que tiene un rango muy elevado de cambio de color. El color obtenido se puede evidenciar en las muestras presentadas en la Figura 1.

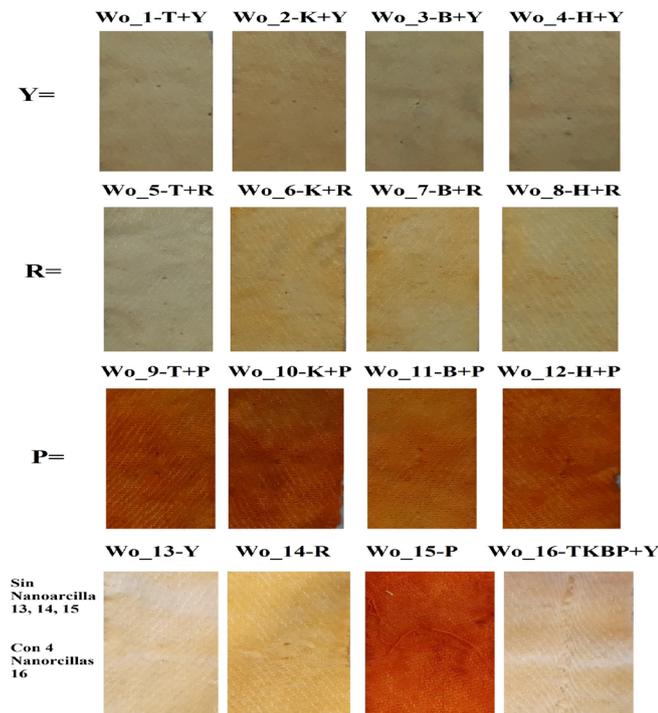


Figura 1. Muestras de lana teñidas con Nanocompuestos NCCY, NCCR y NP
Fuente: Carvajal (2020)

Prueba de factor de protección ultravioleta UPF de los tejidos

Como es bien sabido, existen tres tipos de rayos ultravioletas; su índice de radiación es: UVA, UVB y UVC; los dos primeros penetran la capa de ozono, la epidermis y dermis de la piel; los rayos UVB causan quemaduras y UVA causan bronceados (Nueva dermatología, 2018).

Las mediciones se realizaron en el equipo de medición de rayos ultravioleta UVA de 5 w/m²; se realizan 3 observaciones de 5 segundos cada una. El análisis estadístico se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados de las mediciones del factor de protección solar UVA de la lana

UNTREATED WO_UVA	
Media	Desviación Típica
0,002501587	0,000436811

En el resultado se observó que la lana tiene mayor protección de rayos UVA debido a una penetración baja en el tejido utilizado.

Pruebas de lavado y frote

Se utilizó la Norma UNE-EN ISO 105-C06 para los ensayos de solidez del color al lavado; es así que a las muestras de lana se añadió 10g de detergente en 2000 ml de agua desionizada; se coloca en los botes de lavado 150 ml, se introduce la tela seca y se lava a 40°C por 40 min.

Para las pruebas de frote se realizaron en el Crockmeter modelo CM 1 serie N° CM 8301 Chicago 60613 y la escala de grises producto: 3355 C de C: 0417 y la escala de cambio de color producto: 3305 C de C: 0530, se evaluó el cambio de color, la degradación y descarga en húmedo y en seco según las Normas ISO 105-A02, A03 respectivamente. Los resultados se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Resultados Escala de Grises de Lavado y Frote de Tejido de Lana

Nanocompuesto Líquido Amarillo Y, Rojo R + Pigmento P sólido	LAVADO DE LANA			FROTE DE TEJIDO LANA en Crockmeter			
	MUESTRA	Testigo de algodón	Testigo de lana	CALIFICACION DESCARGA		CALIFICACION DEGRADACION	
				SECO	HUMEDO	SECO	HUMEDO
Trimethyl + Y	1	5	4/5	5	5	5	4/5
k10 +Y	2	5	4	3/4	4/5	5	4
Bentonita + Y	3	5	4	5	5	5	4
Halloysite + Y	4	5	4	5	4/5	5	4
Trimethyl + R	5	5	4/5	5	5	5	5
k10 +R	6	5	4/5	5	5	5	4/5
Bentonita +R	7	5	4/5	5	5	4/5	4/5
Halloysite +R	8	5	4	5	5	4/5	4/5
Trimethyl + P	9	4/5	3/4	4	3	4/5	4
k10 +P	10	4	3/4	4/5	3/4	4/5	4
Bentonita + P	11	4/5	3/4	3/4	2	4/5	3/4
Halloysite + P	12	5	4	4	2	4	3/4
Sin Nanoarcilla + Y	13	5	4	5	4/5	5	4/5
Sin Nanoarcilla + R	14	5	4	2/3	2	4	3/4
Sin Nanoarcilla + P	15	4	3/4	5	5	5	5
4 Nanoarcillas + Y	16	5	4	4/5	5	4/5	4/5
4 Nanoarcillas + P	17	4/5	4	4	3/4	4	4/5

Fuente: Carvajal (2020)

Los resultados obtenidos en lo referente al frote muestran diferencias en su mayoría en escala 5/4 (excelente/muy buena) y mínimas (entre mediana/baja) 2/3 como se observa la Tabla 3, lo que demuestra el cambio de tonalidad medido en la escala de grises la descarga al frote se evidencia con un valor de 2 para las muestras (Bentonita + P; Halloysita + P; Sin Nanoarcilla + R); esto indica que es bajo por lo que hay cambio de tonalidad.

El lavado se realizó una sola vez y se observó que las muestras (Trimethyl + P; k10 +P; Bentonita + P) presentaron un cambio de tono regular de 3/4 en el testigo de lana que en el de algodón lo que induce a que se observe cierto sangrado de colorante.

Se observó que se forma el nanopigmento confirmando que tienen alta prestación de intercambio catiónico y que fue mencionado por Sinha Ray & Okamoto, (2003); también se confirma lo dicho por Baena, Viqueira, Gilabert, & Martínez (2010) quienes realizaron la caracterización espectrofotométrica de nanopigmentos, aspecto que se puede corroborar con los resultados obtenidos de CIELab 94 y que se encuentran en la Tabla 1.

En ese contexto, el método experimental se afianza en la propuesta de Baena, E., Micó, B., Martínez (2013) al mencionar que los “nanopigmentos” resultan de la inserción intracristalina de las moléculas orgánicas dentro de la estructura inorgánica, literales a) y b); esto se confirma con el proceso experimental donde se produce la formación cristalina del nanopigmento y que se visualiza en la Figura 2.

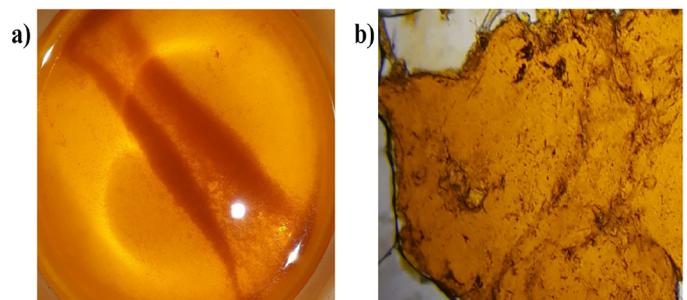


Figura 2. a) Formación de Nanocolorante de achiote; b) Vista al microscopio formación Nanoarcilla + colorante Rojo + achiote. Fuente: Archivo fotográfico Carvajal (2020)

CONCLUSIONES

Se obtuvo la formación de nanopigmentos y nanocolorantes con la mezcla catiónica de la nanoarcilla y los extractos del achiote, lo que posteriormente permitió teñir el tejido de lana 100%, al que luego de las pruebas de color Cie94 determinan que el Trimethyl + Y, Halloysita + Y, Trimethyl + R presentan valores bajos ΔE considerados admisibles; en tanto que la Bentonita + Y, Sin Nanoarcilla + Y, 4 Nanoarcillas + Y presentan Valores ΔE perceptibles como 'colores distintos' y comparado con los demás se encuentran fuera de rango y presentan Valores ΔE con cambio de color total, lo que demuestra presencia del colorante en el tejido.

El análisis estadístico de las mediciones del factor de protección solar UVA en la lana tiene una desviación típica de 0,000436811 y una media de 0,002501587 en todas las mediciones, por lo que se concluye que el tejido de lana tiene mayor protección de rayos ultravioleta.

Los cambios de color también demuestran que el Nanopigmento NP proveniente del pigmento sólido del extracto de achiote da un color mucho más uniforme al tejido, presentando una coloración tipo ladrillo, en tanto que el colorante rojo terminó con una coloración amarillenta, a diferencia del colorante amarillo, que fue el que menos se fijó en la fibra dando tono blanco amarillo; se concluye así que el pigmento tiene mejor grado de fijación en la lana incluso comparado con la muestra (15) que no contenía nanoarcilla, pero que mantiene el mismo color con cierto grado de diferencia.

La evaluación al frote con escala de grises permitió identificar en la descarga en húmedo que la Bentonita + P, Halloysita + P, Sin Nanoarcilla + R presentaron valores bajos por lo que hay cambio de tonalidad muy evidente; esto hace que el Pigmento sólido presente uniformidad en el color, pero produce descarga al testigo de la muestra, lo cual sugiere la posibilidad de que el colorante no esté firmemente fijado a la fibra, ocasionando por ende manchas en las prendas.

El lavado se realiza una sola vez y se observa que las muestras que se prepararon con Pigmento sólido (P) son comparables en color con la muestra 15 (Sin nano +P) por presentar un tono parecido y datos similares entre 4 y $\frac{3}{4}$; en definitiva, es el pigmento sólido el que tiene mejores resultados de tonalidad de color, por lo que se concluye que el pigmento -al contener Bixina- presenta un claro comportamiento: esta no se disuelve en el agua, por tanto una parte se queda en la fibra y lo demás se desprende en el lavado.

Las muestras 13 a 15 presentaron un tono bajo en relación a las muestras teñidas con nanopigmentos, debido a que no fueron sometidas a la acción catiónica con nanoarcillas, demostrando además que tienen una baja presencia de colorante en el tejido, lo que podría mejorar si se utiliza nanoarcillas, aunque la tonalidad de la muestra 15 sí presenta características de color similares a las muestras 9 a 12.

Para evitar un desprendimiento del colorante en la fibra y mejores resultados de fijación, resulta recomendable utilizar los elementos propuestos por Micó-Vicent, Jordán, Martínez-Verdú, & Balart (2017), que utilizaron 3 modificadores de superficie: un tensoactivo, agente de acoplamiento (silano) y una sal mordiente (alumbre) y que se puede combinar con el extracto de achiote y reforzar con dos 2 nanoarcillas montmorillonita y la hidrotalcita.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baena, E., Viqueira, V., Gilabert, E., & Martínez, F. (2010). Caracterización espectrofotométrica de nanopigmentos basados en arcillas y colorantes orgánicos.
- Baena, Micó, & Martínez. (2013). Patent No. WO 2013110841 A1. Retrieved from <https://patentimages.storage.googleapis.com/42/04/3e/53156911aebc5f/ES2421303A1.pdf>
- Carvajal, E. (2020). Archivo de Tablas, Fotografías, Gráficos, Ilustraciones, Ecuaciones, Tesis Doctoral UPV.
- CIE. (2004). CIE15 Technical Report Colorimetry. In COMMISSION INTERNATIONALE DE LECLAIRAGE, Colorimetry, 3rd Edition (Vol. 552). [https://doi.org/ISBN 3 901 906 33 9](https://doi.org/ISBN%203%20901%20906%2033%209)
- Devia, J., & Saldarriaga, L. (2003). Planta piloto para obtener colorante de la semilla de achiote (Bixa orellana). *Revista Universidad EAFIT*, 39(131), 8–22.
- Diccionario Gráfico. (n.d.). Delta E, ΔE I Glosario gráfico. Retrieved March 4, 2020, from <http://adaptivethemes.com/> website: http://www.glosariografico.com/delta_e
- Hernández, J., Flores, S., Romero, F., & Palma, A. (2017). Modelación del comportamiento mecánico del nanocompuesto de Poliestireno-Montmorillonita, mediante la técnica de nanoindentación (Centro de Investigación en Materiales Avanzados CIMAV). Retrieved from <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1004/750>
- Lindbloom, B. J. (2012). Color Difference Calculator. Retrieved March 4, 2020, from Bruce Lindbloom.com website: http://brucelindbloom.com/index.html?Eqn_DeltaE_CIE94.html
- Micó-Vicent, B. (2015). Optimización de la síntesis de nanopigmentos de origen natural para biopolímeros mediante el uso del diseño de experimentos. Universidad Politécnica de Valencia.
- Micó-Vicent, B., Martínez-Verdú, F., & Gilabert-Pérez, E. (2010). Estudio preliminar sobre la incorporación y/o síntesis de nanopigmentos para la tintura en CO₂ supercrítico. In IX CONGRESO NACIONAL DEL COLOR ALICANTE 2010 (p. 425). Retrieved from <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/16497#vpreview>
- Micó-Vicent, Jordán, J., Martínez-Verdú, F., & Balart, R. (2017). A combination of three surface modifiers for the optimal generation and application of natural hybrid nanopigments in a biodegradable resin. *Springer*, 52, 889–898. <https://doi.org/10.1007/s10853-016-0384-8>
- Montava-Seguí, I., Carvajal, E., & Bou-Belda, E. (2019). Tintura de tejido de algodón con colorante de achiote en nanoarcillas de montmorillonita K10. In S. L. Compobell (Ed.), VII Congreso I+D+i Campus de Alcoi. Creando sinergias (pp. 191–194). Valencia.
- Nuevadermatología. (2018). Protección Solar. Retrieved June 16, 2019, from <http://www.nuevadermatologia.com.ar/proteccionsolar.html>
- Sinha Ray, S., & Okamoto, M. (2003). Polymer/layered silicate nanocomposites: A review from preparation to processing. *Progress in Polymer Science (Oxford)*, 28(11), 1539–1641. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2003.08.002>

LA TUTELA JUDICIAL EFECTIVA EN EL CASO: MINERÍA ILEGAL BOSQUE PROTECTOR LOS CEDROS – ECUADOR

Marcelo Vicente Barba¹, Pablo Ricardo Mendoza Escalante^{2,3*}, Sonia Mercedes Zerpa Bonillo^{2,3}, Santiago Danilo Guevara Ruiz²

¹ Abogado de los Tribunales de la República de Ecuador

² Universidad de Otavalo, Facultad de Derecho, Otavalo, Ecuador.

³ Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Jurídicas y Políticas, Mérida, Venezuela.

*Autor para correspondencia: pmendoza@uotavalo.edu.ec

Recibido: 2019/02/05

Aprobado: 2020/05/29

DOI: <https://doi.org/10.26621/XVI22.2020.06.A09.PUCESI.2550.6684>

RESUMEN

En la presente investigación, se analizó la vulneración de los derechos constitucionales de la naturaleza o Pacha Mama, ante la no aplicación de la tutela judicial efectiva en un caso de minería ilegal realizado en el Bosque Protector Los Cedros – Ecuador. Específicamente, se analiza lo que se corresponde a las peticiones de las partes y la motivación del Tribunal de la Corte Provincial de Justicia en lo que respecta al conocimiento de la causa N° 10332-2018-00640, como controversia presentada por el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Santa Ana de Cotacachi contra el Ministerio del Ambiente y Aguas, Procuraduría General del Estado y Empresa Nacional Minera del Ecuador, por los hechos caecidos en el Bosque Protector Los Cedros.

Palabras clave: derechos constitucionales, minería ilegal, tutela judicial efectiva, bosque protector, gobernanza ambiental.

ABSTRACT

In the present investigation, the violation of the constitutional rights of nature or Pacha Mama was analyzed, due to the lack of effective judicial protection in a case of illegal mining carried out in the Protected Forest of Los Cedros - Ecuador. Specifically, an analysis is made of what corresponds to the parties' requests and the Court's motivation of the Provincial Court of Justice regarding the knowledge of case No. 10332-2018-00640, as a controversy presented by the Decentralized Autonomous Government of the "Canton Santa Ana de Cotacachi" against the Ministry of Environment and Waters, Office of the State Attorney General and National Mining Company of Ecuador, for the events transpired in the Los Cedros Protected Forest.

Keywords: constitutional rights, illegal mining, effective judicial protection, protective forest, environmental governance.

INTRODUCCIÓN

En Latinoamérica, el primer país en el mundo en reconocer los derechos de la naturaleza fue el Ecuador, tal y como lo establece el referido artículo 72 constitucional; esto permitió que, a partir de tal reconocimiento, se crearan y desarrollaran normas y leyes para la protección de la naturaleza, cambiando a su vez a un modelo de pensamiento biocéntrico en el cual “la vida es el centro de todo y a ella le pertenecemos” (Angulo, 2013).

Sin embargo, a pesar del reconocimiento constitucional de los Derechos de la Naturaleza, y de toda la legislación del país a favor del medio ambiente, se ha evidenciado que se encuentran diversos lugares que son utilizados para la minería ilegal; tal es el caso del “Bosque Protector Los Cedros, objeto de este estudio.

Es por ello, que el propósito de abordar el presente conflicto socio ambiental nace desde el seno del Observatorio Jurídico de la Universidad de Otavalo para la prevención de Derechos Colectivos, a través de su línea investigativa vinculada con la protección ambiental, desde donde se analizaron y discutieron mediante una visión interdisciplinaria y transversal, de forma paralela a las distintas alertas informativas en televisión y prensa nacional y regional sobre el tema de la minería ilegal en Imbabura y sus efectos para el ambiente.

Los primeros indicios del conflicto socio ambiental puede ubicarse en Intag en el año 1960, espacio en que se dio el proceso de modernización de la hacienda Cotacachi y la entrada en vigencia en los años 70 de la segunda ley de reforma agraria en el Ecuador, donde los autodenominados “colonos” talaron los bosques para ampliar la frontera agrícola y minera de la región amparados en un supuesto proceso de regularización y democratización de las tierras con fines agrarios; Según Padilla (2008) “en los años 80 y 90 se realizan investigaciones geoquímicas donde comienza el Ecuador a firmar concesiones mineras, logrando con ello una gran migración de los colonos hacia Otavalo e Ibarra” (p. 19).

En este sentido, como antecedente académico se utilizó la investigación realizada por la facultad de Ciencias Humanas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador titulada: “Análisis de impactos paisajísticos y vulnerabilidad física derivados de la actividad minera en la Parroquia La Merced de Buenos Aires, Cantón Urcuquí del año 2018” y como antecedente jurídico la ley de Minería de fecha 29 de enero de 2009, la cual declaró a la minería como una actividad “de utilidad pública”.

Finalmente, el objetivo fundamental de realizar este trabajo investigativo radica en analizar el alcance de las decisiones judiciales y la aplicabilidad o no de tutela judicial efectiva por el Estado como mecanismos de protección a los derechos del Bosque Protector Los Cedros, como parte integrante del patrimonio natural ecuatoriano y de sus habitantes, desde el nuevo enfoque del Constitucionalismo ambiental del año 2008 sustentado en el Sumak Kawsay o Buen vivir.

MATERIALES Y MÉTODOS

De acuerdo con Ruiz (2006), la metodología “se refiere al conjunto de técnicas y procedimientos que se utilizan para llevar a cabo la investigación” (p.195).

Respecto al tipo de investigación es de carácter documental, con un enfoque de tipo cualitativo, dirigiendo su atención a la reparación integral en delitos contra el medio ambiente en el Ecuador, tomando como caso de estudio la minería ilegal en el Bosque Protector Los Cedros. Como técnicas e instrumentos se ha utilizado la revisión bibliográfica

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tutela judicial efectiva

La tutela judicial efectiva tiene muchas acepciones; sin embargo, junto al debido proceso, es una máxima consagrada por todas las naciones del mundo en sus legislaciones, pues busca garantizar un proceso justo, mediante la enunciación de una sentencia proferida por un juez competente en el ejercicio de sus funciones, independientemente de los intereses de las partes involucradas en el proceso. Al respecto, la República del Ecuador así lo establece en la Constitución de 2008, en el artículo 75 cuando establece:

Toda persona tiene derecho al acceso gratuito a la justicia y a la tutela efectiva, imparcial y expedita de sus derechos e intereses, con sujeción a los principios de inmediación y celeridad; en ningún caso quedará en indefensión. El incumplimiento de las resoluciones judiciales será sancionado por la ley.

Asimismo, el Código Orgánico de la Función Judicial (2009 modificado el 2015), entre sus principios rectores y disposiciones fundamentales, establece en el art. 23:

PRINCIPIO DE TUTELA JUDICIAL EFECTIVA DE LOS DERECHOS. La Función Judicial, por intermedio de las juezas y jueces, tiene el deber fundamental de garantizar la tutela judicial efectiva de los derechos declarados en la Constitución y en los instrumentos internacionales de derechos humanos o establecidos en las leyes, cuando sean reclamados por sus titulares o quienes invoquen esa calidad (...)

CASO BOSQUE PROTECTOR LOS CEDROS

Ubicación y función

De acuerdo con Manzanares (2006):

El Bosque Protector Los Cedros conocido así desde el año 1989, se extiende en un área protegida de 6.400 hectáreas de bosques nativos de la zona, ubicado al noroccidente del Ecuador en el Cantón Santa Ana de Cotacachi de la Provincia de Imbabura, al norte del Río Guayllabamba, y adyacente a la Reserva Ecológica Cotacachi – Cayapas, ocupa parte de la Cordillera de Toisán y está rodeado de ríos como: el Manduriacu Grande, el Verde y Magdalena Chico.

Fue declarado Bosque Protector en el año 1995 ante el inminente daño que podía sufrir el área y las especies allí albergadas por las posibles explotaciones mineras. La particularidad de este lugar es su ubicación, al encontrarse al sur-occidental de la Reserva Ecológica Cotacachi-Cayapas, ya que sirve de zona de amortiguamiento al hábitat, por lo que corresponde al Estado aplicar los principios de prevención y precaución para mitigar los posibles impactos ambientales a este ecosistema. Una vez realizados los estudios pertinentes, y verificado que se cumple con los requisitos para declarar esta área como zona de protección, se emite la resolución 057 de 26 de enero de 1995 (Ministerio del Ambiente y Agua, 1995).

Evidentemente, corresponde al Estado ecuatoriano asegurar el uso de las zonas de amortiguamiento, de conformidad a lo establecido en el Código Orgánico del Ambiente (2017), cuando dispone lo siguiente:

Las zonas de amortiguamiento ambiental serán áreas colindantes a las áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas o a las zonas de expansión urbana, que sean de propiedad pública, privada o comunitaria, para contribuir a la conservación y la integración de las áreas protegidas, el equilibrio en el desarrollo urbano-rural y su conectividad ecosistémica (art. 59).

Reconocimiento legal de la protección del “Bosque Protector Los Cedros”

Luego de haber sido declarado Bosque Protector, con el fin de preservar, proteger y garantizar la conservación de la biodiversidad y el bienestar de los todos los seres vivos, donde serán permitidas únicamente las actividades como la investigación científica y el turismo científico, prohibiendo por ende las actividades que atenten contra la integridad física del medio ambiente, se emite la Resolución N° 057 de fecha 26 de enero de 1995, en los siguientes términos:

Art. 1.- Declarar área de Bosque y Vegetación Protectores, a 6.400 hectáreas del predio “Los Cedros”, ubicado en la parroquia García Moreno, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura, cuya ubicación geográfica, situación administrativa, y límites, son los siguientes: (...)

(...) Art. 3.- Prohibir en consecuencia todas aquellas actividades que no sean compatibles con los fines que persigue el área, la que a partir de la suscripción de la presente Resolución quedará sujeta al régimen forestal, cuya administración compete exclusivamente a este Instituto, a través de la Dirección Nacional Forestal, por cuyo motivo esta área no podrá ser afectada por la Reforma Agraria. (Corte Constitucional del Ecuador, <http://doc.corteconstitucional.gob.ec/>)

De esta forma, el área queda destinada para la preservación vegetal, para la investigación científica y turismo ecológico, siendo la visión de aquella época la protección de sus recursos naturales y la biodiversidad de este territorio andino. Por lo tanto, las únicas actividades que están permitidas, dentro de las áreas de bosques y vegetación protectores, son aquellas que permitan el resguardo y desarrollo de los ciclos ambientales, como la conservación del agua, suelo, la flora y la fauna silvestre, a fin de prevenir actividades no sustentables como la extracción de recursos naturales, ya sean hidrocarburos o minerales.

Es así como Vásquez y Ulloa (1997) señalan que: “La Estrategia para la Conservación de la Diversidad Biológica en el Sector Forestal se centra en las áreas boscosas que conforman el Patrimonio Nacional de Áreas Protegidas y toma en consideración los actuales bosques protectores y los bosques naturales de propiedad privada que no tienen fines de producción” p. 76.

Antecedentes de la vulneración de derechos del Bosque Protector Los Cedros.

Todo inicia con la Resolución No. 225741 procedente de la Subsecretaría de Calidad Ambiental del Ministerio del ambiente, que resuelve en el artículo 1 lo siguiente:

Otorgar el Registro Ambiental para la fase de exploración inicial de la concesión minera Proyecto Minero Río Magdalena, conformado por las concesiones Río Magdalena 01 (Código: 40000339) y Río Magdalena 02 (Código: 40000340), para la

fase de exploración inicial MAERA-2017-315992 ubicada en la Provincia Imbabura. (Ministerio del Ambiente, 2017)

Como conclusión del informe técnico- ambiental del GADMSAC, se señala que se está afectado gravemente la biodiversidad que habita el bosque y que la fauna de esta zona se encuentra en peligro de extinción; ejemplo de esto, sería la extinción del “oso andino u oso de anteojos”, lo cual urge a tomar medidas inmediatas para conservar y proteger a esta especie.

En definitiva, se llega a la conclusión de que los hechos ocurridos en el Bosque Protector Los Cedros, es decir, la afectación a la biodiversidad, fueron ocasionados por la Empresa Minera en la concesión Río Magdalena 01 y 02, y por lo tanto, el Ministerio del Ambiente no consideró el impacto ambiental que sufriría el “Bosque Protector Los Cedros” cuando confirió el registro ambiental en una clasificada área natural protegida, donde se ha vulnerado los derechos y principios constitucionales del medio ambiente.

Proceso Judicial en el Consejo Multicompetente del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Santa Ana de Cotacachi

El 5 de noviembre de 2018 el GADMSAC a través del ex alcalde Jomar Cevallos Moreno y la ex Procuradora Síndica, abogada Jessica Almeida Herrera (accionantes), presentaron una Acción de Protección de Derechos Constitucionales amparado en la Constitución de la República del Ecuador y Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional (LOGJCC) ante el Consejo de la Judicatura del Cantón Santa Ana de Cotacachi, en contra del Ministerio del Medio Ambiente y Agua representado por el Señor Ministro, el Procurador General del Estado y el Gerente General de la Empresa Minera del Ecuador ENAMI-EP en calidad de accionados.

Una vez que el Juez se avoca a conocimiento el 6 de noviembre de 2018, las partes son convocadas a Audiencia Oral y Pública, el día 9 de noviembre del año 2018 a las 11h30 en la sala de la Unidad Judicial Multicompetente del Cantón Cotacachi; de igual manera, el Juez ordena que se corra traslado el expediente a los legitimados pasivos.

Sin embargo, en la Audiencia Oral y Pública llevada a cabo el 13 de noviembre de 2018, el Juez a quo -a criterio personal-, decide escuchar únicamente los alegatos de la Ex Procuradora Síndica, Abogada Jessica Almeida y omite el uso de la palabra a los representantes de organizaciones y colectivos de la defensa y conservación del medio ambiente, en razón de que el Juez manifestó que tenía conocimiento de los escritos de amicus curiae presentados el 9 de noviembre de 2018 y que no requiere de la intervención de ellos, ya que actualmente constan en el expediente No. 10332-2018-00640.

Ahora bien, si bien es cierto hubo una vulneración de los derechos de la naturaleza al otorgarse la concesión, no es menos cierto que hubo la ausencia de la tutela judicial efectiva por los operadores de justicia, quienes, ante un vacío legal en materia ambiental, debieron tomar en consideración que en el ordenamiento jurídico prevalece el ambiente, donde las comunidades pueden acceder al sistema judicial para lograr una resolución motivada por parte de los tribunales que responda a un mínimo de garantías que protejan a la naturaleza a tal efecto la Constitución dispone:

Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:
(...) 3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades

afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

Como vemos, se vulneró el derecho a la consulta previa de los habitantes de la Parroquia García Moreno del Cantón Santa Ana de Cotacachi de la Provincia de Imbabura, al iniciar los proyectos de extracción de recursos naturales que pueden generar daños al medio ambiente, sin su participación activa y permanente en la ejecución del mismo; derecho que fue igualmente vulnerado por el juez de la causa, cuando decidió no escuchar a los representantes de organizaciones y colectivos de la defensa y conservación del medio ambiente en la audiencia oral y pública, considerando que tenía los escritos de sus alegatos, con lo cual hubo una flagrante violación del numeral tercero del artículo 395.

A lo anterior se suma, la no aplicación del artículo 57 numeral siete constitucional, que dispone:

Art. 57.- Se reconoce y garantizará a las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas, de conformidad con la Constitución y con los pactos, convenios, declaraciones y demás instrumentos internacionales de derechos humanos, los siguientes derechos colectivos:

7. La consulta previa, libre e informada, dentro de un plazo razonable, sobre planes y programas de prospección, explotación y comercialización de recursos no renovables que se encuentren en sus tierras y que puedan afectarles ambiental o culturalmente; participar en los beneficios que esos proyectos reporten y recibir indemnizaciones por los perjuicios sociales, culturales y ambientales que les causen. La consulta que deban realizar las autoridades competentes será obligatoria y oportuna. Si no se obtuviese el consentimiento de la comunidad consultada, se procederá conforme a la Constitución y la ley.

Igualmente, así lo determina el artículo 398 constitucional, cuando dispone: "Toda decisión o autorización estatal que pueda afectar al ambiente deberá ser consultada a la comunidad, a la cual se informará amplia y oportunamente." Efectivamente, debió socializarse a los habitantes del sector, junto con representantes del Ministerio del Ambiente y la Empresa Minera, el Plan de Manejo, justificando los beneficios y consecuencias de la ejecución del Proyecto Minero Río Magdalena y posterior a esto realizar la consulta previa mediante la aplicación de los principios de publicidad y transparencia.

Siguiendo con el artículo 395 numeral cuarto, correspondía al Ministerio del Ambiente adoptar medidas protectoras, eficaces y oportunas sobre las posibles repercusiones del proyecto destinado a la explotación de recursos naturales, lo cual no fue considerado por el Ministerio cuando otorga la licencia ambiental al Proyecto Minero Río Magdalena, y por el juzgador cuando en su decisión debió proteger primordialmente a la naturaleza, vulnerándose los principios constitucionales que garantizan el desarrollo sustentable de los ciclos vitales del ecosistema y con ello la tutela judicial efectiva que debe ser suprema cuando se trata de salvaguardar la naturaleza.

Continuando con la decisión, el 13 de noviembre de 2018 el Juez a quo niega la pretensión del legitimado activo dejando a salvo la facultad del accionante para iniciar y seguir las acciones que estime

pertinentes de acuerdo a la Constitución y la Ley, disponiéndose de conformidad con lo que determina el numeral 1 del artículo 25 de la Ley de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional, el envío de la sentencia a la Corte Constitucional, para su conocimiento y eventual selección y revisión, en el término de tres días, contados a partir de su ejecutoria.

Análisis del resultado de la Acción de Protección en sede Cantonal

En lo pertinente a la petición del legitimado activo, se propone aplicar el principio de precaución, el cual se encuentra tipificado en el artículo 395 numeral cuarto (anteriormente analizado), en lo tocante a la tutela efectiva de áreas naturales protegidas y del Bosque Protector Los Cedros, gracias a su reconocimiento como un área protegida en la base de datos del Ministerio del Ambiente y Agua, ya que del análisis de los informes técnicos realizados en la zona se extrae la evidencia de la tala de árboles nativos.

A juicio del Juez de primera instancia, no se había comprobado la vulneración de la consulta previa, en razón de que es un derecho dirigido a pueblos y nacionalidades indígenas y en el sector "se encuentra la etnia mestiza".

Al respecto, la Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional (2009) en el artículo 4 numeral trece, se instituye lo siguiente: "La justicia constitucional se sustenta en los siguientes principios procesales: (...) 13. *iura novit curia*. - La jueza o juez podrá aplicar una norma distinta a la invocada por los participantes en un proceso constitucional". Es decir, en el caso que nos ocupa, el Juez tuvo la potestad de valerse de una normativa distinta a la que han invocado las partes, para dictaminar una sentencia con el fin de mitigar futuros daños en un área natural protegida, y reconocer la vulneración del derecho a participación establecido el artículo 61 numeral cuatro y artículo 398 de la Carta Magna, y con ello garantizar el debido proceso y la tutela judicial efectiva en el ejercicio de sus funciones.

De esta forma, queda evidenciado que esta sentencia vulneró el derecho al medio ambiente al no ser reparado de manera inmediata y eficaz los daños ocasionados, o al menos haber mitigado las actividades, con el fin de realizar un análisis metódico del Proyecto Río Magdalena, como garantía constitucional tipificada en el artículo 397 numeral cuarto en el que se dispone la intangibilidad de áreas de protección natural garantizando la conservación de la biodiversidad, cuyo propósito es fundamental el Bosque Protector Los Cedros.

Recurso de Apelación de la Acción de Protección

El 16 de noviembre de 2018 se presenta el Recurso de apelación, donde se solicita la adopción de medidas cautelares urgentes para prevenir o suspender la vulneración de derechos. A tal efecto, la parte demandada solicita se rechace el recurso de apelación y se ratifique el fallo de primera instancia que fue dictado conforme a derecho, permitiendo el desarrollo de las actividades mineras en beneficio de garantizar justamente los derechos constitucionales en la mayoría de la población.

Finalmente, el Tribunal resuelve: Aceptar parcialmente la acción de protección interpuesta por la parte accionante; Declarar la vulneración del derecho a la participación, establecido en el artículo 61 numeral 4, en garantía de la consulta ambiental establecida en el artículo 398, que debió realizarse a los pueblos ubicados en el área de influencia del Proyecto Minero Río Magdalena; Revocar la sentencia de fecha 13 de noviembre de 2018, emitida por el Doctor Oscar Alfredo Caba Vayas, Juez de la Unidad Judicial Multicompetente con sede en el Cantón Santa Ana de Cotacachi de la Provincia de Imbabura, en la que desecha la acción de protección.

CONCLUSIONES

Del análisis del fallo judicial, se pudo evidenciar que el Estado ecuatoriano, a través de la administración pública, no da cumplimiento a los mandatos previstos en su ordenamiento jurídico, y en consecuencia vulneran el derecho de participación establecido en la Constitución de 2008 en el artículo 61 numeral 4, y la garantía de la consulta ambiental establecida en el artículo 398 del mismo texto constitucional, que debió realizarse a los pueblos ubicados en el área de influencia del Proyecto Minero Río Magdalena.

Indiscutiblemente, el referido artículo 398 de la Constitución impone de manera taxativa al Estado Ecuatoriano la necesidad de valorar la opinión de la comunidad de acuerdo con lo establecido en la legislación nacional como internacional de derechos humanos, siempre que esta esté presente en la toma de decisiones que puedan afectar el ambiente. Es tal la importancia de esta consulta, que la ejecución o no del proyecto dependerá de la decisión que tome la mayoría. Cabe concluir, por tanto, que en el presente caso dicha consideración fue definitivamente vulnerada tanto por el ente rector en materia ambiental -Ministerio del Ambiente y Aguas- como por el Tribunal de Primera instancia.

Resulta evidente, por ende, que el fallo analizado no se sustentó en un informe de expertos en materia de agroecología donde se consideraran recomendaciones que resarcieran los derechos del Bosque Protector los Cedros, relativos al respeto integral de su existencia y al mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos; lo que inobserva lo previsto en los artículos 71, 72 y 73 de la Constitución de 2008; limitándose al mandato de “ofrecer disculpas públicas” a las comunidades aledañas al Bosque Protector los Cedros, lo que no constituye una reparación integral que pretenda restituir los derechos de la naturaleza y de las personas a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.

Igualmente, es notoria la inobservancia del Principio de Especialidad en el juzgador de esta sentencia, quien a pesar de actuar como garante constitucional, no desarrolla a profundidad en el contenido de la misma ni en las medidas adoptadas, los principios ambientales y las máximas experiencias de un juez especializado en la materia, de allí que solo aplicara normas generales, y en consecuencia mandatos de carácter general en lo jurídico, obviando la transversalidad y especificidad del Derecho ambiental.

En definitiva, tanto la ausencia de consulta previa como la no profesionalización de los jueces en Derecho ambiental resquebrajan la tutela judicial efectiva del Bosque Protector Los Cedros como sujeto

de derechos y de la naturaleza en general. Sin embargo, las medidas de reparación dispuestas luego de haberse ejercido el recurso de apelación, mediante las cuales se deja sin efecto el acto administrativo generador del conflicto socio ambiental, denotan una jerarquía normativa administrativa y de superioridad constitucional, pero no un debido proceso, que a nuestro criterio solo desvirtúa lo jurídico y no aborda lo ecológico como eje central de la protección o tutela efectiva, donde tiene prioridad como sujeto de derecho la pacha mama de acuerdo a lo establecido en la Carta magna ecuatoriana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angulo, M. (2013). Manual Práctico de Derecho Ambiental, La naturaleza como sujeto de derecho. Quito: Editorial Workhouse procesal. Disponible en: <https://bit.ly/2yUpw55>
- Asamblea Constituyente de la República del Ecuador. (2009). Código Orgánico de la Función Judicial. Registro Oficial Suplemento 544. Disponible en: <https://bit.ly/3fgVLfs>
- Asamblea Constituyente de la República del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Montecristi: Registro Oficial N.º 449. Disponible en: <https://bit.ly/2VOMNha>
- Asamblea Constituyente de la República del Ecuador. (2009). Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional, Registro Oficial Suplemento 52. Disponible en: <https://bit.ly/3aOWGjD>
- Asamblea Constituyente de la República del Ecuador. (2017). Código Orgánico del Ambiente. Registro Oficial Suplemento 983. Disponible en: <https://bit.ly/2zGz6Zr>
- Manzanez, J. (2006), Conservación en el Bosque Protector Los Cedros. Ecuador tierra incógnita Revista N° 40. Disponible en: <https://bit.ly/3aQLJOK>
- Ministerio del Ambiente y Agua (1995). Resolución ministerial No 057. Publicada en el Registro Oficial No 626. Disponible en: <https://bit.ly/2KOpApA>
- Ministerio del Ambiente y Agua. Subsecretaría de Calidad Ambiental (2017). Resolución No 225741. Disponible en: <https://bit.ly/3bVyyx2>
- Padilla, D. (2008). Conflicto Minero en la Parroquia de Pacto: Límites y Posibilidades de Solución. Universidad Andina Simón Bolívar, sede Ecuador. Disponible en: <https://bit.ly/3aQYM2G>
- Ruiz, C. (2006). Cómo llegar a ser un tutor competente. Caracas: UPEL-Santillana. Disponible en: <https://bit.ly/2WdgsjJ>
- Vázquez, M., Ulloa, R. (1997). Estrategia para la Conservación Biológica en Sector Forestal en el Ecuador. Quito: PAFE/Eco Ciencia. Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/45265.pdf>

FOCUS GROUP Y GRUPOS DE DISCUSIÓN COMO TÉCNICAS CUALITATIVAS PARA LA CREACIÓN DE ESPACIOS DE DIÁLOGO Y DEBATE EN LA REVITALIZACIÓN DE LENGUAS ANCESTRALES

Viviana Torres¹, Daniel Diaz¹, Daqui Lema¹, María Fernanda Ibadango¹, Kelly Manosalvas¹

¹ Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra. Escuela de Ciencias de la Educación. Ibarra-Ecuador.

* Autor para correspondencia: fvtorres@pucesi.edu.ec

Recibido: 2020/02/28

Aprobado: 2020/05/29

DOI: <https://doi.org/10.26621/XVI22.2020.06.A10.PUCESI.2550.6684>

RESUMEN

Esta investigación se ha llevado a cabo con el fin de buscar vías para que el aprendizaje del idioma kichwa sea más dinámico y efectivo en un sector de la provincia de Imbabura. En una primera fase de la investigación se procedió a indagar las condiciones en las que se imparte el kichwa en dos instituciones interculturales bilingües (kichwa-castellano) en donde se obtuvieron datos cuantitativos relevantes como la diferencia de dialectos de kichwa, entre el texto de enseñanza y la lengua materna utilizada por profesores y alumnos de kichwa del sector, lo que provoca la inconformidad de los mismos. Por otro lado, se consideró pertinente ejecutar diversas técnicas cualitativas como el focus group y los Grupos de Discusión, para conseguir mediante esta triangulación metodológica unos resultados contrastados acerca de las “estrategias metodológicas para la enseñanza de este idioma ancestral” (tema original de la investigación) en el sistema educativo intercultural bilingüe. Ya en la práctica, en el focus group (vocalizado en kichwa 80%-castellano 20%), en el cual intervinieron diversos actores culturales, activistas kichwas y autoridades expertas en el área, convocados a propósito del año internacional de las lenguas indígenas promovido por las Naciones Unidas, se expusieron experiencias, puntos de vista y sugerencias que respondieron a dos preguntas puntuales; la primera sobre el estatus o prestigio de las lenguas ancestrales, y la segunda sobre el estado de la lengua en el currículum educativo. En un momento posterior, se formaron mesas o grupos de discusión para hablar en torno a la interculturalidad como concepto, implicando y matizando todo lo expuesto previamente, sellado con la firma de un manifiesto, con el compromiso de continuar trabajando en aras de encontrar las mejores estrategias para la enseñanza del kichwa. Una vez analizados los resultados obtenidos, se concluye que es necesario y urgente diseñar una propuesta metodológica, donde optimizar las fortalezas sugeridas en el FG y en los GD. De este modo, se reconoce el papel de la academia y la necesidad de creación de espacios de diálogo y debate para la preservación de las lenguas ancestrales.

Palabras clave: triangulación metodológica, Focus Group, Grupo de Discusión, lenguas indígenas, educación intercultural bilingüe

ABSTRACT

This research has been carried out to find ways to make learning the Kichwa language more dynamic and effective in a sector of the Imbabura province. In the first phase of the investigation, the conditions under which Kichwa is taught in two intercultural bilingual institutions (Kichwa-Spanish) were inquired into, where relevant quantitative data such as the difference in Kichwa dialects were obtained, between the teaching text and the mother tongue used by teachers and students of Kichwa in the sector, which causes their disagreement. Furthermore, it was considered pertinent to execute various qualitative techniques such as the Focus Group and the Discussion Groups, to achieve, through this methodological triangulation, contrasted results regarding the “methodological strategies for teaching this ancient language” (original subject of the research) in the bilingual intercultural educational system. Already in practice, in the focus group, (vocalized in Kichwa 80% -Spanish 20%) in which various cultural actors, Kichwa activists and expert authorities in the area, convened on the occasion of the International Year of Indigenous Languages, promoted by the United Nations, presented experiences, points of view and suggestions that answered two specific questions; the first on the status or prestige of ancestral languages, and the second on the state of language in the educational curriculum. At a later time, round tables or discussion groups were formed to talk about interculturality as a concept, involving and regulating everything previously stated, sealed with the signing of a manifesto, with the commitment to continue working to find the best strategies for teaching Kichwa. Once the results obtained have been analyzed, it is concluded that it is necessary and urgent to design a methodological proposal, in order to optimize the strengths suggested in the GF and the GD. In this way, the role of the academy and the need to create spaces for dialogue and debate for the preservation of ancestral languages are recognized.

Keywords: methodological triangulation, focus group, discussion group, indigenous languages, intercultural bilingual education



INTRODUCCIÓN

En vista de la problemática de identidad lingüística generada desde los mismos kichwa-hablantes a quienes se les quitó el derecho de hablar su lengua, por medio de la represión y el castigo por usar su lengua materna, en las escuelas hispanas y demás espacios públicos en donde el castellano es el idioma de prestigio, los investigadores se han propuesto buscar técnicas y metodologías efectivas, que al momento no están bien definidas, que permitan revitalizar y elevar el prestigio de la lengua.

Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (2010), en Ecuador existen 328.149 personas kichwas, de las cuales 4 de cada 10 indígenas no hablan su idioma materno. En este sentido, el artículo 2 de la Constitución de la República del Ecuador indica que:

El castellano es el idioma oficial del Ecuador; el castellano, el kichwa y el shuar son idiomas oficiales de relación intercultural. Los demás idiomas ancestrales son de uso oficial para los pueblos indígenas en las zonas donde habitan y en los términos que fija la ley. El Estado respetará y estimulará su conservación y uso (Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador, 2008:9).

Oportunamente, este proyecto encuentra su impulso en el objetivo 2 del Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021, que habla de la identidad cultural y de la interculturalidad, en donde claramente se exponen los lineamientos para alcanzar este objetivo (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - Senplades, 2017): "Afirmando la interculturalidad y plurinacionalidad, revalorizando las identidades diversas" (p. 51). Entre otras cosas, este objetivo enfoca en algunos de sus literales -tanto de la Políticas y Lineamientos como en sus Metas-, la importancia de potenciar la investigación, la protección y la revitalización de las lenguas ancestrales; incentivar el uso de las lenguas ancestrales en la esfera mediática; incentivar el aprendizaje de lenguas ancestrales entre los funcionarios públicos y privados hispanohablantes, entre otros.

Respecto a la evaluación de los materiales pedagógicos para enseñanza del kichwa, usados en los diferentes niveles de educación que son contemplados en el planteamiento de la Educación Intercultural Bilingüe en el Ecuador, la Constitución de la República Plurinacional del Ecuador menciona en su artículo 57 la necesidad de un proceso de desarrollo, fortalecimiento y potencialización "desde la estimulación temprana hasta el nivel superior, conforme a la diversidad cultural" (Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador, 2008). La Constitución del 2008, en este sentido, es el resultado de luchas para el reconocimiento de derechos colectivos de pueblos y nacionalidades, de sus propias formas de organización política, económico y social.

Del mismo modo, en cuanto al derecho de toda persona a recibir la educación en el propio idioma, la Asamblea General de las Naciones Unidas (2008), en su "Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas", en sus artículos 13 inciso 1 y artículo 14 inciso 3 manifiesta que:

Los pueblos indígenas tienen derecho a revitalizar, utilizar, fomentar y transmitir a las generaciones futuras sus historias, idiomas, tradiciones orales, filosofías, sistemas de escritura y literaturas y atribuir nombres a sus comunidades, lugares y personas y mantenerlos (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2008:14)

Diversos autores señalan asimismo cómo, para el estudio y apropiación de una lengua, se deben superar los estereotipos negativos que desde la colonia e incluso antes (a partir de la dominación incaica) están insertos

en los imaginarios colectivos, no solo de la sociedad mestiza en general, sino de los propios pueblos indígenas. De este modo, se manifiesta la situación compleja del idioma kichwa, situado "entre el poder simbólico y el poder real", en palabras de Haboud (2005) y en línea con lo establecido por Bourdieu (1983), hecho ante el cual la academia ha de encontrar el modo de propiciar la creación de espacios de diálogo y debate para la preservación de las lenguas ancestrales.

Los procesos de afirmación de derechos lingüísticos en Ecuador se han ido definiendo como la exigencia de responder a injusticias sociales históricas, resultado de los procesos de colonización que han definido así una relación hegemónica a favor de la sociedad blanco mestiza ecuatoriana, direccionada a un tentativo de homogeneización de la diversidad lingüística y cultural en torno al uso impuesto del castellano como idioma oficial del estado ecuatoriano. Los derechos lingüísticos se definen entonces como parte integrante de los Derechos Humanos de Pueblos y Nacionalidades, protegidos y salvaguardados por diferentes instrumentos de derecho internacional (Naciones Unidas, 2014).

MATERIALES Y MÉTODOS

Dentro de los criterios metodológicos en investigación científica, suelen establecerse distintas clasificaciones que posibilitan entender las formas de aproximación a los fenómenos de estudio. Una de las clasificaciones más usadas es la que divide entre metodologías cuantitativas, por un lado, y metodologías cualitativas, por otro. En este sentido, dentro del modelo de trabajos y técnicas para la obtención y análisis de datos, se destacan dos por su frecuente empleo y múltiples áreas de aplicación: Los denominados "Focus Group" (FG) y los "grupos de discusión" (GD). No obstante, siguiendo a Gutiérrez (2011), el GD se plantea aquí como una técnica necesitada del FG, cuya combinación permite indagar con profundidad en la parte sustantiva de la dinámica grupal que caracteriza a esta última técnica.

En este sentido, el presente trabajo se articula en línea con lo propuesto por Bonilla-Jiménez y Escobar (2017) cuando dicen que se "[...] permite obtener datos con un nivel de profundidad al que no se puede acceder desde otras técnicas o tecnologías". Es así que el FG organizado y puesto en práctica en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ibarra estuvo conformado por diez expertos en el tema del kichwa de la provincia, nueve de ellos bilingües y uno monolingüe, dos moderadores encargados de guiar la interacción del grupo, con turnos de participación por cronómetro, con libertad para el uso de la palabra, tanto en kichwa como en castellano; se indagó sobre el estado del kichwa, mediante un nivel semiestructurado de discusión, con una duración de dos horas. Posterior al FG se desarrollaron pequeños grupos de discusión, esta vez con la adición de alumnos de la universidad, en torno al tema de la interculturalidad, técnica que propició el complemento de la información levantada anteriormente.

En primera línea, la denominación del evento ha recogido el uso práctico del idioma kichwa, como manifiesto, lo cual pretende hacer de esta manera la técnica atractiva en relación al público que se encuentra preocupado por la pérdida de dicho idioma. En la invitación al evento se mencionó el término minga, en referencia a la práctica andina de cooperación para lograr alcanzar objetivos comunitarios, abriendo por lo cual el espacio de trabajo a un público heterogéneo. Se ha podido contar con contribuciones provenientes desde diferentes experiencias de activismo lingüístico y cultural como son: instituciones organizativas de carácter comunitario como Pueblo kichwa Otavalo, Cabildo kichwa Urbano de Otavalo, así como instituciones representativas del estado como Municipio de Otavalo y ex funcionarios del Ministerio de Educa-

ción. Han participado de la misma manera, representantes de asociaciones como Tinkunakuy, Radio Illumán, Kilkashun, Kichwashun y representantes de instituciones de educación superior, como la Universidad de Otavalo y la Universidad de Ohio. Han participado también estudiantes de la materia Contextos e Interculturalidad de la PUCE-SI y padres de familia kichwas, preocupados por las condiciones de la Educación Intercultural Bilingüe y el entorno lingüístico en donde crecen sus propios hijos.

En el primer espacio realizado para el debate (Focus Group), personas que trabajan en el ámbito de la enseñanza del idioma kichwa han ido compartiendo sus experiencias, teniendo como límite 5 minutos para responder las siguientes preguntas:

- 1) “En su experiencia ¿Cuál es el status de las lenguas ancestrales dentro del currículo educativo?”
- 2) “Desde su experiencia, ¿Cuáles son las metodologías idóneas para la enseñanza del idioma kichwa?”

Dicha participación ha sido facilitada, además, por el uso de “semáforos”, los cuales han ido detallando a lo largo de las exposiciones, los minutos a disposición para evitar divagaciones y dirigir a los participantes a respuestas más concisas y relacionadas al tema de análisis.

Es importante mencionar que al usar el idioma kichwa para un debate académico se ha podido percibir que los participantes han encontrado mayor confianza en relación a los temas a tratar, así como las formas de exposición y organización de ideas que han sido más claras, coherentes y organizadas, que distintamente habrían representado formas indirectas de externalizar pensamientos concretos tras la exigencia de un proceso de traducción mental desde el español, degradando la cualidad de los datos generados.

Por el contrario, es importante destacar cómo el idioma español sí se empleó también de modo indistinto cuando, una hora más tarde, se formaron seis grupos de discusión, compuestos por alumnos de la materia de Contextos e Interculturalidad de la PUCE SI, un docente de la materia y tres actores culturales que asistieron previamente al Focus Group, a quienes se facilitó un cuestionario de diez preguntas. La idea fue establecer el debate y la discusión en el grupo. Los grupos fueron dirigidos por un presidente y un secretario, a quienes se encargó sintetizar el trabajo realizado en conjunto por los participantes, para la sucesiva realización de una exposición general de los resultados alcanzados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El encuentro Runashimimanda Mingata Rurashunchik-Minga por las lenguas ancestrales, como instrumento del grupo de Investigación base sobre “Evaluación de estrategias metodológicas en la enseñanza del idioma kichwa como un aporte a la cultura” ha considerado el uso práctico del idioma kichwa para la producción eficiente de datos de carácter cualitativo y cuantitativo a través de Focus Group y grupos de discusión, teniendo el privilegio de contar con diferentes representantes del activismo cultural indígena en Imbabura y desarrollando el evento, casi en su totalidad en idioma kichwa, para de esta manera conquistar espacios dentro de la academia, que históricamente se han negado y reflejar las reales preocupaciones de los actores directamente involucrados, en los procesos de fortalecimiento del idioma.

En primer lugar, cabe destacar el importante trabajo desarrollado por parte de los activistas participantes en el Focus Group, a través del cual se hicieron presentes y palpables los problemas actuales que encuentran los directos interesados al momento de aprender y enseñar un idio-

ma, como una respuesta contra hegemónica y resiliente dentro de un sistema de distribución del poder que favorece una parte de la población y pone en desventaja los hablantes de idiomas ancestrales dentro un esquema dominante-dominado.

Como consecuencia del Focus Group, los participantes han considerado estos espacios de socialización, como fundamentales para el aprendizaje del idioma, sobre todo en los contextos de intercambio intergeneracional de saberes, no solo para el aprendizaje lingüístico, sino también para la adquisición de los valores y principios que constituyen la existencia runa, campo de estudio interesante para la semántica lingüística y la axiología. De este modo, dos ámbitos han sido considerados como imprescindibles en el trabajo de fortalecimiento del idioma kichwa (la escuela y el hogar), en contraste a un ambiente hostil en donde “es más fácil aprender una lengua extranjera que el mismo runashimi”, algo determinado también por débiles políticas públicas sobre Educación Intercultural Bilingüe en donde es casi ausente la presencia de docentes kichwa hablantes en las unidades educativas con mayoría de población indígena: “Para poder enseñar el kichwa es necesario saberlo y de la misma manera saber las modalidades de enseñanza”.

En el mismo Focus Group, se ha compartido también diferentes experiencias en la pedagogía de enseñanza del kichwa como la de Radio Illumán, instrumento de comunicación comunitario para la difusión y conocimiento de la cultura e idioma kichwa, con un alcance importante a las diferentes comunidades kichwas de la provincia de Imbabura y del mundo: “Como política institucional nosotros hemos establecido de hablar un 80% en kichwa y de la misma manera los locutores”, menciona un representante.

Ya se ha mencionado la importancia de evaluación de los materiales pedagógicos para enseñanza del kichwa, usados en los diferentes niveles de educación que son contemplados en el planteamiento de la Educación Intercultural Bilingüe en el Ecuador. Sin embargo, para diferentes participantes del Focus Group, la producción de material educativo a nivel de educación superior es inexistente, resaltando las dificultades de plantear una real interculturalidad en estos espacios, lo cual llama la atención del grupo de investigación sobre la pertinencia de los objetivos planteados en este trabajo.

En sí, la integración del modelo educativo en los diferentes niveles de aprendizaje se define como fundamental al momento de identificar resultados alcanzados. La interdependencia de conocimientos que son puestos a la prueba continuamente y que se van integrando en un panorama más complejo, dentro de un debate y análisis académico universitario, dentro del contexto de educación superior, definen los retos de la realización de las disposiciones constitucionales, que en el caso del Ecuador todavía dejan pendiente mucho trabajo por hacer. En tal sentido, Norberto Oyagata, presidente del Pueblo kichwa de Otavalo, señala que “las Universidades deberían ser el espacio en donde, recogidas las competencias ya desde la escuela, se tenga la mayor confianza en el uso del idioma, un espacio en donde ya no se tenga vergüenza ni miedo de hablar con alguien en kichwa, haciendo ver lo que son y haciendo ver su forma de vida”.

La integración del conocimiento y los saberes, para la interpretación y aporte a un mundo globalizado, deben de estar a la base de los procesos de formación que la Educación Intercultural Bilingüe debe definir como prioridades, al fin de contribuir en el desarrollo epistemológico de los pueblos y nacionalidades, como un proceso de crecimiento intelectual y cognitivo, que responda a exigencias reales y no encierren en folclorismos dicho pensamiento. Se trata de un proceso contrahegemónico que, al ser definido por los mismos pueblos indígenas, definiría las propias preocupaciones y las propias respuestas a las problemáticas comunes.

Un ejemplo de este proceso de “reinención epistemológica” es el trabajo desarrollado por Santiago Gualapuro, participante en el Focus Group y docente kichwa de la Ohio University, quien en conjunto con la Universidad San Francisco de Quito ha publicado el primer diccionario kichwa-español. En sus palabras, se entiende la exigencia de dicha labor: “Los que estamos aquí presentes, hablamos en este momento en kichwa, pero no estamos en contra del castellano, sin embargo, debemos reflexionar sobre cómo fortalecer el uso del idioma kichwa (...) Si yo proporciono este libro con español, la gente seguirá con el uso del español, dejando el kichwa en un segundo nivel. Entonces ese era mi primer problema, si se sabe el kichwa, poder aprender el inglés, de la misma manera, del inglés poder aprender el kichwa.”

Recíprocamente, en el segundo espacio de trabajo (GD), se ha definido la posibilidad de participación de grupos más heterogéneos, con el objetivo de plantear formas de análisis conjuntas, que recogiendo los trabajos del FG, proporcionen un resultado dirigido al planteamiento de respuestas consideradas más prácticas y definidas dentro de 10 ejes de conversación. Los datos a generarse han sido definidos dentro del trabajo de 6 grupos., reflejados en las siguientes tablas. (Tabla 1 y Tabla 2).

Aquí, se ha evidenciado la función divulgativa de este espacio, en cuanto personas no técnicamente afines a los temas de debate han podido apropiarse y profundizar temas que en la cotidianidad no son tratados. En relación a las respuestas generadas, se ha podido identificar que se considera el contexto social como uno de las causas principales de alejamiento del idioma kichwa, en donde los procesos de globalización, migración, discriminación, etc. lo desfavorecen en su uso práctico cotidiano (ver Tablas 1 y 2).

La posibilidad de un contexto que requiere especialistas del idioma kichwa dentro del mercado de trabajo ha sido otro tema tratado, definiendo por parte de la mitad de los participantes como una realidad inexistente, mientras la otra mitad declara que sí existen oportunidades laborales que requieren dicho conocimiento. En tal sentido, es evidente la necesidad de profundizar una clasificación de tipologías de trabajo en donde efectivamente el conocimiento del kichwa es requerido, al fin de definir empleos especializados o no especializados y por consecuencia, la oferta formativa necesaria de definirse por parte de las instituciones educativas de nivel superior en conjunto con una metodología pertinente.

Sin embargo, en la percepción de los participantes dicho trabajo es requerido en todos los niveles de educación, al ser casi ausente o ineficiente. Este proceso requeriría además una pertinencia cultural en relación a la especificidad imbabureña, en donde las variantes del kichwa a nivel local requieren ser tuteladas y protegidas al fin de que no desaparezcan, amenazadas por la posible imposición de un kichwa unificado, que podría no responder a la exigencia práctica local, pero sí ser una “lengua franca”, koiné y de formalidad entre dialectos del kichwa.

Por último, es importante mencionar que, por parte de los presentes, la consideración de la interculturalidad, como instrumento de encuentro entre diversidades y de condición de conocimientos y saberes, es fundamental dentro del ámbito educativo. Sin embargo, la práctica real y efectiva de dicho principio viene siendo lejana de su realización, en la mayor parte de los casos por una falta de comprensión por parte de las instituciones públicas, así como de los actores que llevan adelante procesos que inciden en la convivencia común entre diversidades étnico-culturales (Tabla 1 y Tabla 2)

CONCLUSIONES

Se puede concluir que, en efecto, existen diversos colectivos, vinculados algunos a instituciones de educación superior y otros no, que han comenzado a enseñar kichwa, pero que carecen de productos didácticos y metodologías de enseñanza certeros. En ese sentido, este proyecto puede aportar brindando una nueva propuesta para la enseñanza del kichwa, como es la aplicación de las metodologías que se usan para la enseñanza del inglés hacia la enseñanza del kichwa.

El kichwa (no está de más recordarlo) es un idioma ancestral de suma importancia dentro de la cultura ecuatoriana a lo largo de todo el territorio, específicamente en zonas en las cuales se han identificado grupos indígenas de esta nacionalidad. Sin embargo, los datos nos muestran cómo este idioma está perdiendo su valor lingüístico y cultural por un sinnúmero de causas, entre las cuales también se puede aducir la falta de construcciones identitarias fuertes que hagan frente a los procesos de globalización, además de la carencia de metodologías de enseñanza efectivas, sin mencionar los estereotipos negativos dirigidos hacia los kichwa hablantes, que también juegan un papel preponderante en la problemática de la desvalorización del idioma. Por lo tanto, es deber de las instituciones educativas de nivel superior proponer ideas y gestionar proyectos con miras de dar soluciones a estos problemas propios del entorno; en este caso, se debe subrayar la importancia de reconocer la cultura que identifica a los ecuatorianos.

Debido a su desvalorización, el idioma kichwa en la actualidad está en peligro de desaparición, por considerarse un idioma poco útil, en vista de que el idioma castellano es el que predomina en la sociedad ecuatoriana. Es así que se evidencia la necesidad de implementar de manera sistemática metodologías innovadoras en la enseñanza del kichwa, con la seguridad de que dichas estrategias influyen en el incremento o la disminución del uso del kichwa en los pueblos kichwa-hablantes así como de las personas que desean adquirir este idioma como L2 o L3.

Despertar la motivación en los maestros de kichwa, a través de estas estrategias, es primordial para que a su vez ellos puedan transmitir ese amor a la lengua y a la cultura a los jóvenes y niños en las aulas, como parte de la identidad cultural de los pueblos indígenas y de todos los ecuatorianos. Las diferentes teorías del aprendizaje de primeras y segundas lenguas según la ciencia de la lingüística deben estudiarse para obtener mejores resultados. La enseñanza de idiomas fue una vez una cuestión de memorizar y repetir, un proceso aburrido y poco estimulante para los estudiantes. El siglo XX, sin embargo, fue testigo de una explosión de nuevas metodologías que se centraron en los enfoques más creativos y atractivos. El siglo XXI se abre a nuevas posibilidades.

Ecuador tiene una fuerte influencia de la cultura norteamericana en muchos ámbitos tales como idioma, moda, música, cine y entretenimiento e incluso en algunos aspectos culturales; más aún, la confusión ha llegado a tal punto que se ha llegado a pensar erróneamente que el inglés es segunda lengua en el Ecuador, sin tomar en cuenta lo establecido en la constitución de Montecristi. Luego de los resultados obtenidos tanto en el FG como en los GD, se concluye que es necesario continuar creando espacios de diálogo y debate en el idioma kichwa para impulsar la revitalización de la lengua y a la vez promover nuevas formas de enseñarlo. En el ámbito de la vinculación con la colectividad, se ha visto la necesidad de proponer un proyecto para la participación directa de los estudiantes de la carrera de Pedagogía de los idiomas nacionales y extranjeros, con un conocimiento del idioma kichwa al menos en un nivel A2, a fin de generar unas prácticas de servicio comunitario relevantes y pertinentes.

Tabla 1. Respuestas de los Grupos de Discusión a las primeras cinco preguntas estructuradas

GRUPO	1. ¿Cuáles son los factores que insiden, en su consideración, en el alejamiento del uso del idioma kichwa?	2. ¿Existe una demanda en el mercado laboral que requiera competencias y conocimientos del idioma kichwa?	3. Entre los siguientes niveles de educación: jardín, escuela, colegio, universidad. ¿En cuáles de esto considera que menos se interactúa con el idioma kichwa? ¿Por qué?	4. ¿Es necesario identificar una metodología específica para la enseñanza del idioma kichwa?	5. Desde su experiencia ¿Cuáles son los instrumentos más eficaces en el proceso de enseñanza del idioma kichwa?
1	Existe una discriminación sistemática, la cultura y las ideas como la presión social hace que exista un alejamiento del uso del idioma kichwa.	Si es necesario el idioma kichwa en el mercado laboral porque se le abren más oportunidades a la persona que es bilingüe.	Las personas que hablan español no se interesan por interactuar con el idioma kichwa, partiendo desde la educación.	La metodológica necesaria es interactuar y hablar para la enseñanza del idioma kichwa.	Los instrumentos más eficaces en el proceso de enseñanza del idioma pueden ser a través de una prueba o una exposición
2	Partiendo desde las relaciones de poder se ha impuesto un proceso de globalización que tiende a ser netamente homogenizado y esto lleva a que la sociedad rechace el uso del idioma kichwa; en relaciones sociales, familiares y en la educación.	Si existe una demanda laboral en la provincia de Imbabura	A excepción de las escuelas bilingües, en las demás instituciones educativas no existe interacción con el idioma kichwa.	Si es necesario identificar una metodología ya que la metodología gramatical hasta ahora usado no ha sido completamente efectiva.	La convivencia con la comunidad lingüística, alimenta la autoestima cultural que conlleva al aprendizaje del idioma kichwa.
3	Desde el concepto de Interculturalidad, no hay un equidad ya que en parte no se práctica realmente el concepto, en espacios ya sea públicos y privados porque no existe una motivación primero individual para que ese sentimiento se transforme colectivo. Y quienes están dentro de poderes importantes donde se pueda aportar y ayudar a que el corazón "la lengua" sea fortalecida, siendo runas a más de carecer la preparación adecuada o por lo menos practicar lo que profesa en representación a la gente kichwa, ya que todo parte desde el ejemplo. Siendo un buen aporte de Taitas y Mamas con conocimientos que la generación joven desconoce; como el recuperar palabras perdidas que ahora se piensa que son inventadas, haciendo referencia al "kichwa unificado", siendo que el real motivo del mismo es tener un medio de comunicación escrito sin perder el dialecto respectivo de cada pueblo kichwa. Una buena opción es generar una curiosidad en todos sean de cualquier cultura que sean; nosotros somos ya culturalmente comunicadores con estos aparatos "celulares, ipads, etc". Podemos comenzar escribiendo o posteando cosas en kichwa sin esperar en muchas veces de "arriba". Siendo como conclusión que la motivación es crucial para que esos prejuicios, se vayan rompiendo.				
4	Sociedad: tecnologías (celulares), internacionalización, juegos no representan la cultura, imaginación alineada, centros educativos, falta de orientación de Syllabus, escuelas y comunidades, eliminación de textos sobre historias indígenas, doctrina: Religion no orientada a la mitología ancestral, no apoyan mayormente la expresión en kichwa.	Que hablen kichwa, 90% de trabajadores lo hablan, música andina, música del pueblo, exponen cultura, gastronomía.	En Otavalo casi ninguno toma cartas en el asunto, más fuertes es la influencia en escuelas, debería empezar en el hogar.	Metodologías: Canto o música, no temer a equivocarnos, apoyo familiar, leyendas, historias.	La mejor forma sería con notas de palabras, para la descripción, dialecto en kichwa, contar chistes y leyendas.
5	El racismo es el principal alejamiento del idioma, y complementan con la educación homogenizada, el miedo a hablar, la pérdida de identidad y como principal las políticas públicas.	No existe demanda laboral no existe necesidad social sobre el idioma, si el idioma kichwa fuera más que un requisito se aprenderá mejor.	En la Universidad es el espacio donde no se valoriza el idioma por el desinterés del estudiante, inseguridad con la identidad, en ninguna institución se interactúa con el kichwa.	Si a una nueva metodología incentivar no forzar.	Para el proceso de enseñanza lo principal es hablar con el ejemplo metodología vivencial a corta edad, interacción entre personas que hablan el idioma.
6	Acceso a la educación en una sola lengua (castellano). Migración, influencia de otra cultura.	No existe una demanda, no lo consideran como un requisito para acceder a un trabajo.	En todos los niveles educativos existe menos intervención en el kichwa debido a que no es lengua de instrucción y tampoco se crea una necesidad.	Si debería ser enseñanza en el aula y también salidas del campo para interactuar con kichwa hablante. Aprender por inmersión/ generar necesidad.	Materiales didácticos: libros, canciones, videos para desarrollar habilidades de leer, entender, escribir, hablar.

Nota: en la sección 3 de la tabla, las respuestas dadas corresponden a las 10 preguntas de forma general.

Tabla 2. Respuestas de los Grupos de Discusión a las restantes cinco preguntas estructuradas.

6. ¿Considera que las particularidades lingüística (dialectos del kichwa), como el kichwa imbabureño, deben ser preservadas?	7. En su consideración, ¿cuáles son las ventajas y desventajas del kichwa unificado?	8. ¿Considera que el kichwa es objeto de discriminación? ¿Bajo que formas?	9. ¿Cómo se vive la interculturalidad en el ámbito educativo?	10. ¿Qué compromisos se conocen en el contexto ecuatoriano e imbabureño para la vivencia real de la interculturalidad?
Deben ser preservados porque se entenderían, porque se hablaran los diferentes kichwas si se entenderían	Ventajas: Hay que ser un sistema de escritura más abierto que permita el aprendizaje de un nuevo idioma. Desventaja.- Cuando una persona lee lo hace pensando en cómo está escrito, más no	Si existe discriminación por que muchas veces no ven la necesidad de hablar kichwa.	Está ausente la interculturalidad en el ámbito educativo ya que no se ve una relación o interacción de las diferentes culturas, partiendo desde la educación	No existe un compromiso como Ecuatorianos e Imbabureños a tener una interculturalidad más de lo que está escrito, porque muchas veces decimos que hay interculturalidad pero no la practicamos.
Sí debe ser preservada porque es parte de la riqueza cultural ya que preservan conocimientos, ciencias y maneras de concebir la vida de diferente manera.	Ventajas: Permite el aprendizaje de una nueva lengua y permite la sistematización de información fieles a su contexto.	Si hay discriminación y se lo hace de manera indirecta y no necesariamente voluntaria; por ejemplo en el sistema de justicia.	Muy limitadamente dependiendo del lugar y de los profesores.	En Imbabura hay colectivos, organizaciones que están trabajando por el fortalecimiento de la lengua kichwa y a nivel del Ecuador específicamente en la sierra si hay colectivos.
<p>Desde el concepto de Interculturalidad, no hay un equidad ya que en parte no se práctica realmente el concepto, en espacios ya sea públicos y privados porque no existe una motivación primero individual para que ese sentimiento se transforme colectivo. Y quienes están dentro de poderes importantes donde se pueda aportar y ayudar a que el corazón "la lengua" sea fortalecida, siendo runas a más de carecer la preparación adecuada o por lo menos practicar lo que profesa en representación a la gente kichwa, ya que todo parte desde el ejemplo. Siendo un buen aporte de Taitas y Mamas con conocimientos que la generación joven desconoce; como el recuperar palabras perdidas que ahora se piensa que son inventadas, haciendo referencia al "kichwa unificado", siendo que el real motivo del mismo es tener un medio de comunicación escrito sin perder el dialecto respectivo de cada pueblo kichwa. Una buena opción es generar una curiosidad en todos sean de cualquier cultura que sean; nosotros somos ya culturalmente comunicadores con estos aparatos "celulares, ipads, etc". Podemos comenzar escribiendo o posteando cosas en kichwa sin esperar en muchas veces de "arriba". Siendo como conclusión que la motivación es crucial para que esos prejuicios, se vayan rompiendo.</p>				
Por supuesto, para homogenizar la conversación necesita el sentimiento que otorga el dialecto, se comprende la modulación.	Ventajas: Unificación, mejor relación, mejor comunicación, como traducción es adecuada. Desventajas: perder propios dialectos, perder costumbres, semiología en detrimento.	Desde el centro, se habla con orgullo, desde la periferia (mestizo no extranjero), existe una meta de concepción.	En el pasado existió una imposición del uniforme, por ejemplo, ahora se puede representar la cultura indígena por medio de su vestimenta en clases, antes los obligaban a cortar su cabello, desde los levantamientos indígenas han ido cambiando la represión a los grupos subalternos.	No existen compromisos prácticos, existen mensajes de prensa que fortalecen la interculturalidad, si existe predisposición por partes de las comunidades.
Los particulares lingüísticos si tienen importancia, con el cambio puede haber eliminación del dialecto.	Ventajas: Si tienes la misma dramática se entiende en cualquier lugar. Desventajas: no hay orientación sobre el kichwa unificado, no hay socialización del idioma.	Discriminación desde la parte educativa	La interculturalidad aún está en proceso-interculturalidad-folklorización.	Fomentación por parte del Estado.
Debe ser preservado el dialecto y también evitar en lo menos posible el kichwañol (mezclar).	Ventajas del kichwa unificado: todos podemos entendernos un solo alfabeto, aplicación de reglas. Desventajas: No todos conocen de la unificación.	El desconocimiento nace que haya discriminación, Incumplimiento de leyes, No existe políticas para fortalecer, revitalizar la lengua kichwa.	Interculturalidad en el ámbito educativo: se debe construir una relación entre culturas a través de las enseñanzas. La interculturalidad está asociada a la cuestión indígena, debe ser entendida en una perspectiva más amplia.	No existe una verdadera interculturalidad, A nivel de las comunidades se han generado propias acciones para que haya respeto entre las diferentes culturas.

Nota: en la sección 3 de la tabla, las respuestas dadas corresponden a las 10 preguntas de forma general.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asamblea General de las Naciones Unidas (2008). Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas. Publicado por las NNUU.
- Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador (2008): Constitución de la República del Ecuador para reemplazar la Constitución Política de 1998. Ciudad Alfaro, Montecristi, Ecuador.
- Barriga, F., Hernández, G. (2010). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructiva. Tercera Edición. México. MCGRAWHILL
- Bonilla-Jiménez y Escobar (2017). Grupos focales: una guía conceptual y metodológica. Cuadernos Hispanoamericanos de Psicología, Vol. 9 nº 1, 51-67.
- Bourdieu (1983). Campo de poder, campo intelectual. Itinerario de un concepto. Montessor.
- Denzin, N., Lincoln, Y. (2013) Las estrategias de investigación cualitativa. Manual de investigación cualitativa. Volumen III. Barcelona España. Editorial GEDISA.
- Gutiérrez, J. (2011). Grupo de Discusión: ¿Prolongación, variación o ruptura con el focus group? Cinta moebio 41: 105-122.
- Haboud, M. (2005). Quichua ecuatoriano: entre el poder simbólico y el poder real. Encuentros Y Conflictos Bilingüismo Y Contacto De Lenguas En El Mundo Andino (13-38).
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (2010): Censo 2.010. Población y vivienda; una historia para ver y sentir. Quito.
- Kowii, A. (2005). Identidad lingüística de los pueblos indígenas de la región andina. Quito-Ecuador. Ediciones Abya-Yala.
- Mackey, A., Gass, S. (2008). Second language research. Methodology and Design. New York. London. ROUTLEDGE.
- Melrose, R. (2015). The communicative syllabus. A Systematic Functional Approach to Language Teaching. Bloomsbury Academic Collections.
- Odello, M. (2012). El derecho a la identidad cultural de los pueblos indígenas de América: Canadá y México. Madrid. UNED Publicaciones.
- Richards, J., Rodgers, T. (2014). Approaches and methods in language teaching. Third edition. Cambridge University Press.
- Rodríguez, D. Carrasquillo, Á. Lee, K. (2014). The bilingual advantage. Promoting Academic Development, Bilinguality, and Native Language in the Classroom. New York and London. Teachers College Press.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - Senplades (2017). Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Quito - Ecuador.



Dirección: Av. Jorge Guzmán Rueda y Av. Aurelio Espinosa Pólit.
Ciudadela La Victoria, Ibarra-Provincia de Imbabura - Ecuador
Teléfonos: (593-06) 2615-631
Fax: (593-06) 2616-446
Código Postal: 100112 - Ibarra Ecuador
E-mail: prorect@pucesi.edu.ec, axioma@pucesi.edu.ec
<http://www.pucesi.edu.ec>