

L'esprit Ingénierieux

rem in



ISSN: 2145 - 9274
Enero - Diciembre Vol. 12 No. 1
Facultad de Ingeniería Civil
Universidad Santo Tomás
Tunja - Colombia
Publicación Anual

1 | 2



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

T U N J A
Experiencia y Calidad



Institución Editora

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS, SECCIONAL TUNJA

Editor

Ph.D. Pedro Mauricio Acosta Castellanos
Facultad de Ingeniería Civil
Universidad Santo Tomás, Tunja, Colombia

Ph.D. Juan Pablo González Galvis.
Facultad de Ingeniería Civil
Universidad Santo Tomás, Tunja, Colombia

Volumen de la Revista

VOLUMEN 12
AÑO 2021

Periodicidad

ANUAL

ISSN (Versión Impresa)

2145-9274

ISSN (En línea)

2422-2445

Dirección Postal

Centro de Investigaciones en Ciencias, Arquitectura e Ingenierías
Universidad Santo Tomás – Seccional Tunja
Calle 19 No. 11-64. Tunja (Boyacá), Colombia

Teléfono

608 7440404, Ext. 1024

E-mail

dec.civil.@ustatunja.edu.co
pedro.acosta@usantoto.edu.co

Traducción lengua inglesa

Los conceptos expresados en los artículos son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no comprometen a la Institución, ni a la publicación. La Revista *Esprit Ingénieux* es un órgano de difusión de la División de Ciencias de Arquitectura e Ingenierías de la Universidad Santo Tomás, Seccional Tunja, que muestra los productos de investigación generados a partir de diferentes avances científicos y tecnológicos, dirigida al público en general. Se encuentra incluida en el Índice Bibliográfico de Publicaciones –PUBLINDEX. Se trata de una publicación de periodicidad anual. Para la recepción de artículos se dispone el correo institucional: **Se trata de una publicación de periodicidad anual. Para la recepción de artículos se dispone el correo institucional:** dec.civil.@ustatunja.edu.co

pedro.acosta@usantoto.edu.co

<http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/lingenieux>

www.ustatunja.edu.co



UNIVERSIDAD
SANTO TOMÁS
TUNJA

VIGILADA MINEDUCACIÓN - SMES 1732

Comité Editorial Seccional

Fr. José Fernando Mancipe, O.P.
Rector Seccional

Fr. José Gregorio Hernández Tarazona, O.P.
Vicerrector Académico

Fr. José Arturo Restrepo O.P.
Vicerrector Administrativo y Financiero

Fr. Sergio Andrés Mendoza Vargas, O.P.
Decano de División de Ingenierías y Arquitectura

Comité Editorial

Fr. Sergio Andrés Mendoza Vargas, O.P.
Decano de División de Ingenierías

M.Sc Brigid Hiomara Pacheco García
Decana de Facultad: decano.civil@usantoto.edu.co

Ingeniero Ph.D Pedro Mauricio Acosta Castellanos
Editor: pedro.acosta@usantoto.edu.co

Ingeniero Ph.D Juan Pablo González Galvis
Editor: juan.gonzalezga@usantoto.edu.co

Ingeniera M.Sc. Mónica Rodríguez Mesa
Coordinadora de Investigaciones:
monica.rodriguez@usantoto.edu.co

Ingeniera M.Sc Diana María Beltrán
Coordinadora área de recurso hídrico y ambiental:
diana.beltran@usantoto.edu.co

Ingeniera M.Sc Laura Natalia Garavito
laura.garavito@usantoto.edu.co

Ingeniero M.Sc William Ricardo Mozo
william.mozo@usantoto.edu.co

Ingeniero M.Sc Wilson Medina
Coordinador área de estructuras:
wilson.medina@usantoto.edu.co

Ingeniero M.Sc Néstor Iván Rojas
Coordinador área de Geotecnia, Vías y Pavimentos:
Nestor.rojas@usantoto.edu.co

Ingeniero M.Sc Juan Ricardo Pérez Cuervo
juan.perezc@usantoto.edu.co

Ingeniero Ph.D Melquisedec Cortés
melquisedec.cortes@usantoto.edu.co

Comité Científico

Ingeniero Ph.D. Carlos Andrés Caro Camargo
Docente Facultad de Ingeniería Civil
carlos.caro@usantoto.edu.co

Geólogo Ph.D. Javier Eduardo Becerra Becerra
Editor: javier.becerra@usantoto.edu.co

Ingeniero Ph.D. Juan Pablo González Galvis
Docente Facultad de Ingeniería Civil
juan.gonzalezga@usantoto.edu.co

Ingeniero Ph.D. Pedro Mauricio Acosta Castellanos
Docente Facultad de Ingeniería Civil:
pedro.acosta@usantoto.edu.co

EDITORES

Ingeniero Ph.D. Juan Pablo González Galvis
Universidad Santo Tomás, Tunja, Colombia
juan.gonzalezga@usantoto.edu.co

Ingeniero Ph.D. Pedro Mauricio Acosta Castellanos
Universidad Santo Tomás, Tunja, Colombia
pedro.acosta@usantoto.edu.co

CORRECCIÓN DE ESTILO

Yessica Andrea Chiquillo Vilardi

Diseño gráfico y diagramación
Búhos Editores Ltda.
Tunja - Boyacá

ISSN (Impreso): 2145-9274

Hecho el Depósito que establece la Ley
© Derechos Reservados
Universidad Santo Tomás
2023

ISSN (En línea): 2422-2445

© Derechos Reservados
Universidad Santo Tomás

Suscripciones y Canje

Calle 19 No. 11-64 – Tunja - Boyacá
PBX: 608 7440404 – Exts. 31230 - 31239
Desde cualquier lugar del país Línea Gratuita:
018000932340 www.ustatunja.edu.co

Contenido

11

Tunja, nuestro hogar natural:
un compromiso de todos,
para todos

Duarte Sandoval Juan Camilo; González Largo
Magaly Yohana; Rodelo Ramírez Camilo
Andrés, Rojas García Camilo Andrés; Espitia
Cárdenas Teresa

21

De potabilización
convencional a propuestas
alternativas. Caso: vereda
Pantano de Vargas, Paipa

Heidy Arévalo-Algarra; Maira Dávila-Bonilla;
Karen Murcia-García; Perico-Granados
Néstor Rafael

41

Pavimento permeable con
escoria

Perico-Granados Néstor Rafael; Carlos
Andrés Reyes Rodríguez; Ángel Geraldine
Alvarado Robayo; Angie Barrantes Duarte;
Edwin Padilla González; Heidy Madeleine
Arévalo Algarra; Jheyson Suárez Réatiga.

54

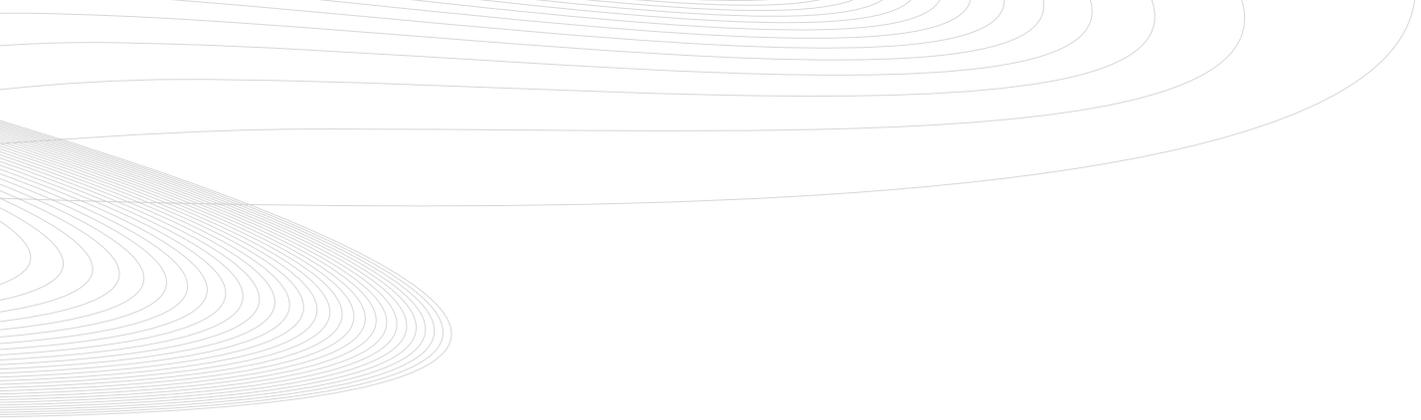
Estudio de factibilidad de la
energía eólica en Boyacá

Juan Pablo González G.

70

Consumismo y su afeción al
medio ambiente

Camacho Estupiñán Héctor Fabián; Chaparro
Vargas Javier Andrés; Franco Castañeda Duar
Fabián; Pacheco Guerra Esteban;
Zea Noy Claudia Patricia; Espitia Cárdenas
Teresa



UN VISTAZO A LA INNOVACIÓN SOSTENIBLE: FORJANDO UN FUTURO RESILIENTE

Pedro Mauricio Acosta Castellanos, Ph.D.

Editor de la revista L'Esprit Ingénieux
Facultad de Ingeniería Civil
Universidad Santo Tomás, Seccional Tunja

Estimados lectores,

Conscientes del profundo interés por el progreso y el bienestar de nuestra región, es un honor presentarles un nuevo número de la revista de L'Esprit Ingénieux que se adentra en las maravillas de la ingeniería sostenible y su impacto en nuestro entorno. En un momento en el que la imperiosa necesidad de preservar nuestro planeta se hace más evidente, resulta esencial que se exploren y divulguen las formas en que la innovación técnica, en especial la ingeniería, pueden converger con la protección ambiental y la responsabilidad social. De esta manera, podemos configurar un futuro responsable con el ambiente y comprometido con el progreso social. Esta edición de nuestra revista nos brinda una visión global en el avance de la innovación en diferentes campos de la ingeniería, pero a su vez con un alto compromiso social y ambiental. Complace ver que los artículos están alineados con el carácter humanista de la Universidad Santo Tomás. Todos sus autores en sus textos denotan un gran compromiso social y ambiental. Este número de la revista, con cinco investigaciones, nos invita a reflexionar, conocer y explorar avances técnicos en la ingeniería civil, ambiental y, a su vez, ser críticos ante las necesidades sociales y económicas propias de Colombia.

El primer artículo titulado «Tunja, nuestro hogar natural: un compromiso de todos, para todos» nos invita a adentrarnos y emprender un viaje colectivo hacia la preservación de la ciudad de Tunja, Colombia, visto como un hogar compartido. Este artículo nos recuerda que cada individuo tiene un papel fundamental en la salvaguardia de nuestros recursos naturales y la promoción de prácticas sostenibles. Desde pequeños gestos cotidianos hasta proyectos de impacto comunitario, descubriremos con esta lectura cómo se puede honrar nuestro compromiso con la ciudad y su entorno.

En segundo lugar, el artículo «De potabilización convencional a propuestas alternativas. Caso: de vereda Pantano de Vargas, Paipa» explora un caso fascinante de innovación en el suministro de agua en la vereda Pantano de Vargas, Paipa, Colombia. En un contexto en el que los desafíos relativos al acceso a agua segura y limpia aumentan, los autores nos demuestran cómo la creatividad puede impulsar alternativas efectivas en el tratamiento de aguas para el consumo humano en zonas rurales de Colombia. Las soluciones alternativas de potabilización presentadas en este caso inspiran a cuestionar las técnicas convencionales y a buscar soluciones que se adapten a la medida económica y técnica de zonas rurales.

Por su parte, en el tercer artículo, titulado «pavimento permeable con escoria,» un grupo interdisciplinar de investigadores subraya el papel crucial de la construcción de infraestructuras en nuestra búsqueda de un futuro sostenible. Sumergirse en este artículo nos invita a descubrir cómo la tecnología del pavimento permeable está transformando la mirada de este tipo de obras civiles. Mediante la innovadora utilización de la escoria, se explora cómo esta solución innovadora está potenciando el uso de un material considerado como un residuo y aprovecharlo para solucionar un problema adjunto al pavimento convencional, como lo es la permeabilidad.

El cuarto artículo, «Estudio de factibilidad de la energía eólica en Boyacá» ejemplifica el compromiso con la búsqueda de fuentes energéticas más limpias. A través de un estudio juicioso, se analizó cómo la fuerza del viento puede transformarse en una fuente confiable y sostenible para el departamento de Boyacá, Colombia. En un momento en el que la transición hacia fuentes de energía renovable se torna esencial, este artículo ofrece una perspectiva esperanzadora sobre el futuro energético.

Por último, en el artículo «Consumismo y su impacto ambiental» se aborda la influencia del consumismo en nuestro viaje hacia la sostenibilidad. Mediante un análisis reflexivo, se explora cómo las elecciones de consumo cotidianas repercuten directamente en la salud de nuestro planeta. Se reflexiona sobre cómo podemos modificar nuestros hábitos y adoptar un enfoque más consciente y responsable hacia el consumo, allanando el camino hacia un futuro más equilibrado y sostenible.

En L'Esprit Ingénieur, la revista de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Santo Tomás, Seccional Tunja, nos comprometemos a promover y divulgar soluciones audaces y vanguardistas para afrontar los desafíos del siglo XXI. A medida que exploren estas páginas, los instamos a unirse a nosotros en la búsqueda de un futuro más sostenible y resiliente.

Extendemos una cordial invitación a nuestros lectores, en particular a estudiantes y docentes, para leer, compartir y citar los artículos de esta edición, así como para postular sus investigaciones en futuros números de nuestra revista.

Con gratitud por su compromiso y entusiasmo por la innovación sostenible.

A GLIMPSE OF SUSTAINABLE INNOVATION: FORGING A RESILIENT FUTURE

Pedro Mauricio Acosta Castellanos, Ph.D.

Editor de la revista L'Esprit Ingénieux
Facultad de Ingeniería Civil
Universidad Santo Tomás Seccional Tunja

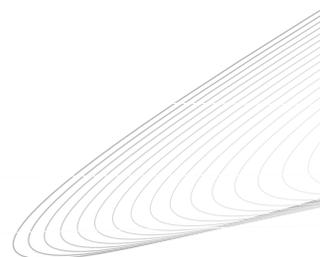
Dear readers,

Aware of your profound interest in the progress and well-being of our region, it is an honor to present you with a new issue of the L'Esprit Ingénieux journal that delves into the wonders of sustainable engineering and its impact on our environment. At a time when the urgent need to preserve our planet becomes more evident, it is essential to explore and disseminate ways in which technical innovation, especially engineering, can converge with environmental protection and social responsibility. This will shape a future that is environmentally responsible and committed to social progress. This edition of our journal provides a global view of the advancement of innovation in various engineering fields, while also emphasizing a strong social and environmental commitment. It is heartening to see that the articles align with the humanistic character of Universidad Santo Tomás. All the authors, in their writings, demonstrate a deep social and environmental commitment. In this issue of the magazine, with five research articles, we will be invited to reflect upon, learn about, and explore technical advancements in civil and environmental engineering, while being critical of the social and economic needs in Colombia.

The first article titled “Tunja, Our Natural Home: A Commitment from All, For All” invites us to embark on a collective journey towards preserving the city of Tunja, Colombia, as a shared home. This article reminds us that each individual plays a fundamental role in safeguarding our natural resources and promoting sustainable practices. From small everyday gestures to community-impact projects, through this reading, we will discover how we can honor our commitment to the city and its environment.

Secondly, the article “From Conventional Water Treatment to Alternative Proposals: The Case of Vereda Pantano de Vargas, Paipa” explores a fascinating case of innovation in water supply in the Vereda Pantano de Vargas, Paipa, Colombia. In a context where challenges related to access to safe and clean water are increasing, the authors demonstrate how creativity can drive effective alternatives in water treatment for human consumption in rural areas of Colombia. The alternative water treatment solutions presented in this case inspire us to question conventional techniques and seek solutions that are economically and technically suited for rural areas.

On the other hand, in the third article titled “Permeable Pavement with Slag,” an interdisciplinary group of researchers highlights the crucial role of infrastructure construction in our pursuit of a sustainable future. Immersing ourselves in this article invites us to discover how permeable pavement technology is transforming the perspective of this type of civil work. By innovatively utilizing slag, the article explores how this innovative solution is harnessing the use of a material considered waste and turning it into a solution for a problem associated with conventional pavement permeability.



The fourth article, “Feasibility Study of Wind Energy in Boyacá,” exemplifies a commitment to seeking cleaner energy sources. Through careful study, the article analyzes how wind power can be transformed into a reliable and sustainable source for the Boyacá department in Colombia. In a time when transitioning to renewable energy sources is essential, this article offers a hopeful perspective on the energy future.

Lastly, the article “Consumerism and Its Environmental Impact” addresses the influence of consumerism on our journey towards sustainability. Through reflective analysis, it explores how everyday consumption choices directly affect the health of our planet. It reflects on how we can modify our habits and adopt a more conscious and responsible approach to consumption, paving the way towards a more balanced and sustainable future.

In L’Esprit Ingénieux, the journal of the Faculty of Civil Engineering at Universidad Santo Tomás Seccional Tunja, we are committed to promoting and disseminating bold and cutting-edge solutions to face the challenges of the 21st century. As you explore these pages, we encourage you to join us in the pursuit of a more sustainable and resilient future.

We extend a warm invitation to our readers, especially students and educators, to read, share, and cite the articles of this edition, as well as to submit their research for future issues of our magazine.

With gratitude for your commitment and enthusiasm for sustainable innovation,

Tunja, nuestro hogar natural: un compromiso de todos, para todos

Tunja, our natural home: a commitment of all for all

Duarte Sandoval Juan Camilo; González Largo Magaly Yohana;
Rodelo Ramírez Camilo Andrés, Rojas García Camilo Andrés;
Espitia Cárdenas Teresa.

*Facultad Ingeniería Civil
Universidad Santo Tomás, Tunja, Colombia
Correo-e: teresa.espitia@usantoto.edu.co*



Resumen

La iniciativa “Tunja, nuestro hogar natural” hace parte de un conjunto de proyectos apoyados por la Universidad Santo Tomás - Tunja, en el marco de la proyección social y el bienestar de las comunidades. En este sentido, el proyecto Tunja, nuestro hogar natural está enfocado en la concientización de las comunidades educativas sobre el medio ambiente, factores contaminantes, los ecosistemas, recurso hídrico y el efecto invernadero, el cual se ve afectado por todas las temáticas anteriormente mencionadas. El proyecto busca acudir a comunidades vulnerables de la ciudad de Tunja, donde las campañas de aprendizaje ambiental de los jóvenes no son cotidianas con el fin de que, por medio de charlas, videos y actividades didácticas para los estudiantes, se generen compromisos personales y sociales enfocados al cuidado del medio ambiente. Por otra parte, se generaron tres modelos de encuesta dirigidos tanto a los estudiantes que formaron parte de la campaña, como a docentes de la institución y a personal administrativo. La campaña se realizó en el primer semestre del año 2020 en la Institución Gonzalo Suárez Rendón de la ciudad de Tunja. Fue desarrollada por 10 estudiantes de la Universidad Santo Tomás - Tunja, supervisada por la docente Teresa Espitia y dirigida a alrededor de 300 niños de cuarto y quinto grado de esta Institución educativa. Por último, se realizó una socialización frente a toda la comunidad donde los estudiantes expusieron sus puntos de vista sobre las temáticas y los compromisos ambientales que asumen con el planeta.

Palabras clave: medio ambiente, contaminación, ecosistemas, educación.

Abstract

The initiative “Tunja, nuestro hogar natural” is part of a set of projects supported by the Santo Tomás University - Tunja, within the framework of the social projection and social support of the communities. In this sense, Tunja, nuestro hogar natural is focused on raising awareness in communities including environment, pollution, ecosystems, water resources and the greenhouse effect, which is influenced by above mentioned factors. The project seeks to go to vulnerable communities in the city of Tunja, where youth learning campaigns are not daily, so using talks, videos and educational activities for students, personal and social commitments help to people on how take care our environment. On the other hand, three different surveys were conducted to obtain information on the main community daily activities. The campaign was carried out in the first semester of 2020 at the Gonzalo Suárez Rendón High School in the city of Tunja. It was carried out by ten students from the Universidad Santo Tomás - Tunja, supervised by the professor Teresa Espitia and directed to approximately 300 students from fourth and fifth year. Finally, a socialization was conducted with the community where the students presented their points of view on the issues and the environmental commitments that they assume with the planet.

Keywords: environment, pollution, ecosystems, education.

Para citar este artículo: Duarte S., J.C.; González L., M.Y.; Rodelo R., C.A.; Rojas G., C.A.; Espitia-Cárdenas, T. “Tunja nuestro hogar natural: un compromiso de todos, para todos”. In L'Esprit Ingenieux. Vol. 12-1, pp. 11-20.

1. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas y el medio ambiente constituyen el hogar donde todos vivimos, el planeta entero donde gozamos de los bienes materiales, de donde se extraen los alimentos, ya sea del mar o de la tierra. Es bien sabido que el medio ambiente sirve para preservar el bienestar de los seres humanos, los animales y las plantas. No obstante, para ello es necesario evitar contaminar el aire y los ríos, con desechos tóxicos que emiten las industrias, detener la tala de los árboles que son el pulmón del planeta y quienes, además, son los encargados de ingerir los desechos del aire. Por tal razón, la universidad Santo Tomás, seccional Tunja, ha optado por promover la realización de diferentes actividades asociadas con el cuidado y conservación del medio ambiente, tales como conferencias, siembras de árboles y exposiciones en pro de disminuir el impacto derivado del descuido al medio ambiente (CEPAL, 2018). Entre las problemáticas actuales de mayor impacto a nivel mundial, encontramos el calentamiento global y el efecto invernadero, fenómenos en donde claramente se puede observar la forma en que el clima en todos los lugares del mundo se ha visto influenciado, especialmente en los polos del globo terráqueo, donde se han venido presentando constantes descongelamientos que no sólo han generado mayor flujo de agua en los océanos, sino también han afectado significativamente las especies animales que se han visto al borde de la extinción.

Esto se debe a que la parte antropogénica no ha sabido manejar el tema ambiental, aun cuando existen muchos hábitos de fácil realización para mantener un ambiente sano (UNDP, 2018). Comenzando con dejar de fumar, sacar la basura a tiempo, mantener el área donde vives ordenada y limpia, evitar los ruidos (estos mantienen a las personas nerviosas), limpiar las calles de aguas sucias, fumigar, controlar los animales, mantener el flujo vehicular, evitar los lugares de bebidas alcohólicas o prostitución y mantener los hospitales y escuelas higiénicos, todo esto ayudaría a tener un ambiente sano y así evitar que afecte nuestra salud, aunque no sólo la nuestra sino también la de todos los seres vivos del planeta (Martínez, 2017). Otras medidas para proteger el medio ambiente son las que se pueden realizar desde el hogar; utilizando racionalmente el agua, mantener ordenada la vivienda, moderar el consumo de electricidad, evitar el uso de productos en aerosoles, utilizar un volumen moderado en los equipos de tecnología, si tiene algún vehículo mantener el motor en buen estado entonándolo periódicamente (Cancillería de Colombia, 2019). En cuanto a la comunidad, organizar y participar en programas de educación y concientización ambiental, conservar limpios y en buen estado los parques y áreas sociales, cuidar y mantener limpias las unidades de transportes colectivos y otros servicios públicos (Guerrero Sierra et ál., 2019). Por otro lado, están las empresas, en donde se debe evitar el uso de productos no biodegradables o no reciclables. En el campo, utilizar la dosis adecuada y permitida de fertilizantes, evitar la destrucción de la vegetación y no arrojar desechos en ríos y quebradas. En cuanto a las escuelas, desarrollar actividades para el mantenimiento del área educativa (jornadas de limpieza, pintura de las paredes, reparación de las ventanas, entre otras), concientizar a los niños en cuanto al uso racional de los recursos, involucrar a la comunidad educativa en las actividades ambientales. Finalmente, en las playas, parques, bosques, áreas verdes y protegidas, en donde se debe mantener limpios estos lugares, cuidar las instalaciones

(duchas, baños públicos, parrilleras y otras), hacer fogatas tomando las precauciones necesarias a fin de evitar incendios y conocer la normativa legal existente en cuanto a caza, pesca, tala (IDEAM, 2017).

2. METODOLOGÍA Y MATERIALES

2.1 Metodología

Se acordó entre las directivas de la institución educativa y la coordinadora del proyecto “Tunja, nuestro hogar” la reunión que se llevaría a cabo con los estudiantes de grado 4 y 5º de primaria y los estudiantes de la Facultad de ingeniería civil de la universidad Santo Tomás de la ciudad de Tunja. El desarrollo de la actividad consistía en una serie de actividades lúdicas para inculcar el mensaje del cuidado al medio ambiente. Llegado el día, se ingresaron los estudiantes al salón destinado para la actividad de forma ordenada y ubicándose para la presentación. En primer lugar, los estudiantes de la facultad presentaron una exposición sobre las afectaciones que el hombre ha causado a la naturaleza y las consecuencias que se han estado evidenciando en los últimos años, seguido por un video de las consecuencias que causan los rayos ultravioletas mediante un corto de dibujos animados acorde a la edad del público.

Una vez concluida la presentación y el video, se organizaron los estudiantes por grupos de aproximadamente 10 estudiantes y se les dio

a escoger un dibujo alusivo al medio ambiente para que ellos lo pintaran en pliegos de papel bond con especial cuidado en el uso de las pinturas. Cada estudiante de la facultad era responsable de un grupo de estudiantes, se repartió el material que de forma ordenada ya se tenía destinado para cada grupo de estudiantes de manera que todo se diera con la mayor brevedad. Se repartía en cada grupo un pliego de papel, pinceles, témperas, esferos y las fichas adhesivas para que cada uno de los integrantes escribiera el compromiso con el medio ambiente y luego se pegara en el pliego donde se pintó el dibujo escogido. Una vez concluido el tiempo acordado para que los estudiantes escribieran el compromiso y terminarían el dibujo, se volvieron a organizar los estudiantes para que pasaran dos representantes por cada grupo a exponer y compartir su dibujo junto con los compromisos escritos. Finalmente se recogieron y pegaron las carteleras de los niños en un corredor del colegio. Se elaboraron unas encuestas para poder medir algunas variables a los diferentes personajes que intervienen directa o indirectamente en esta actividad como estudiantes, profesores, directivos del colegio y padres de familia justo en el momento en el cual inició toda esta emergencia sanitaria.

2.2 Materiales

Papel bond: se empleó para que los niños pudieran pintar sobre estos el dibujo asignado y adherir el compromiso de cada integrante del grupo.



Figura 1. Papel bond

Fuente: Google imágenes

- Témperas: necesarias para poder pintar el dibujo.



Figura 2. Témperas

Fuente: Google imágenes

- Pinceles: herramienta para pintar sobre el papel.



Figura 3. Témperas

Fuente: Google imágenes

Material didáctico: consistió en una serie de dibujos con mensajes alusivos al tema de la actividad “Motivar a los pequeños a cuidar el medio ambiente y crear conciencia para mantenerlo sano”.



Yo amo el mundo y lo cuido

Figura 4. Material didáctico

Fuente: Google imágenes

Notas adhesivas: en estas notas adhesivas los estudiantes debían escribir el compromiso personal para el cuidado del medio ambiente y debía ser pegado en la cartelera elaborada.



Figura 5. Notas adhesivas

Fuente: Google imágenes

Papel higiénico: se debía tener especial cuidado en el aseo de cada estudiante y del salón en general, razón por la cual se debía disponer de este recurso para cumplir el objetivo del aseo.



Figura 6. Papel higiénico

Fuente: Google imágenes

Esferos: requeridos únicamente para que los estudiantes escribieran el compromiso sobre las notas adhesivas.



Figura 7. Esferos

Fuente: Google imágenes

3. RESULTADOS

La Figura 8 muestra la charla de concienciación dirigida a estudiantes del Colegio Gonzalo Suárez Rendón.



Figura 8. Esferos

Fuente: Autor

La Figura 9 muestra la participación de estudiantes en las actividades propuestas.



Figura 9. Esferos

Fuente: Autor

Estudiantes de 4 y 5 grado de la Institución Gonzalo Suárez Rendón de la ciudad de Tunja, los cuales fueron participantes en la campaña pedagógica, dirigida por los estudiantes de la Universidad Santo Tomás Tunja para la conservación del medio ambiente. La Figura 10 a, b y c muestran, respectivamente: la realización de dibujos alusivos al medio ambiente; la entrega de materiales a los estudiantes, agrupándolos a todos de manera equitativa para realizar la actividad con la supervisión de los estudiantes la Universidad Santo Tomás; y estudiantes durante el desarrollo de las actividades propuestas.



Figura 10. (a), (b) y (c) Realización de dibujos alusivos al medio ambiente

Fuente: Autor

Adicionalmente, los niños pintaron los pósters, de manera voluntaria y muy asociada con la problemática actual del medio ambiente y compartieron de la mejor manera la actividad pedagógica como se muestra en las figuras 11 a, b y c.



Figura 11. (a), (b) y (c) Pintura de posters

Fuente: Autor

Los estudiantes individualmente escribieron su compromiso, tales como: mejorar el medio ambiente, cuídalo, ahorrar agua, no botar basura, entre otros. Los niños expusieron los compromisos sobre el cuidado del medio ambiente, frente a sus compañeros, docentes y estudiantes de la Universidad Santo Tomás. La Figura 12 a, b y c muestra la exhibición de trabajos desarrollados por los alumnos.



Figura 12. (a), (b) y (c) Exposición de posters

Fuente: Autor

Los pósteres fueron colocados por el equipo de proyección social “Tunja, nuestro hogar natural” en los pasillos de la Institución Gonzalo Suárez Rendón de la ciudad de Tunja.

4. CONCLUSIONES

El deterioro del medio ambiente es un problema del cual están conscientes los niños de 4 y 5 grado, por esto fue efectiva la campaña dirigida por los estudiantes de la Universidad Santo Tomás, para que se responsabilicen más a cuidar el medio donde viven.

El acompañamiento dirigido a los niños de la Institución Gonzalo Suárez Rendón de la ciudad de Tunja es de vital importancia ya que ellos se sienten seguros al momento de expresar las características asociadas al cuidado del medio ambiente.

Crear una campaña de educación ambiental dentro de las instituciones educativas, es una medida con la que la Universidad puede contribuir grandemente a fomentar conciencia dentro de la población estudiantil.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CEPAL. (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Santiago: Publicación de las Naciones Unidas.

Cancillería de Colombia. (2019). Colombia en la implementación de la Agenda 2030.

Guerrero Sierra, H. F., Vega, M. E., Acosta Castellanos, P. M., González Cuenca, D., Molina O, D.,

IDEAM. (2017). ideam.gov.co. Recuperado de http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023835/Resultados_Monitoreo_Deforestacion_2017.pdf

M., Vivas Cortés, O., Otálora Buitrago, A., Rúa Castaño, J. R., Garzón Romero, E., Suárez Reina, K. S., Neu, T., Zimmermann, L., Hernández Bernal, J. A., Castiblanco Roa, L. N., Castillo Lozano, A. D. P., García Estévez, J., Villanueva Parra, P. A., Mora Lemus, G., ... Vargas Prieto, A. (2019). Estudios sobre medio ambiente y sostenibilidad: una mirada desde Colombia. In

Estudios sobre medio ambiente y sostenibilidad: una mirada desde Colombia. Universidad Santo Tomás. <https://doi.org/10.15332/LI.LIB.2019.00178>

Montes Ramírez, A.

De potabilización convencional a propuestas alternativas. Caso: vereda Pantano de Vargas, Paipa

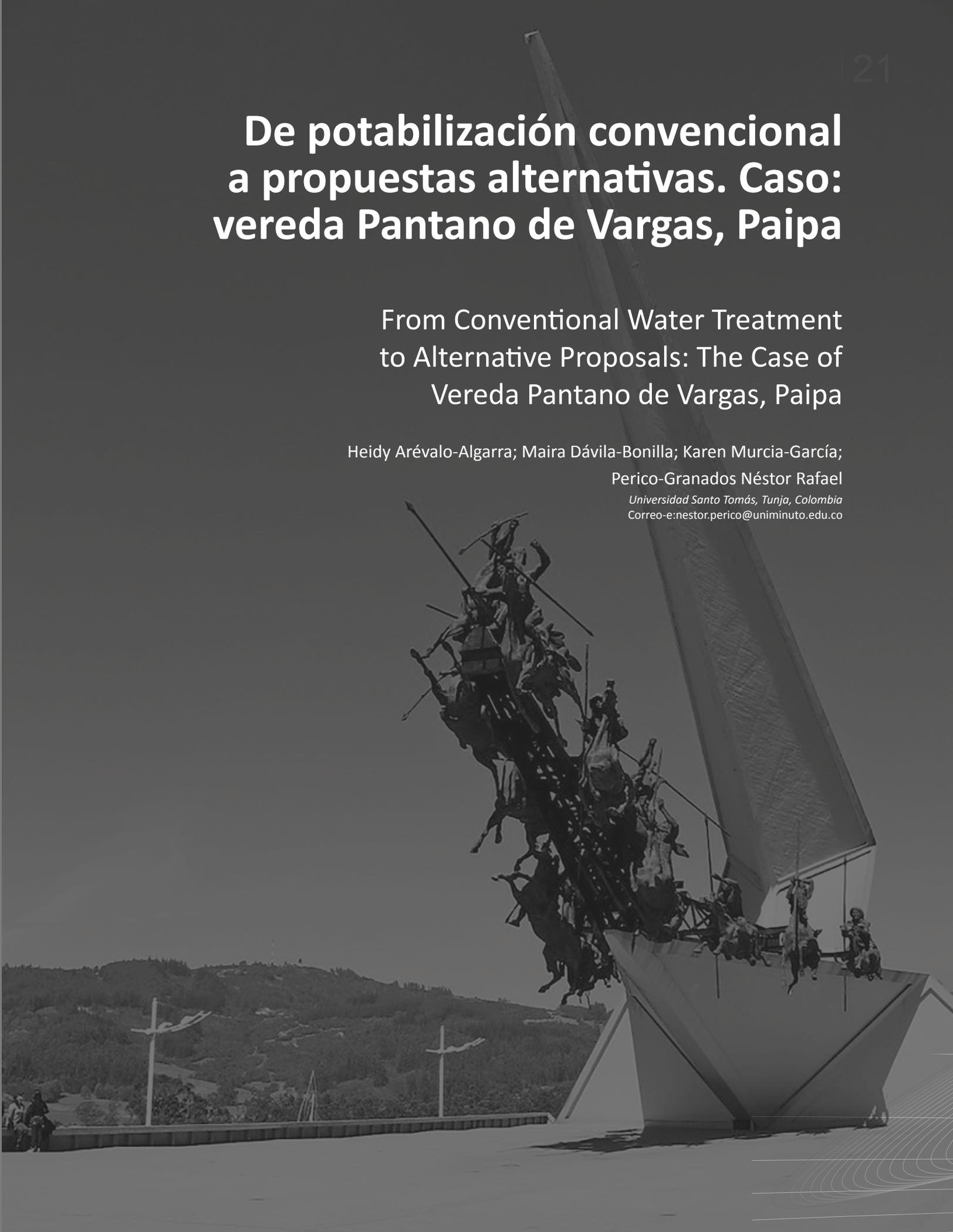
From Conventional Water Treatment to Alternative Proposals: The Case of Vereda Pantano de Vargas, Paipa

Heidy Arévalo-Algarra; Maira Dávila-Bonilla; Karen Murcia-García;

Perico-Granados Néstor Rafael

Universidad Santo Tomás, Tunja, Colombia

Correo-e: nestor.perico@uniminuto.edu.co



Resumen

El agua, como recurso natural, es importante para cualquier ser viviente en la Tierra. Sin embargo, por el irrespeto a los recursos hídricos, se genera contaminación de las fuentes que conllevan enfermedades y alteraciones en la salud humana y en los seres vivos que se alimentan de estas fuentes. En la actualidad se cuenta con diversos avances tecnológicos que permiten realizar procesos de potabilización de agua. La identificación de los procesos no convencionales es esencial para implementarlos y definir los procesos que ayudan en la estabilización de los parámetros de calidad del agua. Al respecto, se elaboró un levantamiento topográfico de la zona de estudio, se tomaron muestras de agua para establecer los valores de parámetros de su calidad que influyen en los procesos que se pueden implementar en la fuente de la Quebrada Caimán y Peña Amarilla y así generar la potabilización para la comunidad de la Vereda del Pantano de Vargas en la ciudad de Paipa (Boyacá).

Palabras clave—Potabilización, recurso hídrico, tratamiento no convencional.

Abstract

Water as a natural resource is important for all living being on earth. But, due to the lack of awareness and disrespect for water resources, contamination of the sources has occurred, generating diseases and alterations in human health and the living beings that drink on them. At present, there are several technological advances that allow water potabilization processes to be carried out. The identification of unconventional processes is key to their proper implementation and define which of these processes helps in the stabilization of water quality parameters. A survey on the area of study was conducted, and water samples were taken to specify the values of water quality parameters that influence the processes that can be implemented at the source of the Caimán and Peña Amarilla generate water purification for the community of Vereda del Pantano de Vargas in the city of Paipa (Boyacá).

Key Words: Water treatment, water resources, unconventional treatment.

Para citar este artículo: Arévalo-Algarra, H; Dávila-Bonilla, M; Murcia-García, K; Perico-Granados N.R. De potabilización convencional a propuestas alternativas. Caso: vereda Pantano de Vargas, Paipa” In L’Esprit Ingenieux. Vol. 12-1, pp. 21-40.

1. INTRODUCCIÓN

El agua es un requerimiento básico para la vida y la salud. En la Tierra la cantidad de agua alcanza los 1.385 millones de Km³. Sin embargo, menos del 3 % de esta cantidad es agua dulce y la mayor parte de esta no se aprovecha porque se encuentra en los casquetes polares y a grandes profundidades, en los acuíferos. El agua dulce superficial, alcanza apenas el 0.3 % del agua dulce total y se encuentra en ríos, lagos y acuíferos. De igual manera, la distribución per cápita del mundo es bastante irregular, ya que en Canadá se dispone de cerca de 109.000 m³/habitante al año, y en otras regiones como el Medio Oriente se cuenta con menos de 1.000 m³/habitante al año (IDEAM, 2001). Igualmente, los recursos de agua dulce se ven reducidos por la contaminación. Unos 2 millones de toneladas de desechos son arrojados diariamente a aguas receptoras. Dentro de estos desechos se encuentran residuos industriales y químicos, vertidos humanos y desechos agrícolas. Se estima que la producción global de aguas residuales es de aproximadamente 1.500 Km³, asumiendo que un litro de agua residual contamina 8 litros de agua dulce (UNESCO-WWAP, 2003).

Al respecto, Colombia cuenta con una amplia riqueza hídrica por su localización intertropical ecuatorial y su orografía. Se refleja en los 3.000 mm promedio de precipitación, con un 88 % del área del país con lluvias superiores a 2.000 mm. Esto genera un rendimiento promedio para el país de 58 l/s/km² con valores extremos de más de 100 l/s/km² en el Pacífico y 1 l/s/km² en la Guajira (Ministerio de Salud y Protección Social -MINSALUD-, 2016). La riqueza hídrica se ve en la favorable condición de almacenamiento superficial, la cual cuenta con un 1,81 % de la escorrentía anual, donde el 0,47 % se almacena en pantanos, el 1,30% en lagos naturales y el 0,04 % en los páramos. De otro lado, la materia orgánica biodegradable vertida a los sistemas hídricos en 2012 se estimó en 756.945 t/año, mientras que la materia orgánica no biodegradable como sustancias químicas, se estimó en 918.670 t/año. Los vertimientos de mercurio son otra afectación, con 205 t. vertidas al suelo y a los ríos a nivel nacional (IDEAM, 2015). Igualmente, la deforestación es un problema que se observa en el departamento de Boyacá, para la ampliación de fronteras agrícolas, ganaderas y mineras. Al respecto, se pasó de 5.125 Km² en el 1998 a 11.346 Km² en el año 2006, y ha causado una degradación en los suelos, con procesos erosivos severos, y ha alterado el balance hídrico de las cuencas que proveen de agua al departamento (Perico-Granados, Garavito et ál., 2014). Igualmente, se genera la contaminación del recurso hídrico de algunos afluentes cercanos al municipio de Paipa, con la proliferación de micrófitos y algas debido al ingreso excesivo de nutrientes, y se da el incremento del contenido de DBO y el aporte de nutrientes por la producción agrícola (CORPOBOYACÁ, 2009).

Consumir agua no potable es una fuente de infección y la causa de diversas enfermedades gastrointestinales, como el cólera (Catalunya, 2000). La mayoría de las fuentes de abastecimiento de agua, tanto superficiales como subterráneas, requieren de un tratamiento previo para su consumo, debido a que poseen cierto grado de contaminantes y sustancias nocivas para la salud del ser humano. Un caso común de contaminación de aguas subterráneas se evidencia con la infiltración de los lixiviados que se producen en un relleno sanitario (A, M, y F, 2003). En unos países las limitaciones económicas hacen que el porcentaje de producción de agua potable sea mínimo, en comparación a las necesidades que se tienen. Las tecnologías existentes para resolver el problema de la potabilización del agua demandan altos presupuestos, por tanto, es importante optar por un cambio tecnológico que, aplicando los principios del desarrollo sostenible, adapte y mejore los sistemas de captación, tratamiento y reutilización, hasta convertirlos en sistemas plenamente sostenibles (Agency, 2000). La investigación se hizo con el método de proyectos aplicado al ámbito formativo (Perico-Granados, Caro, y Garavito, 2015) y (Perico-Granados et al., 2020). Igualmente, se promovió la utilización de procesos

alternativos para potabilizar correctamente el agua, con la reducción del impacto ambiental por el uso de químicos y sus efectos en la salud para quien consume el agua. La propuesta se hizo con el uso de semillas de moringa y de habas molidas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Sistemas de tratamiento de agua potable

Los sistemas de potabilización son aquellos que permiten eliminar los microorganismos presentes en el agua sin tratar y que pueden ser dañinos para los seres humanos. Estos sistemas de tratamiento se pueden encontrar en forma de pastillas, filtros o rayos ultravioleta, entre otros (Castillo y Gómez, 2011); (Arboleda Valencia, 1992); (Acosta Castellano, et al., 2014); (Araque-Niño et al., 2018b); (Perico-Granados, et al., 2021). Algunos de estos sistemas se describen a continuación en la Figura 1:

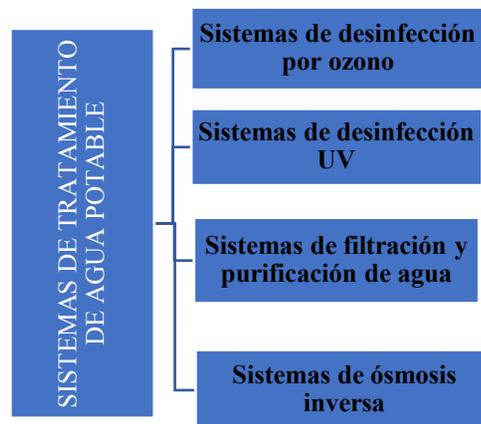


Figura 1. Sistemas de tratamiento de agua potable.

2.2 Plantas de tratamiento de agua potable

Una planta de tratamiento de agua potable (PTAP) es una infraestructura que se diseña para transformar el agua bruta o cruda en apta para el consumo humano (Pineda Buitrago, 2017). El 28 % de la población rural de Colombia enfrenta una situación crítica, por la falta de acueducto, dado que toman el agua de pozos y ríos ubicados cerca de su vivienda y se exponen a la adquisición de enfermedades. En Colombia, en un periodo de 20 años se pasó de cubrir el 41 % al 72,8 % del total de la población rural. Esto indica que, anualmente, se incrementó la atención de la necesidad de agua potable en un 1,6 % de la población, aproximadamente. Ese es un alcance mínimo, teniendo en cuenta que en Colombia hay 11'653.673 personas viviendo en el campo. Allí se hace el proceso con el propósito de potabilizarla y hacerla apta para el consumo humano (Castillo y Gómez, 2011). El agua que sale de una PTAP debe cumplir con los parámetros de calidad establecidos por las normas de cada país. Los elementos de una planta de tratamiento son la captación, floculación, decantación de residuos, filtración, desinfección y alcalinización, antes de su distribución. Durante todo el proceso de potabilización del agua se realizan controles de calidad. La suma de las etapas para potabilizar el agua puede tomar 4 horas. En el caso de las aguas subterráneas el único tratamiento que requiere, generalmente, es la cloración. Esto se debe a que el agua suele ser más pura a grandes profundidades. Para confirmar que el agua ya es potable, debe ser inodora (sin olor), incolora (sin color) e insípida (sin sabor), además de satisfacer ciertos controles de calidad estándar (Arboleda Valencia, 1992).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Etapa 1

Se construyó el marco teórico del proyecto, con base en una revisión bibliográfica y de las normas colombianas vigentes, como el Reglamento de agua potable y saneamiento básico (RAS). Allí, en el título B se encuentra el Capítulo 3, el cual describe las características de las fuentes de abastecimiento. En el ítem 3.4.2.1 Calidad del agua de la fuente, se presenta la clasificación de los niveles de calidad de las fuentes de abastecimiento. En este mismo ítem se observa la tabla de valores máximos admisibles de las normas microbiológicas, físicas y químicas de la calidad del agua potable. Igualmente, se hizo la selección de un caso de estudio para llevar a cabo los análisis de las fuentes. En esta etapa se estructuró un diagnóstico del sistema de la PTAP del estudio de caso (ACUAVARC – Vereda Pantano de Vargas- Paipa - Boyacá). Se llevaron a cabo visitas de campo para evaluar el estado y dimensionamiento de la infraestructura de la PTAP. Se obtuvo un registro fotográfico y se hicieron las entrevistas a personas como el fontanero a cargo del acueducto. Se revisaron documentos y planos existentes de la infraestructura y georreferenciación de la estructura con GPS (Sistema de Posicionamiento Global). Igualmente, se inspeccionaron las fuentes de captación y planta de tratamiento de agua (PTAP) y se describieron y caracterizaron las fuentes de abastecimiento. Se tomaron las muestras de agua de las fuentes para llevar a cabo los estudios.

3.2 Etapa 2

Se buscaron alternativas no convencionales, enfocadas principalmente al manejo de la cuenca de abastecimiento de agua, con el fin de encontrar su adaptación y, de esta manera, disminuir en la medida de lo posible el uso del tratamiento químico en la potabilización del agua. De igual forma, se estudiaron los beneficios que estas alternativas traen en el momento de su implementación, en cuanto al costo, operación, mantenimiento y vida útil de la planta. Se esperan aportes también a la preservación de la fuente de abastecimiento del acueducto. Es un compromiso de los docentes de Ingeniería ayudar a construir conocimiento que contribuyan al sostenimiento ambiental (Perico-Granados y Perico-Martínez, 2014).

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los siguientes resultados se obtuvieron de los análisis llevados a cabo en el laboratorio certificado (Analizar Laboratorio Físicoquímico LTDA.). Los ensayos fueron físicoquímicos, el tipo de agua usada para el análisis es superficial cruda. El agua analizada proviene del sector Pantano de Vargas – Quebrada Caimán, de la ciudad de Paipa, a 100 metros arriba de la bocatoma. Las muestras se tomaron en el mes de enero de 2018. Los resultados para la muestra 1 fueron (Tabla 1):

Tabla 1. Resultados obtenidos para la muestra 1

DESCRIPCIÓN	EXPRESIÓN	VALOR OBTENIDO	V A L O R MAX. ACCEPTABLE
Alcalinidad total (A)	Mg CaCO ₃ /L	14,08	200
Conductividad (A)	Microsiemens/cm	43,9	1000
Turbiedad (A)	UNT	12,30	<=2

Cloruros (A)	Mg Cl/L	<5,41	250
Color Aparente (A)	UPC	14,84	<=15
DQO Total (A)	mg O ₂ /L	<14,98	N.E.
DQO Soluble	mg O ₂ /L	<14,98	N.E.
DBO ₅ Total (A)	mg O ₂ /L	4	N.E.
DBO ₅ Soluble	mg O ₂ /L	3	N.E.
Fluoruros	mg F/L	0,13	1.0
Fosfatos (A)	mg PO ₄ ³⁻ /L	0,10	0.5
Hierro total	mg Fe/L	2,22	0.3
Magnesio	mg Mg/L	0,48	36
Manganeso	mg Mn/L	<0,05	0.1
Nitritos (A)	mg NO ₂ /L	<0,018	10
Coliformes Totales	UFC/100 cm ³	410	0

Fuente: Adaptado de Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), Título B.

Los resultados permiten observar que los parámetros medidos en su mayoría cumplen los rangos máximos permitidos por la norma (RAS), pero los parámetros de turbiedad, hierro total y coliformes totales superan los rangos establecidos. Para definir la calidad de esta fuente, es necesario realizar un ensayo de sólidos suspendidos y oxígeno disuelto para así identificar el ICA (Índice de calidad del agua). Este índice es un valor numérico que califica cinco categorías que son: el oxígeno disuelto, sólidos suspendidos, demanda química de oxígeno (DQO), conductividad eléctrica y pH. A estos valores se les asigna una ponderación para así determinar la calificación de la calidad del agua que va desde una calidad buena a muy mala (Castro, Almeida, Ferrer, y Díaz, 2014). Por su parte, el parámetro de hierro total supera lo establecido por la norma, aunque este metal es útil en la salud del ser humano, su exceso o deficiencia puede conducir a problemas en la salud (Londoño, Londoño, y Muñoz, 2016). Cuando excede, como en el caso presente, se pueden generar enfermedades como la hemosiderosis y hemocromatosis y afectan a órganos como el hígado y bazo, además de los tejidos corporales (Amatriain, 2000). Igualmente, la muestra analizada no es potable, debido que parámetros como los coliformes están muy por encima y este parámetro limita el consumo del agua porque esta familia de bacterias es un indicio de que el agua puede estar contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición (Palta y Morales, 2013). Su consumo genera en el ser humano diarreas y otras enfermedades intestinales (Soto, Pérez, y Estrada, 2016). Finalmente, la turbidez es una característica importante en la potabilización del agua. En la muestra es superior con base en la norma y se puede asociar con riesgos microbiológicos (Montoya, Loaiza, Torres, Cruz, y Escobar, 2011). Para la muestra 2 se tienen los siguientes resultados (Tabla 2):

Tabla 2. resultados obtenidos para la muestra 2

DESCRIPCIÓN	EXPRESIÓN	VALOR OBTENIDO	VALOR MAX. ACEPTABLE
Alcalinidad total (A)	Mg CaCO ₃ /L	7,48	200
Conductividad (A)	Microsiemens/cm	26,1	1000
Turbiedad (A)	UNT	6,03	<=2

Cloruros (A)	Mg Cl/L	<5,41	250
Color aparente (A)	UPC	19,19	<=15
DQO Total (A)	mg O ₂ /L	<14,98	N.E.
DQO Soluble	mg O ₂ /L	<14,98	N.E.
DBO ₅ Total (A)	mg O ₂ /L	5	N.E.
DBO ₅ Soluble	mg O ₂ /L	3	N.E.
Fluoruros	mg F/L	0,16	1.0
Fosfatos (A)	mg PO ₄ ³⁻ /L	0,10	0.5
Hierro total	mg Fe/L	0,67	0.3
Magnesio	mg Mg/L	0,90	36
Manganeso	mg Mn/L	<0,05	0.1
Nitritos (A)	mg NO ₂ /L	<0,018	10
Coliformes Totales	UFC/100 cm³	820	0

Fuente: Adaptado de Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), Título B.

De la misma manera, esta muestra presenta valores en sus parámetros de turbiedad, hierro total y coliformes totales fuera de los rangos establecidos por la norma (RAS). Se le suma el parámetro de color aparente. Los otros parámetros analizados presentan un valor dentro de los rangos, cumpliendo con la norma. La resolución 2115 de 2007 ratifica que los parámetros que se encuentran fuera del rango límite hacen que la fuente analizada no sea apta para el consumo humano y que se requiere de un tratamiento que contenga desinfección para garantizar la ausencia de coliformes, que para esta fuente duplica el valor de la muestra 1 (Guayara, Moreno, y Herrera, 2010). El parámetro de la turbidez que supera el valor permitido por la norma implica que puede proteger a los microorganismos de los efectos de la desinfección, estimular la proliferación de bacterias y generar una demanda significativa de cloro OMS (Organización Mundial de la Salud), 2006).

El color aparente engloba no solo el color, sino a sustancias disueltas debido a las materias en suspensión; esta puede presentarse alta por una posible relación con la turbiedad, dada la cantidad de partículas en suspensión presentes en el agua (Chaparro y Ovalles, 2017). De otro lado, el hierro puede generar corrosión en las tuberías de acero, lo que provoca que el agua se torne de un color (rojizo) y de mal sabor (Sawyer, McCarty, y Parkin, 2001). Los coliformes totales se presentan en mayor cantidad en esta muestra la cual, si es consumida, puede generar náuseas, vómito, diarrea y fiebre, pero si la bacteria llega a los riñones o a la sangre puede generar enfermedades o infecciones en el hígado y el sistema nervioso (Rock y Rivera, 2014). Para este caso, se comparó la Tabla 3, Calidad de la fuente, del título B del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico con los resultados obtenidos. En esta se dan los parámetros para la calidad de agua y abastecimiento de este a la comunidad. En la Tabla 4 están los parámetros por medir para determinar la calidad del agua de la fuente, permite

observar los valores máximos admisibles de la calidad de agua potable. Esta también permite observar los parámetros de comparación máximos recomendados para caracterizar el agua de la fuente superficial o subterránea, según su nivel de calidad.

Tabla 3. Calidad de la fuente (ministerio de desarrollo económico, 2010).

PARÁMETROS	Análisis según		Nivel de calidad de acuerdo al grado de contaminación.			
	Norma Técnica NTC	Standard Method ASTM	Fuente aceptable	Fuente regular	Fuente Deficiente	Fuente muy deficiente
DBO 5 días	3630					
Promedio mensual mg/L			<1.5	1.5-2.5	2.5-4	>4
Máximo diario mg/L			1-3	3-4	4-6	>6
Coliformes totales (NMP/100 mL)						
Promedio mensual		D-3870	0-50	50-500	500-5000	>5000
Oxígeno disuelto mg/L	4705	D-888	>=4	>=4	>=4	<4
Ph Promedio	3651	D 1293	6.0-8.5	5.0-9.0	3.8-10.5	
Turbiedad)(UNT	4707	D1889	<2	2-40	40-150	>=150
Color verdadero (UPC)			<10	10-20	20-40	>=40
Gusto y olor		D 1292	Inofensivo	Inofensivo	Inofensivo	Inaceptable
Cloruros (mg/L-Cl)		D 512	<50	50-150	150-200	300
Fluoruros (mg/L-F)		D 1179	<1.2	<1.2	<1.2	>1.7
GRADO DE TRATAMIENTO						
Necesita un tratamiento convencional			NO	NO	Sí, hay veces (ver requisitos para uso FLDE: literal C.7.4.3.39	SI
Necesita unos tratamientos específicos			NO	NO	NO	SI
Procesos de tratamiento utilizados.			(1)= Desinfección + Estabilización	(2)= Filtración lenta o filtración directa +(1)	(3)= Pretratamiento + [Coagulación + sedimentación + filtración rápida] + [Filtración lenta diversas etapas]+(1)	(4) =(3) +Tratamientos específicos

Fuente: Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), Título B.

La Tabla 3 (Calidad de la fuente) permite observar valores de referencia para tener una fuente hídrica óptima para que el agua sea potabilizada y se dé su consumo. Los parámetros mostrados son aquellos que definen según su valor en qué situación se presenta la fuente (aceptable, regular, deficiente y muy deficiente). La norma busca que a nivel nacional se establezca estos parámetros como los orientadores para que los entes gubernamentales provean de agua potable óptima para el consumo y así disminuir afectaciones en las personas por consumir agua no

potable. Según el nivel de calidad que se tenga de la fuente, la norma establece un grado de tratamiento en las PTAP (Plantas de Tratamiento de Agua Potable). Es importante resaltar que el grado de tratamiento es de tipo convencional. La calidad del agua significa la condición para que el recurso hídrico sea utilizado para usos concretos como el consumo humano la cual debe estar libre de organismos, sustancias químicas y color, olor y sabor aceptables, el deterioro de la fuente de agua dado que esta puede perder su utilidad si no se encuentra en las condiciones para un uso específico (Monforte y Cantú, 2009). El conocimiento de la calidad del agua es fundamental en las fuentes hídricas, en especial las del consumo humano (Pérez, 2016).

Tabla 4. Parámetros por medir para determinar la calidad del agua de la fuente (Ministerio de Desarrollo Económico, 2010)

CARACTERÍSTICAS	Valor máximo admisible	Procedimientos analíticos recomendados		Parámetros de comparación de calidad de la fuente recomendados según el nivel de calidad de la fuente			
		Norma Técnica NTC	Standard Method ASTM	Aceptable	Regular	Deficiente	Muy Deficiente
Microbiológicas							
Coliformes totales UFC/100 cm ³	0			X	X	X	X
Escherichia Coli UFC/100 cm ³	0		D 5392			X	X
Físicas							
pH	6.5-9.0		D 1293	X	X	X	X
Turbiedad UNT	<= 2	4707	D 1889	X	X	X	X
Color Aparente UPC	<=15			X	X	X	X
Conductividad US/cm	1000		D1125	X	X	X	X
Olor y sabor	Aceptable		D 1292	X	X	X	X
Químicas que tienen implicaciones sobre la salud humana							
Nitritos – mg/l	0.1			X	X	X	X
Fluoruros – mg/l	1.0						X
Químicas que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana							
Alcalinidad total – mg/l	200			X	X	X	X
Cloruros – mg/l	250			X	X	X	X
Hierro total - mg/l	0.3			X	X	X	X
Magnesio – mg/l	36			X	X	X	X
Manganeso – mg/l	0.1					X	X
Fosfatos – mg/l	0.5					X	X

Fuente: Adaptada del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), Título B.

Se observaron los valores que se especifican en el RAS (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico), para la calidad de la fuente de agua y los valores máximos admisibles de los parámetros para tener en cuenta para la calidad del agua potable. Se hizo la comparación con los resultados obtenidos de las dos muestras de agua de los afluentes hídricos del acueducto ACUAVARC. Esta comparación se muestra en la Tabla 5.

- **Para la muestra 1**

Tabla 5. Comparación de parámetros estudiados en la muestra 1, con los especificados en el RAS

DESCRIPCIÓN	EXPRESIÓN	VALOR OBTENIDO	CALIDAD DE LA FUENTE	PARÁMETRO DE COMPARACIÓN
Alcalinidad total (A)	Mg CaCO ₃ /L	14,08	No aplica	Aceptable
Conductividad (A)	Microsiemens/cm	43,9	No aplica	Aceptable
Turbiedad (A)	UNT	12,30	Fuente Regular	Deficiente
Cloruros (A)	Mg Cl/L	<5,41	Fuente Aceptable	Aceptable
Color Aparente (A)	UPC	14,84	No aplica	Aceptable
DQO Total (A)	mg O ₂ /L	<14,98	No aplica	No aplica
DQO Soluble	mg O ₂ /L	<14,98	No aplica	No aplica
DBO ₅ Total (A)	mg O ₂ /L	4	Fuente Deficiente	No aplica
DBO ₅ Soluble	mg O ₂ /L	3	Fuente Regular	No aplica
Fluoruros	mg F/L	0,13	Fuente aceptable	Aceptable
Fosfatos (A)	mg PO ₄ ³⁻ /L	0,10	No aplica	Aceptable
Hierro total	mg Fe/L	2,22	No aplica	Muy deficiente
Magnesio	mg Mg/L	0,48	No aplica	Aceptable
Manganeso	mg Mn/L	<0,05	No aplica	Aceptable
Nitritos (A)	mg NO ₂ /L	<0,018	No aplica	Aceptable
Coliformes Totales	UFC/100 cm ³	410	No aplica	Muy deficiente

Con la comparación el RAA, se observa que para la muestra 1 la calidad de la fuente presenta valores aceptables con respecto a los parámetros de cloruros y fluoruros. Para parámetros como la turbiedad, color aparente y DBO soluble se presenta una fuente regular y deficiente para el parámetro de DBO total. Los valores de parámetros de la alcalinidad total, la conductividad, los cloruros, el color aparente, los fluoruros, fosfatos, el magnesio, manganeso, y nitritos están en rangos aceptables. Por otro lado, los coliformes totales y hierro total se muestra una fuente muy deficiente. El grado de turbidez permite establecer el tratamiento requerido, en especial en los procesos convencionales de coagulación, sedimentación y filtración. Al presentarse altos índices de turbidez, los filtros se suelen taponar y esto afecta la eficiencia de la planta de

potabilización de agua (Romero, 2009). El parámetro de la turbidez alta implica que en el proceso de coagulación se dé la adición de sustancias químicas como el sulfato de aluminio, donde puede presentarse afectaciones o asimilaciones negativas en el cuerpo humano a largo plazo, asociado a enfermedades como el cáncer, Alzheimer y enfermedades óseas (Guardián y Coto, 2010). Por otro lado, el hierro total presente en el agua, al estar expuesto al oxígeno del aire, hace turbia el agua y presenta coloración por los óxidos de hierro, con falencias estéticas del agua para su consumo (Romero, 2009). Este metal es esencial para la vida pero en cantidades elevadas resulta tóxico, desarrollando alteraciones del metabolismo humano (Toxqui et al., 2010). Para disminuir este parámetro se debe aplicar el proceso de aireación en el cual el agua es puesta en contacto íntimo con el aire, con el propósito de modificar las concentraciones de sustancias, en este caso el hierro (Romero, 1999). Luego se hace la sedimentación, donde se provee el tiempo de reacción para que se complete la oxidación y así remover el floc pesado sedimentado. Por último, se tiene la filtración la cual remueve el hierro (Romero, 2009). El agua presenta altos índices de coliformes totales lo que indica que esta se encuentra contaminada por residuos provenientes del ser humano (excremento humano), animales o de la erosión del suelo (Romero, 2009).

- **Para la muestra 2**

Tabla 6. Comparación de parámetros estudiados en la muestra 2, con los especificados en el RAS

DESCRIPCIÓN	EXPRESIÓN	VALOR OBTENIDO	CALIDAD DE LA FUENTE	PARÁMETRO DE COMPARACIÓN
Alcalinidad total (A)	Mg CaCO ₃ /L	7,48	No aplica	Aceptable
Conductividad (A)	Microsiemens/cm	26,1	No aplica	Aceptable
Turbiedad (A)	UNT	6,03	Fuente Regular	Deficiente
Cloruros (A)	Mg Cl/L	<5,41	Fuente Aceptable	Aceptable
Color Aparente (A)	UPC	19,19	No aplica	Regular a Deficiente
DQO Total (A)	mg O ₂ /L	<14,98	No aplica	No aplica
DQO Soluble	mg O ₂ /L	<14,98	No aplica	No aplica
DBO ₅ Total (A)	mg O ₂ /L	5	Fuente Deficiente	No aplica
DBO ₅ Soluble	mg O ₂ /L	3	Fuente Aceptable	No aplica
Fluoruros	mg F/L	0,16	Fuente Aceptable	Aceptable
Fosfatos (A)	mg PO ₄ ³⁻ /L	0,10	No aplica	Aceptable
Hierro total	mg Fe/L	0,67	No aplica	Deficiente
Magnesio	mg Mg/L	0,90	No aplica	Aceptable
Manganeso	mg Mn/L	<0,05	No aplica	Aceptable
Nitritos (A)	mg NO ₂ /L	<0,018	No aplica	Aceptable
Coliformes Totales	UFC/100 cm ³	820	No aplica	Muy Deficiente

De igual manera, para la muestra 2 se observa que en la calidad de la fuente los valores aceptables son los Cloruros, los Fluoruros y el DBO soluble. La muestra presenta también una clasificación de fuente regular para Turbiedad, Color aparente y clasificación deficiente para el DBO Total. La muestra presenta menor calidad que la muestra 1. Sin embargo, es aceptable para parámetros como alcalinidad, conductividad, cloruros, fluoruros, fosfatos, magnesio, manganeso y nitritos. En la turbiedad y hierro total se presenta una clasificación deficiente y se presenta de regular a deficiente el parámetro de color aparente y muy deficiente la descripción de Coliformes totales. El color aparente que se presenta en el agua y que es superior a lo establecido por la norma, se presenta por la presencia de hierro coloidal, también la presencia de desechos orgánicos en diferentes estados de descomposición (Romero, 2009). En este caso, se implementaría procesos de pretratamiento químico como la coagulación (con sustancias químicas), seguido de la floculación y la sedimentación finalizando con una filtración rápida en arena. Este mismo procedimiento se aplicaría para la disminución de la turbidez, teniendo en cuenta un proceso de filtración lenta (Romero, 1999). Este tratamiento se haría con los procesos convencionales, pero los coagulantes químicos afectan a la salud humana a largo plazo (Arboleda Valencia, 1992). Para el caso del hierro total, se puede aplicar en primer lugar una mezcla rápida (para ajuste de pH y oxidante químico), seguido de un tanque de retención, luego de una filtración y finalmente un tanque de contacto donde se añade cloro para la desinfección (Romero, 1999). Los coliformes totales presentan bacterias, patógenos y causan infecciones del tracto urinario y respiratorio. Estas bacterias se encuentran en el tracto digestivo humano y libremente en el suelo (Carrillo y Lozano, 2008). El tipo de tratamiento que se podría dar es la cloración, seguido de una filtración rápida en arena con una poscloración (Romero, 1999).

En el año 2015, según el IRCA (Índice de Riesgo de la Calidad del Agua), en el departamento de Boyacá tenía solo 10 municipios (8.13 %) con suministro de agua sin riesgo, 18 municipios (14.63 %) con riesgo bajo y 47 municipios (38.21 %) con riesgo medio (Ministerio de Salud y Protección Social -MINSALUD-, 2016). En Paipa, con 64 muestras municipales, 37 en la zona urbana y 27 muestras en la zona rural, el IRCA presentó un riesgo medio. Con valores de 1,84 % del IRCA municipal, en la zona urbana el IRCA es de 0.19 % y en la zona rural es de 4.10 % (Carlos y Moreno, 2015). Entonces, con un riesgo medio, el agua no es apta para el consumo humano, debido a que sobrepasan los valores permisibles de características físicas, químicas y microbiológicas dadas por el RAS y esto causa un riesgo en la salud humana (EPM, s. f.). Esto ratifica que los valores encontrados, en las fuentes analizadas de la zona rural de Paipa, presentan un IRCA con un porcentaje alto, con respecto a la calidad del agua del sector urbano, debido al tratamiento previo que se tiene en la zona urbana. Adicionalmente, en la vereda del Pantano de Vargas se genera el turismo de forma permanente, con muy pocos elementos de sanidad ambiental. Gracias a la fácil accesibilidad al lugar, esta zona cuenta con restaurantes, locales de artesanías y cafeterías, que generan problemas ambientales por los residuos generados cuya recolección es mínima. Esta puede ser una de las causas de la alta presencia de Coliformes totales en las fuentes analizadas (Leguizamo, 2013).

Los procesos de tratamiento de agua para el consumo humano son físicos, químicos o biológicos. Los procesos que se aplican en su gran mayoría son los físicos y químicos para la potabilización de agua. Los tratamientos físicos son los que no generan sustancias nuevas sino concentran los contaminantes en la evaporación o filtración de los sólidos como: la filtración, adsorción, aireación, floculación, clarificación o sedimentación. Por otro lado, en los procesos químicos se da la generación de nuevas sustancias por medio de los procesos de coagulación, desinfección, ablandamiento y oxidación (Salamanca, 2016). Según la ley 475/1998, los métodos y procesos para el tratamiento del agua son: la coagulación, seguido de un proceso de floculación y

sedimentación, se da luego la filtración rápida y lenta (de forma ascendente y descendente) y por último la desinfección tanto física como química (Hernández y Corredor, 2017). Con base en las comparaciones, se podrían establecer esta fuente como de regular a deficiente. Se podría dar un tratamiento con desinfección + estabilización + filtración lenta o filtración directa + pretratamiento (coagulación + sedimentación) (Ministerio de Desarrollo Económico, 2010). Este posible proceso de tratamiento se determinó a partir de lo especificado en la Tabla III, de forma tradicional (Calidad de la Fuente). Sin embargo, hay métodos alternativos en los que se pueden implementar mecanismos de potabilización de la fuente, de forma no convencional.

De esta manera, se busca no usar productos químicos que son a largo plazo perjudiciales para el ser humano (Grisales, 2009) Municipios de Boyacá, como Saboyá, presentan fuentes deficientes. En Cundinamarca, municipios como Ubaté cuentan con fuente regular y

tienen un sistema de potabilización (González y Niño, 2006). La PTAP (Planta de tratamiento de agua potable) de Ubaté presenta un proceso de rejilla + desarenación+ mezcla rápida y ajuste de pH + floculación + sedimentación + filtración + desinfección, el cual es óptimo para cumplir con el RAS. Para el caso donde el agua llegue con olor y color, se implementa un sistema de oxidación, ya sea químico o por aireación (Gonzalez y Niño, 2006). Por otro lado, en Saboyá se da un proceso más simple, iniciando con la rejilla+ desarenación+ filtración lenta y ascendente + desinfección. En el caso de este municipio no se cumple el RAS y se debe implementar un clarificador (coagulación + floculación + sedimentación) y una torre de aireación (González y Niño, 2006). Las PTAP's de estos municipios son un ejemplo de cómo se puede dar la potabilización de agua de fuentes regulares y deficientes por medio de soluciones convencionales. En la Tabla 7 se observan las tecnologías convencionales de potabilización de agua y sus limitaciones:

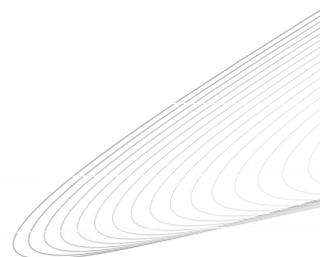


Tabla 7. Tecnologías convencionales de potabilización de agua y sus limitaciones

	Tecnología	Aplicación	Manejo	Costo	Limitantes
Filtración Convencional	Filtros de arena	Sedimentos suspendidos, remoción media de bacterias y materia orgánica	Sencillo	Costo bajo de inversión en Infraestructura y de manejo, costo elevado de terreno	Remoción de 80 – 90 % de bacterias y 60% de materia orgánica, requiere gran superficie
	Filtros de tierras diatomáceas (diatomita)	Remoción de turbiedad y bacterias	Sencillo	Costo bajo de inversión y de manejo	Útiles en casos de poca turbiedad y bajos conteos bacterianos, no retiene materia orgánica.
	Filtros de carbón activado	Remoción de materia orgánica y bacterias	Sencillo	Costo bajo de inversión, costo medio de mantenimiento	Generación de residuos, continua renovación del filtro, no remueve nitratos.
Desinfección	Cloro	Desinfección	Sencillo con medidas adicionales de seguridad	Costo bajo de inversión y medio de mantenimiento	Generación de subproductos

Fuente: (Leal, 2005, p. 71)

4.1 PROPUESTAS ALTERNATIVAS

Teniendo en cuenta procesos de potabilización del agua y con base en sus limitantes, es importante destacar los posibles tratamientos no convencionales que permitan ser más eficientes y donde la salud del ser humano no se vea afectada. La radiación UV es un método no tradicional usado para la desinfección del agua y así reducir la carga bacteriana que presenta el agua. En especial la *Escherichia Coli*, coliformes totales y mesófilos, donde se logra la eliminación de las bacterias en un tiempo mayor a 300 s con una dosis de 9.352,8 m WS/cm² (Acosta-Castellano et al., 2014). Este proceso permitiría en esta fuente disminuir o eliminar la bacteria de coliformes totales, debido a que este parámetro se presenta como muy deficiente, disminuyendo la calidad del agua con valores de 410 y 820 UFC/100cm².

Otros métodos como los coagulantes naturales o no convencionales han tenido un alto impacto en la potabilización del agua. En las PTAP (Plantas de tratamiento de agua potable), se usan coagulantes o polímeros sintéticos como a) Sulfato de aluminio, b) Aluminato de sodio, c) Cloruro de aluminio, d) Cloruro férrico, e) Sulfato férrico, f) Sulfato ferroso (Ramírez Arcila y Jaramillo Peralta, 2016). Estos polímeros sintéticos están conformados algunos por el aluminio, que se asocia a enfermedades con afectaciones gástricas y con la fibrosis pulmonar (Rodolfo Trejo Vázquez, 2004). El Alzheimer es una enfermedad que está más asociada a la ingesta del aluminio,

debido a que estudios han reportado que personas que padecieron de esta enfermedad, presentaban altas cantidades de aluminio en el cerebro (Perl, 1985). De otro lado, se han encontrado métodos alternativos de coagulantes naturales tales como la Moringa oleifera (el uso de su semilla), el almidón de yuca, el cactus, habas molidas y algunas algas marinas rojas. Estos coagulantes naturales presentan buen rendimiento al usarse en aguas de baja turbidez (Perico-Granados, 2012).

Los coagulantes no convencionales presentan un pre-tratamiento para su debido uso en la potabilización del agua. Ellos serían efectivos para la fuente que se trata, ya que el parámetro que define su efectividad es la turbidez. Esta se encuentra con valores de 6.3 y 12.30 UNT y estos coagulantes no convencionales fueron aplicados a aguas con niveles de turbidez de 40 UNT (Fuentes Molina, Molina Rodríguez, y Ariza, 2016). Por otro lado, se presentan procesos de pre-tratamiento que permiten, por medio de procesos naturales (plantas), el balance de unos parámetros del agua, antes de que esta sea captada. Las especies usadas para este proceso permiten la eliminación de sólidos suspendidos, ya que se da la decantación de estos y la eliminación de materia orgánica, debido a que la planta actúa como un sistema de aireación para el sustrato, suministrando oxígeno a las bacterias a través de los canales de aireación. Así se presenta un proceso aeróbico, las raíces pueden absorber compuestos orgánicos como los fenoles y se da, de igual manera, la eliminación del nitrógeno, fósforo y microorganismos patógenos (Martínez, 1989).

Las plantas más usadas en estos procesos de Fitodepuración o Fitorremediación son: *Brachiaria mutica*, *Pennisetum purpureum*, *Panicum maximun* y *Eichhornia Crassipes*. Ellos permiten que parámetros como DBO, DQO, cloruros, Coliformes totales, amonio y nitritos, tengan un descenso entre el 2 al 70 % de su carga (Palta y Morales, 2013). De esta manera, la fitodepuración permite para este caso la disminución notable de parámetros deficientes como los coliformes totales, DQO,

DBO y el hierro total que en ambas muestras se muestra como deficiente, ya que está superior a los valores máximos admisibles por el RAS. De otro lado, se encontró que en la quebrada la Pinocha, con muestras analizadas en laboratorios certificados, el nivel de metales pesados disminuyó en un 70 % y los coliformes totales en un 80 % (Araque-Niño, et al, 2018a).

5. CONCLUSIONES

Se presenta en las muestras que la turbiedad excede más de 6 veces la permitida. En unos casos el hierro total excede hasta 10 veces lo establecido por la norma (0.3 mg/l). Por tanto, se requiere un proceso de coagulación y es necesario un tratamiento que elimine los excesos para que sea potable.

En ambas muestras el exceso de coliformes totales es muy alto con resultados de 820 UFC/100 cm³. Para este aspecto se puede usar el tratamiento no convencional con rayos UV para evitar el uso de coagulantes polímeros (sulfato de aluminio) debido a su asociación con enfermedades como el Alzheimer.

Los procesos no convencionales permiten que los procesos de potabilización de agua sean innovadores y que se logre el objetivo principal que es el proporcionar agua potable a la comunidad. La Fitorremediación es un pre-tratamiento que se le podría aplicar a la fuente de estudio, dado que unos parámetros de calidad del agua analizada se muestran estables. Este se aplicaría aguas arriba con plantas como el buchón de agua (*Eichhornia Crassipes*).

Se ha encontrado reiteradamente que el Alzheimer está relacionado con sustancias químicas como el sulfato de aluminio. Entonces, se recomienda utilizar coagulantes naturales como las habas molidas y/o las semillas de Moringa, que no generan afectaciones a la salud.

Los filtros son importantes en el proceso de tratamiento convencional, y con un pre-tratamiento por medio de la Fitorremediación, se daría la eliminación o captación de los microorganismos y metales de forma rápida para que el agua potable sea de la mejor calidad.

6. AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a los Ingenieros Paula Andrea Suárez Alvarado y Cristian Felipe Sánchez Sánchez por sus aportes, especialmente en la presentación del sitio y a unas personas de la comunidad, pues facilitó la interacción con ella.

7. REFERENCIAS

- A, P.-F., M, C., y F, M. (2003). Tecnología para el Desarrollo Humano. Agua e Infraestructura. España. Recuperado a partir de: http://www.uclm.es/profesorado/igarrido/tecnocooperacion/libro_agua_infra_APF_MC_FM.pdf
- Acosta-Castellano, P. M., Caro Camargo, C. A., y Perico-Granados, N. R. (2014). Análisis de interferencia de parámetros físicos del agua, en desinfección por radiación UV. *Revista de Tecnología*, ISSN 1692-1399, Vol. 14, No. 2, 2015 (Ejemplar dedicado a: Energías Renovables), 14(2), 105-112. Recuperado a partir de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6041485>
- Agency, U. S. E. P. (2000). Manual Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters Manual Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters, (September). Recuperado a partir de <http://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/30004TBD.PDF?Dockey=30004TBD.PDF>
- Amatriain, M. (2000). Efectos del exceso de hierro. *Medicina Naturista*, 2, 92-95.
- Araque-Niño, I., Britto-Aponte, M., Cuéllar-Rodríguez, L., Perico-Granados, N. (2018a). Fitorremediación en aguas residuales sin tratamiento previo. Caso: Tierra Negra, Boyacá, Tecnología, <https://doi.org/10.18270/rt.v17i1.2950> en: <https://revistas.unbosque.edu.co/index.php/RevTec/article/view/2950>
- Araque-Niño, I., Britto-Aponte, M., Cuéllar, L., Perico-Granados, N. (2018b). Diagnóstico y propuesta de fitorremediación para el tratamiento de aguas residuales, sector tierra negra. *L'esprit Ingénieur*, 9(1), 132-140. En: <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/lingenieur/article/view/1849>
- Arboleda Valencia, J. (1992). Teoría de la Coagulación del Agua. Teoría y práctica de la purificación del agua, 793.
- Carlos, J., y Moreno, B. (2015). Estado de la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano en Colombia 2013, 2015, 3-200. <https://doi.org/2322-9497>
- Carrillo, E., y Lozano, A. (2008). Validación del metodo de detección de coliformes totales y fecales en agua potable utilizando agar chromocult. Pontificia Universidad Javeriana. Pontificia Universidad Javeriana. Recuperado a partir de: <http://javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis203.pdf> <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis203.pdf>
- Castillo, J., y Gómez, G. (2011). Procesos de Tratamientos de Aguas. Coagulación y Floculación. Recuperado 3 de septiembre de 2018, a partir de: <https://es.slideshare.net/guillermo150782/coagulacion-y-floculacion>
- Castro, M., Almeida, J., Ferrer, J., y Díaz, D. (2014). Indicadores de la calidad del agua: evolución y tendencias a nivel

- global. *Ingeniería Solidaria*, 10(17), 111-124. <https://doi.org/10.16925/in.v9i17.811>
- Catalunya, A. C. del A. y G. de. (2000). Estudi de caracterització i prospectiva de les demandes d'aigua a les conques internes de Catalunya i a les conques catalanes de l'ebre. Departament de Medi Ambient.
- Chaparro, F., y Ovalles, C. (2017). Análisis del índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano - IRCA y su relación con el clima y ubicación geográfica para el departamento del Meta en los años 2012-2013. Universidad de la Salle.
- CORPOBOYACÁ. (2009). Implementación tasas retributivas por vertimientos puntuales determinación de la meta global de descontaminación. Recuperado a partir de: http://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2016/08/INFOME_EJECUTIVO1212.pdf
- EPM, (Empresas Públicas de Medellín). (s. f.). Preguntas frecuentes sobre la calidad del agua en los sistemas operados por aguas regionales EPM S.A. E.S.P. epm, 1-19. Recuperado a partir de: www.grupo-epm.com/site/portals/23/.../ABC-Calidad de Agua.pdf
- Fuentes Molina, N., Molina Rodríguez, E. J., y Ariza, C. P. (2016). Coagulantes naturales en sistemas de flujo continuo, como sustituto del $Al_2(SO_4)_3$ para clarificación de aguas. *Producción + Limpia*, 11(2), 41-54. <https://doi.org/10.22507/pml.v11n2a4>
- González, M., y Niño, K. (2006). Alternativas de mejoramiento de la calidad del agua en las fuentes de abastecimiento para la optimización de las plantas de potabilización de los municipios pertenecientes a la cuenca UBATÉ. Universidad de la Salle.
- Grisales, D. (2009). *Sistemas No Convencionales de Tratamiento de Aguas Superficiales para Comunidades de Desplazados en Estado de Emergencia (Caso Villa-Clarín)*. Universidad Militar Nueva Granada.
- Guardián, R., y Coto, J. (2010). Estudio preliminar del uso de la semilla de tamarindo (*Tamarindus indica*) en la coagulación floculación de aguas residuales, 24, 18-26.
- Guayara, L., Moreno, M., y Herrera, M. (2010). Estudio comparativo de la calidad del agua de las bocatomas El Nogal y El Mesón del acueducto veredal AGUANATOLÍ, para la formulación del Plan de Manejo del Recurso para su potabilización. Vereda Anatolí, La Mesa - Cundinamarca. *Revista Gestión Integral en Ingeniería Neogranadina*, Vol.2 No.1, 11-12. Recuperado a partir de: <http://www.umng.edu.co/web/ingenieria-neogranadina/revista-volumen-2-n-1>
- Hernández, E. J., y Corredor, C. A. (2017). Diseño y construcción de una planta modelo de tratamiento para la potabilización de agua, se dispondrá en el laboratorio de aguas de la Universidad Católica de Colombia. Universidad Católica de Colombia. Recuperado a partir de: <http://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14556/1/Diseño y construcción de una planta modelo de tratamiento para la potabilización de agua.pdf>
- IDEAM. (2015). Estudio Nacional del Agua: Información para la toma de decisiones Rendición de cuentas - noticias - IDEAM. Recuperado 9 de septiembre de 2018, a partir de: http://www.ideam.gov.co/web/sala-de-prensa/noticias/-/asset_publisher/96oXgZAhHrhJ/content/estudio-nacional-del-agua-informacion-para-la-toma-de-decisiones

- IDEAM (INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, M. Y. E. A. D. C. (2001). Perfil del Estado de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente en Colombia 2001. (C. Castaño, R. Carrillo, y F. Salazar, Eds.) (Tomo 3). Colombia: Trade Link Ltda. Recuperado a partir de documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/002592/TOMO3-PERFIL.pdf%0A%0A
- Leal, M. (2005). Tecnologías convencionales de tratamiento de agua y sus limitaciones. Escuela de Posgrados, UNSAM, Buenos Aires, 63-72. Recuperado a partir de: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Tecnolog?as+convencionales+de+tratamiento+de+agua+y+sus+limitaciones#0>
- Leguizamó, A. (2013). Determinación de los impactos ambientales del turismo en la ciudad de Paipa (Boyacá). Universidad de Manizales.
- Londoño, L., Londoño, P., y Muñoz, F. (2016). Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2), 145. [https://doi.org/10.18684/BSAA\(14\)145-153](https://doi.org/10.18684/BSAA(14)145-153)
- Martínez, M. (1989). Depuración de Aguas con Plantas Emergentes. Hojas divulgadoras. Recuperado a partir de: http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1989_16.pdf
- Ministerio de Desarrollo Económico. (2010). Título B. Sistemas de Acueducto. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Recuperado a partir de: http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/TítuloB_030714.pdf
- Ministerio de Salud y Protección Social -MINSALUD-. (2016). Informe Nacional de la Calidad del Agua para Consumo Humano INCA 2015. Ministerio de Salud. Bogotá, D.C.
- Monforte, G., y Cantú, P. (2009). Escenario del Agua en México. *Cultura Científica y Tecnológica*, (30), 31-40. Recuperado a partir de: <https://extension.arizona.edu/sites/extension.arizona.edu/files/pubs/az1624s.pdf>
- Montoya, C., Loaiza, D., Torres, P., Cruz, C., y Escobar, J. (2011). Efecto del incremento en la turbiedad del agua cruda sobre la eficiencia de procesos convencionales de potabilización. *Revista EIA*, 8(16), 137-148. <https://doi.org/10.5872/psiencia/3.1.21>
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2006). Guías para la calidad del agua potable. OMS (Organización Mundial de la Salud), 1, 14. [https://doi.org/10.1016/S1462-0758\(00\)00006-6](https://doi.org/10.1016/S1462-0758(00)00006-6)
- Palta, G., y Morales, S. (2013). Fitodepuración de aguas residuales domésticas con poaceas: *Brachiaria mutica*, *Pennisetum purpureum* y *Panicum maximum* en el municipio de Popayán, Cauca. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(2), 57-65. Recuperado a partir de: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11n2/v11n2a07.pdf>
- Pérez, E. (2016). Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 29(3), 3. <https://doi.org/10.18845/tm.v29i3.2884>
- Perico-Granados, N. (2012). Ingeniería Civil Semillero El Espíritu del Ingenio. Coagulante natural con base en habas molidas. (T. Universidad Santo Tomas, Ed.) (Primera ed). Tunja. Recuperado a partir de: http://www.ustatunja.edu.co/site/images/01-USTATunja/05-USTA-Tunja-ProgramasAcademicos/Pregrado/IngenieriaCivil/2017/Documentos/Semillero_el_Espiritu_del_Ingenio.pdf

- Perico-Granados, N. y Perico-Martínez, N. (2014). Los Ingenieros docentes y el medio ambiente, en *L'esprit Ingenieur*, No. 5 pp. 54-63. En: <http://www.ustatunja.edu.co/cong/images/Articulos/-LOS%20INGENIEROS%20DOCENTES%20Y%20EL%20MEDIO%20AMBIENTE.pdf>
- Perico-Granados, N., Garavito, L., y Suárez, P. (2014). Pedagogía y diagnóstico sobre la variación de la cobertura vegetal, 1985-2011, para Boyacá. V Congreso Internacional de Ingeniería Civil, Universidad Santo Tomás, Seccional Tunja, 1-14. En: <http://www.ustatunja.edu.co/cong/images/Articulos/-PEDAGOGIA%20Y%20DIAGNOSTICO%20SOBRE%20LA%20VARIACION%20DE%20LA%20COBERTURA%20VEGETAL%201985%202011%20PARA%20BOYACA.pdf>
- Perico-Granados, N., Caro, C., y Garavito, L. (2015). El proyecto en la investigación formativa. In *vestigium Ire*, 9(1), 166-174. Recuperado a partir de <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/vestigium/article/view/1156/1122>
- Perico-Granados, N. R., Montaña, A. F., Uricoechea, M. J., Vargas, M. A., y Arévalo Algarra, H. (2021). Propuesta alternativa de coagulantes naturales. *L'esprit Ingénieur*, 10(1), 127-142. Recuperado a partir de: <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/lingenieur/article/view/2125>
- Perico-Granados, N., Galarza, E., Díaz-Ochoa, M., Arévalo-Algarra, H., Perico-Martínez, N. (2020). GUÍA PRÁCTICA DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA: Apoyo a la formación de docentes y estudiantes, Corporación Universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO, En: https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/10822/Libro_Gu%C3%ADa%20practica%20de%20investigaci%C3%B3n%20en%20ingenier%C3%ADa_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Perl, D. (1985). Relationship of aluminum to Alzheimer's disease. *Environmental Health Perspectives*, VOL. 63(7), 149-153. <https://doi.org/10.1289/ehp.8563149>
- Pineda Buitrago, L. L. (2017). Diagnóstico de la Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR) de Tunja – Boyacá, 1-76.
- Ramírez Arcila, H., y Jaramillo Peralta, J. (2016). Agentes Naturales como Alternativa para el Tratamiento del Agua. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 11(2), 136. <https://doi.org/10.18359/rfcb.1303>
- Rock, C., y Rivera, B. (2014). Calidad del Agua, E. Coli y su Salud. *College of Agriculture and Life Sciences*, (March). Recuperado de <https://extension.arizona.edu/sites/extension.arizona.edu/files/pubs/az1624s.pdf>
- Rodolfo Trejo Vázquez, V. H. M. (2004). Riesgos a la salud por presencia del aluminio en el agua. *Conciencia Tecnológica*, 25, 3.
- Romero, J. (1999). Potabilización del agua. (J. A. R. Rojas, Ed.) (3 Edición). México D.F.: Alfaomega, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Romero, J. (2009). Calidad del agua. (J. A. R. Rojas, Ed.) (3 Edición). Bogotá, D.C. Colombia: Escuela Colombiana de Ingenieros.
- Salamanca, E. (2016). Procesos de Tratamiento de Aguas para el Consumo Humano. Universidad de Manizales. Manizales, 17(1), 29-48.
- Sawyer, C., McCarty, P., y Parkin, G. (2001). *Química para Ingeniería Ambiental*. Recuperado 7 de octubre de 2018,

a partir de: <https://es.scribd.com/doc/299958829/Quimica-Para-Ingenieria-Ambiental-Sawyer>

Soto, Z., Pérez, L., y Estrada, D. (2016). Bacterias causantes de enfermedades transmitidas por alimentos: una mirada en Colombia. *Barranquilla (Col.)*, 32(1), 105-122. <https://doi.org/10.14482/sun.32.1.8598>

Toxqui, L., De Piero, A., Courtois, V., Bastida, S., Sánchez-Muniz, F. J., y Vaquero, M. P. (2010). Deficiencia y sobrecarga de hierro; implicaciones en el estado oxidativo y la salud cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria*, 25(3), 350-365. <https://doi.org/10.3305/nh.2010.25.3.4583>

UNESCO-WWAP. (2003). Agua para todos, agua para la vida. United Nations. Recuperado a partir de <http://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/WWDR-spanish-129556s.pdf>

Pavimento permeable con escoria

Permeable Pavement with Escoria

Perico-Granados Néstor Rafael; Carlos Andrés Reyes Rodríguez;
Ángel Geraldine Alvarado Robayo; Angie Barrantes Duarte;
Edwin Padilla González; Heidy Madeleine Arévalo Algarra;
Jheyson Suárez Réatiga.

Fundación Universitaria Juan de Castellanos
Facultad de Ingeniería

Correo-e: nestorrafaelpericogranados@gmail.com; careyes@jdc.edu.co.

Resumen

El concreto permeable es una mezcla de agua, cemento y agregado grueso de un solo tamaño y genera un material estructural poroso. Es una alternativa para el revestimiento de vías, senderos, parqueaderos, jardines, entre otros espacios y tiene como uno de sus resultados el que mejora el control de aguas lluvias. Para innovar en el tema del pavimento ecológico, en la presente investigación se indagó sobre las dosificaciones óptimas de los agregados del concreto, con uso de agregado grueso y fino proveniente de la escoria de alto horno de Acerías Paz de Río. Se investigó sobre el proceso para diseñar un concreto poroso y se hizo la caracterización del material, en especial la grava y el proveniente de la escoria de alto horno. Se diseñaron 3 mezclas para los cilindros de concreto con diferentes porcentajes de agregados, en especial los gruesos. Para el primer ensayo se usaron dos muestras con porcentajes 50/50 y 70/30 de agregado grueso y escoria, para el segundo se trabajó con 45 % de escoria gruesa 45 % de grava y 10 % de escoria fina, para el tercer ensayo se usó 45 % de escoria gruesa, 45 % de grava y 10 % de escoria fina, pero con diferente cantidad de agua. De los cilindros se determinó el porcentaje de absorción, porcentaje de vacíos, la porosidad, el caudal que pasa por los cilindros de las muestras 2 y 3 y la resistencia del concreto.

Palabras clave: concreto permeable, drenaje, pavimento rígido, porosidad, proyecto.

Abstract

Pervious concrete is a mixture of water, cement and coarse aggregate of a single size and generates a porous structural material. It is an alternative for the coating of roads, trails, parking, gardens, among other spaces and has as one of its results which improves the control of rainwater. To innovate in the topic of ecological paving, in the present investigation it was inquired about the optimal dosages of the aggregates of the concrete, with the use of coarse and fine aggregate coming from the blast furnace slag of the Acerías Paz de Río. The process was investigated to design a porous concrete and the characterization of the material was made, especially the gravel and the one coming from the blast furnace slag. Three mixtures were designed for concrete cylinders with different percentages of aggregates, especially coarse ones. For the first test, two samples with 50/50 and 70/30 percentages of coarse aggregate and slag were used, for the second, 45% of coarse slag 45% of gravel and 10% of fine slag were used, for the third test it was used 45% coarse slag, 45% gravel and 10% fine slag, but with different amounts of water. From the cylinders, the percentage of absorption, percentage of voids, porosity, the flow through the cylinders of samples 2 and 3 and the strength of the concrete were determined.

Key words: Permeable concrete, Drainage, Rigid pavement, Porosity, Project.

Para citar este artículo: Perico-Granados, N.R.; Reyes-Rodríguez, C.A., Alvarado- Robayo, A.G., Padilla-González, E., Arévalo-Algarra, H.M., Suárez-Réatiga, J., "Pavimento Permeable con Escoria" In L'Esprit Ingenieur. Vol. 12-1, pp. 41-53.

1. INTRODUCCIÓN

Como una lamentable consecuencia del crecimiento poblacional y la reconversión industrial, hoy se enfrentan problemas ocasionados por los residuos industriales. Sin embargo, incursiona el enfoque de gestión, considerando el aprovechamiento de estos, a través de manejos integrales. Al respecto, se recuperan los desechos y se reincorporan al ciclo económico y productivo de forma efectiva con su reutilización o reciclaje (Guerrero Sierra et al., 2019). En este sentido, la industria siderúrgica para la obtención del acero usa como materia prima en unos casos la chatarra de hierro o acero. Sin embargo, con ello genera gases que emite a la atmósfera y sólidos que son conocidos como escoria. Se calcula que las cantidades de residuos generados por tonelada de acero fabricado son: 110 a 150 kg de escoria negra, de 20 a 30 kg de escoria blanca, entre 18 a 28 kg de polvo de acería, de 4 a 10 kg de refractario y 1,3 a 2 kg de electrodos (Araque y García, 2011). En Colombia la planta siderúrgica Acerías Paz de Río produce aproximadamente 512. t/día de residuos sólidos, con cerca de 120 de ellos como escoria. Una parte de esta se deja enfriar y posteriormente se pasa a molienda, se empaqueta y es vendida para usarla como abono fosfórico (Marín, 2014).

Por otro lado, el concreto permeable se caracteriza por su alta porosidad, que permite el paso del agua a través de su estructura, como una solución sustentable y se constituye en una relación amigable con el ambiente (Perico-Granados, et al., 2013). Esta característica se produce por su alto contenido de vacíos interconectados, en un orden de 15 % a 35 %, dependiendo de los materiales usados y la aplicación. Con ellos se reducen materiales y se conduce el agua de forma aprovechable. Al respecto, el concreto permeable se compone de cemento Portland, de un agregado grueso uniforme y agua. Este normalmente no contiene agregado fino o si lo contiene, su porcentaje es bajo (Torres, 2010). Igualmente, uno de sus componentes es la escoria como agregado grueso, con ahorro importante de materiales. Los resultados en investigaciones de este tipo han permitido observar beneficios en el concreto como permeabilidad, durabilidad, incremento en la resistencia ante la reacción álcali-sílice y reducción considerable en los costos del material (Hernández, Durán, y Bustos, 2014). El pavimento permeable o poroso tiene ventajas tanto estructurales como económicas, dado que es una alternativa viable para la mitigación de la escorrentía superficial, en áreas que presentan caudales pico o con posibles inundaciones. De esta manera, parcialmente reemplaza la necesidad de tratamiento de aguas pluviales como sumideros y cunetas, que en muchos casos son costosos y poco prácticos para determinadas situaciones (Gallo y Posada, 2017). En este artículo se dan a conocer los resultados obtenidos sobre el estudio desarrollado para concreto permeable, con diferentes porcentajes de escoria y muy poco de agregado fino, con base en el método de proyectos. Para este propósito, se llevaron a cabo exposiciones, en diferentes momentos y auditorios, para incrementar la construcción del conocimiento (Perico, Sánchez y Medina, 2014). Igualmente, para cimentar más el proceso de aprendizaje y recordar por más tiempo los conocimientos se promovió el pensamiento crítico y las didácticas activas, como el sentido del trabajo (Perico-Granados, et al., 2012) y (Perico-Granados, et al., 2014). Finalmente, con este procedimiento se buscó la relación adecuada y la proporción de los materiales, para encontrar en el concreto una resistencia óptima.

2. MARCO TEÓRICO

La norma INVÍAS (Instituto Nacional de Vías) da pautas para llevar a cabo diversos ensayos, que fueron necesarios para el desarrollo de la investigación.



2.1 ENSAYO INV E-213-13 (Análisis granulométrico de los agregados grueso y fino)

Este método tiene por objetivo determinar cuantitativamente la distribución de los tamaños de las partículas de los agregados gruesos y finos de un material, por medio de tamizado (Instituto Nacional de Vías INVIAS, 2018). El agregado grueso es la masa mínima de la muestra de agregado grueso para el análisis granulométrico, después de secada la muestra, que depende del tamaño máximo nominal del agregado, teniendo en cuenta la Tabla 1:

Tabla 1. Tamaño máximo nominal y masa mínima de muestra.

Tamaño máximo nominal. Tamices con aberturas cuadradas mm (pg)	Masa mínima de la muestra de ensayo (kg) lb
9.5m (3/8)	1(2)
12.5 (1/2)	2(4)
19.0 (3/4)	5(11)
25.0 (1)	10(22)
37.5 (1 ½)	15(33)
50.0 (2)	20(44)
63.0 (2 ½)	35(77)
75.0(3)	60(130)
90.0(3 ½)	100(220)
100.0(4)	150(330)
125.0(5)	300(600)

Fuente: (Instituto Nacional de Vías INVÍAS, 2018, pág. 3)

En este ensayo se calcula el porcentaje que pasa, el porcentaje total retenido, el porcentaje de las fracciones de diferentes tamaños redondeados a 0.1 %, con base en la masa total de la muestra inicial seca.

2.2 ENSAYO INV E-218-13 (Resistencia a la degradación de los agregados de tamaños menores de 37.5 mm (1 1/2") por medio de la máquina de los Ángeles)

Se refiere al procedimiento a seguir para medir la resistencia a la degradación de los agregados gruesos de tamaño menor a 37.5 mm (1 ½") por medio de la máquina de los Ángeles. Es usado como un indicador de la calidad relativa, en la competencia de diferentes fuentes de agregados pétreos. Para este ensayo se calcula el porcentaje de pérdidas, por medio de la diferencia entre la masa original y la masa final de la muestra ensayada, expresada como tanto por ciento de la masa original usando la siguiente expresión:

$$\% \text{ pérdidas} = \frac{P1 - P2}{P1} * 100 \quad (1)$$

Donde P1 es la masa de la muestra seca antes del ensayo en gramos y P2 es la masa de la muestra seca después del ensayo, previo lavado sobre tamiz 1.70 mm (No. 12) en gramos (Instituto Nacional de Vías INVÍAS, 2018).

2.3 ENSAYO INV E-238-13 (Determinación de la resistencia del agregado grueso a la degradación por abrasión, utilizando el aparato micro-deval)

En este ensayo se describe un procedimiento para medir la resistencia a la abrasión de una muestra de agregado grueso utilizando el aparato micro-deval. Es una medida de la resistencia a la abrasión y de la durabilidad de agregados pétreos, como resultado de una acción combinada de abrasión y molienda con esferas de acero en presencia de agua. Se determina la pérdida por abrasión micro-deval, redondeada a 0.1%, usando la siguiente expresión:

$$\text{Porcentaje de pérdidas} = \frac{A - B}{A} * 100 \quad (2)$$

Donde A es la masa de la muestra inicial y B es la masa de la muestra final (Instituto Nacional de Vías INVÍAS, 2018).

2.4 ENSAYO INV E-223-13 (Densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del agregado grueso)

La densidad relativa (gravedad específica) es la característica general empleada para calcular el volumen ocupado por el agregado en mezclas como el concreto hidráulico, concreto asfáltico y otras que se dosifiquen o analicen sobre la base de un volumen absoluto. En este caso se tuvo en cuenta la densidad relativa aparente, la cual es la relación entre la densidad aparente del agregado y la densidad del agua a una temperatura indicada. La expresión usada es:

$$\text{Densidad relativa aparente} = \frac{A}{A - C} \quad (3)$$

$$\% \text{ Absorción} = \frac{B - A}{A} * 100 \quad (4)$$

Donde A es la masa al aire de la muestra seca al horno en gramos, B es la masa al aire de la muestra saturada y superficialmente seca en gramos y C es la masa aparente de la muestra saturada en agua en gramos (Instituto Nacional de Vías INVÍAS, 2018).

2.5 NORMA ASTM C 1688/C 1688 M-08 (Método de prueba estándar para la densidad y el contenido de vacíos de concreto permeable recién mezclado)

Por este método de prueba se puede determinar la densidad del concreto recién mezclado y ofrece fórmulas para calcular el contenido de vacío del concreto permeable. Estos parámetros se determinan por medio de las siguientes expresiones:

$$D = \frac{M_o - M_m}{V_m} \quad (5)$$

$$U = \frac{T - D}{T} * 100 \quad (4)$$

Donde D es la densidad del concreto en Kg/m³, Mm es la masa de la medida en Kg, Vm es el volumen de la medida m³, Mo es la masa de la medida rellena con hormigón en m³, U es el porcentaje de vacíos en el hormigón fresco permeable, incluidos los vacíos de aire atrapados en la pasta de concreto, T es la densidad teórica del hormigón computado sobre una base aérea (ASTM, 2008).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se orientó el desarrollo con base en la forma apropiada para elaborar proyectos de investigación formativa (Perico-Granados, Caro y Garavito, 2015). Se consultaron los autores que permitieran el acercamiento con el tema de investigación, con videos, lecturas, conversatorios y otros elementos para construir el conocimiento para la elaboración de ensayos (Perico, Acosta, y Perico Martínez, 2014). Al respecto, se comenzó con el lavado de los agregados gruesos, para disminuir las partículas finas que contienen la grava y la escoria, para pasarlos por los tamices desde el

de ¼ hasta el número 4, que es el mínimo para clasificar las gravas. En este sentido, la escoria producida en Acerías Paz de Río está clasificada como litificada, fósforo y perificada. Al respecto, mediante el ensayo de micro deval se determinó la resistencia que contiene cada uno de estos tipos de escoria, buscando la de menor desgaste. Para el ensayo se usaron 3000 gr de muestra de cada una de las escorias, se sumergió el material en agua durante 24 horas. Luego, se le añadieron las esferas con un peso total de 1250 gr a la muestra y se pusieron en el equipo para el ensayo de Micro deval, con una duración de 16 minutos a 500 RPM (revoluciones por minuto). En el caso de la grava, el ensayo de desgaste se hizo en la máquina de los Ángeles, usando una muestra de 5000 gr con 11 esferas según el método B de las especificaciones del INVIAS (Instituto Nacional de Vías). La duración de este ensayo fue de 20 minutos con una frecuencia de 500 RPM. Para los agregados gruesos se hizo el ensayo de gravedad específica y absorción usando 3000 gr de muestra tanto de grava como escoria.

Se hicieron 3 fundiciones; en la primera se tuvo como base un concreto de 3000 PSI, usando una relación 1:2:3. La cantidad de cemento fue constante y se variaron los contenidos de agua-cemento. Para la muestra 1 se determinó usar 50 % de grava y 50 % de escoria, en cilindros medianos de 10 cm de diámetro por 20 cm de altura. Para los cilindros obtenidos de esta fundición se llevaron a cabo varios ensayos. Para el primero de ellos, el de densidad aparente, se pesaron los cilindros, se sumergieron en agua durante 10 minutos, se sacaron y pesaron de nuevo y por último se pesaron los cilindros bajo el agua. Para determinar los componentes de la norma ASTM (porosidad, densidad y porcentaje de vacíos), se pesaron los cilindros a temperatura ambiente, se saturaron los cilindros durante 2 veces o las necesarias cada 24 horas para encontrar una variación menor al 0.5 %, luego de encontrar la variación se sometieron los cilindros a baño de María durante 5 horas consecutivas. Por último, se determinó el caudal que pasa por los cilindros y su resistencia. En la fundición 2 se hizo con varilla y martillo de goma para dos cilindros. Para los otros dos cilindros la vibración se dio con martillo de goma. Se determinó en este caso el porcentaje de absorción por inmersión y baño María. En la fundición 3 se elaboraron 6 cilindros y en estos se usó escoria fina y se determinó el porcentaje de absorción.

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1 Para agregado grueso (escoria y grava)

Para estos agregados gruesos se usó el tamizado donde se especificó que el tamaño nominal es el del tamiz No. 8 (3/4 de pulgada).

Tabla 2. Micro deval y desgaste de los ángeles para la resistencia

Tipo de material	Tipo de prueba	% de desgaste	Cantidad de muestra	Conclusión
Escoria litificada	Micro-deval	86%	3000 gr	Material altamente desgastante
Escoria Fósforo	Micro-deval	38%	3000 gr	Material ligeramente compacto
Escoria perificada	Micro-deval	42%	3000 gr	Material ligeramente compacto
Grava	Máquina de los ángeles	20%	5000 gr	Material aceptable

Fuente: Autores

El ensayo de desgaste de los materiales tanto en la máquina de los Ángeles, como en el equipo de Micro deval, se hace para caracterizar los materiales gruesos. En este proceso se observó que la escoria litificada presentó un desgaste de 86 %, que es muy alto y que no permite su uso como agregado grueso, pero sí como agregado fino. Al contrario, la escoria fosfórica tuvo un desgaste de 38 %, menor que la escoria perificada que fue del 42 %. Entonces, la mejor escoria para ser usada como agregado grueso fue la escoria fosfórica, que sí cumple, aunque está casi en el límite, con la norma INVÍAS. Al respecto, para un pavimento de concreto hidráulico, el INVÍAS en el artículo 500-13, especifica que el porcentaje de desgaste para agregado grueso es de 40 % en la máquina de los Ángeles. Para el caso del uso del equipo de Micro-deval es de 30 % (Instituto Nacional de Vías INVÍAS, 2013). De la misma manera, el porcentaje de absorción es otro factor importante para este concreto. En la tabla 3 se muestra este porcentaje para gravas y escoria.

Tabla 3. Porcentaje de absorción de la grava y escoria

MATERIAL	ABSORCIÓN	% ABSORCIÓN
Grava	118.5	3.95
Escoria	152	5.06

Fuente: Autores

Con respecto a la absorción de los materiales gruesos, como la grava fue de 3.95 %, que es alto para el uso en estos concretos, dado que este porcentaje en unos casos es de 1.55 % (Gallo y Posada, 2017). Igualmente, puede ser de 0.75 %, donde a menor absorción la resistencia es menor (Ferreira y Torres, 2014). Para el caso de la escoria, presenta una absorción de 5.06 %, en comparación con escoria granulada esta tiene un valor de 3.29 % (Ochoa, Grimaldo, Orjuela, y Muñoz, 2018). La escoria aplicada al concreto genera cambios en la variación de la absorción, donde a mayor porcentaje de escoria en el concreto, menor es la absorción (R. Cruz, Pérez, Acosta, y Castillo, 2013). Con base en los ensayos para determinar la resistencia y el porcentaje de absorción, se determinaron tres diferentes diseños de mezcla para obtener otros aspectos importantes a considerar en un concreto permeable. Se hizo mediante experimentación entre la combinación de escoria y grava con un factor de agua-cemento que se varía según el diseño de mezcla.

A. FUNDICIÓN 1

Basados en una proporción de materiales para un concreto compacto de 3000 psi, se pudo determinar la siguiente dosificación, sustituyendo los agregados finos.

Tabla 4. Dosificación para la fundición 1.

	Cemento (1)	Grava (2)(50%)	Escoria (3)(50%)	Agua
Muestra 1	1 gr	2.5 gr	2.5 gr	0.38 L
	Cemento (1)	Grava (2)(70%)	Escoria (3)(30%)	Agua
Muestra 2	1 gr	3.5 gr	1.5 gr	0.41 L

Fuente: Autores

Para esta primera fundición se obtuvieron los resultados observados en la Tabla 5. Cabe resaltar que la investigación fue con base en el ensayo y el error. Se usaron los resultados de la prueba de densidad aparente y se determinó la gravedad específica aparente, la cual fue de un valor de 20.06 %. Se determinó que en el momento de una lluvia inicial se perderá el 20 % de agua debido a que los agregados del concreto absorben este porcentaje. Las pruebas de saturación superficialmente secos indican un porcentaje de absorción de 8.13 % y las de saturación a baño de María indican un porcentaje de 9.08 %.

Igualmente, allí se estableció el porcentaje de vacíos en estas muestras con un 18.4 %. En el estudio titulado “Permeabilidad y porosidad en concreto” se observan porcentajes de vacíos entre 7 y 24 %, con una absorción total entre 2,29 y 8,72 %. Se observa que, en comparación con el presente estudio, el porcentaje de vacíos se encuentra dentro de estos rangos. Sin embargo, el porcentaje de absorción a baño María es mayor, teniendo en cuenta que los cilindros cuentan con agregado de escoria (Vélez, 2010). Por lo general un concreto permeable presenta un porcentaje de vacíos de 15 a 25 %, cumpliendo en este caso las muestras realizadas (NRMCA, 2011).

Tabla 5. Resultados obtenidos para la fundación 1.

PRUEBA DE DENSIDAD APARENTE					
DESCRIPCIÓN DE PRUEBA	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3
	Cilindro 1 (gr)	Cilindro 2 (gr)	Cilindro 1(gr)	Cilindro 2 (gr)	Cilindro 1 (gr)
Cilindros secos	1957.8	2016.1	2285.1	2329.7	2366.2
Cilindros hidratados (10 min)	1994.2	2061.6	2318.9	2371.7	2403.4
Cilindros sumergidos	1072.6	1115.8	2001.6	1292.2	1309.7
PRUEBA DE SATURACIÓN SUPERFICIALMENTE SECOS					
% ABSORCIÓN		MUESTRA 1		MUESTRA 2	
	CILINDRO 1		CILINDRO 2		
% absorción superficialmente secos	0.02%		0.10%		
% absorción después de la inmersión	8.13				
PRUEBA DE SATURACIÓN A BAÑO MARÍA					
Peso muestra		MUESTRA 2		MUESTRA 3	
	CILINDRO 2		CILINDRO 1		
Aire superficialmente seco (gr)	2374		2426		
Sumergido (gr)	1306.2		1335.9		
% absorción después de baño de María	9.08				
% de vacíos	18.4				

Fuente: Autores

B. FUNDICIÓN 2

Para este caso, se tiene la siguiente dosificación, para 4 cilindros.

Tabla 6. Dosificación para la fundición 2.

COMPONENTES DE PESO PARA NORMA ASTM				
COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	MUESTRA 1		MUESTRA 2
		Cilindro 1 (gr)	Cilindro 1(gr)	
A	Peso de la muestra seca en el aire	2261.4		2608.4
B	Masa saturada superficialmente seca	2498.9		2869.3
C	Masa saturada superficialmente seca después de baño maría	2524		2790.3
D	Masa bajo el agua después de baño maría	1321.2		1507.9
% DE ABSORCIÓN				
		MUESTRA 1	MUESTRA 2	
		Cilindro 1	Cilindro 2	
	% absorción por inmersión	10.50%	14.6%	
	% de absorción a baño maría	9.08%	9.08%	
	% Porosidad	16%		
	Caudal	/12 seg		

Fuente: Autores

C. FUNDICIÓN 3.

Para este caso se tiene la siguiente dosificación para 6 cilindros de concreto.

Tabla 7. Dosificación para la fundición 3.

	Cemento (1)	Grava (2)(45%)	Escoria gruesa (3)(45%)	Escoria fina (3)(10%)	Agua
Muestra 1	3500 gr	6400 gr	6400 gr	1620 gr	1100 L

Fuente: Autores

Los resultados con respecto a esta fundición son:

Tabla 8. Resultados para fundición 3.

CAUDAL Y PERMEABILIDAD			
	MUESTRA 1		Caudal (ml/seg)
	Cantidad agua	Tiempo de absorción	
Cilindros vibrados con martillo de goma	600 ml	8.10 seg	74.07
Cilindros vibrados con varilla y martillo de goma	600 ml	8.42 seg	71,25

Fuente: Autores

Para la compactación de las muestras se usó el martillo de goma y se produjo una vibración suave, debido a que si se realizaba con varilla de compactación se obtiene un asentamiento de los agregados finos y la porosidad se alterará. Sin embargo, para determinar el uso de varilla o martillo de goma es importante establecer el asentamiento de la mezcla, dado que si esta es mayor o igual a 25 mm se usa varillado y para menores a este valor debe usarse solo el vibrado (Solano, 2009). La compactación es un factor que influye en la resistencia a la compresión y en la permeabilidad del concreto, dado que genera la eliminación de vacíos y altera la permeabilidad de las muestras (Cardona, 2017).

4.2 Resistencia de los cilindros de concreto permeable

Los cilindros de concreto se sometieron a curado durante diferentes días y para determinar la resistencia de cada uno de ellos se sometieron estos a una carga, hasta fallarlos. Los resultados se observan a continuación:

Tabla 9. Resultados de resistencia de los cilindros.

	Tiempo de curado	Diámetro promedio	Resistencia			Peso
	(días)	(cm)	(kgf)	PSI	MPa	(gr)
Fundición 2	48	9.76	5736	1043.28	7.19	2848.9
Fundición 3	7	9.78	3268	594.28	4.09	2666
Fundición 3	14	9.86	3820	694.71	4.78	2736.2
Fundición 3	21	9.98	4021	731.28	5.04	2723.4
Fundición 3	60	9.45	8462	1538.57	10.60	2684
Cilindro testigo	48	7.03	1450	533.57	3.67	100.49

Fuente: Autores.

Para obtener una comparación más acertada sobre la resistencia del concreto poroso estudiado en esta investigación, se elaboró una viga de 53 cm de largo, 15 cm de ancho y 15 cm de alto, la cual soportó 646 kgf. Se comparó con otros estudios y la resistencia se encuentra entre 500 y 700 kgf (Calle, Archila, y Vargas, 2014). Se observa que las muestras que fueron sometidas a mayor tiempo de curado, presentan una resistencia mayor, pero estos valores son bajos con respecto a otros estudios, debido a que se encuentran resistencias entre 10.68 y 19.45 MPa (Porrás, 2017). Es importante recalcar que la resistencia se obtiene dependiendo de la dosificación y en comparación con otros trabajos experimentales se encuentra que esta investigación obtiene valores positivos frente a esos consultados. En este último el esfuerzo se presenta entre 3.9 y 8.8, en comparación con la investigación desarrollada de la cual se obtuvieron valores entre 3.67 y 10.60 MPa (León y Rosero, 2016). Este tipo de soluciones alternativas además de generar un aumento en la utilización de material residual siderúrgico permite el control de aguas de escorrentía y así disminuyen parcialmente la ocurrencia de deslizamientos y/o inundaciones que siempre son dañinas para la integridad de las personas.

5. CONCLUSIONES

La escoria litificada se debe usar solo como agregado fino por su alto desgaste y la escoria fosfórica si se puede usar como agregado grueso por que cumple con las normas al respecto.

El pavimento con escoria presenta resultados positivos para drenar las aguas de escorrentía superficial y arroja resistencias aceptables. Se recomienda continuar con las investigaciones en este sentido.

Con la utilización de escoria en la construcción de concreto permeable o poroso se disminuye la contaminación ambiental, dado que así se

le da un uso y se evita que sea almacenada en depósitos, con problemas de degradación del ambiente.

Para crear concretos permeables o porosos es fundamental tener en cuenta la relación de agua-cemento, ya que este es un factor que lo hace poroso y en lo posible debe estar cercano al 0.31, como se encontró en esta investigación. Para evitar el asentamiento de los agregados el tipo de vibrado que se le debe llevar a cabo sólo envuelto en papel vinipel y vibrado únicamente con martillo de goma.

Con el concreto permeable, construido en vías de flujo vehicular liviano se disminuyen las inundaciones y se evita que haya agua en abundancia en las vías, cuando está lloviendo. Si hay agua y un vehículo necesita frenar de emergencia este se puede deslizar por la película de agua que se encuentra en las vías.

Con el concreto permeable hay un control a las aguas lluvias y se pueden conducir con más facilidad y menos peligro cuando llueve. Así disminuye parcialmente el incremento en el caudal de los efluentes y puede disminuir la erosión por el lavado que genera el agua.

6. REFERENCIAS

- Araque, L. M. P., y García, D. P. S. (2011). Análisis de la valorización de escorias negras como material agregado para concreto en el marco de la gestión ambiental de la siderúrgica Diaco. municipio Tuta Boyacá. Universidad de la Salle, Bogotá, D.C.
- ASTM, A. S. for testing and materials (2008). Standard test method for density and void content of freshly mixed pervious concrete. Recuperado de http://www.necementshippers.com/uploads/1/3/5/5/13550031/astm_c1688.pdf
- Cabello, S., Campuzano, L., y Sánchez, C. (2015). Concreto poroso: constitución, variables influyentes y protocolos

para caracterización. Revista Científica Cumbres, 1(1). Recuperado de <http://investigacion.utmachala.edu.ec/revistas/index.php/Cumbres/article/view/4/5>

Calle, Y., Archila, O., y Vargas, J. (2014). Análisis de la tecnología apropiada para la disposición de aguas lluvias, caso de estudio parque industrial Santo Domingo del municipio de Mosquera - Cundinamarca. Universidad Católica de Colombia, Bogotá, D.C. Recuperado de: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1735/1/TRABAJO%20DE%20GRADO%20REVISION%20COMPLETA%2020%20ENERO%202015.pdf>

Cardona, H. (2017). Propiedades mecánicas y de filtración en hormigones permeables con cemento portland e hidráulicos. Universidad San Francisco de Quito, Quito. Recuperado de: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6500/1/131601.pdf>

Cruz, C., Segovia, A., González, M., Lizárraga, L., Olguín, F., y Rangel, Y. (2014). Diseño de un concreto permeable para la recuperación de agua. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Recuperado de: <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/6287/>

Cruz, R., Pérez, L., Acosta, D., y Castillo, K. (2013). Propiedades del concreto con sustitución de escoria de horno de cubilote como agregado fino y escoria granulada. Revista Colombiana de Materiales, 1(5), 291-296.

Ferreira, D., y Torres, K. (2014). Caracterización física de agregados pétreos para concretos caso: vista hermosa (Mosquera) y mina Cemex (Apulo). Universidad Católica de Colombia, Bogotá, D.C. Recuperado de: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1655/1/TRABAJO%20DE%20INVESTIGACION%203%2093N.pdf>

Gallo, C. A., y Posada, E. M. (2017). Diseño de un pavimento en concreto poroso con adición de agregados de concreto reciclado para la construcción de un modelo a escala. Universidad de la Salle, Bogotá, D.C. Recuperado de: http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/3082/Dise%F1o_aplicacion_concreto.pdf?sequence=1

Guerrero Sierra, H. F., Vega, M. E., Acosta Castellanos, P. M., González Cuenca, D., Molina O, D., Montes Ramírez, A. M., Vivas Cortés, O., Otálora Buitrago, A., Rúa Castaño, J. R., Garzón Romero, E., Suárez Reina, K. S., Neu, T., Zimmermann, L., Hernández Bernal, J. A., Castiblanco Roa, L. N., Castillo Lozano, A. D. P., García Estévez, J., Villanueva Parra, P. A., Mora Lemus, G., ... Vargas Prieto, A. (2019). Estudios sobre medio ambiente y sostenibilidad: una mirada desde Colombia. In Estudios sobre medio ambiente y sostenibilidad: una mirada desde Colombia. Universidad Santo Tomas. <https://doi.org/10.15332/LI.LIB.2019.00178>

Hernández, R. A. C., Durán, D. M. F., y Bustos, L. P. (2014). Reemplazo del agregado fino por escoria de horno de Cubilote para la fabricación de concreto, 10, 6.

INVÍAS, Instituto Nacional de Vías. (2013). Capítulo 5 - Pavimentos de concreto. INVÍAS - Ministerio de transporte. Recuperado de: <https://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos1>

INVÍAS, Instituto Nacional de Vías. (2018, diciembre 20). Normas de ensayo de materiales para carreteras - Sección 200. INVÍAS. Recuperado de <https://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos1>

León, C., y Rosero, G. (2016). Optimización del diseño de una mezcla de hormigón permeable a partir de tres distintas graduaciones. Universidad Central de Ecuador, Quito. Recuperado

- de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7870/1/T-UCE-0011-243.pdf>
- Marín, G. H. C. (2014). Análisis de Ciclo de Vida (ACV) del proceso siderúrgico. Universidad Nacional de Colombia, Manizales- Colombia.
- NRMCA, N. R. M. C. A. (2011). El concreto en la práctica. NRMCA. Recuperado de: <https://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/CIP38es.pdf>
- Ochoa, R., Grimaldo, G., Orjuela, M., y Muñoz, C. (2018). Análisis del uso de escoria granulada en la fabricación de mezclas asfálticas para pavimentos, 39(37), 14.
- Perico, N., y otros (2012). Primeros pasos en la formación de docentes de Ingeniería civil, Tunja: Universidad Santo Tomás, en: http://www.ustatunja.edu.co/images/01-USTATunja/05-USTA-Tunja-ProgramasAcademicos/Pregrado/IngenieriaCivil/2017/Documentos/Primeros_pasos_en_la_formacin_de_docentes_de_Ingeniera_Civil.pdf
- Perico-Granados, N., Gómez, M., Calixto, M., y Bravo, V. (2013). Construcción sustentable del pavimento rígido. Caso: Troncal Central del Norte. Revista L'esprit Ingenieur, 4(1). Recuperado de: <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ingenieur/issue/view/73>
- Perico, N., Acosta, P., y Perico M., N. (2014). El ensayo para formar profesionales reflexivos. Ingenio Magno, 5(1), 111–119. <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ingeniomagno/article/view/885>
- Perico-Granados, N., Antolínez, M., y Rivera, J. (2014). Incidencia de las condiciones laborales en el clima del aula. Revista Quaestiones Disputatae, N 15, pp. 19-31. en: <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/qdisputatae/article/view/838/811>
- Perico-Granados, N., Sánchez, H., y Medina, J. (2015). Elementos para exposiciones orales en la formación profesional, Quaestiones Disputatae, Vol.: 8(16), 69-82
- Perico-Granados, N., Caro, C., y Garavito, L. (2015). El proyecto en la investigación formativa, Tunja: Investigium Ire, V 9, pp. 166-174, en: <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ivestigium/article/view/1156/1122>
- Porras, J. (2017). Metodología de diseño para concretos permeables y sus respectivas correlaciones de permeabilidad. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica. Recuperado de: https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/7109/metodologia_diseno_concretos_permeables_respectivas.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Solano, C. (2009). Análisis de flexo tracción del concreto permeable. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica. Recuperado de: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6253/analisisdela-flexotracciondelconcretopermeable.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Torres, L. E. (2010). Tecnología del concreto permeable o ecológico en la construcción. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Vélez, L. (2010). Permeabilidad y porosidad en concreto. Revista Tecnológicas, 169-187.

Estudio de factibilidad de la energía eólica en Boyacá

Wind Power Feasibility Study in Boyacá

Juan Pablo González G.
Ingeniero Civil
Universidad Santo Tomás Tunja
Correo-e: juanp.gonzalezg@usantoto.edu.co

Resumen

En nuestro medio las fuentes de energía eléctrica no son óptimas por los materiales y cambios que se hacen al medio ambiente, por ende, es necesario buscar metodologías que no afecten e influyan en el cambio climático. Para ello, se debe utilizar energías renovables como el viento. El departamento de Boyacá posee una topografía de montañas y vientos grandilocuentes lo cual lo hace una condición favorable en recursos renovables de energía asociados al viento, contando con velocidades de vientos iguales o superiores a 5 m/s en varios meses del año es por esto que representa una opción idónea para la implementación de nuevas Fuentes No Convencionales de Energía Renovable como lo es la energía eólica, gracias a que contribuye a mejorar los niveles de contaminación y a amortiguar los cambios climáticos efectuados desde cierta responsabilidad por el ser humano. Se identificaron oportunidades de desarrollo eólico mediante el planteamiento de cuatro parques eólicos en distintos municipios del departamento boyacense con capacidad total instalada de 52,5 MW mediante 21 aerogeneradores de potencia nominal de 2,5 MW año con factores de carga superiores al promedio global ponderado del 2017 para la energía eólica "onshore". En la evaluación de los proyectos se obtienen indicadores financieros positivos que hacen atractivos los proyectos generando empleos, calidad de vida y yendo de la mano con el medio ambiente para el Departamento de Boyacá.

Palabras clave: Medio ambiente, energía eólica, fuentes de energía, vientos.

Abstract:

In our environment, electrical energy sources are not the most optimal due to the materials and changes made to the environment, therefore, it is necessary to look for methodologies that do not affect and influence climate change, for this, renewable energies such as the wind, The Department of Boyacá has a topography of mountains and bombastic winds, which makes it a favorable condition in renewable energy resources associated with the wind, with wind speeds equal to or greater than 5 m/s in several months of the year. For this reason, it represents an ideal option for the implementation of new Non-Conventional Sources of Renewable Energy such as wind energy, thanks to the fact that it contributes to improving pollution levels and mitigating climate changes made from a certain responsibility by human beings. Opportunities for wind development were identified through the proposal of four wind farms in different municipalities of the Boyacá Department with a total installed capacity of 52.5 MW through 21 wind turbines of nominal power of 2.5 MW per year with load factors higher than the global weighted average of the 2017 for onshore wind energy. In the evaluation of the projects, positive financial indicators are obtained that make the projects attractive, generating jobs, quality of life and going hand in hand with the environment for the Department of Boyacá.

Keywords: Environment, wind energy, energy sources, winds.

Para citar este artículo: González G., J.P. "Estudio de Factibilidad de la Energía Eólica en Boyacá" In L'Esprit Ingenieux. Vol. 12-1, pp. 54-69.

1. INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la civilización, la humanidad ha utilizado la energía eólica para producir potencia mecánica. Anteriormente lo hacían activando un sistema de propulsión de acción como lo es la vela y hace dos milenios lo hacían activando turbinas de acción como lo son los molinos de vientos. La vela como sistema propulsivo de embarcaciones y el molino de viento como motor industrial se desarrollaron sobre bases netamente empíricas y se perfeccionaron en numerosas variantes. No obstante, se dejaron de utilizar para la mayoría de las aplicaciones productivas cuando el desarrollo de las máquinas térmicas permitió al hombre aprovechar las grandes reservas de energía química almacenadas en los combustibles fósiles, convirtiéndolo a fuerza motriz y energía eléctrica. El problema empezó cuando se descubre que estas fuentes de energía se encuentra en una cantidad limitada y una vez se consume en su totalidad, no se puede sustituir, ya que no existe una forma de producción o una extracción viable (Universidad Libre, 2020). Es allí donde nos devolveremos a la evolución del aprovechamiento de la energía eólica, en donde tuvo que intervenir Poul La Coure, un meteorólogo en donde su pasión era el viento. Él construyó su propio túnel de viento y usaba la electricidad producida por sus turbinas para obtener hidrógeno de la electrólisis y alimentar las lámparas de su escuela, donde enseñaba cómo producir electricidad del viento. Pues bien, los daneses fueron pioneros en este campo, en la década de 1890. La Coure construyó varios generadores de gran tamaño en su escuela de Askov Folk. En 1904 fundó la Sociedad de Electricistas del Viento y publicó una revista. Gracias a sus esfuerzos, en 1918 había unas 120 empresas en Dinamarca que se proveían de electricidad, un 3 por ciento del consumo total del país. Una cierta tendencia a la baja quedó compensada por las penurias de la Segunda Guerra Mundial, en los años cuarenta del siglo XX, la compañía F. L. Smith empezó a construir aerogeneradores de dos y de tres palas, siendo los de tres más eficientes. En 1950, el ingeniero Johannes Jul., alumno de La Coure, inventó un sistema para obtener corriente alterna de los aerogeneradores. Su diseño más conocido es el tripala Gedser de 200 Kw, construido entre 1956-1957, muy por encima ya de los 12 Kw que obtenía Brush en Cleveland. Incluso la NASA utilizó este modelo para el nuevo programa estadounidense de energía eólica. La crisis del petróleo de 1973 obligó a construir grandes aerogeneradores. En los años 1980 se instalaron miles de ventiladores gigantes en California, pero el que más energía obtiene del viento en relación con su consumo sigue siendo Dinamarca, con unos 5.500 aerogeneradores que producen unos 3.000 Mw. En la actualidad se fabrican turbinas tan grandes que son capaces de producir ellas solas hasta 2,5 Mw de energía, con rotores de hasta 80 metros de diámetro (CurioSfera, 2020). Por otra parte, según la historia y la información recopilada, los cambios climáticos y ambientales que ha hecho el ser humano en el transcurrir de su historia demuestra que debemos pausar y pensar en otras fuentes inagotables como lo es la energía eólica. Por tanto, se opta por estudiar y comparar las ventajas de utilizar los diferentes tipos de energías alternativas (eólica) en el departamento de Boyacá. Pues bien, se ha venido estudiando acerca de la factibilidad de la energía renovable, no ha salido a flote gracias a la mediocridad y falta de interés por parte del gobierno. Otro factor ha sido el comportamiento de los vientos ya que no son constantes a lo largo del tiempo, de ahí que no se haya dado por aceptada su factibilidad. El fin de este proyecto es basarse en identificar las ventajas y desventajas en la implementación de la energía eólica para el departamento de Boyacá e indagar qué factores afectarían en el ámbito ambiental por parte de la construcción en estas desde el punto de ingeniería civil. Por medio de fuentes secundarias e información de estudios realizados anteriormente este proyecto es netamente investigativo por ende no implica la implementación de ningún equipo o técnica para la medición y la toma de datos en campo.

2. MÉTODOS ESTANDARIZADOS PARA LA MEDICIÓN DE PARÁMETROS

Para nuestro proyecto se van a realizar la medición de la velocidad del viento y Dirección del viento. Para la velocidad del viento se pueden utilizar dos técnicas, la más común es por medio del uso mecánico, donde por medio de aspas separadas en ángulo de 120° , por acción del viento se mueven alrededor del eje vertical activando un contador de revoluciones para así poder determinar la velocidad del viento exacta. En segunda opción, podemos utilizar la escala de Beaufort para indicar la dirección y la intensidad medida en nudos del viento. Este método cuantifica la velocidad desde 0 hasta 12, donde 0 se denomina calma total y su velocidad es menor a 1,9 Kilómetros por hora y 12 se denomina fuerza de un huracán con velocidades superiores a 119 Kilómetros por hora en adelante (Rico, 2018).

2.1 Conceptos

Algunos conceptos que nos permitirán familiarizarnos con la energía eólica y a comprender de qué trata el trabajo:

Aerogenerador: es un dispositivo mecánico que convierte la energía del viento en electricidad. Sus precedentes directos son los molinos de viento que se empleaban para la molienda y obtención de harina. En este caso, la energía eólica, en realidad la energía cinética del aire en movimiento mueve la hélice y, a través de un sistema mecánico de engranajes, hace girar el rotor de un generador, normalmente un alternador trifásico, que convierte la energía mecánica rotacional en energía eléctrica. Los aerogeneradores se agrupan en parques eólicos distanciados unos de otros, en función del impacto ambiental y de las turbulencias generadas por el movimiento de las palas (Moreno-Cortés, 2013).

Aspas: la parte de la turbina que recibe directamente la energía del viento; los diseños avanzados están orientados a aprovechar al

máximo esta energía. Un rotor está compuesto, generalmente, por dos o tres aspas cuyo tamaño comercial oscila entre los 25 y 50 metros y pueden pesar más de 900 Kg cada una (Universidad Nacional de Colombia, 2018).

Combustibles Fósiles: sustancias combustibles procedentes de residuos vegetales o animales almacenados en periodos de tiempo muy grandes. Son el petróleo, gas natural, carbón, esquistos bituminosos, pizarras y arenas asfálticas (Benavides, 2018).

Controles: los diversos sistemas de control son coordinados y monitoreados por una computadora y puede tenerse acceso a ellos desde una ubicación remota. El control de ajuste gira las aspas para mejorar el desempeño a diferentes velocidades de viento. Otro control pone a la turbina en la dirección del viento. Los controles electrónicos mantienen un voltaje de salida constante ante los cambios de velocidad. El generador de velocidad variable es una parte importante que permite diseñar sistemas efectivos desde el punto de vista económico (Guerrero Hoyos, 2019).

Energías Renovables: son aquellas que se producen de forma continua y son inagotables a escala humana. El sol está en el origen de todas ellas porque su calor provoca en la Tierra las diferencias de presión que dan origen a los vientos, fuente de la energía eólica. El sol ordena el ciclo del agua, causa la evaporación, que provoca la formación de nubes y, por tanto, las lluvias. También del sol procede la energía hidráulica. Las plantas se sirven del sol para realizar la fotosíntesis, vivir y crecer. Toda esa materia vegetal es la biomasa. Por último, el sol se aprovecha directamente en las energías solares, tanto la térmica como la fotovoltaica (Guerrero Hoyos, 2019).

Eólica: la energía eólica es la energía producida por el viento. Como la mayor parte de las energías renovables, la eólica tiene su origen en el sol, ya que entre el 1 y el 2 % de la energía proveniente del sol se convierte

en viento, debido al movimiento del aire ocasionado por el desigual calentamiento de la superficie terrestre (Benavides, 2018).

Generador: aparato que produce energía eléctrica a partir de otro tipo de energía; puede ser de tipo mecánico (alternador y dinamo) o químico (pila) La alta velocidad de rotación que se obtiene del sistema de transmisión se conecta al generador que produce electricidad a partir del movimiento, como en los tradicionales sistemas de vapor.

Mapa Eólico: mapa en donde se representan sobre un determinado territorio velocidades medias del viento, direcciones predominantes, ráfagas, etc. Las líneas del mapa que unen puntos de igual velocidad media se denominan isoventas.

Rotor: está compuesto por las aspas y el eje al que están unidas.

Torre: existen dos tipos de torres; de mono tubo o tubo sólido de acero y de armadura. Las alturas varían con el tamaño del rotor entre los 25 y 50 m.

Transmisión: la potencia se transfiere mediante el eje de rotación a una serie de engranes, o transmisión, que aumentan la baja velocidad de rotación de las aspas, del orden de las 60 revoluciones por minuto (rpm), a una velocidad de entre 1,500 y 2,000 rpm.

3. FACTIBILIDAD Y ALCANCE

Este proyecto es posible gracias a la energía eólica la cual es una fuente inagotable y ayuda a apaciguar el agotamiento de combustibles fósiles y el cambio climático. Es una tecnología de aprovechamiento totalmente madura y puesta a punto. La energía eólica ha probado ser más confiable que la energía solar en montañas altas y nubladas como pueden ser la topografía de Boyacá generalmente presenta buen régimen de vientos aproximadamente 5m/s. Ahora bien, la ocupación de la energía eólica

en diferentes partes del mundo (Europa, Estados Unidos y países latinoamericanos) nos demuestra lo factible que puede llegar a ser, esta energía está presente en un total de 79 países; 24 de ellos tienen más de 1.000 megavatios instalados.

En términos de acumulación de megavatios, los cinco mercados principales son China, Estados Unidos, Alemania, España e India. Gracias a esto sabemos que grandes potencias la han venido utilizando y cambiando a este bando de energía renovable y amigable con el medio ambiente. En cuanto a Boyacá, sabemos que para el año 2021 en Aquitania, Duitama y Samacá se construirían cuatro parques eólicos como complemento a la actual oferta de energía convencional generada por hidroeléctricas y con el objetivo de mitigar riesgos ante la vulnerabilidad del servicio durante temporadas de sequía. Para elegir estos tres municipios, se tuvo en cuenta que estuvieran ubicados en zonas con alta irradiación solar y velocidad del viento, lo cual fue corroborado por 26 estaciones meteorológicas. Además, era indispensable contar con una zona amplia para la construcción de las plantas de energía. Para la construcción de este importante **parque eólico**, se necesitará una inversión de 45 millones de dólares, los cuales saldrán del gobierno departamental, mientras que el restante, que puede ser unos 150 millones de dólares, los colocará el Estado. Por ahora, el proyecto se encuentra en la fase de factibilidad y licenciamiento. Los parques eólicos tendrían capacidad de generar aproximadamente 52,5 megavatios, de las cuales dos proyectos en Samacá proporcionarían 20 megavatios cada uno. El estudio partió del registro de velocidad y dirección del viento en Boyacá, tomados en 26 estaciones meteorológicas con datos desde 1969 a 2015. De ellas, 23 son del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y los tres restantes de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR).

4. ESTADO DEL ARTE

Según Benavides, a nivel mundial hay una concientización cada vez mayor sobre la importancia de la energía renovable y la eficiencia energética, las cuales buscan no sólo para atender el cambio climático, sino crear nuevas oportunidades económicas y proporcionar acceso a la energía a miles de millones de personas que aún no cuentan con servicios modernos para el suministro de energía, junto con la reducción de la contaminación del aire a nivel local, la seguridad energética y la generación de empleos a nivel local (Benavides, 2018).

Por consiguiente, la caracterización del potencial eólico según la ingeniera Renata, la energía eólica en el mundo presentó un crecimiento en el año 2016, incrementando su capacidad en 55 GW, equivalentes a un aumento del 12 % respecto a la energía estimada para el año 2015, obteniendo un total mundial de alrededor de 487 GW. Más de la mitad de la capacidad de generación de energía eólica del mundo se ha producido durante los últimos cinco años. A finales del año 2016, más de 90 países se encontraban desarrollando proyectos eólicos, mientras que 29 países de todas las regiones del mundo lograron tener más de una GW en operación (Benavides, 2018).

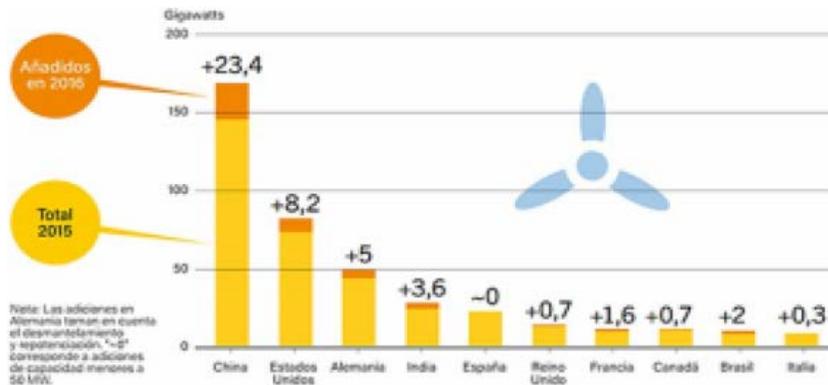
El 2016 fue un buen año para los mejores fabricantes de aerogeneradores. Al mismo tiempo, la innovación tecnológica continuó en cara a la rivalidad con el gas natural de bajo costo y la competencia cada vez mayor con la energía solar FV. Por otro lado, se siguieron abriendo mercados nuevos alrededor del mundo. La energía eólica marítima vio la puesta en marcha de los primeros proyectos comerciales en la República de Corea y en Estados Unidos; Alemania, China y Países Bajos también realizaron adiciones sustanciales de nueva capacidad. Al menos 24 países cubrieron el 5 % o más de su demanda anual de electricidad por medio de energía eólica en 2016, y por lo menos 13 cubrieron más del 10 % 28 Identificación de proyectos con potencial de generación de energía eólica como complemento a otras fuentes de generación eléctrica en el departamento de Boyacá. En cada vez más lugares la energía eólica es la opción menos costosa para capacidades nuevas de generación de energía; mientras que en África, Asia y América Latina siguen surgiendo mercados nuevos, China se mantuvo como el mercado más grande, rebasando a Europa en capacidad total (Ver Figura 1.), según la información presentada en el Reporte de la Situación Mundial de las Energías Renovables del año 2017 de REN 21 (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century) 18 (Benavides, 2018).

Figura 1. Capacidad Mundial de Energía Eólica



Fuente: (Benavides, 2018) Capacidad mundial de Energía Eólica. *Crecimiento Anual, 2006-2016*. Recuperado de: <http://bdigital.unal.edu.co/64252/3/1018424888.2018.pdf>

Figura 2. Capacidad de energía eólica y adiciones de los diez países líderes



Fuente: (Benavides, 2018) Capacidad de Energía Eólica y adiciones para los 10 países líderes en el año 2016. Recuperado de: <http://bdigital.unal.edu.co/64252/3/1018424888.2018.pdf>

No obstante, el mercado latinoamericano para el año 2016 fue uno de los mercados de más crecimiento en energía eólica y energía solar fotovoltaica. Ocho países de Latinoamérica agregaron más de 3,5 GW de capacidad en 2016, con lo que la capacidad total de la región alcanzó 18,6 GW al final del año. Brasil continuó liderando en la región en energía eólica y también figuró entre los 10 primeros productores mundiales de electricidad a partir de esta fuente. En 2016, Brasil instaló 2 GW, alcanzando una capacidad instalada total superior a 10,7 GW; el país cubrió el 5,7 % de su demanda eléctrica de ese año gracias al viento. Otros países de la región que añadieron capacidad incluyen Chile (0,5 GW), que tuvo un año récord; México (0,5 GW), que realizó su primera subasta en 2016; Uruguay (0,4 GW) y Perú (0,1 GW). Tanto Chile como Uruguay superaron la marca de 1 GW de capacidad total instalada. Argentina no puso en marcha nueva capacidad, pero creó una sólida cartera de más de 1,4 GW de proyectos a lo largo del año en respuesta a las subastas (Benavides, 2018). Pues bien, todo esto generó que los precios de compra fuesen más bajos, debido en parte al aumento en recursos energéticos renovables de la región. Los costos variaron ampliamente de acuerdo con el recurso eólico, la reglamentación propia de cada país, el costo de la inversión, las restricciones de generación, entre otros. Para el año 2016, las mejoras tecnológicas y la disminución en los costos totales de instalación generaron que la energía eólica terrestre estuviera dentro del mismo rango de costos o incluso inferior, a la nueva generación con recursos fósiles (Benavides, 2018). La ingeniera Renata explica que al igual que los principales países de Latinoamérica, Colombia buscó aprovechar el potencial de generación con fuentes no convencionales. Desde el año 1999 Empresas Públicas de Medellín presentó un estudio de viabilidad técnica, económica y ambiental, con el fin de desarrollar nuevas tecnologías de generación para el país, el cual para el año 2000 tuvo apoyo del programa TERN –Technical Expertise for Renewable Energy Application- del gobierno alemán para el fomento de la energía eólica, y que logró materializarse para el 30 de mayo de 2004 con la identificación de proyectos con potencial de generación de energía eólica como complemento a otras fuentes de generación eléctrica en el departamento de Boyacá año 2004, cuando se realizó la instalación de su primer parque eólico “JEPİRACHI”, ubicado en las proximidades de Puerto Bolívar en el departamento de La Guajira, el cual cuenta con un potencial de 19,5 MW, está conformado por 15 aerogeneradores Nordex N60/250 que producen 1,3 MW cada uno (juntos generan un total de 19,5 MW) y están distribuidos en un terreno de 1,2 km² paralelo a la costa de la Guajira Colombiana (Benavides, 2018).

“En Colombia existe un potencial extraordinario por desarrollar principalmente en el Departamento de la Guajira y, en menor grado, en otras regiones del país. Suponiendo una densidad conservadora de 4,9 MW/km², entonces el potencial a instalar para la generación con energía eólica sería de 99 GW, en donde los recursos más promisorios para la generación de electricidad estarían ubicados principalmente en la Costa Atlántica (UPME, 2010). Generadores como Electro-Wayúu E.S.P e ISAGEN, y EE.PP.M han manifestado disposición para incursionar en proyectos en el departamento de la Guajira debido a su alto potencial. Adicionalmente, se cuenta con iniciativas privadas de capacidad menor o igual a 5 kW, como Isla Fuerte en el departamento de Córdoba, que en 2008 se embarcó en el proyecto, de un sistema Híbrido Solar Fotovoltaico y participación Eólica con apenas 2 kW y un sistema de generación eólica de 7 MW y una planta de procesamiento de residuos sólidos y generación con una capacidad de 1 MW en San Andrés. (UPME, 2010). En este sentido, las investigaciones realizadas hasta ahora en Colombia se enfocan en las zonas costeras (Guajira), zonas bajas y cálidas (Cúcuta) y la isla de Providencia. Se requiere de estudios adicionales para evaluar el potencial eólico con mayor precisión y considerando factores tales como la existencia de redes de transmisión, accesibilidad a la región e incidencia sobre la confiabilidad del SIN. El avance más importante respecto a su caracterización del recurso eólico en Colombia ha sido la publicación del Atlas de Viento y Energía Eólica de Colombia desarrollado por la UPME y el IDEAM y publicado en el año 2006 y actualizado en versión interactiva para el año 2015. Dicho estudio se constituye en la herramienta básica para la estimación preliminar del potencial y la identificación en el territorio nacional de zonas que mantienen velocidades de viento altas y persistentes a lo largo del año” (Benavides, 2018).

Según Benito, un mercado energético como el colombiano, en donde la energía eléctrica es producida principalmente por hidroeléctricas, está obligado a contar con plantas de

generación de energía firme que suplan la demanda energética en caso de sequías. El gobierno colombiano se propone que en 2020 el 6,5 % de la capacidad instalada en el SIN y el 30 % de la generación eléctrica del país (conectada y no conectada) sea generada a partir de fuentes renovables. Sin embargo, la entrada de las energías renovables al mercado energético colombiano ha tenido que enfrentar múltiples barreras. Entre estas barreras identificadas, se encuentran: la alta inversión inicial, el débil marco legal o la falta de políticas energéticas, la falta de incentivos financieros, la deficiente infraestructura, el rechazo cultural o la aceptación social y la información limitada del recurso viento disponible (Rosso-Cerón, et al., 2015). Algunas de las barreras mencionadas pueden enfrentarse a partir de la elección de sitios apropiados para la generación eólica. Por ejemplo, los proyectos deberían situarse cerca de la infraestructura (vías y redes de transmisión eléctrica) que se encuentra actualmente construida; de esta forma también se disminuyen los costos asociados al transporte de los equipos y a la conexión a la red eléctrica. El rechazo social se puede afrontar ubicando los proyectos eólicos lo suficientemente alejados de zonas pobladas (Guerrero Hoyos, 2019).

El Departamento de Boyacá cuenta adicionalmente con el estudio del potencial de generación de energía eólica en la zona del Páramo de Chontales en los municipios de Paipa y Sotaquirá en el departamento de Boyacá en el año 2012. En dicho estudio se realizó la instalación de una estación de monitoreo en la zona para el periodo junio 2010 – enero 2011 y que junto con información de cuatro estaciones meteorológicas del IDEAM, permitieron estimar que la velocidad promedio para el periodo analizado, en meses de altos vientos (junio-septiembre) y meses bajos vientos (diciembre-enero) es de 4,5 m/s, lo cual indica que a lo largo del año podría existir un importante potencial de energía eólica aprovechable ya sea para bombeo de agua o para generación de energía eléctrica. La potencialidad de producción energética neta de acuerdo con el promedio de velocidad

del viento obtenida para la zona es de 11,95 W/m². Los vientos máximos analizados sugieren que en todos los meses analizados pudieran existir horas durante el día de generación importante de energía eléctrica que pudiera ser acumulada en baterías para ser aprovechada en horas de baja intensidad de los vientos (Avellaneda, 2012). A partir de los resultados encontrados en el estudio el autor afirma que existe un recurso energético suficiente para satisfacer las necesidades básicas de la población rural de la zona de estudio. Debido a que la disponibilidad de información de registros de velocidad y dirección del viento en el departamento ha aumentado con la instalación de nueve estaciones automáticas a partir del año 2004 por parte del IDEAM, las cuales no fueron consideradas en los estudios descritos y que todas las estaciones convencionales medidoras de viento no fueron empleadas en la elaboración del Atlas de Viento y Energía Eólica, se plantea la necesidad de realizar una identificación de proyectos con potencial de generación eólica con una caracterización actualizada y más completa del comportamiento del viento en el Capítulo 3.33 Departamento y a partir de la cual se realice un planteamiento preliminar de los parques eólicos requeridos para el aprovechamiento del recurso (Benavides, 2018).

Ahora bien, algo que no podemos ocultar es el cambio climático. Benavides nos indica que se ha venido configurando como uno de los principales desafíos para las sociedades contemporáneas, en los próximos años, lejos de disminuir el consumo de energía, vamos a necesitar más. Por lo anterior, el país no puede seguir dependiendo del recurso hídrico para generar electricidad ni seguir quemando combustibles fósiles, debido a que dentro de las consecuencias del cambio climático se prevé una disminución en las precipitaciones en diversas áreas de Colombia. Esto tendría un impacto negativo en la generación de electricidad mediante centrales hidroeléctricas (Paredes, Ramírez, 2017). Para afrontar problema del cambio climático es necesario un cambio importante en los sistemas energéticos actuales. Colombia ha venido avanzando

de gran manera con la generación de información dando cumplimiento de los compromisos adquiridos con la firma y aprobación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático – CMNUCC, generando las Comunicaciones Nacionales de Cambio Climático, un proceso de construcción colectiva interinstitucional que lideran el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, el Departamento Nacional de Planeación - DNP y la Cancillería de Colombia; con el apoyo permanente del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD y del Fondo para el Medio Ambiente Mundial - FMAM, estas comunicaciones son la principal fuente de 36 Identificación de proyectos con potencial de generación de energía eólica como complemento a otras fuentes de generación eléctrica en el departamento de Boyacá información y conocimiento técnico para apoyar la toma de decisiones de las instituciones, los sectores, las regiones y otros interesados, sobre los potenciales efectos del cambio climático en Colombia, de modo que se contribuya a la construcción de un futuro sostenible que mejore el bienestar humano de los colombianos.

Adicionalmente, se han producido estudios como el Inventario nacional y departamental de Gases Efecto Invernadero en el marco de reducción de las emisiones de Gases Efecto Invernadero - GEI en un 20 % de manera voluntaria, como aporte a la meta de evitar llegar a un incremento de 2 grados en la temperatura media global. Colombia se posiciona como un país ambicioso y propositivo en estos temas, de manera articulada al Acuerdo de París que plantean desafíos en el largo plazo, los cuales tienen como fin atender las bases estructurales de la problemática global que impiden el desarrollo y el crecimiento económico. Durante los últimos años, nuestro país se ha visto cada vez más afectado por la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos que han impactado con más frecuencia y severidad a nuestra sociedad, nuestra economía y nuestro ambiente. Solo por mencionar los

más recientes, el fenómeno de La Niña 2010-2011 y el fenómeno de El Niño 2015-2016 reportaron cuantiosas pérdidas para el país (IDEAM et al., 2016). Debido al aumento de temperatura con reducción significativa de lluvias, el fenómeno de El Niño amenaza la seguridad en el suministro por reducción de la oferta e incremento de la demanda. Igualmente genera pérdidas económicas por el pago de electricidad con altos precios y amenaza los ingresos de los generadores hidroeléctricos por una menor generación (UPME, 2013).

Como consecuencia a estas situaciones, las centrales termoeléctricas generan más continuamente, estas representan el 36 % promedio de las emisiones del país del sector económico de minas y energía, el cual representa el 10 % de las emisiones totales del país (IDEAM et al., 2016). Por lo anterior es importante realizar inversiones en nuevos proyectos de generación y obras de transmisión asociadas a fin de recuperar los niveles de confiabilidad que la normatividad señala y reducir las emisiones del sistema (UPME, 2015). Respecto a las investigaciones realizadas en el mundo se encontró que debido al cambio climático se podría alterar la distribución geográfica y/o la variabilidad intra e interanual de los recursos eólicos, así como la calidad de esos recursos y/o la prevalencia de los fenómenos meteorológicos extremos que pudieran afectar al diseño y funcionamiento de las turbinas Capítulo 3 37 eólicas. Las investigaciones realizadas hasta la fecha parecen indicar que es improbable que los valores plurianuales de la velocidad media anual del viento varíen en más de un ± 25 % en la mayor parte de Europa y América del Norte durante el presente siglo, y en otras zonas se encuentran realizando estudios más detallados para definir estas variaciones (IPCC, 2011). El Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) afirma que los principales beneficios medioambientales de la energía eólica se obtienen por desplazamiento de la electricidad generada mediante combustibles fósiles, resulta un tanto difícil estimar su cuantía, debido a las características

operacionales del sistema eléctrico y a las decisiones de inversión adoptadas en relación con las nuevas centrales.

A corto plazo, el aumento del componente eólico desplazará a las operaciones de las centrales alimentadas por combustibles de origen fósil. A largo plazo, sin embargo, se necesitarán nuevas centrales, y la presencia de la energía eólica podrá influir en los tipos de centrales que se construyan (IPCC, 2011). En términos generales, la literatura indica que hay diversas opciones para disminuir las emisiones de gases efecto invernadero de los sistemas energético, sin dejar por ello de cubrir la demanda mundial de servicios energéticos. Entre las principales opciones se encuentran la conservación y eficiencia energética, el reemplazo de combustibles de origen fósil, la inclusión de energías renovables, la energía nuclear, o la captura y el almacenamiento del dióxido de carbono. Para evaluar completamente una cartera de opciones de mitigación habría que evaluar sus respectivos potenciales de mitigación, su contribución al desarrollo sostenible y todos los riesgos y costos asociados.

5. RESULTADOS Y DATOS

Según la Unidad de Planeación Minero-Energética (Upme), el número de propuestas para la ejecución de **proyectos de energía renovable** aumentó en un 53 % en comparación con 2018. “En el último año emitimos aval para el montaje de 171 proyectos de energía renovable a 130 empresas, cuya potencia agregada suma 2.379 Mw, principalmente en iniciativas de energía solar fotovoltaica de pequeña escala y de energía eólica, con un beneficio potencial en exclusión de IVA estimado en \$66.000 millones de pesos”, explicó a Portafolio Ricardo Ramírez, director de la Upme. (UPME) Los vientos en Colombia están entre los mejores de Sudamérica. Regiones en donde se han investigado, como lo es el caso de la Guajira, han sido clasificados vientos de clase (cerca de los 10 m por seg. (m/s)). Y en la zona de Boyacá 5m/s. Colombia tiene un potencial estimado

de energía eólica de 21GW solamente en el departamento de la Guajira (lo suficiente para satisfacer casi 2 veces la demanda nacional de energía). Sin embargo, en Colombia solamente se ha instalado 19.5MW en energía eólica, explotando 0.4 % de su potencial teórico. Esta capacidad la aprovecha principalmente el Parque de Jepirachí, realizado por Empresas públicas de Medellín (EPM) bajo Carbón Financie, un mecanismo anexo al Banco Mundial. También hay varios propósitos bajo consideración, incluyendo un parque eólico de 200MW en Ipapure 22 Realizando la respectiva comparación entre los diferentes tipos de energías utilizadas en Colombia, se encontró lo siguiente: Colombia cuenta con una capacidad instalada de energía de aproximadamente 20 MW, la cual es generada un 70 % de hidráulica y un 30 % fósil, en cuanto a los costos de inversión para las tecnologías de energía renovable en Colombia según un estudio realizado por el Ministerio de Minas y Energía en el 2005 mencionaron los siguientes:

Tabla 1. Costos de inversión para las tecnologías de energía renovable en Colombia

FUENTE DE ENERGÍA	TECNOLOGÍA	COSTO EN DÓLARES POR KILOVATIO (US\$/KW)
Hidroeléctricas	Embalse (represa)	700-1,700
Energía solar	Sistemas solares fotovoltaicos	5,000-10,000
Viento (en costas)	Generación de electricidad	800-1,200 (a gran escala)
		hasta 3,000 (pequeña escala)
Energía geotérmica	Bombas	1,500-4,000
	Generación de Electricidad	3,000-5,000 (pequeña escala)
		1,500-2,500 (Gran Escala)
Biomasa	Combustión directa	2,800-5,000

Fuente: Moreno, 2013

Como se puede ver, los costos de inversión para obtener energía eléctrica a partir de las fuentes renovables son demasiado altos, y se puede analizar que, como se mencionó anteriormente, Colombia va por buen camino al generar la mayor parte de su energía. Gracias a la energía renovable hidráulica, puesto que es la energía más económica contribuyendo, de esta forma, a mejorar las condiciones ambientales a nivel mundial. Si se analiza desde una perspectiva nacional, se encuentra que para la respectiva construcción de centrales hidroeléctricas se necesitan grandes tendidos eléctricos. Además, los embalses producen pérdidas de suelo productivo y fauna terrestre debido a la inundación del terreno destinado para ello. También provocan la disminución del caudal de los ríos, arroyos bajo la presa alterando de esta forma la calidad de las aguas. Ahora, bien, si se analiza y se realiza un análisis comparativo entre la energía eólica y la energía renovable "Geotérmica". A pesar de las grandes ventajas de este tipo de energía, es relativamente fácil de obtener. El flujo de producción de energía es constante a lo largo del año, puesto que no depende de variaciones climáticas, es un completo ideal para las plantas hidroeléctricas, con una explotación cuidadosa se puede tener un recurso casi permanente. Algunas de sus desventajas son: los costos de construcción e instalación de este tipo de plantas son bastante altos por su alto costo de perforación de roca a altas temperaturas, al mismo tiempo que los sitios primarios de extracción se encuentra considerablemente alejados de las ciudades ocasionando grandes pérdidas de transmisión de electricidad y que en ciertos casos las emisiones de ácido sulfúrico pueden afectar la salud de los seres vivos ya que este ácido es muy corrosivos e irritante y afecta directamente el área de la 34 piel, los ojos, y de

las vías respiratorias y el tubo digestivo con la que entran en contacto si ocurre exposición a concentraciones suficientes 20. Es por esto que se determina que entre estos dos tipos de energía, la energía geotérmica y la energía eólica, se concluye que es más amigable con el ambiente la energía eólica, puesto que no emite a la atmósfera ningún tipo de contaminante y si volvemos a analizar los datos mencionados en la tabla de los costos de producción de la energía renovable, encontramos que la energía eólica es mucho más económica que la energía geotérmica, y que teniendo en cuenta que la energía eólica presenta una condición inagotable esto según la zona en que se instale (Moreno, 2013).

Pues bien, en el último año emitimos aval para el montaje de 171 proyectos de energía renovable a 130 empresas, cuya potencia agregada suma 2.379 Mw, principalmente en iniciativas de energía solar fotovoltaica de pequeña escala y de energía eólica, con un beneficio potencial en exclusión de IVA estimado en \$66.000 millones de pesos (UPME). La matriz energética del país se abastece principalmente de energía hidráulica llegando a tener cerca de un 70 % de la capacidad instalada en grandes centrales hidroeléctricas, debido a los inconvenientes que produce los fenómenos climatológicos (como el fenómeno del niño), la reducción de los costos de las tecnologías de las FNCER y a los acuerdos y metas que tiene el país para la reducción de gases de efecto invernadero como es el acuerdo de París. Se genera un ambiente adecuado para la inclusión de energías menos contaminantes dentro de la matriz energética como lo es la energía eólica. Desde 2003 se tiene una capacidad instalada en el país de 19,5 MW conectados al SIN los cuales no se han incrementado. Al comparar a Colombia con el resto del mundo, el país no cuenta con los mejores vientos para implementar estas tecnologías, en casos específicos como La Guajira y gran parte de la región Caribe al igual que zonas específicas de Risaralda, Tolima, Valle del Cauca y Boyacá cuentan con recursos aprovechables. Los potenciales para las regiones en el país se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Potenciales para diferentes zonas de la Región Central.

Área	Potencial eólico (MW de capacidad instalable)
Costa Norte	20000
Santanderes	5000
Boyacá	1000
Risaralda – Tolima	1000
Huila	2000
Valle del Cauca	500

Fuente: (Grupo de Investigación XUÉ, 2020)

Los proyectos con vigencia activa inscritos en la UPME se presentan de forma más detallada en la Tabla 3.

Tabla 3. Proyectos con vigencia inscritos en la UPME.

Nombre Proyecto	Capacidad MW	Departamento	Municipio
PUNTA COCOS	362.25	LA GUAJIRA	URIBIA
RICAUARTE	125.00	BOYACA	SAMACA
SAN MARTIN ENERGY GREEN	200.00	ATLANTICO	PIOJO
PARQUE EÓLICO GUAJIRA I	20.00	LA GUAJIRA	URIBIA
PROYECTO EOLICO UIRRAICHI - CHEMESKY	98.00	LA GUAJIRA	URIBIA
ACACIA 2	80.00	LA GUAJIRA	MAICAO
CAMELIA 1	52.00	LA GUAJIRA	MAICAO
CAMELIA 2	99.00	LA GUAJIRA	URIBIA
CAMELIA	99.00	LA GUAJIRA	URIBIA
PARQUE EÓLICO CARRIZAL	195.00	LA GUAJIRA	URIBIA
PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA	180.00	LA GUAJIRA	URIBIA
PARQUE EÓLICO IRRRAIPA	99.00	LA GUAJIRA	URIBIA
PARQUE EÓLICO APOTOLORRU	75.00	LA GUAJIRA	URIBIA
PARQUE EÓLICO GUAJIRA II	325.00	LA GUAJIRA	MAICAO
PARQUE EÓLICO VIENTOS GALERAZAMBA	9.90	BOLIVAR	SANTA CATALINA
PARQUE EÓLICO MAGDALENA	99.90	MAGDALENA	SITIONUEVO
PARQUE EÓLICO CULANTRAL	99.90	MAGDALENA	SITIONUEVO
PARQUE EÓLICO VIENTOS DE GALERAZAMBA II	60.00	BOLIVAR	SANTA CATALINA
PARQUE EÓLICO BOCA TOCINO	9.90	ATLANTICO	PIOJO
PARQUE EÓLICO COLIBRI III	92.00	BOYACA	RAQUIRA
PARQUE EÓLICO COLIBRI II	73.00	BOYACA	SACHICA
PARQUE EÓLICO DVIDIVI	150.00	LA GUAJIRA	URIBIA
EO200I	201.00	LA GUAJIRA	URIBIA
ANDREAS JUSAYU (ANTES CERRITO)	378.00	LA GUAJIRA	URIBIA
PARQUE EÓLICO EL AHUMADO	50.00	LA GUAJIRA	RIHACHA
ALPHA	212.00	LA GUAJIRA	MAICAO
SAN JUAN EÓLICO	103.20	LA GUAJIRA	FONSECA
EÓLICO CARRETO	9.90	ATLANTICO	JUAN DE ACOSTA

Fuente: (Grupo de Investigación XUE, 2020)

De los 28 proyectos eólicos vigentes inscritos en la UPME, tan solo tres se encuentran dentro de la Región Central, estos están ubicados en el departamento de Boyacá. La suma de potencias de los proyectos eólicos ubicados en Boyacá da 290 MW, lo que representa el 2 % de la capacidad instalada de los proyectos eólicos en vigencia inscritos en la UPME. En la Tabla 4 se muestran algunas especificaciones de estos proyectos.

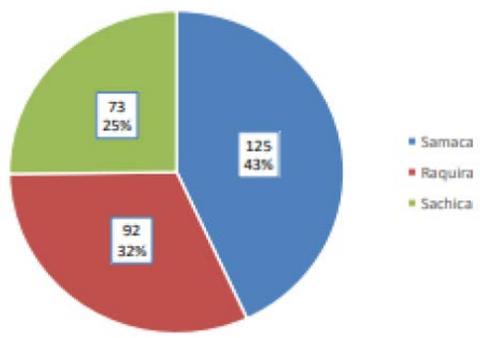
Tabla 4. Proyectos con vigencia inscritos en la UPME, Región Central.

Nombre Proyecto	Capacidad MW	Departamento	Municipio
RICAUARTE	125,00	BOYACA	SAMACA
PARQUE EÓLICO COLIBRÍ III	92,00	BOYACA	RAQUIRA
PARQUE EÓLICO COLIBRÍ II	73,00	BOYACA	SACHICA

Fuente: (Grupo de Investigación XUÉ, 2020)

Samacá es el municipio con mayor capacidad instalada en los proyectos inscritos en la UPME con el 43%, seguido de Ráquira con el 32 % y por último Sáchica con el 25 % que equivale a 73 MW, como se muestra en la Figura 3.

Figura 3. Capacidad de proyectos con vigencia inscritos en la UPME, Región Central.



Fuente: (Grupo de Investigación XUÉ, 2020)

6. CONCLUSIONES

La viabilidad económica en el escenario de energía eólica, en el departamento de Boyacá, aún no tiene un carácter económico fuerte para ser competitiva frente a las energías utilizadas por el departamento. Esto se debe a que los precios de operaciones existentes son más altos que los precios en bolsa, esto según una viabilidad económica de los dos escenarios, los proyectos no se ven viables ya que no poseen una recuperación en lo largo del plazo ya sea por no alcanzar un mínimo de ventas requeridas o por falta del capital necesario para recuperar pasivos generados en la deuda.

Los estudios y resultados obtenidos en el estudio de impactos ambientales fueron positivo, ya que los impactos al ambiente son manejables, bajo las condiciones actuales la implantación de parques eólicos en nuestro departamento no es económicamente factible pese a contar con una enorme reserva energética por las velocidades del viento presentadas en el Departamento de Boyacá.

Se necesitan políticas y apoyo del gobierno nacional para incentivar este tipo de proyectos con regulaciones que disminuyan y subsidien el valor tanto de compra de los equipos como el de infraestructura y puesta en marcha de los proyectos (tecnologías).

Colombia debe presentarse a entidades internacionales como el BID (Banco Internacional de Desarrollo), países desarrollados u a las organizaciones unidas y plantar un proyecto en cara a las energías eólicas que contribuyan al mejoramiento de la crisis ambiental que estamos pasando en todo el mundo, para poder lograr o aportar en uno de los 17 objetivos de desarrollo sostenible de las naciones unidas logrando esto gracias a su amplia experiencia en la utilización de este tipo de energía, fomentando el desarrollo de estos proyectos y además dando la posibilidad de condonar parte de la deuda bajo una serie de condiciones u aplicaciones en el medio ambiente o en las poblaciones vulnerables.

Gracias al siglo 21 y el pensamiento abierto de toda la sociedad, se están utilizando nuevos métodos de apoyo para el estudio de factibilidad de proyectos como este, los cuales contemplan una serie de factores económicos y de experiencia junto a otras opciones que serían consideradas como positivas y reales. Pese a que ya existen parques eólicos en Boyacá no son suficientes para ser competencia frente a las energías utilizadas por el departamento.

7. REFERENCIAS

Amézquita Pardo, L. G. y Cepeda Jiménez, J. E. (2021). Energía eólica, una alternativa ambientalmente sostenible desde el Ejército Nacional de Colombia. *Revista Brújula de Investigación*, 9(17). 48-66. <https://doi.org/10.21830/23460628.93>

Benavides, R. C. (2018). Identificación de proyectos con potencial de generación de energía eólica como complemento a otras fuentes de generación eléctrica en el departamento de Boyacá. Universidad Nacional de Colombia.

CurioSfero Historia. (28 de julio de 2020). Historia de la energía eólica. CurioSfera. <https://curiosfera-historia.com/historia-de-la-energia-eolica/> (Citado el 15 de octubre de 2020).

Rico, G. (6 de junio de 2018). Título del artículo. MONGABAY. <https://es.mongabay.com/2018/06/hidroelectricas-colombia-hidroituango/> (Citado el 5 de octubre de 2020).

Entrada bibliográfica: PORTAFOLIO. (17 de julio de 2019). Título del artículo. PORTAFOLIO. <https://www.portafolio.co/economia/boyaca-nuevo-foco-para-las-fuentesde-energia-renovable-531662>.

Moreno-Cortés, P.A. (2013). Energía eólica: ventajas y desventajas de su utilización en Colombia. Universidad Libre, 28. (Citado el 16 de octubre de 2020).

Moreno, J., Rodríguez, C., y Suesca, R. (2006). Generación híbrida de energía eléctrica como alternativa para zonas no interconectadas. *Ingeniería*, 12(1), 57-63.

Benavides, R. C. (2018). Identificación de proyectos con potencial de generación de energía eólica como complemento a

otras fuentes de generación eléctrica en el departamento de Boyacá. Universidad Nacional de Colombia.

Universidad Nacional de Colombia. (16 de julio de 2018). Tres municipios de Boyacá con potencial para generar energía eólica. *MEDIOAMBIENTE*, págs. 1-1.

Guerrero Hoyos, Benito y Vélez Macías, Fabio y Quintero, Diana. (2020). Energía eólica y territorio: sistemas de información geográfica y métodos de decisión multicriterio en La Guajira (Colombia). *Ambiente y Desarrollo*. 23. 10.11144/Javeriana.ayd23-44.eets.

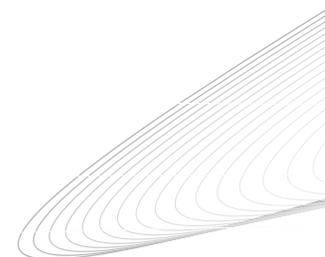
Grupo de Investigación XUÉ, S. D. (2020). Potencial energético eólico para la Región Central *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*, 45-95.

IDEAM, 2016. Boletín de Predicción Climática, 12, (1).

(IPCC) denhofer, Ottmar y Madruga, R.P. y Sokona, Youba y Seyboth, K. y Matschoss, Patrick y Kadner, Susanne y Zwickel, T. y Eickemeier, P. y Hansen, Gerrit y Schlömer, Steffen y Stechow, Christoph. (2011). *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 1-1075. 10.1017/CBO9781139151153.

Salamanca-Ávila, S. (2017). Propuesta de diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica. Caso de aplicación en la ciudad de Bogotá. *Revista Científica*, 30 (3), 263-277.

Universidad Libre. Energía eólica: ventajas y desventajas de su utilización en Colombia. <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10602/Monograf%C3%ADa.pdf?sequence=1> (Citado el 15 de octubre de 2020).



Consumismo y su afección al medio ambiente

Consumerism and Its Impact on the Environment

*Camacho Estupiñán Héctor Fabián; Chaparro Vargas Javier Andrés;
Franco Castañeda Duar Fabián; Pacheco Guerra Esteban;
Zea Noy Claudia Patricia; Espitia Cárdenas Teresa*

*Facultad de Ingeniería Civil
Universidad Santo Tomás Tunja
Correo-e: Teresa.espitia@usantoto.edu.co*

Resumen

El consumismo se refleja en la adquisición abusiva de productos innecesarios para actividades vitales del ser humano. Hoy en día las personas tienen a su alcance todo tipo de productos y bienes para satisfacer sus necesidades, desde las más básicas hasta las más sofisticadas. Sin embargo, este aparente beneficio supone un arma de doble filo, ya que el consumo desmedido por una parte minoritaria de la población mundial está derivando en un déficit de recursos. Por eso, en los últimos años se ha hecho necesario estudiar cómo consumimos y qué efectos tiene este hecho en el medio ambiente y la sociedad.

Palabras clave: Consumismo, Afección, Productos, Población.

Abstract

Consumerism is reflected in the abusive acquisition of products, which are not always necessary to meet the vital needs of the human being. Today people have at their disposal all kinds of products and goods to satisfy their needs, from the most basic to the most sophisticated. However, this apparent benefit is a double-edged sword, since excessive consumption by a minority part of the world population is leading to a deficit of resources. For this reason, in recent years it has become necessary to study how we consume and what effects this fact has on the environment and society.

Keywords: Consumerism, Affection, Products, Population

Para citar este artículo: Camacho-Estupiñán, H.F; Chaparro-Vargas, J.A; Franco-Castañeda, D.F; Pacheco-Guerra, E; Zea- Noy, C.P; Espitia-Cárdenas, T. "Consumismo y su Afectación al Medio Ambiente" In L'Esprit Ingenieux. Vol. 12-1, pp. 70-76.

1. INTRODUCCIÓN

El modelo de economía en la sociedad actual ha venido siendo lineal y se basa en la extracción de materias primas, manufactura y producción, distribución y compra y, por último, desecho. Durante la extracción de recursos naturales se obtienen materias primas y energía de la naturaleza para producir bienes y servicios. Muchos de estos recursos no son renovables o se regeneran muy lentamente, lo que supone un problema doble: por un lado, estamos alternando los ciclos o la capacidad de regeneración de algunos recursos, como por ejemplo el ciclo del agua. Y por otro lado estamos produciendo materias primas y energía de manera muy contaminante; por ejemplo, con la quema de combustibles fósiles. Durante la elaboración se introducen sustancias químicas perjudiciales que facilitan y aumentan la producción, se deslocaliza la producción a países en vías de desarrollo que en muchas ocasiones incumplen mínimos legales y se generan subproductos contaminantes o tóxicos (Animación V Promoción del Medio, 1993). El consumo abusivo en el medio ambiente, extrayendo sus recursos, es cada vez mayor y son muchos los argumentos en contra del consumismo que se pueden dar por el impacto que tienen en el medio ambiente (Animación y Promoción del Medio, 1995).

2. JUSTIFICACIÓN

Se da la pérdida de cantidad y calidad del agua por el vertido de desechos en el agua que generan la producción de muchas de las industrias que funcionan a altos niveles debido al consumismo. Asimismo, esta pérdida sucede por toda la basura que llega a ríos y mares por la irresponsabilidad de las personas al tirarlas en lugares no aptos para ello o bien, debido a derrames de petróleo y otras sustancias. Todos estos residuos son generados en una grandísima cantidad debido al alto nivel de gasto que hay hoy en día. El suelo acaba siendo contaminado a causa de la acumulación de basura por no disponer de una buena gestión de recogida de basura urbana, el uso de herbicidas y pesticidas en la agricultura intensiva o la extracción de minerales para obtener nuevas materias primas que acabarán siendo parte de algún producto. Todo esto son actividades relacionadas con el consumismo que afectan al medio ambiente, pero tampoco podemos dejar atrás todas aquellas construcciones que modifican el suelo para ofrecer nuevas viviendas u hoteles (Araujo, 1990).

La deforestación masiva que afecta al medio ambiente está provocada por la necesidad de obtener materias primas en enormes cantidades, como la madera o el suelo, para poder producir más productos o construir. Además, también se hace para despejar la zona para explotarla a través de la ganadería y agricultura intensiva satisfaciendo la demanda a nivel global. La contaminación del aire se da por diversos contaminantes y desde distintas fuentes, pero un ejemplo es el aumento de las emisiones de CO₂ y partículas contaminantes para producir energía a partir de la quema de combustibles fósiles, que servirá para los procesos de producción de muchos de los productos que entrarán en el mercado para abastecer los niveles de consumismo actuales (Bravo, Val y Uralde, 1995). Las industrias suelen construirse a las afueras de los núcleos urbanos, haciendo que esto afecte a la fauna y flora que habita en esas zonas. Además, la construcción de viviendas destinadas al sector turístico en áreas naturales son también una amenaza. En definitiva, el consumismo provoca que gastemos gran cantidad de recursos naturales, sobreexplotándolos, y además luego vertimos más basura en la naturaleza, por lo que esto afecta directamente a los seres vivos de distintos lugares, provocándose una grave pérdida de biodiversidad.

3. ESTADO DEL ARTE

El consumo es algo natural. Consumimos antes de nacer, desde el vientre materno estamos consumiendo a la vez que generamos materiales de desecho o residuales en el proceso. Consumir no sólo es natural para nosotros los humanos, el consumo es parte de los procesos naturales de sostenimiento y reproducción de la vida. Todos los seres vivos consumimos y producimos desechos o residuos. El consumir es una parte del proceso de intercambio de los seres vivos con el ambiente inmediato y mediato (Bauman, 2007). Ahora vivimos en la “sociedad del consumo”. El consumo ha pasado de ser una necesidad natural, “normal” a más que una necesidad: una parte central de la vida (Campbell, 2005). Se ha trastocado su naturaleza necesaria hacia una reformulación artificializante que desplaza las características propias del consumo a condiciones formales adoptadas como prerrequisito del ser dentro de la posmoderna sociedad de hoy, todavía surcada múltiplemente por las líneas del pragmatismo-utilitarismo-eclecticismo. En la modernidad se postuló al consumo como una necesidad de los individuos, pero a la vez se crearon las circunstancias, a tal grado, que se estableció como regla socioeconómica que el consumo era base del crecimiento, y, por tanto, sostén fortísimo e irrenunciable del desarrollo humano (Fraj-Andrés y Salinas, 2004). Las variaciones climáticas han existido desde hace millones de años, sin embargo, la actividad humana ha acelerado significativamente dicho problema; los principales factores que influyen en la acumulación de gases en la atmósfera y por ende al aumento gradual de la temperatura promedio de la superficie del planeta son los emitidos por las industrias, por esta razón los países desarrollados son los que más contaminación provocan. Los riesgos futuros relacionados con el clima dependen de la velocidad, el pico y la duración del calentamiento, especialmente cuando la temperatura máxima es demasiado alta alrededor de los 2°C, los impactos pueden ser duraderos o irreversibles incluyendo la pérdida de algunos ecosistemas, variaciones que de forma natural no se producirían. Ahora bien, hoy en día se

discute sobre el calentamiento global y los efectos que este tiene sobre el planeta tierra y se convierte en una realidad incontestable, el derretimiento generalizado de la nieve y el hielo en diferentes montañas y en las regiones polares, y el aumento del nivel del mar durante los últimos años desatará un incremento en la intensidad y frecuencia de desastres naturales.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Crear conciencia y responsabilidad ambiental en los lectores.

4.2 Objetivos específicos

Describir los impactos medioambientales producto del consumismo en la actualidad.

Informar sobre las acciones que reducen la huella de CO2 en el planeta.

Transmitir información confiable en la lucha contra el cambio climático.

5. CONSUMISMO Y MEDIO AMBIENTE

El mundo de hoy está en constante evolución en tecnología y sociedad; el desarrollo económico, las formas de pensar y la necesidad de nuevos artículos que se adapten a nuestras nuevas necesidades no son necesariamente importantes, pero debido a la tremenda presión que ejercen los medios de comunicación y la propia sociedad, estos requisitos son lo que somos al final, usaremos las razones que no conocemos, o las razones que ignoramos, para usar el dinero que no tenemos para comprar cosas que no necesitamos, así que caemos en el abismo del consumismo, pero en realidad, ¿tienes los medios para cubrir esas necesidades?, ¿medios económicos? Al adoptar el primer método, es importante citar la introducción en el texto: “centro comercial, la catedral

del consumo”, “Obviamente, el consumo es un verdadero paraíso para aquellos cuyos salarios superan la escasez” (Murray). Esta frase es correcta, pero no explica el cielo. ¿De qué está hecho el cielo? Es importante distinguir entre consumo y consumismo, el consumo se define como gasto en materias primas necesario y razonable, el consumismo es consumo innecesario.

Esta problemática y es que el consumo va más allá del exceso de gasto, ya que implica extracción, procesamiento, distribución y acumulación de material. Cada uno de estos procesos es necesario para producir los artículos que tenemos y, a su vez, generar un alto impacto ambiental; es evidente que este sistema algún día colapsará “es un sistema lineal y vivimos en un planeta finito, y no es posible hacer que un sistema lineal funcione indefinidamente en un planeta finito” (The Story of Stuff, Annie Leonard). Cuando los efectos que se generan son contra los recursos naturales y nuestro planeta, nos afecta, independientemente de nuestra clase social, seamos o no parte de un consumo excesivo; por otro lado, estamos perplejos por los lujosos y deslumbrantes artículos de Personas con alto poder adquisitivo, que dedican todo su tiempo a trabajar para obtener artículos cuyo único propósito es la inclusión en un determinado círculo social, dejando de lado la familia, el descanso, la recreación y otros factores que contribuyen a la buena salud física y mental. El consumismo conduce a una contaminación acelerada, que es causada por la irracionalidad, la falta de sensibilidad o el desconocimiento de las consecuencias de las acciones y los estilos de vida irresponsables, lo que resulta en el abuso de los recursos naturales. En este orden de ideas, la afectación del medio ambiente a causa del consumismo se ve reflejado en las siguientes ideas.

5.1 Consumismo de recursos naturales

A lo largo de la historia el consumo de recursos naturales viene siendo la base para el desarrollo de la civilización que con el tiempo se ha venido ampliando cada vez más en función

de su crecimiento haciendo mejores producciones y aumentando exponencialmente el consumo de materias primas. Este consumo tiene como consecuencia el aumento de los impactos ambientales a causa de la minería, los cuales se ven reflejados mayoritariamente en toda la tala de árboles, es contaminación del aire y de agua y daños permanentes al suelo cuanto es preocupante saber que toda esta extracción se realiza en todos los países actualmente en vía de desarrollo y que, debido a una reglamentación estricta y fuerte que impida explotar los recursos naturales, hace que sea grave fuertemente el exterminio natural y de los asentamientos humanos que se encuentran sobre yacimientos de minerales. Es un comportamiento que se mantiene y es una dinámica que básicamente consiste en que los países industrializados exploten y consuman los recursos naturales de los países menos desarrollados. Estos países de primer mundo tienen la tendencia de consumir cada día más haciendo que se necesiten más recursos día a día. Resulta innecesario y lógico saber que después de extraer algún mineral sigue su tratamiento que principalmente constituye la gran fuente de consumo de energía. También afecta directamente a que el medio ambiente se ha alterado debido a la producción de agentes volantes atmosféricos cuyo aumento es inverso al nivel de abundancia y riqueza de los materiales de la naturaleza.

5.2 Explotación agrícola de los suelos y ampliación del sector urbano

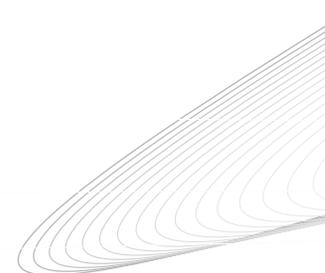
A causa de la constante y exponencial ampliación o expansión urbana que principalmente se aposenta sobre fondo de valle, produce una importante disminución de las superficies y suelos aptos para el cultivo. Para nadie es un secreto que el aumento del sector superficial está relacionado directamente al aumento del sector urbano como también a toda la diversificación y acumulación de ciertas funciones y de factores que ejercen sobre el medio una serie de causas que multiplican las necesidades espaciales. Otra razón de esta modificación al medio es debido a una necesidad de una buena comunicación entre estos

sectores urbanos que cada vez se amplían y la densidad de su población va de la mano de este crecimiento.

5.3 Afectación ambiental de acuerdo con el patrón de consumo agrario

La población mundial a lo largo del tiempo va en un crecimiento exponencial y constante que de acuerdo a los censos y estudios del número de habitantes en el mundo se dice que la cantidad de personas se duplica cada 30 años, y algo más agravante de este asunto es que a medida de la evolución de las generaciones y genes no consumista de la población, orienta al mundo industrializado, adoptar por medidas de dieta alimentaria que varían, lo cual ocasiona explotaciones al sector agrícola, y hacia los patrones del consumo, haciendo que el sostenimiento ambiental deje de estar equilibrado. Desde este punto de vista, existen dos ideas a considerar; cuando la población habla entre sí, se mentalizan de que el agua debe pagar un costo real de producción, tratamiento depuración, y conducción, pero nadie comenta algo al respecto sobre la importancia de que todos los productos agrícolas se paguen a un coste real de esta producción. Esto básicamente se produce ya que existe una relación muy estrecha entre lo que viene a ser un mecanismo inflacionario, con todas las altas del salario que se relacionan directamente con una baja competitividad de todos los productos del sector industrial y todos los servicios que se prestan. Con esto, todo el costo de los productos de base agrícola se mantiene en un nivel asequible, en función a una política que se mantiene llena de subvenciones que todo mundo paga de manera indirecta, debido a la presión del sector empresario agrícola en el incremento de una productividad. En esta productividad se empiezan a generar ciertos factores que afectan al ambiente: uso de sustancias tóxicas y peligrosas para la salud, sobreexplotación y consumo de agua, el empleo masivo de pesticidas, el uso de variedades genética en semilla que hacen imprescindible la aportación de nuevos insumos.

De algún modo, se ha tenido una transición de una práctica agrícola realizada por agricultores que tienen empatía con el medio a una práctica agrícola que está bajo el mando de laboratorios orientada por todo el sector comercial y difundida por técnicos que emplean nuevas técnicas que en gran mayoría son nocivas para el medio. Existe un tema bastante preocupante que está presente en la práctica agrícola con empatía ambiental, y es la anti fertilización, la cual consiste en que un par de cultivos de semillas tengan un alto rendimiento pero tengan a su vez una alta vulnerabilidad ecológica con respecto al modelo agrícola tradicional lo que trae como consecuencia sobre consumo de agua y el uso masivo de biocidas y abonos con el fin de elevar y mantener la productividad explicando así la elevada contaminación de todos los cuerpos fluviales. Otro problema es la constante desaparición y extensión de toda una diversidad biológica y genética en el planeta por lo que a cultivos agrícolas y especies de fin ganadero se refiere produciendo también un empobrecimiento en el ámbito ecológico. Toda esta alteración de ecosistemas naturales, la contaminación del agua, la erosión y empobrecimiento del suelo hace que agricultores pierdan anualmente millones de hectáreas de suelo. La salinización y empobrecimiento de todos los suelos netamente agrícolas debido a la aplicación de técnicas modernas que son inadecuadas para el medio hacen que se produzca constantemente una formación de desierto Salado en el mar que en gran medida también es causa de toda una deforestación y cultivo de pastos para una extensiva ganadería con el fin de conquistar nuevos terrenos de cultivo. Existe un término llamado la agricultura sostenible, el cual es un factor que es viable, que rinde producciones equivalentes a lo que se llama la agricultura convencional, lo que hace que al depender en una cantidad menor de los insumos industriales acabó siendo muy rentable como la llamada agricultura intensiva.



6. CONCLUSIONES

Esta investigación ayuda a tener un modelo de consumo que sea sostenible, haciendo referencia a un esfuerzo colectivo por poder regular un conjunto de procesos que den lugar a la realización y producción de distintas materias primas. De esta manera, se genera un control a la cantidad de objetos que se consumen por la población.

Tener una pobreza mental es altamente peligroso desde el punto ambiental, pues básicamente es un factor negativo para todos los individuos que la padecen. Es importante que se tenga que cambiar toda la intervención humana en aspectos y factores cuya incidencia en el medio es dañina e irreversible.

Es necesario tener en cuenta la aplicación de un cambio en los esquemas agrícolas y los sistemas de transporte que generen un cambio en el diseño urbano y que inciden en un modelo diferente de uso de la energía. Esto básicamente tendría incidencia directa en la reducción radical al daño que se le produce al medio ambiente a causa del modelo de consumo de la población, permitiendo que la sociedad que está en la parte más baja en la escala económica puede subir sin provocar impactos fuertes. Sin embargo, también es necesario que se tome conciencia y se cambie la mentalidad a nivel personal y por ende en la cultura de consumo con el objetivo de restringir todas las medidas con sumarias de la población para que al fin la educación ambiental sirva y tenga un papel decisivo.

7. REFERENCIAS

Animación y Promoción del Medio. (1993). Ecología de la vida cotidiana: Manual para una conducta verde. Calenda Ediciones.

Animación y Promoción del Medio. (1995). Agenda ambiental 1995: El agua. Celeste Ediciones.

Araujo, J. (1990). La muerte silenciosa: España hacia el desastre ecológico. Ediciones Temas de Hoy.

Bravo, C., Val, A. del, y Uralde, J. L. (1995). La insostenible situación de los residuos en España. En La situación en el mundo: Informe del Worldwatch Institute 1995 (pp. 383-420). Ediciones Apostrofe.

Bauman, Zygmunt. (2007). Vida de Consumo, México, Fondo de Cultura Económica.

Campbell, Colin. (2005). "The Sociology of Consumption". En Acknowledging Consumption, editado por Daniel Miller, 95-124. Nueva York: Taylor y Francis

Leonard, A. (2011). The story of stuff. Simon y Schuster.

Fraj-Andrés, Elena y Salinas, Eva. (2004). El consumo ecológico explicado a través de los valores y estilos de vida: implicaciones en la estrategia medioambiental de la empresa. Cuadernos de Ciencias Económicas y Empresariales, ISSN 0211-4356, Nº 46, 2004, pags. 33-53.

Políticas para autores

SELECCIÓN DE ARTÍCULOS

Entre los criterios que se tendrán en cuenta para la selección de los artículos se encuentran los definidos a continuación:

1) Artículo de investigación científica: Documento que presentan resultados originales de proyectos de investigación científica terminados.

2) Artículo de reflexiones originales: Documento que presenta resultados de investigación terminada desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre un tema específico, recurriendo a fuentes originales.

3) Artículo de revisión: Estudios hechos por el o los autores con el fin de dar una perspectiva general del estado de un dominio específico de la ciencia y la tecnología, de sus evoluciones durante un período de tiempo, y donde se señalan las perspectivas de su desarrollo y de evolución futura. Estos artículos son realizados por quienes han logrado tener una mirada de conjunto de dominio y están caracterizados por revisar una amplia bibliografía, que se refleja en el gran número de referencias bibliográficas, por lo menos de 50 referencias.

Tipos de artículos

Estructura del artículo

A continuación se presentan las características y requisitos que deben contener los artículos presentados por los autores a consideración del Comité Editorial para su publicación.

Título	Debe incluir el título de trabajo que resuma en forma clara y concisa la idea principal de la Investigación. Máx. 15 palabras.
Autor(es)	Nombre(s) del (los) autor(es), nombre de la Institución a la cual pertenece(n), país de la institución, correo electrónico institucional y último título académico obtenido.
Resumen	Debe contar con una extensión entre 100 y 200 palabras. El resumen según el campo de las ciencias administrativas, de negocios y contables tendrá que ser analítico, en el cual se evidencie de manera concisa la problemática del autor, sus hipótesis y sus propuestas. Corregir la redacción, reduciendo el texto a lo mínimo indispensable, quitando las palabras inútiles, las repeticiones, imprecisiones y las ambigüedades, eliminar los adjetivos calificativos.
Palabras clave	Mín. 3 - Máx. 10 palabras con base a Tesauro de la UNESCO.
Abstract	Será la traducción al inglés del resumen, en la que el autor vele por conservar el sentido del mismo.
Keywords	Debe corresponder a la traducción al inglés de las palabras clave consignadas en español.

Introducción	Se deben incluir tres ítems: a) un planteamiento del problema objeto de estudio y la estrategia de investigación a utilizar; b) una revisión de la literatura recolectada para abarcar el estudio del problema y; c) el planteamiento del propósito del trabajo, una hipótesis y la definición de las posibles variables.
Metodología	Se expone en qué etapa de la investigación se ubica el trabajo, los diseños y métodos utilizados para el estudio del problema.
Resultados	Brevemente se discuten los resultados o hallazgos.
Conclusiones	Reflexiones personales. Deben ir relacionadas con los objetivos del estudio, evite declaraciones no derivadas de los resultados del estudio.
Referencias	Se requiere la utilización del sistema APA (American Psychological Association) Sexta edición para las citas de referencia.

El artículo deberá ser presentado en procesador de palabra, compatible con Word, con una extensión entre 15 y 25 páginas tamaño carta, en letra Arial 12, con espacio interlineado de 1,5 y márgenes de 3 cm.

Nota: El Comité Editorial tiene autonomía para decidir acerca de la extensión de los artículos. Así mismo, en casos especiales podrá determinar la extensión de algunos artículos.

Nota: Las imágenes deben ser presentadas en formatos jpg o tif. Se recomienda una buena resolución al momento de capturarlas.

Derechos de Autor

Los autores que postulen sus artículos para publicación, deben firmar una carta acorde al formato de la Revista presentado a continuación, donde se garantiza la originalidad del escrito y la cesión de derechos de autor.

Nota: El Comité Editorial tiene autonomía para decidir acerca de la extensión de los artículos. Así mismo, en casos especiales podrá determinar la extensión de algunos artículos.

-En una nota o pie de página superpuesta al nombre del autor, en el inicio del artículo, debe mencionarse cargo e institución en que labora, máximo título académico obtenido, correo electrónico, nombre del proyecto y estado de la investigación, grupo de investigación al cual pertenece y la clase de artículo que es.

Nota: El comité editorial se reserva el derecho a publicar aquellos artículos que hayan cambiado con motivo de una eventual corrección de estilo, inclusive siendo aceptados.

Referencias bibliográficas:

Se sugiere la utilización del sistema APA (American Psychological Association) para las citas se referencia, así:

CITAS DE REFERENCIA EN EL TEXTO (CITA TEXTUAL)

El estilo APA requiere que el autor del trabajo documente su estudio a través del texto, identificando autor y fecha de los recursos investigados. Este método de citar por autor fecha (apellido y fecha de publicación), permite al lector localizar la fuente de información en orden alfabético, en la lista de referencias al final del trabajo.

Cita en el texto de una obra por un autor:

1. De acuerdo a Meléndez Brau (2000), el trabajo afecta los estilos de ocio...
 2. En un estudio sobre la influencia del trabajo sobre los estilos de ocio... (Meléndez Brau, 2000).
 3. En el año 2000, Meléndez Brau estudió la relación entre los estilos de ocio y el trabajo...
- Cuando el apellido del autor forma parte de la narrativa, como ocurre en el ejemplo 1, se incluye solamente el año de publicación del artículo entre paréntesis. En el ejemplo 2, el apellido y fecha de publicación no forman parte de la narrativa del texto, por consiguiente, se incluyen entre paréntesis ambos elementos, separados por una coma. Rara vez, tanto la fecha como el apellido forman parte de la oración (ejemplo 3), en cuyo caso no llevan paréntesis.

B. Obras con múltiples autores:

1. Cuando un trabajo tiene dos autores (as), siempre se cita los dos apellidos cada vez que la referencia ocurre en el texto.
2. Cuando un trabajo tiene tres, cuatro o cinco autores, se citan todos los autores la primera vez que ocurre la referencia en el texto. En las citas subsiguientes del mismo trabajo, se escribe solamente el apellido del primer autor seguido de la frase "et al." y el año de publicación.

Ejemplos:

Ramírez, Santos, Aguilera y Santiago (1999). Encontraron que los pacientes... (primera vez que se cita en el texto).

Ramírez et al. (1999). Concluyeron que... (próxima vez que se menciona en el texto).

-Cuando una obra se compone de seis o más autores (as), se cita solamente el apellido del primer autor seguido por la frase "et al." y el año de publicación, desde la primera vez que aparece en el texto. (En la lista de referencias, sin embargo, se proveen los apellidos de todos los autores.)

-En el caso que se citen dos o más obras por diferentes autores en una misma referencia, se escriben los apellidos y respectivos años de publicación, separados por un punto y coma dentro de un mismo paréntesis.

Ejemplo:

En varias investigaciones (Ayala, 1994; Conde, 1996; López & Muñoz, 1999). Concluyeron que...

Citas literales:

-Todo el texto que es citado directamente (palabra por palabra) de otro autor requiere de un trato diferente para incluirse en el texto. Al citar directamente, se representa la cita palabra por palabra y se incluye el apellido del autor, año de publicación y la página en donde aparece la cita.

-Cuando las citas directas son cortas (menos de 40 palabras), estas se incorporan a la narrativa del texto entre comillas. Las normas de la APA no aclaran si ese texto debe ir en cursiva o no, desde mi punto de vista si el texto va corrido dentro de un párrafo más amplio se deja en letra normal, pero si se destaca con dos puntos y aparte entonces debe poner en cursiva.

Ejemplo:

“En estudios psicométricos realizados por la Universidad de Connecticut, se ha encontrado que los niños tienen menos habilidades que las niñas” (Ferrer, 1986, p. 454).

-Cuando las citas directas constan de 40 o más palabras, estas se destacan en el texto en forma de bloque sin el uso de comillas. Comienza este bloque en una línea nueva, sangrando las mismas y subsiguientes líneas a cinco espacios (se puede utilizar el Tabulador). El bloque citado se escribe a doble espacio.

Ejemplo:

Miele (1993), encontró lo siguiente:

El “efecto de placebo” que había sido verificado en estudio previo, desapareció cuando las conductas fueron estudiadas de esta forma. Las conductas nunca fueron exhibidas de nuevo aun cuando se administran drogas verdaderas. Estudios anteriores fueron claramente prematuros en atribuir los resultados al efecto placebo (p. 276).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS AL FINAL DEL DOCUMENTO

La lista bibliográfica según el estilo APA guarda una relación exacta con las citas que aparecen en el texto del trabajo. Solamente se incluyen aquellos recursos que se utilizaron para llevar a cabo la investigación y preparación del trabajo y que, por tanto, están citados en el cuerpo del mismo tal y como se veía en el apartado anterior.

- La lista bibliográfica se titulará: Referencias bibliográficas o Referencias.
- La lista tiene un orden alfabético por apellido del autor y se incluye con las iniciales de sus nombres de pila.
- Debemos sangrar la segunda línea de cada entrada en la lista a cinco espacios (utilice la función sangría francesa del procesador de palabras).
- Los títulos de revistas o de libros se ponen en letra itálica; en el caso de revistas, la letra itálica comprende desde el título de la revista hasta el número del volumen (incluye las comas antes y después del número del volumen).
- Se deja un solo espacio después de cada signo de puntuación.

Formatos básicos generales

Publicaciones periódicas (revistas)

- Autor, A.A. (año). Título del artículo. Título de la revista, volumen, páginas.

Publicaciones no periódicas (libros)

- Autor, A.A. (año). Título de la obra. Lugar de publicación: Editor o casa publicadora.

EJEMPLOS DE REFERENCIAS

Revistas profesionales o “journals”.

Artículo con dos autores:

- Campoy, T.J. y Pantoja, A. (2005). Hacia una expresión de diferentes culturas en el

aula: percepciones sobre la educación multicultural. *Revista de Educación*, 336, 415 – 136.

Artículo con un solo autor:

- Pantoja, A. (2005). La acción tutorial en la universidad: propuestas para el cambio. *Cultura y Educación*, 17 (1), 67-82.

Revista popular (magacín)

- Sánchez, A. (2000, mayo). Bogotá: La capital más cercana a las estrellas. *Geomundo*, 24, 20-29.

Se incluye la fecha de la publicación –el mes en el caso de publicaciones mensuales y el mes y el día en el caso de publicaciones semanales. Se incluye número de volumen.

Artículos de periódicos

- Ferrer, M. (2000, 14 de julio). El centro de Bellas Artes escenario para 12 estrellas de ópera. *El San Juan Star*, p. 24.

Ejemplos de referencia a libros

- Pantoja, A. (2004). *La intervención psicopedagógica en la Sociedad de la Información. Educar y orientar con nuevas tecnologías*. Madrid: EOS.

Libro con nueva edición:

- Match, J. E., & Birch, J. W. (1987). *Guide to successful thesis and dissertation* (4th ed). New York: Marcel Dekker.

Libro con autor colectivo (agencia de gobierno, asociaciones, institutos científicos, etc.):

- American Psychological Association. (2001). *Publication manual of the American Psychological Association* (5th ed.). Washintong, DC: Author.

Cuando el autor y editor son los mismos, se utiliza la palabra Authot (Autor) para identificar la casa editora.

Enciclopedia:

- Llorca, C. (1991). Revolución Francesa. En: *Gran enciclopedia RIALP* (Vol. 20, pp. 237-241). Madrid: Ediciones RIALP.

Tesis de maestría no publicada

- Rocafort, C. M., Sterenberg, C., & Vargas, M. (1990). *La importancia de la comunicación efectiva en el proceso de una fusión bancaria*. Tesis de maestría no publicada, Universidad del Sagrado Corazón, Santurce, Puerto Rico.

La World Wide Web nos provee una variedad de recursos que incluyen artículos de libros, revistas, periódicos, documentos de agencias privadas y gubernamentales, etc. Estas referencias deben proveer al menos, el título del recurso, fecha de publicación o fecha de acceso, y la dirección (URL) del recurso en la Web. En la medida que sea posible, se debe proveer el autor del recurso.

Documentos con acceso en el World Wide Web (WWW):

- Brave, R. (2001, December 10). *Governing the genome*. Retrieved June 12, 2001, from <http://online.sfsu.edu/%7Erone/GEessays/GoverningGenome.html>
- Suñol, J. (2001). *Rejuvenecimiento facial*. Recuperado el 12 de junio de 2001, de <http://drsunol.com>

Artículo de revista localizado en un banco de datos (ProQuest):

- Lewis, J. (2001). Career and personal counseling: Comparing process and outcome. *Journal of Employment Counseling*, 38, 82-90. Retrieved June 12, 2002, from <http://proquest.umi.com/pqdweb>

Artículo de un periódico en formato electrónico:

- Melvilla, N. (2002, 6 de junio). Descubra los poderes del ácido fólico. *El Nuevo Día Interactivo*. Recuperado el 12 de junio de 2002, de: <http://endi.com/salud>

Documentos jurídicos y gubernamentales de Colombia:

- Colombia, Congreso Nacional de la República (2005, 29 de junio), “Ley 960 del 28 de junio de 2005, por medio de la cual se aprueba la Enmienda del Protocolo de Montreal relativo a sustancias que agoten la capa de ozono”, adoptada en Beijing, China, el 3 de diciembre de 1999”, en *Diario Oficial*, núm. 45.955, 30 de junio de 2005, Bogotá.
- Protocolo de Montreal relativo a sustancias que agoten la capa de ozono, adoptada en Beijing, China, el 3 de diciembre de 1999”, en *Diario Oficial*, núm. 45.955, 30 de junio de 2005, Bogotá.
- Colombia, Ministerio del Interior (2005, 29 de febrero), “Decreto número 321 del 25 de febrero de 2005, por el cual se crea la Comisión Intersectorial Permanente para los Derechos Humanos y el Derecho Internacional Humanitario”, en *Diario Oficial*, núm. 25.659, 5 de julio de 2005, Bogotá.
- Colombia (1997), *Constitución Política*, Bogotá, Legis.
- Colombia, Corte Constitucional (1995, octubre), “Sentencia C – 543”, M. p. Hernández Galindo, J. G., Bogotá.
- Colombia, Ministerio de Educación Nacional (2005), “Estándares para el Currículo de lengua castellana” [documento de trabajo].
- Colombia (2005), *Código Penal*, Bogotá, Temis. (Fin cita textual)

Las fotografías, ilustraciones y gráficos deberán enviarse en archivos independientes del texto principal. También deberán ser identificadas como “figura” y enumeradas según el orden de utilización en el texto. La buena calidad de las ilustraciones, en la publicación se debe a la calidad de archivo enviado por el autor. Cada ilustración debe tener un pie de imagen que dé cuenta de su providencia.

Nota: Las imágenes deben ser presentadas en formatos jpg o tif. Se recomienda una buena resolución al momento de capturarlas.

Proceso editorial

Cuando un artículo ha sido presentado para su publicación, será leído primeramente por el Editor y Comité Editorial, para validar el cumplimiento de las normas editoriales, quienes en el transcurso de cinco días hábiles después de la recepción del documento, decidirán si el artículo pasa a la etapa de evaluación por pares.

Si el artículo supera la primera revisión, será sometido a un proceso de evaluación por pares. Este proceso consiste en examinar el trabajo presentado por dos evaluadores especializados en el tema del artículo. Dicha evaluación cumple un criterio de doblemente ciego, es decir, el

nombre de los autores no será revelado a los evaluadores, ni los autores sabrán los nombres de los evaluadores. El proceso de evaluación toma aproximadamente dos meses.

Los pares académicos externos, determinarán en forma anónima: a) Artículo aprobado, b) Artículo aprobado con cambios, c) Artículo rechazado. En caso de diferencia entre ambos resultados, el texto será enviado a un tercer árbitro, cuya decisión definirá su publicación. Los resultados del proceso de dictamen académico serán inapelables en todos los casos.

Si el artículo es aprobado, el autor tiene una semana para hacer los cambios y correcciones pertinentes sugeridos por los pares y enviar la versión final a la Revista.

Posterior a la recepción final, los artículos son sometidos al proceso de correcciones de estilo por parte de la Revista.

Permiso de reimpresión

Para solicitar permiso para utilizar un artículo publicado en Revista *In Vestigium Ire* en otra publicación, favor de enviar un correo a la siguiente dirección electrónica, revista. investigiumire@ustatunja.edu.co, No olvide incluir título del artículo y del autor en su solicitud.

Propiedad intelectual, reproducción de textos, buenas prácticas editoriales y responsabilidad de la revista

La revista *L'esprit Ingénieux* velará siempre por el ejercicio de buenas prácticas en la producción escrita, adopta la filosofía creative commons para la reproducción de textos, asumiendo la siguiente licencia: "El material puede ser distribuido, copiado y exhibido por terceros si se muestra en los créditos. No se puede obtener ningún beneficio comercial. No se pueden realizar obras derivadas" (En la publicación virtual se verá reflejada la imagen de la licencia). Para prevenir que sean publicados documentos con usos inadecuados de citación o utilización de textos de otros autores, en la etapa de recepción del artículo se verificará su contenido con ayuda de un software libre y se incluirá en la evaluación la utilización adecuada de citas y referencias. La revista velará siempre por una conducta ética y de responsabilidad por parte de los autores en su producción escrita, para lo cual implementará de manera progresiva el "Código de conducta y guías de buenas prácticas para editores de revistas" del Committee on publication Ethics COPE.

Para salvaguardar los principios de derechos de propiedad intelectual, los autores deberán certificar la sesión de los derechos a la revista con el formato de declaración de originalidad para distribuir y reproducir los trabajos de los autores, que además incluya la certificación del autor de ser un trabajo original e inédito y que no se encuentra en proceso de publicación en otra revista. Esto se realizará al momento de diligenciar el formato virtual de envío de artículos a la revista, los autores deben adjuntar el formato e incluir la información de cada uno de los artículos, esta situación será verificada por el editor(a) de la revista en la primera etapa descrita del proceso editorial de los artículos. En todo caso las ideas expresadas por los autores son de su responsabilidad y en nada comprometen a la institución editora o a la revista *L'esprit Ingénieux*.

El proceso de edición de *L'esprit Ingénieux*, posee facultad para organizar la información correspondiente a los datos del autor y del texto, mencionando en primera nota pie de página la información del autor con respecto a sus estudios de pregrado y posgrado, además de la filiación institucional del autor y medios para establecer contacto, bien sea por vía electrónica (e-mail) o por medio de números telefónicos fijos o móviles. Aunado a lo anterior se establecerá con las siglas **AI** y **AE** si el autor es interno o externo.

CÓDIGO DE ÉTICA

Revista *L'esprit Ingénieux*

Desde el punto de Vista a editores y/o Comité editorial

El Comité Editorial velará por mantener el anonimato de los autores y sus evaluadores, colaborando a que el proceso completo de recepción y revisión del artículo esté amparado en la transparencia, una práctica objetiva y confidencialidad de las partes involucradas en el proceso editorial para garantizar durante todas las etapas la calidad. Orientado por este mismo principio, se busca contar en el menor tiempo posible con la asignación de los/as evaluadores/as más idóneos/as para el artículo que postula a ser publicado en la Revista *In L'Esprit Ingénieux*.

Los editores serán responsables de garantizar el cumplimiento de los tiempos límite de espera para la emisión del resultado del proceso, siendo un plazo máximo de 60 días para que el/la autor sepa la situación de su artículo: "aceptado", "aceptado con correcciones" o "rechazado".

La aceptación no obliga necesariamente a la revista a incluir el artículo en el número en la cual se ha postulado. Siendo así, que la revista se reserva el derecho a publicar en un número siguiente si se excede en el número de artículos para el presente número.

El Comité Editorial deberá revelar cualquier conflicto de intereses; y si alguno de los miembros considera que debe declararse impedido este lo hará por escrito.

Al respecto los/as autores/as serán notificados/as por el Editor en qué número saldrá publicado el artículo que ha sido previamente aceptado.

Permitir a los autores el derecho a apelar una decisión del comité editorial.

Mantener informados a los autores desde el momento de recepción de sus trabajos hasta el momento en que se haya tomado una decisión.

Llevar a cabo un proceso de edición y publicación transparente y con entero respeto a los autores.

Estar disponibles tanto para los autores como para los evaluadores con el fin de aclarar las dudas que surjan durante los procesos de evaluación, revisión, diagramación y de edición.

Aceptar o rechazar los trabajos recibidos por la dirección de la revista con base únicamente en los resultados anónimos previstos de los pares evaluadores (si estos no coincidieran en su veredicto, el director y el comité editorial de la revista deberán tomar una decisión final).

Desde el punto de vista autores / as

Al enviar un artículo a la revista *In L'esprit Ingénieux*, los/as autores/as se comprometen a no enviar de modo paralelo su paper a otra publicación científica.

Los textos deben ser de autoría propia y no tratarse de uno ya publicado al cual se han realizado solo modificaciones menores respecto a una investigación ya difundida.

Por lo mismo, en revista *In L'esprit Ingénieux* únicamente pueden presentarse trabajos inéditos.

Al actuar como Autor, se compromete a comunicar al comité editorial de la revista si se enfrentara a un conflicto de interés o inhabilidad al momento de presentar un artículo ante algún evaluador que considere no sea idóneo para su respectiva revisión y evaluación.

Respecto a los datos contenidos en la investigación, deben ser verídicos, lo que significa, que no han sido modificados para mantener una coherencia con la perspectiva teórica y metodológica utilizada.

Del mismo modo, cuando dichos datos involucran la participación de personas como sujetos/as de estudio, tal vinculación se ha efectuado bajo la doctrina del consentimiento informado, lo cual implica una participación informada, libre y voluntaria en la investigación, manteniendo el anonimato de personas e instituciones.

Los/as autores/as al revisar los antecedentes teóricos y conceptuales de otras investigaciones conducidas en el ámbito temático del trabajo, se comprometen a abordar con exhaustividad esos trabajos, haciendo que el estado del arte sobre el tema sea una revisión exhaustiva que sistematiza lo más actual, relevante y con diversidad de enfoques epistemológicos y metodológicos que han abordado el tema.

En ese mismo sentido, se garantiza la inclusión de autores/as que han realizado contribuciones científicamente significativas en el ámbito (multi/trans/inter) disciplinar respecto al tema de investigación.

En relación a la autoría del trabajo de investigación se compromete la inclusión de todos/as los/as personas que han aportado de modo significativo a la discusión teórica, a la sistematización del estado del arte y análisis de los datos así también a la Escritura del texto, absteniéndose de incluir a otras personas solo por nexos de amistad, o vínculos intelectuales.

Un/a autor/a que ha presentado un artículo a la revista y que aún no ha sido publicado, puede solicitar el retiro de su artículo expresando los motivos que originan tal solicitud, quedando en libertad de acción luego que reciba de parte de el/la director/a de la revista la respuesta positiva a la solicitud.

Los/as autores/as son responsables por las perspectivas teórico-conceptuales que adopten y por las conclusiones, opiniones o afirmaciones que formulen las cuales no son necesariamente compartidas por la revista *In L'esprit Ingénieux* ni por la Universidad Santo Tomás.

Desde el punto de vista a pares evaluadores/as

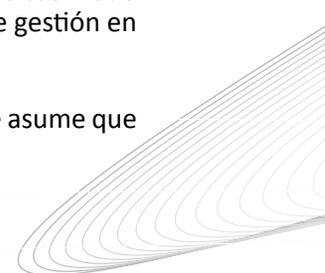
Quienes actúan como pares evaluadores son personas que participan de modo voluntario en este rol, siendo idóneos desde el punto de vista intelectual y/o teórico-metodológico para emitir un juicio evaluativo respecto a los trabajos mediante los cuales los autores postulan a su publicación a la revista *In L'esprit Ingénieux*.

Al actuar como par, se compromete a comunicar al comité editorial de la revista si se enfrentarán a un conflicto de interés o inhabilidad al momento de evaluar un artículo, junto con respetar la confidencialidad de la información relacionada con el proceso editorial.

De este modo, un/a evaluador/a se adhiere estrictamente a las políticas del proceso de evaluación de la revista, buscando siempre efectuar una crítica honesta y constructiva, manteniendo siempre la discreción con el contenido de los documentos evaluados.

Se aplicará la pauta de doble ciego de la cual dispone la revista *L'esprit Ingénieux*, de ese modo se promueve el respeto hacia el autor y la revista, consolidando así una cultura de gestión en la calidad.

Una vez aceptado el artículo para el respectivo proceso de revisión y evaluación se asume que estará acogido al código de ética de la Revista *In L'esprit Ingénieux*.



DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE ARTÍCULO PRESENTADO

Título del artículo: _____

Área: _____

Autor(es): _____

Fecha de presentación: _____

Por medio de esta comunicación, certifico que el artículo que estoy presentando para posible publicación en la revista *In L'esprit Ingénieux*, adscrita a la División de Arquitectura e Ingenierías de la Universidad Santo Tomás, seccional Tunja, es de mi entera autoría, siendo sus contenidos producto de mi directa contribución intelectual.

Todos los datos y referencias a publicaciones hechas están debidamente identificados con su respectiva nota bibliográfica y en las citas que se destacan como tal. Por todo lo anterior, declaro que el material presentado se encuentra conforme a la legislación aplicable en materia de propiedad intelectual y, por lo tanto, me (nos) responsabilizo (amos) de cualquier reclamación relacionada a esta.

Manifiesto que este artículo es un trabajo inédito y que no ha sido publicado anteriormente en formato impreso, electrónico o página web, ni aceptado ni enviado simultáneamente a otra revista. Por tanto, asumo el código de ética de la Revista *In L'Esprit Ingénieux*.

En caso de que el artículo presentado sea publicado, manifiesto que cedo plenamente a la Universidad Santo Tomás, Seccional Tunja, los derechos de reproducción del mismo.

Como contraprestación de la presente cesión, declaro mi conformidad de recibir 2 ejemplares del número de la revista en que aparezca mi artículo.

El Autor,

El Editor,

C.C.

C.C.

IN L'ESPRIT INGÉNIEUX ISSN 2145 - 9274 (Impreso)
IN L'ESPRIT INGÉNIEUX ISSN 2422-2445 (En línea)