

# SEMILLAS AMBIENTALES



## BOLETÍN

FOTOGRAFÍA: KAREN MELISA NARANJO RODRIGUEZ  
ISSN: 2463-0691 (EN LÍNEA)

VOLUMEN (18 NO. 2)  
BOGOTÁ - COLOMBIA, JULIO — DICIEMBRE 2024



Unidad de Investigación  
Facultad del Medio Ambiente y  
Recursos Naturales



UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

  
**Facultad del  
Medio Ambiente y  
Recursos Naturales**

PUBLICACIÓN SEMESTRAL DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS  
NATURALES - UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

# SEMILLAS AMBIENTALES

**Universidad Distrital Francisco José de Caldas**

Publicación de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales

Unidad de Investigaciones de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales

Boletín Semillas Ambientales Volumen 18 No. 2 Bogotá D.C. Julio—Diciembre de 2024

ISSN: 2463-0691 (En línea)

Página web del Boletín Semillas Ambientales: <https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/bsa/index>

**Directora - Editora del Boletín Semillas Ambientales**

Jeniffer Paola Gracia Rojas

**Comité Editorial**

Jeniffer Paola Gracia Rojas

Wilmar Darío Fernández Gómez

Jair Preciado Beltrán

Juan Carlos Alarcón Hincapié

Luz Fabiola Cárdenas Torres

Jairo Miguel Martínez Abello

René López Camacho

José Miguel Cepeda Rendón

Julio Hernán Bonilla Romero

Maribel Pinilla Rivera

Jhon Edisson Alvarado Torres

Yolanda Teresa Hernández Peña

Juan Pablo Rodríguez Miranda

**Asistente Comité Editorial y Digitalización**

Karen Daniela Rivera Forero

**Grupo de Revisores del Presente Número**

Jeniffer Paola Gracia Rojas

Maribel Pinilla Rivera

Luz Fabiola Cárdenas Torres

Jairo Miguel Martínez Abello

Juan Carlos Alarcón Hincapié

Yolanda Teresa Hernández Peña

Yolima del Carmen Agualimpia Dualiby

**Rector**

Giovanny Mauricio Tarazona Bermúdez

**Vicerrectora académica**

Luz Esperanza Bohórquez Arévalo

**Decano Facultad del Medio Ambiente  
y Recursos Naturales**

Wilmar Darío Fernández Gómez

**Directora de la Unidad de Investigaciones de la  
Facultad del Medio Ambiente y Recursos  
Naturales**

Jeniffer Paola Gracia Rojas

**Jefe Oficina De Investigaciones - ODI**

Nelson Enrique Vera Parra

**Coordinación Editorial**

Jeniffer Paola Gracia Rojas

**Gestora Unidad de Investigación**

Karen Melisa Naranjo Rodríguez

**Secretaria Unidad de Investigación**

Lorena Pulido Urrea

**Fotografía de Portada**

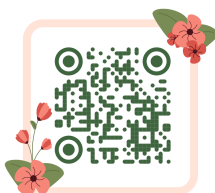
Karen Melisa Naranjo Rodríguez

Correo: [kmnaranjor@udistrital.edu.co](mailto:kmnaranjor@udistrital.edu.co)

Nombre fotografía: Humedal El Burro

Lugar: Bogotá D.C., Colombia

Fecha: 14 de octubre de 2023



Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Sede Vivero - Carrera 5 Este N° 15 - 82, Bogotá D.C. Colombia.  
Boletín Semillas Ambientales. Email: [facmedioamb-uinv@udistrital.edu.co](mailto:facmedioamb-uinv@udistrital.edu.co)



## **TABLA DE CONTENIDO**

<b>NOTA EDITORIAL.....</b>	<b>5</b>
----------------------------	----------

### **ARTÍCULOS DE REFLEXIÓN**

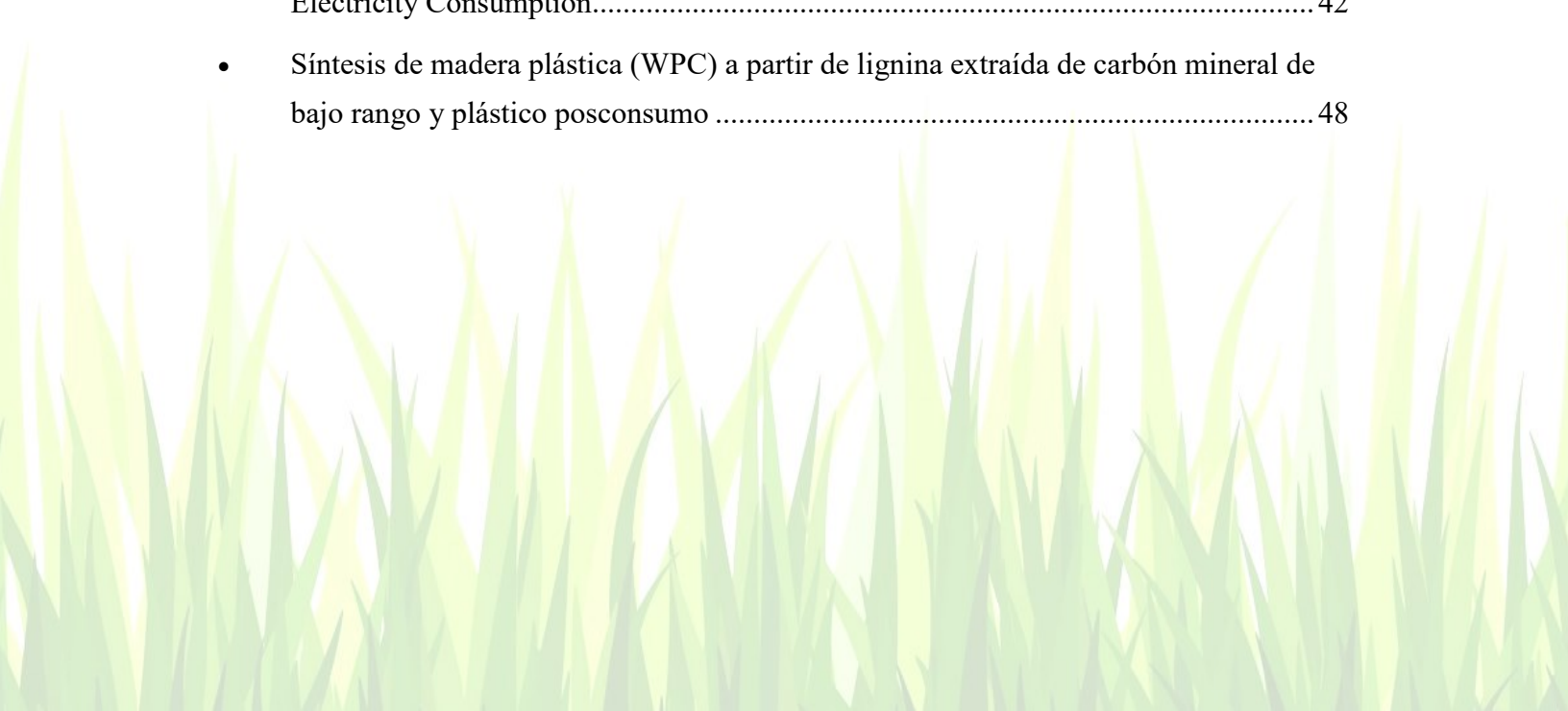
• Importancia de la conectividad ecológica y los desafíos para su conservación.....	6
• Detección de fugas en redes de distribución de agua potable.....	15

### **RESUMENES TRABAJO DE GRADO**

• Levantamiento topográfico por técnicas de escanografía de una serie de hipogeos de Tierradentro, Cauca.....	27
---	----

### **RESUMENES PONENCIAS**

• Identificación de los principales impactos ambientales del transporte público masivo en América Latina .....	31
• Préstamos sostenibles, fondos de inversión y bonos verdes como mecanismos financieros para la adaptación al cambio climático .....	36
• Caracterización del consumo de energía en la industria gaming por medio del Typical Electricity Consumption.....	42
• Síntesis de madera plástica (WPC) a partir de lignina extraída de carbón mineral de bajo rango y plástico posconsumo .....	48








## **TABLA DE CONTENIDO**

### **RESUMENES PONENCIAS**

• Uso de residuos vegetales en la restauración ecológica Escuela de Artillería — EJERCOL.....	53
• La moda circular: una mirada desde la sostenibilidad de la industria textil para Bogotá (Colombia).....	58
• Fragmentación urbana en Bogotá D.C: análisis espacial de los retos en ámbitos sociales y ambientales .....	63
• Valorización sostenible de la pulpa de café en la finca La Nueva Reforma.....	66
<b>DIRECTRICES PARA AUTORES.....</b>	<b>70</b>
<b>INFORMACIÓN GENERAL .....</b>	<b>75</b>





## NOTA EDITORIAL

Bienvenidos a esta edición Volumen 18 N°2 del Boletín *Semillas Ambientales*. A través de nuestras páginas, queremos aportar para un estilo de vida más sostenible, amigable con el medio ambiente y comprometido con la conservación de la biodiversidad. Hablaremos de las acciones que podemos realizar como la conectividad ecológica para la conservación de ecosistemas, aplicación de herramientas como los levantamientos topográficos para la conservación del patrimonio cultural de las regiones, la sostenibilidad de las ciudades, el cálculo de huella ecológica en la industria, estrategias para la reducción del uso de plásticos, así como desarrollos en restauración ecológica, los modelos de economía circular en la moda y la toma de decisiones mediante la política pública ambiental. Además, trabajos de investigación en aprovechamiento de residuos agrícolas para la sostenibilidad energética, los mecanismos financieros para adaptación al cambio climático y soluciones de infraestructura sostenible.

Este boletín de divulgación científica se ha desarrollado con publicaciones periódicas desde el año 2007, con el fin, de proporcionar al lector una guía de los trabajos que se vienen desarrollando en distintas áreas de investigación del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.

Estamos abiertos a saber cuales son los temas de su interés para futuras publicaciones.

Con inmensa gratitud,

**JENIFFER PAOLA GRACIA ROJAS**

Editora Boletín Semillas Ambientales (ISSN 2463-0691)

Coordinadora Unidad de Investigaciones.

Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

## IMPORTANCIA DE LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA Y LOS DESAFÍOS PARA SU CONSERVACIÓN

**Autora:** Laura Sofía Manosalva Caicedo<sup>1</sup> – lmanosalvac@udistrital.edu.co

**Docente asesor:** Diana Carolina Barreto Reyes

**Semillero de investigación:** Competitividad Económica Ambiental – CEA

### PALABRAS CLAVE

Conectividad ecológica, conservación, ecosistemas, políticas públicas.

### INTRODUCCIÓN

La conectividad ecológica es la capacidad que tienen los ecosistemas para mantener la migración y el intercambio de material genético entre las diferentes poblaciones de flora y fauna; también es entendida como la capacidad de los paisajes naturales para estar conectados internamente entre sí con el fin de permitir el movimiento de los organismos entre distintas áreas. Del mismo modo, la conectividad es importante para la preservación de la biodiversidad y sin ella, no existiría un funcionamiento adecuado entre los

ecosistemas generando un alto grado de vulnerabilidad en su conservación (Hilty et al, 2021).

Las políticas públicas son cruciales porque implementan medidas para mantener la conectividad ecológica, enfocándose en la conservación y el manejo sostenible de los recursos naturales. Por ejemplo, en el marco de la Constitución Política de Colombia de 1991, el artículo 79, establece la obligación que tiene el Estado para proteger la diversidad e integridad del ambiente y conservar las áreas de especial importancia ecológica.

De igual manera, está la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE),

<sup>1</sup> Administración Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

que busca establecer directrices para conservar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en Colombia e incluye medidas para promover la conectividad ecológica (Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible, 2022). También está el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), al tener las áreas protegidas hace una contribución importante a la creación de corredores biológicos para facilitar las capacidades que tiene la conectividad (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2023).

Por último, el Plan Nacional de Restauración Ecológica, se enfoca en la recuperación de áreas degradadas y la restauración de paisajes, y muestra la conectividad ecológica mediante la reconexión de fragmentos de hábitat y la mejora de la funcionalidad de los ecosistemas (Moyano & Rusinque, 2020).

Para lograr, mantener y conservar la conectividad ecológica existen distintas herramientas; un ejemplo de ellas son los corredores ecológicos, los cuales son áreas de

hábitat que conectan fragmentos de ecosistemas naturales, permitiendo el movimiento de especies y el intercambio genético entre poblaciones, además ayudan a mitigar la pérdida de biodiversidad y permiten una adaptación de los ecosistemas al cambio climático debido a que por medio de ellos, las especies logran su desplazamiento para la búsqueda de refugio (Caicedo Pinto et al., 2024).

En el ámbito ambiental, es fundamental reconocer los corredores ecológicos para evitar la desaparición total de estos ecosistemas y la pérdida del equilibrio ecológico que proporcionan a la estructura ecológica principal. En el caso de Bogotá, el humedal Torca y Guaymaral es un ejemplo de corredor biológico, ya que conecta con los cerros y alberga especies nativas del bosque andino. Este humedal se encuentra dividido por la Autopista Norte y los predios que hay alrededor son de propiedad de empresas que buscan construir o ampliar sus edificaciones. (Caicedo Pinto et al., 2024).

Sin embargo, el sector empresarial ha

venido trabajando en convertir estos territorios con baja biodiversidad en zonas que alberguen especies, con vegetación diversa y entornos ideales para polinizadores. Lo anterior acompañado de tecnología que aporte a la creación de estrategias para la preservación de especies, así como la mejora de los paisajes urbanos que han estado en degradación o que requieren mejorar su estado.

La conectividad ofrece beneficios claves para que los ecosistemas no pierdan su capacidad. En el caso del humedal de Torca y Guaymaral la conectividad permite el intercambio genético entre las poblaciones de especies, como se puede evidenciar en la garza real, la cual utiliza el humedal como sitio de descanso y transportar material genético entre poblaciones (Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá. 2022). Otro beneficio que esta herramienta le brinda al ecosistema es el mantenimiento de los servicios ecosistémicos vitales que ofrece el humedal como lo son la capacidad para almacenar agua, mejorar su calidad y regular del clima (Sabogal et al., 2023). La

conectividad beneficia la promoción del ecoturismo y de la educación ambiental, brindando a los visitantes y comunidades locales el conocimiento de la importancia de la conservación del humedal (Caicedo Pinto et al., 2024), evidenciándose en actividades como caminatas ecológicas realizadas en el mismo, a cargo de la Fundación Humedales Bogotá, en donde se realizan diferentes actividades para el conocimiento de la importancia de las especies y del humedal en general por parte de los interesados. Estos beneficios ayudan a la sostenibilidad de los ecosistemas y la provisión de servicios ecosistémicos y resaltan la importancia de mantener su conectividad ecológica. El humedal desempeña un papel crucial en la regulación hídrica, ayudando a controlar inundaciones y sequías, también ofrece oportunidades para la recreación pasiva, mejorando la calidad de vida de los habitantes de la ciudad. Asimismo, contribuye a la mitigación del cambio climático al actuar como un sumidero de carbono y su conservación es fundamental



para mantener el equilibrio de los ecosistemas y garantizar la provisión continua de estos valiosos servicios (Duarte Castro, N, 2016).

Sin embargo, además de los beneficios, también existen inconvenientes que pueden surgir si no se planifican e implementan adecuadamente las herramientas de conectividad. Por ejemplo, algunas de estas herramientas requieren un mantenimiento constante, lo que implica una inversión económica significativa. Este gasto puede ser un desafío para quienes las gestionan, convirtiéndose en una barrera para lograr una conectividad exitosa. Otra situación desfavorable que se puede presentar radica en la facilidad que podría dar la conectividad a la propagación de especies invasoras, estas podrían desplazar a las especies nativas y alterar el ecosistema (Caicedo Pinto et al., 2024). Por ejemplos, en el humedal de Torca y Guaymaral hay evidencia de la presencia de especies invasoras como un tipo de pasto denominado kikuyo que, desde su introducción, ha invadido de manera

destruictiva el humedal, compitiendo con las especies nativas, generándoles afectaciones como el impedimento de recursos necesarios para su crecimiento y supervivencia como el agua y la luz (Pedraza, E & Torres, J., 2022).

Un aspecto crucial a resaltar es el impacto negativo de las actividades antrópicas sobre el humedal Torca-Guaymaral, la urbanización y construcción de infraestructura vial en el área comprometen seriamente la funcionalidad de los corredores ecológicos del humedal. Como lo menciona Caicedo Pinto et al. (2024), estas y otras actividades antrópicas fragmentan el ecosistema, interrumpen la función de los corredores ecológicos, dificulta el movimiento de las especies, reducen la diversidad genética y disminuye la resiliencia de los ecosistemas frente a cambios ambientales. Es fundamental destacar que este humedal fue fragmentado por la infraestructura vial, específicamente por la Autopista Norte, desde el año 1952. En esa época, no existía una regulación

ambiental robusta que protegiera el área.

## REFLEXIÓN

La relación entre los seres humanos y el entorno natural, así como la necesidad de equilibrar el desarrollo humano con la conservación del medio ambiente, debe ser vista como una oportunidad de crecimiento en lugar de un obstáculo. Esto permite ofrecer respuestas efectivas a los desafíos ambientales. Además, es crucial reconocer la necesidad de proteger y restaurar la conectividad ecológica en los ecosistemas fragmentados para garantizar un futuro sostenible para todas las formas de vida que habitan en ellos. Esto requiere una acción concertada a nivel local, regional y global para abordar las causas subyacentes de la fragmentación del ecosistema y promover prácticas de desarrollo más respetuosas con el medio ambiente. Si bien existe un avance en la reglamentación jurídica para el área ambiental, persisten grandes desafíos que limitan el efectivo cumplimiento de las mismas. Se requiere de una mejor coordinación entre los actores y niveles

del gobierno y al mismo tiempo un fortalecimiento del interés por parte de la comunidad ciudadana.

De este modo, la implementación adecuada de políticas de protección del ecosistema puede complementarse con el avance económico. Los corredores ecológicos, como herramientas de conservación y mantenimiento, no solo preservan la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, sino que también pueden promover el turismo ecológico y la recreación al aire libre, creando oportunidades económicas para las comunidades locales.

## CONCLUSIONES

La conectividad ecológica, entendida como la capacidad de los ecosistemas para permitir la migración y el intercambio genético entre poblaciones de flora y fauna, es esencial para la preservación de la biodiversidad y el mantenimiento del funcionamiento adecuado de los ecosistemas. Esta conectividad se fomenta a través de políticas públicas que

promueven la conservación y manejo sostenible de los recursos naturales. Los corredores ecológicos, una herramienta clave en este contexto, facilitan el movimiento de especies y el intercambio genético, mitigando la pérdida de biodiversidad y favoreciendo la adaptación al cambio climático. Beneficios tangibles de la conectividad incluyen la mejora de servicios ecosistémicos vitales, como la regulación hídrica y la calidad del agua, y el impulso del ecoturismo y la educación ambiental, como se evidencia en el humedal Torca y Guaymaral en Bogotá.

Sin embargo, la implementación efectiva de estas herramientas enfrenta desafíos significativos, tales como los costos de mantenimiento y el riesgo de propagación de especies invasoras. La urbanización y la infraestructura vial, como la Autopista Norte, han fragmentado ecosistemas importantes, reduciendo la funcionalidad de los corredores ecológicos y afectando la resiliencia de los ecosistemas. Es crucial abordar estos desafíos mediante una coordinación efectiva entre

actores gubernamentales y la comunidad, así como un fortalecimiento de la reglamentación y el interés ciudadano. Reconocer la interdependencia entre desarrollo y conservación como una oportunidad para el crecimiento puede facilitar la protección y restauración de la conectividad ecológica, promoviendo un desarrollo sostenible que beneficie tanto a los ecosistemas como a las comunidades locales.

## REFERENCIAS

- Caicedo Pinto, M., Saavedra Méndez, M. P., & Arias Moya, D. (2024). Metodologías de evaluación para determinar la importancia de los corredores ecológicos, caso de estudio, Humedal Torca. <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/3982>.
- Duarte Castro, N (2016). Identificación de servicios ecosistémicos para la toma de decisiones en la planeación del

territorio Humedal Guaymaral-Torca.

<https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/15304>.

- Empresas colombianas aportan al conocimiento de la biodiversidad del país - SiB Colombia. (n.d.). <https://biodiversidad.co/post/2022/empresas-colombianas-aportan-conocimiento-biodiversidad/>.
- Hilty, J. A., Worboys, G. L., Keeley, A. T. H., Woodley, S., Lausche, B. J., Locke, H. J., Carr, M. H., Pulsford, I., Pittock, J., White, J. W., Theobald, D. M., Levine, J. F., Reuling, M., Watson, J. E., Ament, R., Groves, C., & Tabor, G. M. (2021). Lineamientos para la conservación de la conectividad a través de redes y corredores ecológicos. <https://doi.org/10.2305/iucn.ch.2020.pag.30.es>.
- Humedal Torca y Guaymaral - Secretaría Distrital de Ambiente. (n.d.). Secretaría Distrital De Ambiente. [https://www.ambientebogota.gov.co/humedal-](https://www.ambientebogota.gov.co/humedal-torca-y-guaymaral)

[torca-y-guaymaral](https://www.ambientebogota.gov.co/web/sda/humedal-torca-y-guaymaral).

- Humedal Torca y Guaymaral. (2022). Secretaría Distrital de Ambiente. <https://www.ambientebogota.gov.co/web/sda/humedal-torca-y-guaymaral>.
- Isaacs-Cubides, P. J., Trujillo-Ortiz, L. N., & Jaimes, V. (2017). Zonificación de alternativas de conectividad ecológica, restauración y conservación en las microcuencas Curubital, Mugroso, Chisacá y Regadera, cuenca del río Tunjuelo (Distrito Capital de Bogotá), Colombia. <https://www.redalyc.org/journal/491/49151841003/html/>.
- Lorena, M. M. A., & Linney, R. Q. L. (2020, June 1). Conectividad de las áreas protegidas a través del paisaje del departamento de Caquetá. Repositorio - Universidad De Ciencias Aplicadas Y Ambientales UDCA. <https://repository.udca.edu.co/entities/publication/9bf84ff7-ee34-4e3e-ada5->



2bda0ae802c8

- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2023, December 29). Sistema Nacional de Áreas Protegidas - Parques Nacionales Naturales de Colombia. Parques Nacionales Naturales De Colombia. <https://www.parquesnacionales.gov.co/entidad/sistema-nacional-de-areas-protegidas/>.
- Pedraza Moscoso, E y Torres Sánchez, J. (2022). Zonificación agroecológica de los humedales Santa María del Lago, Torca-Guaymaral y La Conejera, pertenecientes al complejo de humedales urbanos (RAMSAR) de Bogotá. Universidad Santo Tomás. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/46062/2022edgarpedrazajuliethtorres.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Política Nacional para la Gestión integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022, February 1). Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible. <https://www.minambiente.gov.co/direccion-de-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemicos/politica-nacional-para-la-gestion-integral-de-la-biodiversidad-y-sus-servicios-ecosistemicos/>.
- Rojas, C., La Barrera Francisco, D., Aranguíz, T., Munizaga, J., & Pino, J. (n.d.). Efectos de la urbanización sobre la conectividad ecológica de paisajes metropolitanos. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1852-42652017000200007&script=sci\\_arttext-](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1852-42652017000200007&script=sci_arttext-)
- Sabogal Vélez, C. L., Pedroza Toro, L. M., & González Angarita, G. P. Análisis de la vegetación a partir de índices espectrales y su relevancia en la identificación de espejos de agua en el humedal Torca Guaymaral, Bogotá, Colombia. Avances

investigación en ingeniería, (2023).

<https://doi.org/10.18041/1794-4953/>

avances.2.10708

## DETECCIÓN DE FUGAS EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

**Autores:** Edward Leonardo Tovar Romero<sup>1</sup> – eltovarr@udistrital.edu.co  
Jorge Alberto Valero Fandiño<sup>2</sup> – javalerof@udistrital.edu.co  
Nelson Obregón Neira<sup>3</sup> – nobregonn@javeriana.edu.co

**Docente asesor:** No aplica

**Semillero K**

### PALABRAS CLAVE

Fugas de agua, sistemas de acueducto, métodos de detección de fugas, redes de distribución, monitoreo.

### INTRODUCCIÓN

Las fugas de agua son un problema frecuente en los sistemas de acueducto y pueden ocurrir en cualquiera de sus componentes, desde la captación hasta la distribución. Este documento analiza los métodos contemporáneos de detección de fugas en redes de distribución, subrayando su importancia para mitigar los impactos económicos, sociales y ambientales asociados. La metodología del estudio incluye la revisión de literatura, la clasificación de la información y la

presentación de métodos de detección de fugas aplicables tanto en campo como en oficina. En términos generales, la detección de fugas ha avanzado significativamente gracias a la incorporación de sensores que captan ondas infrarrojas, sonoras y de presión, etc. así como del uso de metodologías modernas como las redes neuronales y modelos bayesianos. Aunque los métodos de detección de fugas suelen clasificarse en estáticos y dinámicos, en Colombia, los operadores de acueducto han preferido predominantemente los métodos dinámicos. No obstante, para optimizar los limitados recursos humanos, tecnológicos y financieros disponibles, es crucial adoptar un enfoque que integre ambos tipos de métodos. En conclusión, el país aún enfrenta

<sup>1</sup> Ingeniería Sanitaria. Profesor.

<sup>2</sup> Ingeniería Sanitaria. Profesor.

<sup>3</sup> Facultad de Ingeniería. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. Profesor.

desafíos significativos en cuanto a la investigación y desarrollo de tecnologías para la detección de fugas.

## REFLEXIÓN

Una red de distribución de agua potable consiste en un conjunto de tuberías de diámetros reducidos que transportan el agua desde la red matriz hasta los usuarios finales. Estas redes, que forman parte de los sistemas de acueducto (SA), suelen estar gestionados por empresas públicas o privadas. A pesar de las variaciones en el tamaño del sistema, los materiales utilizados y su esquema de operación, todos los SA enfrentan un problema operacional común: las fugas.

Las fugas de agua pueden ocurrir en diversas partes de los SA, incluyendo la captación, tratamiento, conducción, almacenamiento y distribución. Este documento se enfoca en describir los métodos actuales de detección de fugas en redes de distribución de agua potable, ya que este componente es el más extenso de los SA y las fugas en él tienen un impacto

considerable en los ámbitos económico, social y ambiental.

En esta investigación se realizó una revisión bibliográfica en diversas bases de datos, empleando palabras clave tanto en español como en inglés, tales como "fugas en redes de acueducto", "métodos de identificación de fugas en acueductos" y "predicción de fugas en redes de agua potable", entre otras. Posteriormente, se clasificó la información en función de los métodos de identificación de fugas, distinguiendo entre aquellos aplicables en campo y en oficina. Finalmente, los hallazgos más representativos son presentados en este documento.

En términos generales, una fuga se refiere a la pérdida de agua a través de un orificio o fisura, ocasionada por deficiencias en la construcción, operación o mantenimiento de los SA. Las consecuencias de estas fugas son diversas y pueden tener un impacto significativo en varios niveles. En primer lugar, afectan negativamente las finanzas de



las empresas proveedoras de servicios de acueducto, lo que a su vez incrementa el costo del agua para los usuarios (Cody & Narasimhan, 2020) & (EPA, 2024). Además, las fugas pueden causar daños colaterales en la infraestructura circundante, como las redes de gas, alcantarillado y telecomunicaciones, y además pueden tener potenciales implicaciones para la salud pública, por efecto de la contaminación cruzada con redes de alcantarillado. Las fugas, también pueden llevar al colapso de vías y taludes. Adicionalmente, desde una perspectiva ambiental, las fugas obligan a una mayor explotación de las cuencas abastecedoras y los acuíferos para compensar la pérdida de agua, lo que genera impactos ecológicos adversos.

Para reducir la vulnerabilidad de los SA ante las fugas, se debe realizar una búsqueda y reparación periódica de las mismas. Tradicionalmente, se ha identificado que los elementos de corte o regulación de flujo son puntos particularmente propensos a fugas. Sin embargo, otro componente donde la ocurrencia

de fugas es frecuente es la red de distribución (Boztaş, Özdemir, Durmuşcelebi, & Firat, 2019).

Los métodos de detección de fugas se pueden clasificar en monitoreo estático y monitoreo dinámico según el grado de automatización de los procesos (Billmann & Isermann, 1987) & (Romano, Woodward, & Kapelan, 2017). El monitoreo estático utiliza sensores ubicados en puntos clave de la red, usualmente donde se sospecha que puede haber fugas. Estos sensores registran datos sobre el comportamiento de la red, permitiendo una detección rápida de las fugas. Sin embargo, la implementación de los sensores puede ser costosa y en algunos casos estos pueden generar falsas alarmas. Este tipo de monitoreo es fundamental en los Sistemas de Distribución Inteligente, que se basan en la vigilancia continua de la red (Public Utilities Board Singapore., 2016). Por otro lado, el monitoreo dinámico requiere el desplazamiento de personal y equipos de detección a las áreas de la red

donde se sospecha la presencia de fugas. La selección de estas áreas se basa en evaluaciones periódicas e inspecciones diagnósticas realizadas por los operadores del sistema.

Los métodos de detección de fugas también pueden clasificarse según las etapas llevadas a cabo para su identificación. Una clasificación común agrupa la detección de fugas en dos categorías: la primera, denominada "Identificar – Localizar – Puntualizar" (ILP, por sus siglas en inglés), y la segunda, conocida como "Identificar – Localizar – Ubicar – Puntualizar" (ILLP, por sus siglas en inglés) (El-Zahab & Zayed, 2019). Estas dos categorías se diferencian en que ILLP cuenta con una etapa adicional llamada ubicación. En términos generales, en la fase de identificación, se busca distinguir entre una fuga real y una falsa. La localización, tiene como objetivo reducir el área de búsqueda de la fuga a un segmento específico de la red. En la etapa de ubicación, se determina la posición exacta de la fuga con una precisión de hasta 0.3 m.

Finalmente, en la fase de puntualización, se define con más precisión la posición de la fuga, reduciendo el radio de búsqueda a menos de 0.20 m (El-Zahab, Asaad, Abdelkader, & Zayed, 2018) & (Hamilton & Charalambous, 2020). Este proceso de detección de fugas permite reducir progresivamente el área de intervención requerida para las reparaciones, lo que a su vez optimiza la asignación de recursos.

En la identificación de fugas, se pueden emplear dispositivos invasivos o no invasivos, cuyo uso combinado depende del criterio del operador. Entre los dispositivos no invasivos más utilizados se encuentran aquellos que operan mediante la detección de ondas de radio (Bimpas, Amditis, & Uzunoglu, 2010), ondas sonoras (Hamilton S., 2009), ondas electromagnéticas (Ng, Chen, & Tseng, 2017), radiación infrarroja (Fahmy & Moselhi, 2009), cambios de presión (Guo, Yang, & Guo, 2008), vibraciones (Martini, Troncosi, Rivola, & Nascetti, 2013), y ondas hertzianas (Bustamante-Alvarez, Chavez-Irazabal,

Gonzales-Calienes, & Soto-Cordov, 2024). En contraste, dentro de los métodos invasivos se halla la inyección de trazadores, cuyo afloramiento revela la presencia de fugas (Yussof, Anisah, & Ho, 2022).

Durante las últimas cuatro décadas, los dispositivos para la detección de fugas han experimentado un desarrollo significativo (El-Zahab, Asaad, Abdelkader, & Zayed, 2018). En la década de 1980, el método acústico era el más utilizado, superando al uso de trazadores de gas. En los años 90, se introdujeron los métodos de detección por vibración y georradar. Posteriormente, en la primera década del 2000, se integraron tecnologías más avanzadas, como los sensores infrarrojos, las mediciones de tasas de flujo y la fibra óptica. Lo anteriormente expuesto evidencia que la detección de fugas ha impulsado el desarrollo de una industria altamente especializada.

La simulación computacional también ha desempeñado un papel crucial en la identificación de fugas (Hu, Chen, Chen, Tan,

& Shen, 2021). Al comparar las presiones observadas en campo con las simuladas a través de modelos computacionales calibrados y validados, es posible detectar discrepancias que, en la mayoría de los casos, indican la presencia de fugas. Estas discrepancias permiten identificar las áreas donde se recomienda implementar primero un monitoreo estático, antes de proceder con un monitoreo dinámico, previo a la reparación de las fugas (Zhang & Wang, 2011).

Uno de los avances más destacados en la detección de fugas se encuentra en el desarrollo de modelos con soporte bayesiano (MSB) (Cody, Dey, & Narasimhan, 2019). Estos modelos permiten reducir la incertidumbre a medida que se obtienen más mediciones. Los MSB para la identificación de fugas integran diversos factores, tales como la antigüedad de las tuberías, las propiedades del suelo y las presiones.

Por otra parte, en los últimos años se ha avanzado significativamente en la

integración de la inteligencia artificial (IA) en la detección de fugas (Li & Chen, 2023). Por ejemplo, en 2020 se desarrolló una red neuronal capaz de identificar fugas en las uniones de tuberías mediante el análisis de los cambios de presión en la red (Bohorquez, Alexander, Simpson, & Lambert, 2020).

A nivel mundial, la investigación en el campo de las fugas en redes de acueducto se halla concentrada en Estados Unidos, China, Inglaterra y Brasil (El-Zahab & Zayed, 2019).

En Colombia, las empresas de acueducto están obligadas a presentar informes periódicos sobre los volúmenes de fugas en sus redes, con el fin de establecer metas de reducción de estas. Para cumplir con esta tarea, los operadores realizan mayoritariamente monitoreos dinámicos, lo que implica una inspección exhaustiva de las redes. Por lo tanto, resulta necesario integrar el monitoreo estático como etapa preliminar.

Aunque en Colombia es notable el uso de diversos dispositivos para la detección de

fugas, no se han llevado a cabo investigaciones enfocadas al diseño y construcción de estos dispositivos. Sin embargo, la mayoría de las investigaciones han estado orientadas a evaluar los impactos de las fugas sobre las redes. Por ejemplo, Céspedes Henao (2008), evaluó la viabilidad económica de reemplazar las tuberías de la red de acueducto, en función del valor del agua recuperada tras identificar y reparar fugas. Muñoz Gómez (2009) cuantificó económicamente el efecto de las fugas no visibles sobre los costos de operación de una red acueducto, concluyendo que es necesario que las empresas de acueducto reduzcan las fugas para que sus operaciones sean económicamente rentables. Según Alvarado Vargas (2016), en el año 2015 las pérdidas de agua en Bogotá oscilaron alrededor del 41%, razón por la cual, el mismo investigador, propuso una metodología para identificar las tuberías con alta probabilidad de existencia de fugas. Finalmente, Celeita Arias (2018) evaluó el punto a partir del cual resulta económicamente inviable localizar y



reparar fugas no detectables.

## CONCLUSIONES

Las redes de distribución de agua potable, independientemente de su tamaño o los materiales empleados, enfrentan de manera universal el desafío de las fugas. Estas pueden ocurrir en diversas partes del sistema, desde la captación hasta la distribución, y representan un problema operativo significativo a nivel mundial.

Las fugas de agua tienen efectos adversos en varios niveles: económicos (aumentan los costos operativos y, por ende, el precio del agua), sociales (afectan la infraestructura circundante, como las redes de gas y telecomunicaciones) y ambientales (incrementan la explotación de recursos hídricos, con consecuencias ecológicas negativas).

La detección de fugas es un proceso complejo y esencial que precede a su reparación. La detección de fugas puede realizarse mediante monitoreo estático o dinámico. El monitoreo

estático, aunque útil para la detección inmediata de fugas, es más propenso a emitir falsas alarmas. El monitoreo dinámico, por su parte, implica la movilización de personal y equipos para inspeccionar zonas sospechosas.

La tecnología para la detección de fugas ha evolucionado significativamente en las últimas décadas, con la incorporación de métodos avanzados como sensores infrarrojos, vibración, georradar, y más recientemente, con los modelos predictivos con soporte bayesiano y la IA. Estos últimos ofrecen herramientas poderosas para reducir la incertidumbre y mejorar la precisión en la detección de fugas, integrando factores como el material y la antigüedad de las tuberías, así como las condiciones del suelo.

En Colombia, los operadores de acueductos deben informar periódicamente sobre las fugas en sus redes para reducirlas, realizando principalmente monitoreos dinámicos. Se sugiere integrar el monitoreo estático para mejorar la detección de fugas.

Sin embargo, a pesar del uso de dispositivos para detectar fugas, no se han diseñado nuevos dispositivos para su identificación.

Para optimizar el uso de recursos humanos y financieros, se recomienda comenzar la identificación de fugas con el cálculo de la probabilidad de su existencia en cada tramo de la red de acueducto. Esta estimación inicial debe basarse en las propiedades de las tuberías (diámetro, material y antigüedad de las tuberías), en las condiciones operativas de la red (caudales y presiones), en factores climáticos y en los elementos circundantes (proximidad a vías, árboles, tipo de tráfico, etc.). De esta forma, los equipos de inspección se dirigirán prioritariamente a los tramos con mayor probabilidad de fugas. Este análisis preliminar, basado en estadística, contribuirá a reducir tanto los costos como los tiempos de detección de fugas.

Aunque en Colombia existen profesionales capacitados para desarrollar dispositivos de identificación de fugas, la limitada

colaboración entre el ámbito académico, el sector público y el sector privado dificulta el diseño, construcción, puesta en marcha y validación de tales dispositivos. Además, la falta de acceso a información detallada de las empresas de acueducto sobre la ubicación de las fugas impide el diseño y evaluación de metodologías estadísticas con altos niveles de confiabilidad. Estos desafíos abren un campo de oportunidades de investigación, orientadas a la gestión integral del recurso hídrico, cruciales para enfrentar los retos que el cambio climático plantea.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado Vargas, C. C. (2016). Propuesta metodológica para localizar tuberías de distribución de agua potable con mayor probabilidad de presentar fugas no visibles [Universidad de Los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/6e026fff-6230-431f-add3-7f8e39ab108c/content>

- Billmann, L., & Isermann, R. (1987). Leak detection methods for pipelines. *Automatica*, 23(3), 381-385. doi:[https://doi.org/10.1016/0005-1098\(87\)90011-2](https://doi.org/10.1016/0005-1098(87)90011-2)
- Bimpas, M., Amditis, A., & Uzunoglu, N. (2010). Detection of water leaks in supply pipes using continuous wave sensor operating at 2.45 GHz. *Journal of Applied Geophysics*, 40(3), 226-236. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2010.01.003>
- Bohorquez, J., Alexander, B., Simpson, A. R., & Lambert, M. F. (2020). Leak Detection and Topology Identification in Pipelines Using Fluid Transients and Artificial Neural Networks. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 146(6). doi:[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.00011](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.00011)
- Boztaş, F., Özdemir, Ö., Durmuşçelebi, F., & Firat, M. (2019). Analyzing the effect of the unreported leakages in service connections of water distribution networks on non-revenue water. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16, 4393–4406. doi:<https://doi.org/10.1007/s13762-018-2085-0>
- Bustamante-Alvarez, R., Chavez-Irazabal, W., Gonzales-Calienes, R., & Soto-Cordov, M. (2024). Water Supply Leak Detection Based on Audio Signal Processing. *Nanotechnology Perceptions*, 20(9). doi:<https://doi.org/10.62441/nanontp.v20iS9.57>
- Celeita Arias, D. A. (2018). Factibilidad Económica de la Localización y Reparación de Fugas no Detectables en Redes de Distribución de Agua Potable [Universidad de Los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/7a79cad9-2c0d-42d2-8b70-9f68050eb9be>

- Céspedes Henao, J. D. (2008). Efecto del agua perdida por fugas detectables y no detectables sobre la decisión de compra de tuberías con criterio único de costo mínimo [Universidad de Los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/33439e49-8c84-4355-921e-24bd0f09dd93/content>
- Cody, R. A., Dey, P., & Narasimhan, S. (2019). Linear Prediction for Leak Detection in Water Distribution Networks. *Journal of Pipeline Systems Engineering and Practice*, 11(1). doi:[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)PS.1949-1204.0000415](https://doi.org/10.1061/(ASCE)PS.1949-1204.0000415)
- Cody, R., & Narasimhan, S. (2020). A field implementation of linear prediction for leak-monitoring in water distribution networks. *Advanced Engineering Informatics*, 45. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aei.2020.101103>
- El-Zahab, S., & Zayed, T. (2019). Leak detection in water distribution networks: an introductory overview. *Smart water*, 4(5). doi:<https://doi.org/10.1186/s40713-019-0017-x>
- El-Zahab, S., Asaad, A., Abdelkader, E., & Zayed, T. (2018). Development of a clustering-based model for enhancing acoustic leak detection. *Canadian journal of civil engineering*, 46(4). doi:<https://doi.org/10.1139/cjce-2018-0229>
- EPA. (2024, April 2). Environmental Protection Agency. Retrieved August 28, 2024, from Water sense: <https://www.epa.gov/watersense/statistics-and-facts>
- Fahmy, M., & Moselhi, O. (2009). Automated Detection and Location of Leaks in Water Mains Using Infrared Photography. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 24(3). doi:[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.0000094](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0000094)
- GUO, X.-l., Yang, K.-l., & Guo, Y.-x.



- (2008). Hydraulic pressure signal denoising using threshold self-learning wavelet algorithm. *Journal of Hydrodynamics, Ser. B*, 20(4), 433-439. doi:[https://doi.org/10.1016/S1001-6058\(08\)60077-3](https://doi.org/10.1016/S1001-6058(08)60077-3)
- Hamilton, S. (2009). ALC in low pressure areas - It can be done. *Water loss*, (pp. 131-138). Cape Town.
  - Hamilton, S., & Charalambous, B. (2020). *Leak Detection: Technology and Implementation* (2nd ed.). IWA Publishing. doi: <https://doi.org/10.2166/9781789060850>
  - Hu, Z., Chen, B., Chen, W., Tan, D., & Shen, D. (2021). Review of model-based and data-driven approaches for leak detection and location in water distribution systems. *Water supply*, 21 (7).
  - Li, L., & Chen, H. (2023). Artificial Intelligence and Internet of Things-Based Leak Detection Method for the Water Supply Network. *International Transactions on Electrical Energy Systems*, 2023. doi:<https://doi.org/10.1155/2023/3443047>
  - Martini, A., Troncosi, M., Rivola, A., & Nascetti, D. (2013). Preliminary Investigations on Automatic Detection of Leaks in Water Distribution Networks by Means of Vibration Monitoring. *Advances in Condition Monitoring of Machinery in Non-Stationary Operations* (pp. 535-544). Springer. doi:[https://doi.org/10.1007/978-3-642-39348-8\\_46](https://doi.org/10.1007/978-3-642-39348-8_46)
  - Muñoz Gómez, A. (2009). Cuantificación económica del efecto de las fugas no detectables de agua sobre los costos de operación globales de una red de distribución de agua potable [Universidad de Los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/8a340f9d-bafb-4049-b0a2-08ac1b2d6763/>

content

- Ng, K. S., Chen, P.-Y., & Tseng, Y.-C. (2017). A design of automatic water leak detection device. 2017 IEEE 2nd International Conference on Opto-Electronic Information Processing (ICOIP), (pp. 70-73). Singapore. doi:10.1109/OPTIP.2017.8030701
- Public Utilities Board Singapore. (2016). Managing the water distribution network with a Smart Water Grid. Smart Water, 1. doi:https://doi.org/10.1186/s40713-016-0004-4
- Romano, M., Woodward, K., & Kapelan, Z. (2017). Statistical Process Control Based System for Approximate Location of Pipe Bursts and Leaks in Water Distribution Systems. Procedia Engineering, 186, 236-243. doi:https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.235
- Yussof, M., Anisah, N., & Ho, H. W. (2022). Review of Water Leak Detection Methods in Smart Building Applications. Buildings, 12(10). doi:https://doi.org/10.3390/buildings12101535
- Zhang, H., & Wang, L. (2011). Leak detection in water distribution systems using Bayesian theory and Fisher's law. Transactions of Tianjin University, 17, 181-186. doi:https://doi.org/10.1007/s12209-011-1594-4

## LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO POR TECNICAS DE ESCANOGRAFÍA DE UNA SERIE DE HIPOGEOS DE TIERRADENTRO CAUCA

**Autores:** Yanni Natalia Tobar Panchoaga<sup>1</sup> – yntobarp@udistrital.edu.co  
Julian Stiven Bareño Hernández<sup>2</sup> – jsbarenoh@udistrital.edu.co

**Docente director:** Julio Hernán Bonilla Romero

**Semillero de investigación** en Arqueoastronomía

### RESUMEN DE TRABAJO DE GRADO

Al adentrarnos en el proceso de formación como ingenieros topográficos, es imperativo reconocer la transversalidad que caracteriza esta disciplina, así como comprender que la interacción con otras áreas del conocimiento puede desembocar en iniciativas innovadoras con impacto social significativo. Este proyecto aborda precisamente esta convergencia entre la ingeniería topográfica y la conservación del patrimonio, destacando la importancia de reconocer que ningún campo de estudio está aislado por completo, este proyecto es prueba evidente de las posibilidades de nuestra profesión; de la mano con el semillero de investigación en arqueoastronomía y el Instituto Colombiano de Antropología e Historia desarrollamos el primer proyecto en

vinculación oficial entre la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y el ICAHN, basado en la aplicación de tecnologías recientes y metodologías propias en beneficio de la investigación y análisis de una parte del patrimonio cultural de Colombia ubicado en el Parque Nacional de Tierradentro, al norte del departamento del Cauca.

La confluencia de diversos campos como la arqueología, la topografía, la geomática y las geociencias ha sido fundamental para abordar de manera integral las necesidades y alcances del proyecto. En este contexto, la ingeniería topográfica ha desempeñado un papel esencial al proporcionar metodologías, técnicas, herramientas y tecnologías que nos permitieron desarrollar y generar un

<sup>1</sup> Ingeniería Topográfica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

<sup>2</sup> Ingeniería Topográfica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

conjunto de información digital, precisa y fiel a la realidad, en la cual basamos diversos análisis técnicos y a partir de los cuales se abordaron investigaciones detalladas desde otras áreas de conocimiento. Esta sinergia entre disciplinas aparentemente disímiles demuestra cómo diferentes áreas del conocimiento pueden entrelazarse y potenciarse mutuamente para lograr objetivos más amplios.

La incorporación de tecnologías innovadoras como el escaneo láser terrestre (Lidar) y la realidad virtual demostró su enorme potencial en este campo. Estas herramientas permitieron documentar y recrear de manera precisa y detallada los vestigios arqueológicos, abriendo nuevas posibilidades para su estudio, análisis e interpretación sin necesidad de intervenciones directas que podrían poner en riesgo la integridad de los sitios.

Este proyecto sienta un precedente valioso al integrar de manera efectiva la tecnología y la innovación en los procesos de documentación, resguardo y difusión del patrimonio

arqueológico nacional. Abre así un camino prometedor para futuras iniciativas que aprovechen estas herramientas en beneficio de la conservación de la riqueza cultural de Colombia, estableciendo nuevos estándares en la forma en que se aborda la preservación y divulgación del patrimonio arqueológico.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al ingeniero Julio Bonilla por su excepcional labor como maestro y guía en este proyecto, ayudándonos a comprender la importancia de la transversalidad y la apropiación de nuestra historia. A la Universidad Distrital Francisco José de Caldas por brindarnos el espacio y las herramientas para desarrollar cada fase del proyecto. Al Instituto Colombiano de Antropología e Historia Nacional por confiar en nosotros y permitirnos trabajar en Tierradentro. A don Javier, don Carlos, doña Rosalín, y a todos los trabajadores del parque arqueológico de Tierradentro por su apoyo, historias, experiencias y hospitalidad. Y finalmente, a todos los que apoyaron este

proyecto, infinitas gracias.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berrocal-Rangel, L., Paniego Díaz, P., Ruano, L., & R. Manglano Valcárcel, G. (2017). Aplicaciones LiDAR a la topografía arqueológica: El Castro de Irueña (Fuenteguinaldo, Salamanca). (U. A. Madrid, Ed.) *DIGITAL.C SIC*. doi:10.15366/cupauam2017.43.007
- Giraldo Ocampo, A. I. (2020). *Tecnología y conservación de las pinturas murales de los hipogeos del Alto del Aguacate en Tierradentro, Cauca, Colombia. - Curso [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]*. Repositorio Institucional, Medellin. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78584>
- Moralejo, R., Gobbo, D., Del Cogliano, D., & Pinto, L. (12 de 2022). Utilización de LiDAR aéreo y terrestre en El Shincal de Quimivil (Catamarca): Una experiencia de vinculación institucional y tecnológica en el ámbito de la arqueología. *Repositorio Institucional CONICET Digital*. doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.7382162>
- Mozas Calvache, A. T., Pérez Garcia, J. L., & Gómez López, J. M. (2020). GEOMETRICAL STUDY OF MIDDLE KINGDOM FUNERARY COMPLEXES IN QUBBET EL-HAWA (ASWAN, EGYPT) BASED ON 3D MODELS. *Dialnet*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7953430>
- Schwerina, J., Richards-Rissettob, H., Remondino, F., Grazia Spera, M., Auer, M., Billen, N., . . . Reindela, M. (2015). Airborne LiDAR Acquisition, Post-Processing and Accuracy-Checking for a 3D WebGIS of Copan, Honduras. *Sciencedirect*, 1-4.
- Tobar Panchoaga, Y. N., & Montenegro Forero, L. G. (09 de 06 de

2020). *ESTUDIO DE ARTE RUPESTRE  
EN LA ROCA EL PALCO EN TIBACUY  
CON TECNOLOGÍA RPAS Y ANÁLISIS  
ARQUEOASTRONÓMICO - Curso  
[Monografía de Tecnología],  
Universidad Distrital Francisco José de  
Caldas. Repositorio Institucional.  
Obtenido de [http://  
hdl.handle.net/11349/26314](http://hdl.handle.net/11349/26314)*



## IDENTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES DEL TRANSPORTE PÚBLICO MASIVO EN AMÉRICA LATINA

**Autor:** Oscar David Gil Vargas<sup>1</sup> – odgilv@udistrital.com

**Docente director/asesor:** Maribel Pinilla Rivera

**Semillero de investigación:** Semillero Competitividad Económica Ambiental CEA—UD

### RESUMEN DE PONENCIA

Las grandes ciudades de mundo tienen un gran problema con su sistema de transporte público masivo y Latinoamérica no es la excepción. Esto debido, a su falta de infraestructura lo cual ha generado altos niveles de congestión y aumento de la inequidad (Pardo, 2009).

La reducción de Gases de Efecto Invernadero (GEI) es una de las acciones que más relevancia se presenta con respecto a la problemática mundial del cambio climático. Debido a esto, el sector del transporte debe buscar alternativas en cuanto a las energías más limpias para reducir su contribución de GEI ya que, su actual consumo es basado en hidrocarburos (Martínez, 2018).

Las inversiones en el transporte público en

América Latina antes de 1980 se concentraban en los tranvías, metros o cableado eléctrico, pero por problemas de financiamiento y las crisis de fiscalidad han cambiado (Pardo, 2009). Es por ello, que han surgido nuevas alternativas como lo es BRT (Bus Rapid Transport) el cual ha tenido una gran acogida en las ciudades Latinoamericanas (Rodríguez y Vergel, 2013), esto debido a sus costos más bajos y a su nivel de eficiencia aceptable comparándolo con otras alternativas (Santos et al., 2013).

La presente investigación se desarrolló mediante una metodología cualitativa que se centró en la investigación documental con un enfoque descriptivo. La recopilación de datos se realizó a través de una revisión

---

<sup>1</sup> Administración Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

documental que se llevó a cabo en cuatro etapas. En la primera etapa, se establecieron los criterios de búsqueda, que incluyeron palabras clave y conceptos relevantes relacionados con el tema. En la segunda etapa, se realizó una búsqueda inicial en bases de datos académicas utilizando estos criterios, y se recopilaron artículos científicos, estudios de caso y publicaciones pertinentes. En la tercera etapa, se realizó una selección preliminar de documentos, evaluando su pertinencia y su relación directa con el tema de estudio a través de una revisión de resúmenes para identificar los más apropiados. Finalmente, en la cuarta etapa, se seleccionaron los documentos, evaluando la relevancia de los hallazgos, su coherencia con el marco teórico del estudio y su citación en el presente escrito.

Entre los hallazgos obtenidos, se identificaron dos impactos ambientales principales generados por el transporte público masivo. En primer lugar, se encontró que existe contaminación del aire debido a altas concentraciones de contaminantes que superan

los límites establecidos por la IEA (Lacasaña et al., 1999). En segundo lugar, se observó contaminación acústica en las ciudades que cuentan con sistemas de tren o metro, debido a los altos niveles de ruido. En aquellas ciudades donde no se dispone de estos sistemas, se han desarrollado sistemas de BRT o autobuses que funcionan con combustibles (Platzer et al., 2007; Ramírez y Domínguez, 2015).

Dichos impactos afectan al medio ambiente y a la salud pública, esto se refleja en el aumento de patologías de la población de las grandes urbes entre las cuales se encuentran las infecciones respiratorias que generan decremento en el sistema pulmonar y respiratorio, que afectan a niños y ancianos; asimismo, se relaciona la ansiedad, estrés, disminución en el desempeño, mal humor, entre otros, producidos por el exceso de ruido (Ramírez y Domínguez, 2011).

Por otra parte, es importante mencionar que algunas causas de estos impactos son el uso de combustibles fósiles y una

procrastinación en la vida útil de los medios de transporte masivo. Es por ello, crucial una transición energética en el transporte público masivo, esto con el fin de contribuir a la sostenibilidad y poder disminuir sus efectos (Beltrán, 2022) Por otra parte, las políticas públicas deben subsidiar o incentivar el aumento en la oferta de transporte público masivo. Pardo (2009) explica que los autobuses de transporte público masivo ocupan menores espacios por uso per-capital frente a los vehículos personales que en promedio movilizan 1,3 personas por vehículo, lo cual genera mayores emisiones y mayor congestión en la movilidad.

Debido a lo anterior, es necesario que las políticas públicas y la normatividad faciliten que los sistemas de transporte público puedan aumentar su capacidad e implementar nuevas alternativas ya sean eléctricas o híbridas, con el fin de disminuir las emisiones de GEI y la disminución en la contaminación acústica, puesto que su sistema de propulsión y ruido son eléctricos lo cual emiten menor sonido que

un sistema por combustible (Quintero y Quintero, 2016; Alcalá, 2018).

La mejora del transporte público masivo debe ser uno de los objetivos cruciales para poder alcanzar el desarrollo sostenible de las ciudades, aunque es necesario grandes inversiones ya sea de fondos privados o públicos. De no ser así seguirá habiendo sistemas de transporte ineficientes en Latinoamérica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcalá, A. (2018). Electromovilidad para el transporte público en América Latina, un desafío Conjunto. Transporte y Desarrollo en América Latina 1, (2), 27 – 44
- Beltrán, L. (2022). Implementación de las energías renovables-sostenibles, en el sistema de transporte masivo Transmilenio, de la ciudad de Bogotá. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10654/4413>

- Figueroa, O. (2005). Transporte urbano y globalización: Políticas y efectos en América Latina. *Eure* (Santiago), 31(94), 41-53.
- Lacasaña-Navarro, M., Aguilar-Garduño, C., & Romieu, I. (1999). Evolución de la contaminación del aire e impacto de los programas de control en tres megaciudades de América Latina. *Salud pública de México*, 41, 203-215. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-48162007000200005>
- Martínez, H. (2018). El desafío del sector transporte en el contexto del cumplimiento de las contribuciones determinadas a nivel nacional de América Latina. Documentos de Proyectos (LC/TS.2018/94), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Pardo, C. F. (2009). Los cambios en los sistemas integrados de transporte masivo en las principales ciudades de América Latina. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Platzer M, Usbeth, Iñiguez C, Rodrigo, Cevo E, Jimena, & Ayala R, Fernanda. (2007). Medición de los niveles de ruido ambiental en la ciudad de Santiago de Chile. *Revista de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello*, 67(2), 122-128.
- Quintero, J. R., & Quintero, L. E. (2016). El transporte sostenible y su papel en el desarrollo del medio ambiente urbano. *Ingeniería Y Región*, 14(2), 87–97. <https://doi.org/10.25054/22161325.696>
- Ramírez, A., & Domínguez, E. A. (2011). El ruido vehicular urbano: problemática agobiante de los países en vías de desarrollo. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 35(137), 509-530.
- Ramírez, A., & Domínguez, E. A. (2015). Contaminación acústica de

origen vehicular en la localidad de Chapinero (Bogotá, Colombia). *Gestión y Ambiente*, 18(1), 17-28.

- Rodríguez, D., & Vergel, E. (2013). Sistemas de transporte público masivo tipo BRT (Bus Rapid Transit) y desarrollo urbano en América Latina. *Land Lines*, 25(1), 16-24.
- Santos, L., González, E., Santos, T., (2013). El sector de transporte público en la ciudad de Río de Janeiro: inventario de gases de efecto invernadero, alternativas de mitigación y estimación de potencial de abatimiento.

## **PRÉSTAMOS SOSTENIBLES, FONDOS DE INVERSIÓN Y BONOS VERDES COMO MECANISMOS FINANCIEROS PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO**

**Autora:** Laura Camila Bernal Sanchez<sup>1</sup> – lcbernals@udistrital.edu.co

**Docente director/asesor:** Maribel Pinilla Rivera

**Semillero de investigación:** Semillero Competitividad Económica Ambiental CEA.UD

### **RESUMEN PONENCIA**

El cambio climático representa uno de los mayores desafíos del siglo, puesto que los efectos de este son cada día más evidentes. Un acontecimiento relevante es el Informe Stern, el cual fue realizado por el economista Nicholas Stern para el año 2006, en él se evidenciaban diferentes indicadores que concluyeron en la demostración de los impactos del cambio climático y los costos económicos que ellos acarrearían (Brines, 2021).

Por ello, en la mayoría de los países se proponen estrategias para combatir el cambio climático, estas pueden tener un enfoque de adaptación, mitigación o la unión de ambos enfoques, a través de estas estrategias se busca

disminuir la vulnerabilidad de las poblaciones frente a la problemática, sin embargo, para esta ponencia se hace un énfasis en las medidas de adaptación ya que, de acuerdo con Bárcena et al. (2020) la inversión en medidas de adaptación permite reducir las pérdidas futuras, incrementar la productividad fomentando la mitigación del riesgo, la innovación y genera beneficios sociales y ambientales.

Por consiguiente, se hizo necesario fomentar las finanzas sostenibles, las cuales de acuerdo con ISO (2023, 1) citado por Rivera et al., 2023 “significan financiamiento, así como acuerdos institucionales y de mercado relacionados, que respaldan el progreso para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

---

<sup>1</sup> Administración Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.



de las Naciones Unidas (ONU) y abordar el cambio climático” (pág. 22), dichos objetivos se dividen en temáticas sociales como la desigualdad, pobreza y la salud; ambientales como el consumo responsable y la transición energética; económicos como infraestructura, trabajo y crecimiento industrial; y de gobernanza como la justicia, la paz y la creación de alianzas (Rivera et al., 2023). Sin embargo, la información de este tipo de finanzas, se encuentra dirigida principalmente a expertos, por lo cual se identifica una necesidad de simplificar y hacer más accesible el conocimiento para que una audiencia amplia pueda comprenderlo de forma clara (Global Environment Facility, 2017, pág 2 citado por Rivera et al., 2023).

Esta ponencia tiene como objetivo presentar las finanzas sostenibles a través de los mecanismos financieros de préstamos sostenibles, fondos de inversión ESG y bonos verdes, destacando el alto potencial de estos instrumentos para contribuir a la implementación de medidas de adaptación al

cambio climático.

La metodología aplicada es cualitativa, con un enfoque en la investigación documental y un alcance descriptivo. La recolección de información se realizó mediante una revisión documental en cuatro etapas: definición de criterios de búsqueda (términos técnicos y palabras clave), búsqueda en bases de datos académicas y fuentes relevantes, filtración de documentos por pertinencia, y selección final de documentos mediante una revisión exhaustiva, evaluando la relevancia de los hallazgos.

Dentro de los resultados obtenidos, se identificó que los instrumentos financieros como los préstamos sostenibles, fondos de inversión ESG y bonos verdes, se han consolidado como herramientas esenciales para brindar capital a los proyectos que promuevan la sostenibilidad ambiental y la lucha contra el cambio climático (Bárcena et al., 2020).

Los préstamos sostenibles son acuerdos financieros que, al igual que los de tipo convencional otorgan dinero, pero con un enfoque en proyectos ambiental y socialmente sostenibles (BBVA, 2021). Este mecanismo se rige por principios específicos como los Green Bond Principles (GBP) y los Sustainability Linked Loan Principles, los cuales aseguran que los fondos se destinen a proyectos alineados con los ODS (Martínez, 2022). Una característica clave de los préstamos sostenibles es que suelen ofrecer tasas de interés más bajas que los convencionales, facilitando así el acceso a financiamiento. Además, los prestatarios deben reportar y validar sus indicadores de sostenibilidad, garantizando un alto nivel de transparencia (Bejarano, 2023).

Por otro lado, los fondos de inversión ESG son mecanismos que integran criterios ambientales, sociales y de gobernanza en sus decisiones de inversión, estos buscan invertir en empresas que demuestren un alto desempeño en sostenibilidad, contribuyendo así a un

desarrollo económico más responsable y alineado con los desafíos ambientales (Ulrich, 2016). En el contexto del cambio climático, este mecanismo puede financiar iniciativas que mejoren la resiliencia de los cultivos frente a eventos climáticos extremos, fomenten la transición energética sostenible y reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero.

Los fondos de inversión ESG analizan el desempeño ambiental, social y de gobernanza de las empresas, promoviendo prácticas empresariales responsables. Desde la pandemia de 2020, se ha observado un interés creciente por parte de los inversores en las inversiones sostenibles. Una encuesta de Deutsche Bank realizada en 2021 a 2,130 clientes reveló que más del 75% de los inversores confirmaron su interés en la sostenibilidad (Navarro, 2021).

De la misma forma, los bonos verdes funcionan como los convencionales, con la diferencia de que “se destinan, en parte o en su totalidad, al financiamiento o

refinanciamiento de proyectos verdes elegibles, ya sean nuevos o existentes” (Asociación Internacional del Mercado de Capitales, s.f. citada por Ferullo & Tarallo, 2023, pág. 6). Este mecanismo se basa en los GPB y una de las barreras para la emisión de estos, es el tamaño y la escala de los proyectos elegibles, que por lo general se enfocan en energías renovables, eficiencia energética y transporte limpio, por lo cual en relación con el cambio climático es un desafío que se lleguen a implementar en otros proyectos que tengan un sector diferente, como lo es el caso del sector agrícola.

En conclusión, aunque estos tres mecanismos financieros son una fuente innovadora para proyectos sostenibles, su diseño y ejecución suelen estar influenciados por estándares internacionales de países desarrollados, creando dependencia de estas economías. Además, los criterios para definir proyectos "verdes" o "sostenibles" son establecidos por instituciones financieras internacionales, lo que puede desalinearse con las prioridades de

desarrollo locales. De igual forma, los requisitos como los estudios de impacto ambiental, son complejos y costosos, lo que dificulta el acceso de pequeños productores y organizaciones locales con menos recursos.

Finalmente, existe también el riesgo de "greenwashing", donde algunas empresas podrían utilizar estos instrumentos para mejorar su imagen pública sin realizar cambios significativos en sus prácticas ambientales y sociales, lo que podría llevar a financiar proyectos que no generan beneficios ambientales reales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bárcena, A., Samaniego, J. L., Peres, W., & Alatorre, J. (2020). *La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe: ¿Seguimos Esperando la Catástrofe o Pasamos a la Acción?* Cepal.org. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/68d30fbe-9c44-4848-867f-59bbdec62992/content>

- BBVA. (2021). *Soluciones sostenibles*. BBVA CIB. <https://www.bbvacib.com/es/sostenibilidad/sustainable-solutions/>
- Bejarano, G. S. (2023, agosto 7). *Principios de finanzas sostenibles: buscando una base común para un desarrollo económico resiliente y responsable*. Guillermosomarriba.com. <https://guillermosomarriba.com/principios-de-finanzas-sostenibles-buscando-una-base-comun-para-un-desarrollo-economico-resiliente-y-responsable/>
- Brines, J. (2021). *FINANZAS VERDES EN LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO* [Universidad Politecnica de Valencia]. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/179472/Brines%20-%20FINANZAS%20VERDES%20EN%20LA%20LUCHA%20CONTRA%20EL%20CAMBIO%20CLIMATICO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ferullo, A., & Tarallo, A. (2023). *Bonos verdes: Un Enfoque hacia la Financiación Sostenible en el Mercado Latinoamericano (2014-2021)* [Universidad Nacional de Rosario]. <https://rephip.unr.edu.ar/items/c3b92fd5-a1c0-4c6a-81f6-6989183c57bf>
- Martínez Serrano, I. (2022). *Finanzas medioambientalmente sostenibles en las entidades financieras de la Economía Social*. Universidad Politécnica de Cartagena. Recuperado de: <https://repositorio.upct.es/handle/10317/11431>
- Navarro, I. (2021, noviembre 1). *Fondos ESG: la rentabilidad es compatible con la inversión sostenible*. Forbes España; Forbes. <https://forbes.es/forbes-funds/117082/fondos-esg-cuando-la-rentabilidad-es-compatible-con-la-inversion-Navarrresponsable/?fbclid=IwAR0hTx0qdzlzin->

0HmFlzNW8paRDoji2HslNbH46Z7\_V

mwa\_0jkGF7CPApk

- Rivera, J., Guerra, P., & Bianca, R. (2023). *¿QUÉ SON LAS FINANZAS VERDES? UN ANÁLISIS DESDE LA TEORÍA Y LA PRÁCTICA*. <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/9583/1/CON-PAP-Araque-Rivera-Guerra-Ricaurte.pdf>

## CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN LA INDUSTRIA GAMING POR MEDIO DEL TYPICAL ELECTRICITY CONSUMPTION

**Autor:** Marco Antonio Leiton Gil<sup>1</sup> – maleitong@udistrital.edu.co

**Docente director/asesor:** Maribel Pinilla Rivera

**Semillero de investigación:** Competitividad Económica Ambiental - CEA

### RESUMEN PONENCIA

Los videojuegos para Belli & López Raventós (2008) actúan como puerta de entrada para que los niños, jóvenes, adultos y personas de mayor edad se familiaricen con las Tecnologías de la Información y la Comunicación, lo cual permite desarrollar habilidades y conocimientos convirtiendo a los videojuegos en una herramienta crucial para la integración y participación en el mundo tecnológico moderno.

Si bien los videojuegos y la venta de dispositivos como las consolas se mantenían en constante crecimiento, luego de lo acontecido en el año 2020 producto de la pandemia COVID-19, la industria gaming se consolidó como una de las más fuertes a nivel de entretenimiento, en donde se abarca a casi 3.32

billones de video jugadores a nivel mundial, y se espera que para el año 2025, este número sea superior a los 3.6 billones de personas (Asmar, 2022; Boletín Semillas Ambientales & Leiton Gil, 2023; YouGov, 2023).

Sin embargo, los consumos de energía de las consolas de videojuegos pueden producir preocupación, esto debido a que para el año 2008, el Grupo ECOS Consulting junto con el Natural Resources Defense Council (NRDC) estimaron que el uso de las consolas para Estados Unidos era equivalente a 16 mil millones de kWh/Año, dato que es cinco veces más el consumo anual de energía eléctrica correspondiente al sector residencial para Bogotá D.C en el año 2020 (Horowitz, 2008; López Hernández et

<sup>1</sup> Administración Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.



al., 2020).

Por lo cual, identificar y analizar el consumo de energía presente en los dispositivos de juego electrónico en formato físico es fundamental para evaluar si la industria gaming se encuentra en línea con los estándares de eficiencia energética, o si por el contrario, nuevas alternativas como el Cloud Gaming o Juego en la Nube, pueden mejorar y aportar estrategias para alcanzar la sostenibilidad dentro de la industria (Mills et al., 2019).

Es por ello que el proyecto de investigación consta de tres objetivos, cada uno con la utilización de una metodología descriptiva y analítica, en el cual, como primer objetivo se determinará la cantidad de energía consumida por cada modelo de consola de videojuegos presente en el mercado, para ello, se utilizarán las consolas más reconocidas a nivel mundial provenientes de empresas como Microsoft Corporation (Xbox), Sony Interactive Entertainment Inc. (Play Station) y Nintendo Co., Ltd. (Nintendo), como segundo objetivo

se identificará los consumos provenientes del Cloud Gaming y servicios de juego en la nube, para con ello, como tercer objetivo, efectuar por medio de modelación simulada la comparación de estas alternativas con el fin de determinar a día de hoy la forma más eficiente energéticamente para la reproducción de videojuegos.

De manera que, para realizar la identificación de los consumos de energía para cada modelo de videoconsola correspondiente al primer objetivo del proyecto de investigación, se tiene en cuenta el método conocido como TEC (Typical Electricity Consumption), el cual, para Aslan et al. (2020) permite estimar el consumo de energía en kilovatios-hora-año (kWh/Año) para dispositivos con variedad de modos de uso o funciones, como se han venido presentando las consolas de videojuegos de séptima, octava y novena generación, las cuales serán utilizadas para el análisis dentro del proyecto de investigación, y cuya fórmula corresponde a:

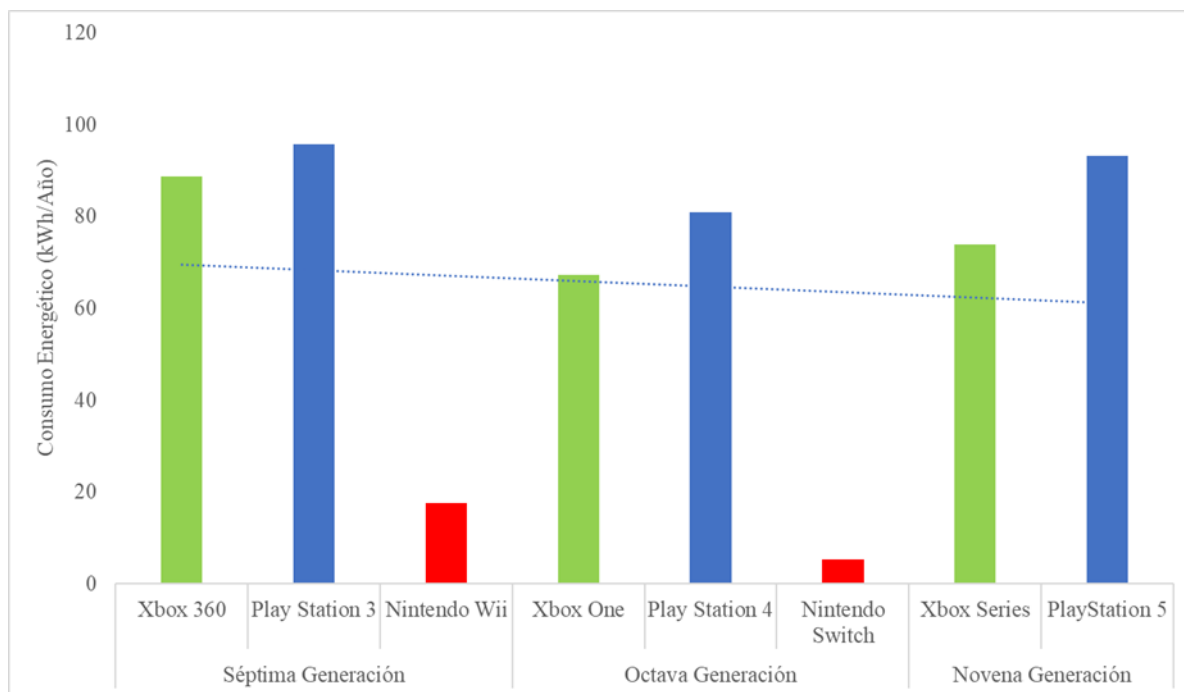
$$TEC = P_1T_1 + P_2T_2 + \dots + P_nT_n$$

En donde se tiene en cuenta el consumo de energía en Watts por cada modo de uso (P), el tiempo de utilización en Horas del dispositivo (T) y el modo de uso al cual se esté empleando (n), por lo cual, para consolas de séptima generación se tienen en cuenta los modos de uso de Gaming, Aplicaciones y Standby,

mientras que para la octava y novena generación, se utilizarán además de las mencionadas, la interfaz de usuario, lo cual, permite analizar los modos de uso más recurrentes por los video jugadores dentro de sus dispositivos (Aslan et al., 2020; Energy Star, 2008).

Ver Figura 1.

**Figura 1.** Consumos de Energía por Medio del Método TEC



Elaborado con datos de: Aslan et al., 2020; Nintendo, 2022; Orland, 2013; Self-Regulatory Initiative, 2020; Sony Entertainment Interactive, 2024; Whattmeter, 2024; Xbox, 2020.

Por lo cual, al utilizar el TEC para la identificación de los consumos de energía, tal y como puede ser apreciado en la Figura 1, se evidencia la disminución de estos consumos con la progresión generacional de las consolas de videojuegos, puesto que la séptima generación se aproxima a los 90 kWh/Año, en tanto que la novena generación, desarrollada a partir del año 2020, alcanza los 85 kWh/Año, por consiguiente, los esfuerzos de las grandes compañías y las regulaciones en temas de diseño y consumos han producido resultados, lo cual, evidencia el compromiso medioambiental que ostenta la industria gaming para con el planeta y sus consumidores.

De hecho, para continuar y mejorar los estándares de eficiencia energética dentro de la industria gaming, es esencial continuar innovando en temas de diseño y optimización tanto de los propios dispositivos como en las aplicaciones ejecutadas, por ejemplo, Fortnite, videojuego el cual, por medio de configuraciones y avances dentro del

desarrollo y mantenimiento de la aplicación y junto con la colaboración de empresas fabricantes de videoconsolas, ha logrado la disminución de sus consumos energéticos entre un 17% y 36% en la octava y novena generación de consolas de videojuegos (Woodhouse, 2023).

Esto indica una estimación de ahorro de energía en aproximadamente 73 GWh/Año, lo cual permite una mejora significativa en la eficiencia energética dentro de la aplicación y en las finanzas personales de sus más de 230 millones de jugadores activos mensualmente, lo que indica la posibilidad de ampliar horizontes y trabajar conjuntamente con otros estudios desarrolladores para que más videojuegos logren alcanzar mejoras en el desarrollo para que con ello, la industria gaming continúe su camino hacia la sostenibilidad (Woodhouse, 2023).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aslan, J., Murphy, R., Dr, C. F., Lee,

- J., & Mayers, K. (2020). *Climate Change Implications of Gaming Products and Services*. I(February 2020). <https://openresearch.surrey.ac.uk/esploro/outputs/doctoral/Climate-change-implications-of-gaming-products-and-services/99512335802346>
- Asmar, S. (2022). *El gasto en videojuegos creció 75% en los últimos años por la pandemia del covid-19*. La Republica. <https://www.larepublica.co/ocio/el-gasto-en-videojuegos-crecio-75-en-los-ultimos-anos-por-la-pandemia-del-covid-19-3358642>
  - Belli, S., & López Raventós, C. (2008). A brief history of videogame. *Athenea Digital*, 14, 159–179. <https://doi.org/10.5565/rev/athenead/v0n14.570>
  - Boletín Semillas Ambientales, E., & Leiton Gil, M. A. (2023). EL MUNDO GAMING MÁS ALLÁ DEL ENTRETENIMIENTO: UN ENFOQUE AMBIENTAL. *Boletín Semillas Ambientales*, 17(2), 38–45. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/bsa/article/view/21664/19732>
  - Energy Star. (2008). *ENERGY STAR® Program Requirements for Televisions Partner Commitments*. 35. [http://www.energystar.gov/sites/default/files/specs//ENERGY STAR Version 3.1 Room Air Conditioner Program Requirements.pdf](http://www.energystar.gov/sites/default/files/specs//ENERGY%20STAR%20Version%203.1%20Room%20Air%20Conditioner%20Program%20Requirements.pdf)
  - Horowitz, N. (2008). Lowering the Cost of Play: Improving the Energy Efficiency of Video Game Consoles. *Nrdc, November*, 2–3.
  - López Hernández, C. N., Jaramillo Garcés, M. M., Avendaño A., A. J., Pérez Otavo, D., Romero C., Y. E., & Gaitán Victoria, C. E. (2020). *Indicadores de consumo de agua y energía eléctrica*. [https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/indicadores\\_de\\_consumo\\_de\\_agua\\_y\\_energia\\_electrica\\_-\\_bogota\\_d.c.\\_2020\\_vf.pdf](https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/indicadores_de_consumo_de_agua_y_energia_electrica_-_bogota_d.c._2020_vf.pdf)

- Mills, E., Bourassa, N., Rainer, L., Mai, J., Shehabi, A., & Mills, N. (2019). Toward Greener Gaming: Estimating National Energy Use and Energy Efficiency Potential. *The Computer Games Journal*, 8(3–4), 157–178. <https://doi.org/10.1007/s40869-019-00084-2>
- Woodhouse, B. (2023). *Reducing Fortnite's Power Consumption*.
- YouGov. (2023). *Reaching Gamers - Everywhere 2023*. [https://commercial.yougov.com/rs/464-VHH-988/images/YouGov-Gaming-and-Esports-whitepaper-2023-Reaching-Gamers-everywhere.pdf?utm\\_medium=email&utm\\_source=blast&utm\\_campaign=EM-2023-03-Global-Gaming&mkt\\_tok=NDY0LVZISC05ODgAAAGK0WHkk0ISqp\\_nwneXoqO9F3xipuDuSO](https://commercial.yougov.com/rs/464-VHH-988/images/YouGov-Gaming-and-Esports-whitepaper-2023-Reaching-Gamers-everywhere.pdf?utm_medium=email&utm_source=blast&utm_campaign=EM-2023-03-Global-Gaming&mkt_tok=NDY0LVZISC05ODgAAAGK0WHkk0ISqp_nwneXoqO9F3xipuDuSO)

## SÍNTESIS DE MADERA PLÁSTICA (WPC) A PARTIR DE LIGNINA EXTRAÍDA DE CARBÓN MINERAL DE BAJO RANGO Y PLÁSTICO POSCONSUMO

**Autores:** Edwin Steven Ramírez Triana<sup>1</sup> – esramirez@udistrital.edu.co  
Deicy Nallely Ramírez Ramírez<sup>2</sup> – dnramirez@udistrital.edu.co

**Docente director/asesor:** Jeymy Tatiana Sarmiento Monsalve & Álvaro Jiménez

**Semillero de investigación** Carbones

### RESUMEN PONENCIA

Durante el año 2022 la tasa de deforestación en Colombia disminuyó en un 10% según el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM (IDEAM. s.f), con un total de 156.693 hectáreas deforestadas, (Cardona, 2023) convirtiéndolo en un país forestal, sin embargo, el verdadero reto de la humanidad es lograr que la deforestación se elimine por completo. Sin embargo, no solo la deforestación representa un problema ambiental; los plásticos son un problema igual o aún más grande, pues el uso desmesurado de estos polímeros y su difícil degradación han generado que estos desechos se conviertan en un problema ambiental, de hecho, de seguir la

tendencia para el año 2050 habrán cerca de 12 millones de toneladas de plástico que se demoran mínimo 100 años en degradarse. (López. A, et al; 2020)

Con el fin de aportar a la disminución de la deforestación el Semillero de CARBONES de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas durante más de una década ha venido trabajando en la elaboración de un producto maderable, extrayendo lignina a partir de carbón mineral de bajo rango, modificando esta por medio de Radiación UV y usando otros componentes como cascarilla de arroz para proporcionar el soporte de celulosa y HDPE posconsumo que al reaccionar con la resina U-F sintetizada a partir de urea y formaldehído, permita obtener un producto con características mecánicas ideales para el

<sup>1</sup> Licenciatura en Química, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

<sup>2</sup> Licenciatura en Química, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.



uso de este en el campo industrial.

El carbón mineral es un combustible fósil que surge a partir de tejidos vegetales que son expuestos condiciones de temperatura y presión altas. (Mejia, U; 2014). Hay distintos tipos de carbón según su nivel de profundidad en la superficie ya que esto determina características como su composición, poder calorífico, entre otros. Dentro de este mineral se encuentran distintos elementos como Hidrógeno, Azufre, Nitrógeno; así mismo como azúcares y la lignina; que es un polímero natural presente en los tejidos vegetales. De tipo fenólico posee una estructura grande de grupos fenólicos con diferentes grupos funcionales (Hidroxilo, éter, carbonilo, etc.) Junto con la celulosa y hemicelulosa, es de los polímeros vegetales más importantes para la estructura base de diferentes plantas, ya que la lignina permite una mayor rigidez, evitando daños estructurales que pueden ser causados por el clima y demás factores (Chávez & Domine. 2013).

La lignina se puede extraer por diferentes métodos, el método más común es el método soda. El cual consiste en solubilizar la lignina en medios básicos y purificarla en medios altamente ácidos (Tribot et al. 2019). Este proceso soda permite obtener una lignina de alta pureza y bajos contaminantes como azúcares al momento de la precipitación con un ácido mineral. (Chávez, M & Dominé, M; 2013)

Por otro lado, un material compuesto se forma al combinar dos o más tipos de materiales, resultando en un producto cuyas propiedades son superiores a las de los materiales originales (Elsheik et al, 2022).

Estos materiales están compuestos por una matriz, que proporciona la forma y flexibilidad, y un refuerzo, que aporta resistencia y rigidez. Además, se emplean compuestos como interfase para optimizar la interacción entre la matriz y el refuerzo (Haque et al, 2019).

El aparatado experimental se dividió en tres etapas, para la primera etapa se realiza la caracterización del carbón abarcando el análisis próximo y último, seguido de la extracción de lignina y su respectiva caracterización; en la segunda etapa se realiza la modificación estructural de la lignina por medio de radiación UV y la tercera etapa se basa en la síntesis de la resina U-F y finalizando la elaboración del producto maderable.

Como resultados se obtuvo que la muestra de carbón extraída en el municipio de Tunja, Boyacá corresponde a carbón sub-bituminoso debido a su porcentaje de humedad, cenizas, entre otros teniendo en cuenta las distintas normas ASTM-D. En la extracción de la lignina se logra un rendimiento de reacción del 64%, aumentando en un 20% en comparación con los trabajos investigativos desarrollados anteriormente y realizando su respectiva caracterización en comparación con el blanco, que corresponde a una muestra de lignina Kraft comercial, demostrando picos similares en los

distintos espectros (IR, UV, TGA). Respecto a su modificación estructural presenta resultados favorables pues la tensión C=O se evidencia en los espectros.

Respecto a la síntesis de la resina, cabe resaltar que El pH de cada parte de la reacción de síntesis de la resina UF es crucial para poder obtener una buena resina, por lo que el control del pH durante todo el proceso es fundamental. Se siguen estudiando las condiciones de pH viables en cada parte de la reacción y evitar problemas como el formaldehído libre generado en este tipo de resinas.

La ausencia de melamina afecta un poco el proceso de reacción, por ello es recomendable usar este reactivo principalmente. En cuanto a la pieza maderable y su proceso de curado, es muy importante el aumento y disminución progresivo de la presión del sistema, ya que permite una disminución en la porosidad del material al evaporarse el agua presente en la

resina (Caula. 2019).

Respecto a la pieza maderable, es compacta y algunas de las muestras son poco porosas, pero aún se necesitan pruebas mecánicas para informar más sobre las características de la pieza.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cardona, A. J. (18 de Mayo de 2023). *Mongabay*. Obtenido de <https://es.mongabay.com/2023/05/deforestacion-en-colombia-disminuyo-en-2022-bosques/>
- Caula, M., Estenoz, D., Martinelli, M., & Villar, M. (2019). *RESINAS DE UREA-FORMALDEHÍDO. ESTUDIO TEÓRICO Y EXPERIMENTAL DE LA HIDROXIMETILACIÓN-CONDENSACIÓN*. Universidad Tecnológica Nacional. Buenos Aires: Tecnología y ciencia. Obtenido de <https://redbiblio.unne.edu.ar/pergamo/documento.php?ui=6&recno=102728&id=CABRAL.6.10>
- Chávez. M & Domine. M (2013) *Lignina, estructura y aplicaciones: Métodos de despolimerización para la obtención de derivados aromáticos de interés industrial*. Avances de ciencia e ingeniería 4 15-46
- Elsheik, A., Panchal, H., Shanmugan, S., Muthuramalingam, T., El-Kassas, A., & Ramesh, B. (2022). Recent progresses in wood-plastic composites: Pre-processing treatments, manufacturing techniques, recyclability and eco-friendly assessment. *Cleaner Engineering and Technology*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100450>
- Haque, M., Goda, K., Ogoe, S., & Sunaga, Y. (2019). Fatigue analysis and fatigue reliability of polypropylene/wood flour composites. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*, 136-142. doi:<https://doi.org/10.1016/>

2728

j.aiepr.2019.07.001

- IDEAM. (s.f). *IDEAM*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/bosques/deforestacion-colombia>
- Mejia Umaña, L. J. (2014). *El carbón: origen, atributos, extracción y usos actuales en Colombia*. Bogotá D.C.
- López. A; Pomaquero. J & López. J. (2020). *Análisis de la contaminación ambiental por plásticos en la ciudad de Riobamba*. Vol. 5, No 12. doi: 10.23857/pc.v5i12.2139
- Tribot (2019). Wood-lignin: Supply, extraction processes and use as bio-based material. *European polymer journal* 112 228-240 <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2019.01.007>

## USO DE RESIDUOS VEGETALES EN LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA ESCUELA DE ARTILLERÍA – EJERCOL

**Autora:** Gabriela Ruiz Cepeda<sup>1</sup> – gruizc@udistrital.edu.co

**Docente director/asesor:** Maribel Pinilla Rivera

**Semillero de investigación** Competitividad Económica Ambiental

### RESUMEN PONENCIA

El espacio adyacente al Rio Tunjuelo, parte fundamental del proyecto del corredor verde del POT de Bogotá (Reverdecer Bogotá 2022-2035), requiere atención urgente debido a las diversas problemáticas ambientales que ha enfrentado, incluyendo cambios en su curso, disminución de la calidad del agua y escasez de fauna y flora, principalmente debido a la alta perturbación que ha sufrido (Barreto Torres, 2017). Ante esta situación, la Secretaría de Ambiente ha solicitado una parte del predio de la Escuela para establecer una zona de protección ambiental que contribuya a la restauración y conservación del área de inundación del río.

El predio en cuestión presenta suelos áridos y

carentes de nutrientes, falta de humedad en la tierra y color amarillo en los pastos, el predio en sus inicios fue un finca la cual albergo semovientes durante varios años (Finca La Loyola posterior proyecto Granja de la Picota) (Ejercol, s, f) así mismo a finales del 2023 se presentó un incendio forestal el cual afectó 16 parcelas con un total de 0,083 ha (SDA,2024), gracias a esta serie de impactos se identifica una oportunidad para la mejora de las condiciones del suelo a través del aprovechamiento del residuo vegetal generado por las actividades de poda y tala de la Corporación Monte & Ciudad, empresa forestal con experiencia en el sector forestal y en el manejo de este tipo de residuos. La disposición de este residuo en

---

<sup>1</sup> Administración Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

el suelo del predio occidental de la Escuela, contribuiría significativamente a la mejora de las propiedades físico químicas del suelo, generando una capa vegetal, beneficiando tanto al predio como al corredor verde del Rio Tunjuelo de manera indirecta.

El objetivo es el uso del residuo vegetal en la restauración de suelo del Predio Occidental en la Escuela de Artillería General Carlos Julio Gil Colorado del Ejército Nacional. Se plantea rehabilitar la calidad del suelo mediante la aplicación de una capa vegetal renovada, la metodología empleará un diseño experimental controlado, utilizando un diseño de bloques al azar para evaluar la aplicación de una capa vegetal. En este diseño, se implementarán tratamientos en áreas seleccionadas mientras se mantienen áreas adicionales como control. Para garantizar la validez y representatividad de los datos, se aplicarán técnicas de muestreo sistemático combinadas con la selección de sitios con alto interés para las intervenciones y los controles. Este enfoque permitirá una comparación rigurosa entre los efectos de la aplicación de

la capa vegetal y las áreas de control, facilitando una evaluación precisa de su impacto en el proceso de restauración ecológica. Además, se establecerán parcelas de estudio para el monitoreo a 6 meses del desarrollo de la capa vegetal y la calidad del suelo. Las técnicas metodológicas abarcan la aplicación de la capa vegetal mediante técnicas manuales o mecánicas para extender uniformemente los residuos vegetales sobre el suelo y la realización de análisis físico-químicos del suelo en laboratorio, evaluando parámetros como la granulometría, carbono orgánico, fósforo aprovechable, el pH, porosidad total, humedad aprovechable, etc. (CAR, s, f) y la materia orgánica antes y después de la aplicación. Los instrumentos utilizados incluirán hojas de registro de campo para documentar datos sobre la ubicación de las parcelas, las condiciones del suelo y el proceso de aplicación, así como equipos de análisis de suelos, incluyendo pHmetros y kits de análisis de nutrientes para la recolección de muestras y la realización de



análisis físico-químicos.

También se plantea una revisión bibliográfica de las mejores prácticas y estrategias de restauración ecológica y gestión sostenible para adaptarlas al contexto específico del predio occidental, se plantea diseñar estrategias de restauración ecológica que integren prácticas de gestión sostenible para la conservación del suelo, incluyendo un eficiente sistema de aprovechamiento de los residuos vegetales. De igual manera se realizarán entrevistas con especialistas en restauración ecológica y gestión ambiental para obtener recomendaciones y orientación técnica. Es necesario realizar talleres participativos con el personal de la Escuela de Artillería y partes interesadas, esto con el fin de que toda la comunidad circundante entre en contexto sobre la recuperación del suelo y su importancia.

Como técnica metodológica se requiere un análisis de la gestión sostenible del suelo en el predio, desde la colaboración de las partes se diseñarán estrategias específicas que integren

prácticas de gestión sostenible y aprovechamiento de residuos vegetales. Como instrumentos se llevarán a cabo entrevistas estructuradas con expertos y partes interesadas; desde el análisis se construirá la matriz DOFA y se analizará los resultados de la evaluación SWOT para poder orientar el desarrollo de estrategias.

Se realizará la identificación de las necesidades de educación ambiental a través de encuestas y entrevistas, se diseñarán materiales educativos y actividades basadas en las necesidades identificadas y los objetivos de conservación del entorno, y se desarrollarán sesiones educativas y actividades prácticas en colaboración con los actores clave. Como técnicas metodológicas se evaluará por medio de encuestas el nivel de conocimiento, actitudes y prácticas ambientales, se entregarán materiales educativos para facilitar la educación ambiental. Nos apoyaremos en listas de verificación de

actividades para asegurar la implementación efectiva y la evaluación del programa de educación ambiental.

Como resultados se espera un incremento en la fertilidad y estructura del suelo debido a la aplicación de la capa vegetal renovada, una mejora en la retención de agua y nutrientes, promoviendo un entorno propicio para el crecimiento vegetal y la reducción de la erosión del suelo, contribuyendo a la salud general del ecosistema.

Así mismo, se espera el establecimiento de prácticas de gestión sostenible que promuevan la conservación del suelo y la biodiversidad, el aumento de la cobertura vegetal y restauración de hábitats naturales, proporcionando refugio y alimento para la fauna local, una reducción de la contaminación del suelo y el agua a través de la implementación de un eficiente sistema de aprovechamiento de los residuos vegetales. Por último, se espera la adopción de prácticas sostenibles y responsables de todo el personal de la Escuela de Artillería y la

población circundante, la participación activa en actividades de restauración ecológica y conservación, generando un sentido de responsabilidad ambiental y pertenencia hacia el predio y su entorno.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barreto Torres. (2017). Pronóstico de inundaciones en la cuenca baja del Rio Tunjuelo por medio del uso de tecnologías geoespaciales. Universidad Santo Tomas. Tomado de: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/3132/2017juanbarreto.pdf?sequence=4#:~:text=Las%20zonas%20propensas%20a%20inundaci%C3%B3n,propensas%20a%20inundaci%C3%B3n%20por%20UPZ>
- CAR. (s, f). Plan de Manejo Ambiental de la Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá D.C. “Thomas van der Hammen”. Secretaria de Ambiente de Bogotá. Tomado de: <https://www.ambientebogota.gov.co/>

documents/10184/7089946/

Valoracion+IF+Es

cuela+de+Artilleria.pdf/bb10c025-f399-

4dd2-9766-

07c59bcbbcb9hacer/:~:text=Los%20rest

os%20de%20poda%2C%20como,lo%20t

anto%2C%20de%20residuos%20vegetale

s.

- MinDefensa. (s, f). Reseña Histórica Escuela de Artillería General Carlos Julio Gil Colorado. Ejército Nacional Ministerio de Defensa. Tomado de: <https://www.ejercito.mil.co/resena-historica-escuela-de-artilleria/#:~:text=Rese%C3%B1a%20Hist%C3%B3rica%20Escuela%20de%20Artiller%C3%ADa%20-%20Ej%C3%A9rcito%20Nacional,La%20Loyola%2C%20el%201%20de%20septiembre%20de%201937.>
- SDA. (2024). Valoración Económica Y Ambiental De Daños Ocasionados Por El Incendio Forestal Ocurrido En La

Escuela De Artillería –Diciembre 2023. Secretaria de Ambiente de Bogotá. Tomado de: <https://www.ambientebogota.gov.co/documents/10184/7089946/Valoracion+IF+Escuela+de+Artilleria.pdf/bb10c025-f399-4dd2-9766-07c59bcbbcb9>

## LA MODA CIRCULAR: UNA MIRADA DESDE LA SOSTENIBILIDAD DE LA INDUSTRIA TEXTIL PARA BOGOTÁ (COLOMBIA)

**Autora:** Laura Camila García Arismendy<sup>1</sup> – lacgarciaa@udistrital.edu.co

**Docente director/asesor:** Diana Carolina Barreto Reyes

### RESUMEN PONENCIA

La Conferencia de la ONU sobre el Comercio y Desarrollo (UNCTAD) dispuso a la industria de la moda como la segunda más contaminante del mundo (Naciones Unidas, 2019).

La importación de ropa en Colombia es sin duda mucho más fuerte que la producción colombiana, desde el tratado de libre comercio (TLC), Colombia recibe un aproximado de 42,4% de las importaciones de confecciones que provienen de China y Bangladesh, países objeto de fabricación masiva y explotación laboral de empresas de retail del mundo. Compañías como ZARA y SHEIN catalogadas como fast fashion (moda rápida) (Procolombia, 2023). En Colombia se valora la industria en \$28.4 mil billones y las exportaciones en \$144 billones, se reciben millones de toneladas en

prendas para distribuir las y venderlas sin medir el impacto asociado de producción masiva global y los impactos de distribución en el mundo. (FashionUnited, s.f). Colombia presenta un gran vacío y grandes retos en la gestión adecuada de los “residuos textiles” el desconocimiento de temas como el re – uso o reciclaje. Enfrentamos externalidades complejas que contribuyen a la problemática en general.

Sin embargo, las generaciones se han preocupado y cuestionado como ser consumidores más conscientes siendo la moda un elemento esencial en la vida cotidiana, es por ello que el desarrollo de alternativas de modelos circulares como el comercio de “moda circular” o “ropa de segunda mano” que se ha convertido en un concepto fundamental en el camino hacia la

<sup>1</sup> Administración Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

sostenibilidad.

De acuerdo con datos de Inexmoda (La república, 2023). Bogotá cuenta con un crecimiento en el mercado de segunda del 32%, además, las personas en promedio gastan 22 minutos al día en redes sociales y plataformas dedicadas al mercado de segunda mano, esto constituye a una oportunidad clara para el mercado en nuestro contexto local (Gil, M. C. 2023).

A partir de esta evaluación preliminar el mercado de ropa de segunda mano crea un nicho importante para fortalecer la cultura de moda circular.

Streetcloset un plan de negocio en crecimiento se ha caracterizado por implementar herramientas para conocer las necesidades del consumidor actual, las razones de las personas por adquirir prendas usadas, y como el usuario comienza a cuestionarse como reducir su impacto ambiental y social mediante adecuados hábitos de consumo. Estas prácticas y mercados emergentes han modificado la

manera de comprar a su vez favorece el modelo de “Smart shopping” pensando en su economía, y en definir una identidad por medio de la ropa este se ha convertido en el motor de las tiendas de segunda mano que tiene como objetivo aumentar las ventas en la generación Z y millennials aquellos que consumen de manera significativa en la industria.

Las tiendas de segunda mano tienen un crecimiento exponencialmente en el mercado global, y estas ha realizado todos los esfuerzos para crear estrategias de branding para crear un mercado sólido y eliminar tabúes dentro de la sociedad.

Por lo anterior, Street closet busca ampliar su modelo y atender los cambios del mercado actual y aumentar la presencia en todos los niveles. Por ello, se plantean tres objetivos claves a trabajar: primero evaluar los impactos ambientales en la fabricación y distribución, con el propósito de identificar dentro del ciclo de vida, donde se presentan los problemas más críticos en la cadena.

Segundo evaluar la factibilidad financiera del negocio mediante un estudio de viabilidad financiera para determinar si el emprendimiento es sostenible financieramente y tercero determinar el comportamiento de la competencia mediante un estudio de mercado.

Al trabajar en los objetivos podemos implementar un mercado verde, además, identificar los medios para persuadir al consumidor sobre las problemáticas de la industria textil y así mismo desarrollar propuestas que minimicen el consumo e implícitamente disminuir las cargas ambientales y sociales. Todo con el fin de mejorar la relación consumidor y moda circular para modificar patrones de consumo, contribuyendo significativamente a una economía circular.

En conclusión, StreetCloset diseña un modelo para ampliar y darle forma a los objetivos planteados iniciando desde una identidad de marca (ADN), informar al consumidor, crear espacios colaborativos como showrooms; todas

estas alternativas generan diferenciación en un mercado competitivo y cambiante, la moda circular es un movimiento que impulsa un concepto, una ideología ética, una forma de vivir, un mercado que impulsa una economía sustentable.

La moda circular contribuye que la población ejerza un mercado diferenciador y a partir de todos estos cambios, la industria tenga un compromiso en evaluar una nueva forma de producir conservando, siendo un aspecto esencial en la nueva forma de comprar, la industria debe exigirse a modificar sus actuales métodos porque la sociedad está experimentando cambios y necesidades diferentes. Colombia en este momento solo reutiliza el 5% de los textiles; Por lo tanto, el re – uso será clave, donde la industria diseña productos que puedan hacerse para volver a fabricarse o usarse, estas dinámicas son una oportunidad al trabajo colaborativo que traerá beneficios ambientales, sociales y económicos demostrando como el mercado de segunda



mano es viable en la economía colombiana con índices de creación de marcas diferenciadoras, siendo un mercado que se posiciona y que crece exponencialmente.

Como resultado se obtendrá una visión más clara de evaluación de impactos socio ambientales, además, la evaluación de modificar la cadena de producción. Al momento de evaluar una producción más limpia se podrán evaluar costos de producción más realistas y precios más aterrizados de las prendas impulsando el modelo de circularidad textil y se convertirá en una posibilidad para que las tiendas secondhand evalúen objetivamente la viabilidad de dichos proyectos con el fin de determinar cuantitativamente el aporte a la disminución de impactos como a la economía interna del país, por ultimo la realización de este estudio de mercado será un aspecto esencial para comprender todas las dinámicas del mercado, las barreras existentes para ser más concretos con los resultados esperados que sean medibles y alcanzables.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ellen MacArthur Foundation. (2020). *Vision of a circular economy for fashion*.
- Feria, E. (2021). Colombia es el tercer país más emprendedor de la Ode según datos de CircleLoop. *La república*.
- FashionUnited (s/f). *Estadísticas de la industria de la moda en Colombia*. [col/statistics/estadisticas-de-la-industria-de-la-moda-en-colombia](https://col.statistics/estadisticas-de-la-industria-de-la-moda-en-colombia)
- Gil, M. C. (2023). Mercado de ropa de segunda mano alcanzaría US\$77.000 millones en cinco años. *La república*.
- Naciones Unidas. (2019, 12 abril). *El costo ambiental de estar a la moda*. Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2019/04/1454161>.
- Procolombia. (2023). *Industria textil colombiana y su crecimiento a través de la innovación y la competitividad*.

- Sánchez, Y. A. F. (2021). *Fast Fashion: un fenómeno alimentador de las sociedades consumistas.*

## FRAGMENTACIÓN URBANA EN BOGOTÁ D.C: ANÁLISIS ESPACIAL DE LOS RETOS EN ÁMBITOS SOCIALES Y AMBIENTALES

**Autor:** Juan Manuel Moreno Gama<sup>1</sup> – juammorenog@udistrital.edu.co

**Docente director:** Luis Eduardo Castillo Méndez

**Asesora:** Karol Daniela Gómez Duarte

**Semillero de investigación** Grupo de Estudio en Temas de la Física, de la Estadística y de la Matemática—GEFEM

### RESUMEN PONENCIA

El término fragmentación, es utilizado en las ciencias sociales para subrayar la heterogeneidad de un ecosistema o territorio, considerando que es un término relativamente reciente en el ámbito académico, la noción de fragmentación no tiene una definición única (Benedetti (director), 2020), indica que en los discursos urbanísticos existen múltiples aceptaciones del término y en algunos casos incluso contradictorias, este hecho fue el punto inspiración de la tesis doctoral del Arquitecto Daniel Kozak, él acuñó el término como el proceso y estado espacial que resulta separado e inconexo por límites y obstáculos, acompañado generalmente por divisiones socio-económicas y/o étnicas (Kozak, 2008). Esta

definición es similar a la de la doctora en Geografía Prévôt Schapira, para ella fragmentación es el resultado de la desconexión y pérdida de funcionamiento global de una ciudad, en pro de beneficiar unas pocas zonas, causando que ciertos vínculos naturales se pierdan y barrios pobres se encuentren yuxtapuestos con barrios ricos (Schapira, 1999).

Para obtener la fragmentación urbana en Bogotá D.C. de forma cuantitativa, se procede a obtener información sobre los destinos predominantes por manzana e información de manzana y sectores catastrales. Posteriormente mediante los Sistemas de Información Geográfica (SIG); método de correlación espacial, análisis

---

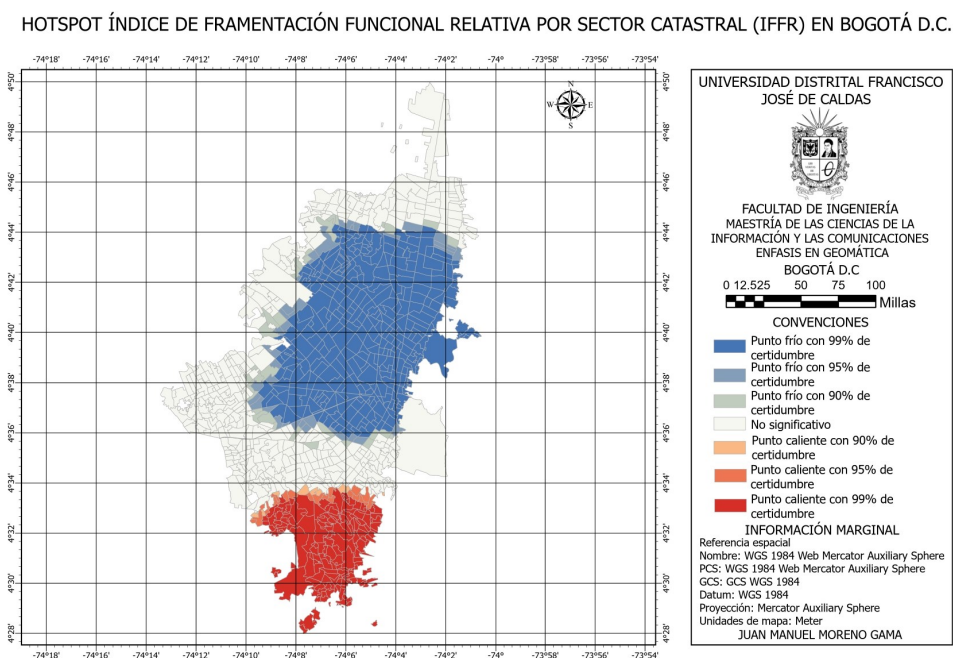
<sup>1</sup> Maestría en Ciencias de la Información y las Comunicaciones, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

estadístico y herramientas geográficas como INDIFRAG, se corroboró la fragmentación urbana dentro de la ciudad de Bogotá D.C., la cual es consecuente con la bibliografía social a nivel cualitativo, sin embargo, el aporte del presente proyecto está en la caracterización de tipo cuantitativa bajo las características particulares del sistema específico, la relación espacial de la variable y la comprobación del desarrollo que actualmente la ciudad tiene un

desarrollo poli-centrista. Para ello se seleccionaron aquellos índices que describen un patrón espacial sobre los súper-objetos y estos fueron DDSO, DOSO, NOBSO, SIMP y finalmente IFFR.

A partir de estos mapas podemos concluir una fragmentación urbana sobre el sector sur oriental de la ciudad (color rojo), este fenómeno genera unos retos implícitos producidos por la fragmentación para el

**Figura 1. HOTSPOT IFFR por sector catastral en Bogotá D.C.**



Nota: Representa el Índice de Fragmentación Relativa obtenida mediante correlación espacial. Elaboración propia.

desarrollo urbano sostenible de estos sectores, considerando que los destinos económicos predominantes son segregados o aislados del sector consolidado (color azul), esto ocasiona una separación de la aplicación de las políticas públicas en estos sectores, una planificación vaga y un aislamiento propio de sus ciudadanos al control ambiental y económico. Cabe resaltar, que estas zonas no controladas y de cooperación heterogénea de la ciudad reta lo definido en el Plan de Ordenamiento Territorial de la Ciudad “Bogotá Verdece”, el cual implícitamente busca un equilibrio medio ambiental con un desarrollo urbanístico y social.

Se puede concluir que a nivel local, regional o nacional es importante analizar la fragmentación urbana como una variable cíclica y fractal, la cual causa y es causada por las interrelaciones sociales y paisajísticas. Donde se debe entender y estudiar para enfrentar las presentes y futuras problemáticas de origen ambiental, social y económico como el cambio climático, las guerras, y la pobreza.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benedetti, A. (2020). Palabras clave para el estudio de las fronteras. Buenos Aires: TeseoPress.
- Kozak, D. M. (2008). Urban fragmentation in Buenos Aires: The case of Abasto (Doctoral dissertation, Oxford Brookes University).
- Sapena, M., & Ruiz, L. A. (2016). IndiFrag v2.1: An Object-based Fragmentation Analysis Software Tool. Grupo de Cartografía, GeoAmbiental y Teledetección del Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría de la Universitat Politècnica de València, España.
- Schapira, M. F. P. (1999). Amérique Latine: la ville fragmentée. *Esprit* (1940- ), 128-144.

## VALORIZACIÓN SOSTENIBLE DE LA PULPA DE CAFÉ EN LA FINCA LA NUEVA REFORMA

**Autora:** Karen Julieth Astaiza Ospina<sup>1</sup> – kjastaizao@udistrital.edu.co

**Docente director/asesor:** Maribel Pinilla Rivera

**Semillero de investigación** Competitividad Económica Ambiental

### RESUMEN PONENCIA

En la finca La Nueva Reforma desde hace 15 años aproximadamente se dedican a la producción de café, este es un producto de gran importancia económica, sin embargo, durante el proceso se generan diversos desechos, pero el más representativo es la pulpa de café la cual equivale al 73% de los subproductos. Este es un desecho de gran impacto ambiental puesto que en finca se pueden generar de 300 a 1800 kilos de pulpa mensualmente cuya disposición no es la más adecuada, esto puede conllevar a problemas sociales y ambientales.

La cascara de café es aquella cobertura que envuelve el grano de café y que al momento del despulpado esta se convierte en un

subproducto de gran impacto ambiental, en estudios de Cenicafé se encontró que la pulpa de café representa el 73,7% de la contaminación potencial de los subproductos (Rodríguez, Zambrano y Ramírez, 2013).

Según Yepes, S., Montoya, L., Orozco, F. (2008), se ha determinado que los residuos alimenticios se pueden aprovechar de diversas maneras, tales como valorización biológica y química entre los cuales encontramos la lombricultura, compostaje y biogás, los cuales pueden contener nutrientes que pueden mejorar la estructura del suelo.

Por ende, se realizó una valoración sostenible de la pulpa de café mediante la lombricultura, el compostaje y la producción de biogás. Para dicha valorización sostenible primero se evaluó la viabilidad y eficiencia

---

<sup>1</sup> Administración Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.



de la cascara de café como método de aprovechamiento, para la generación de abono orgánico (humus y compostaje), la factibilidad en la producción de biogás y el potencial de cada una de estas estrategias analizando el impacto en la producción de la finca. Así mismo también se pudo determinar las mejores prácticas para utilizar la cascara de café como cobertura vegetal en los cultivos, analizando su efecto en la retención de humedad, crecimiento y mejora de la estructura del suelo y por último se presentaron las estrategias propuestas para la valorización de la pulpa de café en la finca, estableciendo los pasos necesarios, recursos requeridos y cronograma de actividades para la adopción efectiva. La metodología utilizada en la primera etapa es la cuantitativa, la cual permitió la recopilación de datos con la cual se determinó la cantidad de pulpa de café generada en la finca, así como las cantidades necesarias para poder llevar a cabo los diferentes tratamientos propuestos, adicionalmente se realizó un muestreo representativo en el cual se realizaron procesos

controlados de las estrategias para finalmente realizar análisis estadísticos.

La segunda fase se llevó a cabo mediante una fase experimental en donde se analizaron los parámetros de humedad, temperatura, crecimiento y liberación de nutrientes de cada una de las estrategias planteadas. Para el último objetivo se realizó un análisis de ciclo de vida con el fin de cuantificar los impactos ambientales asociados a cada estrategia.

Mediante la valorización de la pulpa de café se pudo establecer las ventajas o beneficios de utilizar la pulpa de café en cada una de las estrategias, así como las cantidades de pulpa generadas mensualmente en la finca, siendo febrero el mes en que menor producción de pulpa con 275 kilogramos y noviembre el de mayor con 1376 kg. Se realizó la matriz de Conesa Fernández desarrollada en 1993 la cual permitió identificar, predecir, interpretar y valorar los impactos que se generan sobre el entorno medio ambiental, calificando de manera

cualitativa y cuantitativa la magnitud de los impactos. La identificación aspectos e impactos ambientales se realiza de acuerdo a las actividades necesarias para llevar a cabo cada una de las estrategias Aguilar, M. (2019), obteniendo como resultado que el lombricompost es la estrategia que menor impactos genera al medio ambiente, por último, se estableció los porcentajes de eficiencia de estas, siendo la lombricultura la de mayor eficiencia.

Para el segundo objetivo se llevó a cabo un proceso controlado en donde se evaluaron los niveles de pH, humedad, la cantidad de Nitrógeno, Fosforo, Potasio disponibles en los suelos y tratamientos y el crecimiento de la cobertura vegetal, para este experimento se evaluaron 8 tratamientos con dos tipos de suelos a los cuales se les adiciono lombricompost y compostaje con el fin de determinar cuál de los dos tratamientos presentaba mejores resultados. En este experimento se estableció que el lombricompost mejora significativamente los parámetros evaluados de los suelos

Mediante el Análisis de Ciclo de Vida (ACV), realizado a través del software Ecochain mobius se cuantifico el impacto ambiental del ciclo de vida de la pulpa de café, desde la construcción de las instalaciones hasta el uso, en donde se determinó que la lombricultura es la estrategia que menor impactos genera, asimismo, en el análisis costo- beneficio realizado a de cada una de las estrategias planteadas determino que la lombricultura es la viable financieramente y sostenible en el tiempo. Finalmente se realizaron piezas gráficas para la valorización de la pulpa de café en la finca en las que se visualizan los pasos, recursos, actividades y tiempos necesarios para llevar a cabo un adecuado manejo de la cascará de café y así fomentar la sostenibilidad ambiental en la región.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, T. (2022) *Producción de biogás y biol a partir de los residuos de la pulpa de café mediante un biodigestor artesanal en el distrito de*

*Milpuc, provincia de Rodríguez de Mendoza, departamento de Amazonas* (Tesis, Universidad Continental).

Recuperado de: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11551>

- Rodríguez Valencia, N., Zambrano Franco, D. A., & Ramírez, C. A. (2013). *Manejo y disposición de los subproductos y de las aguas residuales del beneficio del café. En Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura* (3) [111–136]. [https://doi.org/10.38141/cenbook-0026\\_31](https://doi.org/10.38141/cenbook-0026_31)
- Yepes, S., Montoya, L., Orozco, F. (2008). Artículo, *Valorización de residuos agroindustriales – frutas- en Medellín y sur del Valle de Aburrá, Colombia*. Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín – 61 (1) [4422-4431].

## DIRECTRICES PARA AUTORES

### **Ámbito del boletín**

El Boletín Semillas Ambientales constituye un espacio dedicado a difundir los avances en investigación que se desarrollan en la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales, en especial por parte de los semilleros de investigación, así como de otras instituciones que traten temas afines.

Su objetivo principal es crear un medio para que los estudiantes se formen en la publicación de documentos científicos. Así mismo, pretende publicar notas cortas acerca de las actividades que vienen realizando los semilleros de investigación de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y de otras instituciones.

Desde su creación en el año 2007, el boletín ha sido editado y publicado por la Unidad de Investigaciones de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Tiene una frecuencia de publicación de dos veces al año desde el año 2007 –III. La calidad del boletín se ha ido fortaleciendo gracias a la colaboración de los docentes evaluadores.

Este boletín provee acceso libre a su contenido, lo cual fomenta un mayor intercambio de conocimiento entre semilleros y la comunidad académica en general.

# DIRECTRICES PARA AUTORES

## Tipos de manuscritos

### 1- Artículos científicos

Los manuscritos formato artículo científico acerca de los resultados parciales o finales de proyectos de Investigación, NO deben exceder las 2000 palabras de texto (no incluye título, resumen, abstract ni literatura citada).

El artículo científico debe contener las siguientes secciones (que no serán diferenciadas en el texto final)

- Título (máximo 15 palabras).
- Autores y correo electrónico de contacto de cada uno (proyecto curricular al que pertenecen como nota al pie, máximo 3 autores por manuscrito).
- Docente asesor
- Semillero de investigación al cual se encuentran vinculados los autores.
- Resumen (máximo 200 palabras).
- Palabras clave (máximo 6).
- Introducción: incluye marco teórico, presentación del problema y objetivos o pregunta(s) de investigación (máximo 400 palabras).
- Métodos (incluye área de estudio cuando sea pertinente).
- Resultados finales o parciales.
- Discusión (Interpretación de los resultados obtenidos)
- Conclusiones (Debe indicar la demostración o negación de la hipótesis o la comprobación del objetivo propuesto)
- Agradecimientos (estos deben ser cortos y no exceder las 100 palabras).
- Referencias bibliográficas en formato APA última edición.

El manuscrito debe presentarse en formato Word a doble espacio (2,0), letra Times New Roman, tamaño fuente 12 puntos, justificado.

El texto debe estar separado de tablas y figuras las cuales van en un archivo aparte.

Máximo una tabla y/o figura por cada 500 palabras.

Manuscritos que no cumplan estas normas no serán aceptados.

### 2- Artículos de reflexión

Los manuscritos formato artículo de reflexión NO deben exceder las 2000 palabras de texto (no incluye título ni literatura citada).

El artículo de reflexión debe contener las siguientes secciones (que no serán diferenciadas en el texto final)

- Título (máximo 15 palabras).
- Autores y correo electrónico de contacto de cada uno (proyecto curricular al que pertenecen como nota al pie, máximo 3 autores por manuscrito).
- Docente asesor

## DIRECTRICES PARA AUTORES

- Semillero de investigación al cual se encuentran vinculados los autores.
- Palabras clave (máximo 6).
- Introducción (incluye un desarrollo teórico y marco conceptual)
- Reflexión.
- Conclusiones.
- Referencias bibliográficas en formato APA última edición.

El manuscrito debe presentarse en formato Word a doble espacio (2,0), letra Times New Roman, tamaño fuente 12 puntos, justificado.

El texto debe estar separado de tablas y figuras las cuales van en un archivo aparte.

Máximo una tabla y/o figura por cada 500 palabras.

Manuscritos que no cumplan estas normas no serán aceptados.

### 3- Resumen de trabajo de grado / ponencia

Exponen los resultados generales de trabajos de grado destacados en las diferentes áreas del conocimiento, pero no son presentados en su totalidad para permitir publicaciones posteriores. Los manuscritos formato resúmenes de ponencias NO deben exceder las 1000 palabras de texto (no incluye título ni literatura citada).

El resumen debe contener las siguientes secciones (que no serán diferenciadas en el texto final)

- Título (máximo 15 palabras)
- Autores y correo electrónico de contacto de cada uno (proyecto curricular al que pertenecen como nota al pie).
- Docente asesor
- Semillero de investigación al cual se encuentran vinculados los autores (para resúmenes de ponencia).
- Resumen de trabajo de grado o ponencia.
- Agradecimientos (para trabajo de grado, estos deben ser cortos y no exceder las 100 palabras).
- Referencias bibliográficas en formato APA última edición.

El manuscrito debe presentarse en formato Word a doble espacio (2,0), letra Times New Roman, tamaño fuente 12 puntos, justificado.

El texto debe estar separado de tablas y figuras las cuales van en un archivo aparte.

Máximo una tabla y/o figura por cada 500 palabras.

Manuscritos que no cumplan estas normas no serán aceptados.

### 4- Reseñas libros

Los manuscritos formato reseña de libros NO deben exceder las 500 palabras de texto (no incluye título).

El manuscrito debe contener las siguientes secciones (que no serán diferenciadas en el texto final)



## DIRECTRICES PARA AUTORES

- Título (máximo 15 palabras).
- Autores y correo electrónico de contacto de cada uno (proyecto curricular al que pertenecen como nota al pie).
- Docente asesor
- Semillero de investigación al cual se encuentran vinculados los autores
- Argumentos o ideas centrales del texto.
- Valoración sobre el texto seleccionado.
- Referencias bibliográficas en formato APA última edición

El manuscrito debe presentarse en formato Word a doble espacio (2,0), letra Times New Roman, tamaño fuente 12 puntos, justificado.

Manuscritos que no cumplan estas normas no serán aceptados.

### 5- Comentarios de artículos

Los manuscritos formato comentarios de artículos NO deben exceder las 500 palabras de texto (no incluye título ni literatura citada).

El manuscrito debe contener las siguientes secciones (que no serán diferenciadas en el texto final)

- Título (máximo 15 palabras).
- Autores y correo electrónico de contacto de cada uno (proyecto curricular al que pertenecen como nota al pie).
- Docente asesor
- Semillero de investigación al cual se encuentran vinculados los autores.
- Presentación del artículo que se va a comentar, indicando el título, el autor, año de publicación y tema tratado.
- Comentarios del artículo.
- Referencias bibliográficas en formato APA última edición

El manuscrito debe presentarse en formato Word a doble espacio (2,0), letra Times New Roman, tamaño fuente 12 puntos, justificado.

Manuscritos que no cumplan estas normas no serán aceptados.

### 6- Comentarios de eventos

Los manuscritos formato comentarios de eventos NO deben exceder las 500 palabras de texto (no incluye título ni literatura citada).

El manuscrito debe contener las siguientes secciones (que no serán diferenciadas en el texto final)

- Título (máximo 15 palabras).
- Autores y correo electrónico de contacto de cada uno (proyecto curricular al que

## DIRECTRICES PARA AUTORES

pertenecen como nota al pie).

- Docente asesor
- Semillero de investigación al cual se encuentran vinculados los autores
- Introducción (contextualización acerca del evento al que se asistió, indicando la fecha y el lugar en la que se llevó a cabo, tema tratado y la entidad o dependencia que la dirigió).
- Comentarios del evento.
- Referencias bibliográficas en formato APA última edición.

## CONSIDERACIONES

**Nombres científicos:** Los nombres científicos deben estar en cursivas, nombre completo en latín (género, especie y autor) la primera vez que se mencionan.

**Unidades de medida:** Las unidades de medida deben corresponder al sistema métrico decimal. Se debe usar súper índice (m<sup>2</sup>, mm<sup>2</sup>) excepto cuando la unidad es un objeto (e.g. por árbol, por localidad, por persona, NO: árbol1, localidad1 o persona1).

**Tablas:** Las tablas se deben presentar en hojas aparte (una tabla por hoja). Estas se deben presentar en fuente Times New Roman, tamaño 10, a doble espacio. Los encabezados de las columnas deben ser breves. La leyenda de la tabla va al inicio de la misma.

**Figuras (incluye gráficas, fotos, diagramas):** Se deben presentar en hojas aparte, una figura por hoja. Tamaño máximo 13 cm x 21 cm. Las gráficas deben estar en blanco y negro, sin líneas, fondo blanco y con tramas para resaltar variables y convenciones. Cada figura debe tener su respectiva leyenda en la parte inferior.

**Referencias bibliográficas:** La literatura citada debe estar citada según las **normas APA última edición**.

**Nota:** Debe estar ordenada alfabéticamente según el apellido del primer autor y cronológicamente para cada uno, o cada combinación de autores. Se escriben los nombres de todos los autores, sin usar et al. Los nombres de las publicaciones seriadas deben escribirse completos, no abreviados.

**UNIDAD DE INVESTIGACIONES  
FACULTAD DEL MEDIO  
AMBIENTE Y RECURSOS  
NATURALES**

**Coordinadora:** Jeniffer Paola Gracia Rojas

**Gestora:** Melisa Naranjo Rodríguez

**Secretaria:** Lorena Pulido Urrea

**Monitora:** Karen Daniela Rivera Forero

**Sede:** Vivero

**Oficina:** Edificio Natura - 2do piso

**Teléfono PBX:** 3239300. Ext 4015, 4017

**Sede:** Ciudadela Universitaria Bosa Porvenir

**Oficina:** 240, Bloque 3

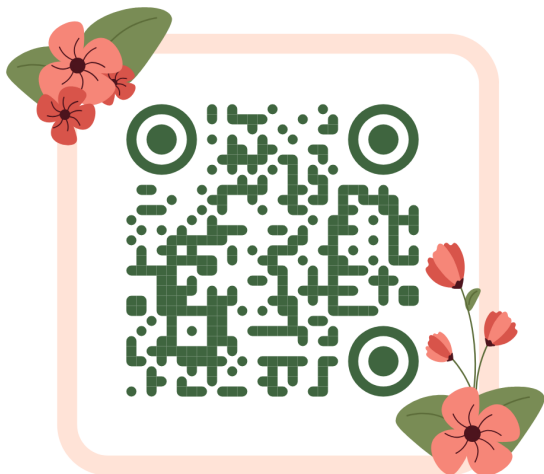
**Teléfono PBX:** 3239300. Ext 4213

**Email:** [facmedioamb-uinv@udistrital.edu.co](mailto:facmedioamb-uinv@udistrital.edu.co)

**DIRECCIÓN WEB**

<https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/>

bsa



**REVISTAS EN LAS QUE PUEDES  
PUBLICAR**

**Colombia forestal:** Revista Indexada categoría C de Colciencias adscrita a la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**Contacto:**

<http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/colfor>

**UD y la GEOMÁTICA:** Revista Indexada categoría C de Colciencias, adscrita a la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Facultad de Ingeniería de la Universidad.

**Contacto:**

<https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/UDGeo>

**Tecnogestión:** Revista del proyecto curricular de Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**Contacto:**

<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tecges>

**Azimut:** Revista de los proyectos curriculares de Ingeniería Topográfica y Tecnología en Levantamientos Topográficos de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**Contacto:**

<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/azimut>

Para mayor información sobre la creación de un semillero de investigación se puede dirigir directamente a la oficina de la Unidad de Investigaciones de la Facultad del Medio Ambiente, Sede Vivero Edificio Natura 2º piso, o escribir al correo: [facmedioamb-uinv@udistrital.edu.co](mailto:facmedioamb-uinv@udistrital.edu.co)

El formulario para la creación y registro de un semillero de investigación ante el Oficina de Investigaciones –ODI, lo puede descargar en <http://planeacion.udistrital.edu.co:8080/sigud/pm/gi>

Mayor información sobre los semilleros de investigación de la Facultad registrados ante el Oficina de Investigaciones –ODI puede conseguirla en <https://odi.udistrital.edu.co/>