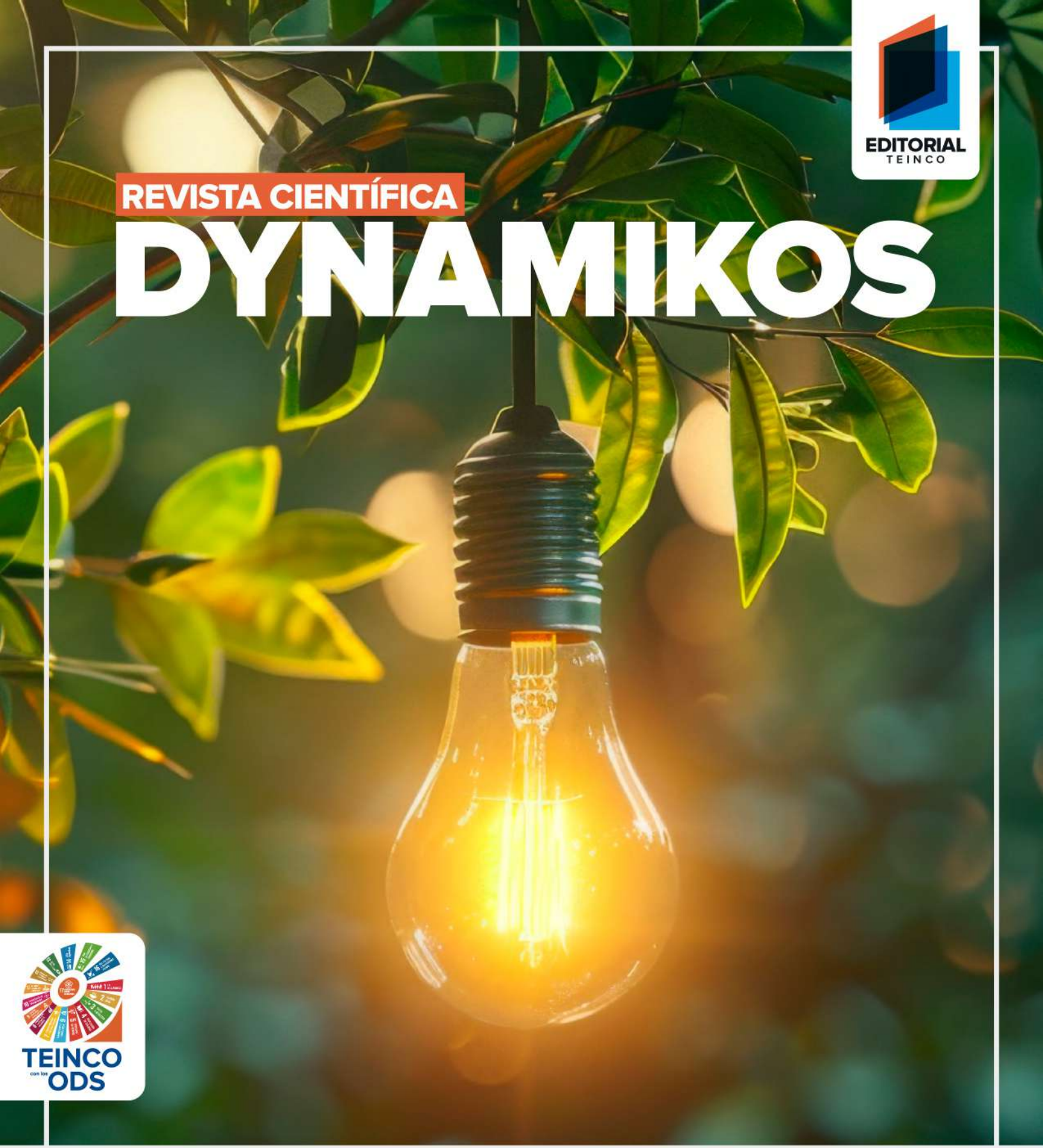


EDITORIAL TEINCO

REVISTA CIENTÍFICA

DYNAMIKOS

TEINCO con los ODS

VOLUMEN 5, NÚMERO 1
ENERO - JUNIO DE 2024
ISSN 2711-4724
CORPORACIÓN TECNOLÓGICA INDUSTRIAL COLOMBIANA (TEINCO)

TEINCO
Corporación Tecnológica Industrial Colombiana

EDITORIAL TEINCO

REVISTA CIENTÍFICA

DYNAMIKOS

Google Scholar

TEINCO con los ODS

Actualidad Iberoamericana
Indice Internacional de Revistas

DITA

Dialnet

TEINCO
Corporación Tecnológica Industrial Colombiana

BARÍ
RED DE EDUCACION PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

CERTIFIED IQNet MANAGEMENT SYSTEM
CO-SC-CER39304

icontec ISO 9001
SC-CER393049

VOLUMEN 5, NÚMERO 1 / ENERO - JUNIO DE 2024 ISSN 2711-4724

REVISTA CIENTÍFICA
DYNAMIKOS
ENERO - JUNIO DE 2024

Mag. Manuel Fernando García García
Editor
EDITORIAL TEINCO
Av. calle 63 #22-39
Sede 7 de agosto Bogotá D.C.
Teléfono: 5714856565 - 3124319746
johanna.herrera@teinco.edu.co

JUNTA DIRECTIVA TEINCO

William Fernando Sánchez Corredor
Rector

Ernesto Parra Herrera
Secretario General

Ferney Rodrigo Ortiz Jiménez
Rector

Manuel Fernando García García
Dirección División Investigación Tecnológica Aplicada DITA

COMITÉ CIENTÍFICO DE TEINCO

Luis Alejandro Parra Mora, Lady Johanna Herrera Vargas, Ella Yohanna González, Viviana Varón Arciniegas

DIRECTOR DE LA REVISTA

Manuel Fernando García García

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Jhoan Sebastian Cuesta Pulido

CORRECCIÓN DE ESTILO

Viviana Varón Arciniegas

COMITÉ EDITORIAL

Mg. Ferney Rodrigo Ortiz Jiménez, Mg. Manuel Fernando García García, M. Eng Luis Alejandro Parra Mora, M. Sc Lady Johanna Herrera Vargas, PhD. Heriberto Alvares Bustos, Ella Yohanna González

EDITOR GENERAL

Manuel Fernando García García

EDITOR DE CONTENIDO

M.Sc Lady Johanna Herrera Vargas

ASISTENTE DE INDEXACIÓN

Viviana Varón Arciniegas

COMITÉ DE ÁRBITROS

Mg. Carlos Eduardo Daza Orozco, Mg. Claudia Lucía Caro Gómez, Mg. Angelo Monroy Ballesteros, Mg. Gustavo Adolfo Gil Ángel, Mg. Gustavo Andrés Reyes Gómez, Mg. Wilmar Yesid Suárez Villaizon, Mg. Raúl Antonio Cera Ochoa

FECHA DE ASIGNACIÓN

25/08/2020

TEINCO
Corporación Tecnológica Industrial Colombiana

TEINCO con los ODS

REVISTA CIENTÍFICA DYNAMIKOS

La Corporación Tecnológica Industrial Colombiana - TEINCO presenta en este número las investigaciones desde diversas perspectivas, desde la producción de conocimiento de un gran número de investigadores que trabajan proyectos que logran tener impacto en la enseñanza, la educación, las industrias, las sociedades y las ciencias.

Estos artículos generan una red de conexiones culturales, científicas e institucionales que ya conforman un cuerpo de conocimientos legitimado a través de sistemas de medición del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, bases de indexación y repositorios legales para ser utilizado por el profesorado y sus estudiantes en sus respectivas aulas.

Gracias a nuestros investigadores, la cultura y la generación de conocimiento se materializan en las revistas que contienen el aporte de una gran muestra de investigadores a lo largo y ancho del territorio nacional y otros de los países integrados en cada versión del evento. En consecuencia, los manuscritos se tornan también en productos de conocimiento y crean nuevos sentidos, afectando nuestros contextos académicos y prácticos.

MANUEL FERNANDO GARCÍA GARCÍA
Director de la División Tecnológica Industrial Aplicada - DITA

DECLARACIÓN DE ÉTICA Y BUENAS PRÁCTICAS

EDITORIALES

La Revista Dynamikos de la Corporación Tecnológica Industrial Colombiana - TEINCO se rige en buenas prácticas científicas y editoriales por los estándares internacionales publicados por el Comité de Ética en la Publicación COPE, con el objetivo de garantizar la responsabilidad, ética y seriedad tanto en los procesos de la publicación de las contribuciones como en los procedimientos de resolución de conflictos.

El equipo de la editorial TEINCO de la revista científica de investigación Dynamikos se asegura que todos los intervinientes: editores, pares evaluadores y autores sigan las normas éticas en todo el proceso editorial.

En cada publicación, los actores del proceso se acogen las siguientes principios y guías:

Para los autores de la Revista Dynamikos esta se compromete con la calidad del material que publica, de ofrecerles una clara información sobre los objetivos, normas y políticas editoriales. Los editores tienen la decisión de aceptar o rechazar un material por la relevancia del trabajo, originalidad y pertinencia. La revista tiene la trazabilidad de los procesos y seguimiento de los evaluadores de cada trabajo recibido. Sobre aspectos relacionados con autoría, plagio, publicaciones duplicadas o fragmentadas y resolución de conflictos se siguen las recomendaciones del Committe on Publication Ethics (COPE).

Los pares evaluadores de la Revista Dynamikos deben declarar conflictos de intereses o inhabilidades y adherirse estrictamente a las políticas del proceso de evaluación de la revista, además de responder las solicitudes de la editorial y enviar evaluaciones a tiempo. Hacer una evaluación metódica y rigurosa, dado el nivel de experticia de los pares evaluadores seleccionados. Los pares deben respetar la confidencialidad de la información ligada al proceso editorial en general y para mayores detalles puede acceder al Código de Conducta y Buenas Prácticas para pares evaluadores de revistas científicas del Committe on Publication Ethics (COPE).

El Comité Editorial de la Revista Dynamikos debe garantizar la transparencia de las contribuciones y los procesos de evaluación y publicación, asimismo garantizar la interlocución objetiva y la confidencialidad de todas las partes involucradas en el proceso editorial. La revista debe responder a todas las notificaciones, también garantizar el cumplimiento de las normas de ética de la investigación, la publicación y en todos los procesos científicos y editoriales de la misma. La editorial debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual, sin distinción de género, raza, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, orientación sexual o filosofía y posición política de los autores.

La Editorial TEINCO no revelará información sobre un contenido enviado; solamente lo conocerán los autores, los revisores y otros asesores editoriales. Para mayor información se puede acceder al código de conducta y buenas prácticas para editores de revistas científicas desarrollado por el Committe on Publication Ethics (COPE).

Normas de información para los autores:

Los artículos de investigación entregados a la Revista Dynamikos deben ser originales y dar cuenta exacta de los trabajos realizados, asimismo presentar la discusión objetiva de su significado. Todos los datos deben estar presentados con precisión en el documento. Los artículos deben ser claros, detallados y tener referencias que permitan a otros a replicar el trabajo.

Retención y acceso a los datos:

Los autores son invitados a proporcionar los datos originales en un documento para revisión editorial y deben estar preparados para proporcionar acceso público a dichos datos, si es posible; además, en todo caso deben estar preparados para mantener dichos datos disponibles un tiempo razonable después de su publicación.

Originalidad y plagio:

Los autores deben asegurarse de que han escrito obras totalmente originales. Si los autores han utilizado el trabajo y/o las palabras de otros, deben asegurarse que estos hayan sido debidamente citados o citadas. El plagio en todas sus formas constituye un comportamiento antiético, el cual es inaceptable en las publicaciones científicas.

Debido reconocimiento de las fuentes:

Siempre se debe dar el reconocimiento adecuado al trabajo de otros. Los autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la determinación de la naturaleza del trabajo reportado.

La autoría del documento:

La autoría del documento debe limitarse a aquellos que han hecho una contribución significativa en la concepción, diseño, ejecución o interpretación del estudio que se presenta. Todos los que hayan hecho contribuciones significativas deben aparecer como coautores. Si existen otros profesionales que hayan participado en aspectos sustantivos del proyecto de investigación, deben ser reconocidos y figurar como contribuyentes. Los revisores deben identificar las obras publicadas relevantes que no hayan sido citadas por los autores. Cualquier afirmación, observación, derivación o argumento que se haya registrado previamente debe ir acompañado de la citación correspondiente. Un revisor también debe llamar a la atención del editor de cualquier similitud sustancial o parcial entre el manuscrito bajo consideración y cualquier otro documento publicado del que tengan conocimiento personal.

Conflictos de intereses:

Todos los autores deben revelar en su manuscrito cualquier conflicto de interés sustantivo, financiero o de otro tipo que pudiera presentarse en los resultados o interpretación de su manuscrito. Todas las fuentes de apoyo financiero para el proyecto deben tener los créditos que les correspondan. Los materiales inéditos revelados en un manuscrito presentado para su publicación en la revista no deben utilizarse en investigaciones propias de un editor sin el consentimiento expreso y por escrito del autor. La información privilegiada o las ideas obtenidas mediante la revisión por pares deben ser confidenciales y no se utilizarán para beneficio personal.

Errores fundamentales en las obras publicadas:

Cuando un autor o autores descubren un error significativo o inexactitud en su propio trabajo publicado, es obligación de estos notificar de inmediato al editor de la revista o al comité editorial y cooperar con el editor para retirar o corregir la obra.

Decisiones de publicación:

El editor de la Revista Dynamikos, su Política Editorial (arbitrada por pares académicos) y el Comité Editorial son los responsables de decidir cuáles de los artículos presentados a la revista deben publicarse. La aprobación de la obra en cuestión y su importancia para los investigadores y los lectores hacen parte de estas decisiones.

Participación y cooperación en las investigaciones:

La editorial tomará medidas razonables de respuesta cuando se presenten quejas éticas en relación con un manuscrito presentado o un artículo publicado, en colaboración con la Editorial TEINCO o con la Corporación Tecnológica Industrial Colombiana - TEINCO. Dichas medidas se comunicarán oportunamente al autor del documento, dando proceso a la denuncia respectiva o reclamos, también, se deben realizar comunicaciones a las instituciones competentes y organismos de investigación, y si la denuncia se sostiene, la publicación debe hacer la corrección, la retracción, u otra acción para aclarar tal situación.

Puntualidad:

Cualquier par evaluador seleccionado que no se sienta calificado para revisar la investigación debe informar que le será imposible realizar su revisión en el tiempo establecido.

Confidencialidad:

Todos los manuscritos recibidos por la revista Dynamikos para su revisión deben ser tratados como documentos confidenciales.

REVISTA CIENTÍFICA
DYNAMIKOS

TABLA DE CONTENIDO

Biología

ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EL CORREDOR ECOLÓGICO DE VILLAVICENCIO MEDIANTE EL USO DE IMÁGENES SATELITALES 9

ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL IMPACT IN THE VILLAVICENCIO ECOLOGICAL CORRIDOR THROUGH THE USE OF SATELLITE IMAGES

Daymer Arley García Galindo
Andrea Marisela Ruiz Páez
Tahnne Saleh Noriega
Johanna Cruz Fernández
Leyder Hernán López Diaz

Corporación Universitaria Minuto de Dios (UNIMINUTO)

Ingeniería

TRAZOS Y SOSTENIBILIDAD: EL COMPROMISO DE LOS TATUADORES CON LA GESTIÓN DE RESIDUOS 18

STROKES AND SUSTAINABILITY: THE COMMITMENT OF TATTOO ARTISTS TO WASTE MANAGEMENT

Juan Carlos Acosta Quevedo
Carlos Alberto Bravo Ibarra
Ludy Fernanda Chirivi Quevedo
Paula Andrea Morales Cupitra
Carina Paola Cordero Cabarcas

Fundación Universitaria Del Área Andina

Ingeniería

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA CLÍNICA DE IMPLANTE CAPILAR EN BOGOTÁ: MODELO DE ACCESIBILIDAD Y CALIDAD 32

FEASIBILITY STUDY FOR THE ESTABLISHMENT OF A HAIR IMPLANT CLINIC IN BOGOTÁ: ACCESSIBILITY AND QUALITY MODEL

Johanna Mildred Méndez Sayago
Gabriel Andrés Ledezma Peña
Lina Marcela Márquez Espinosa
Laura Valentina Suárez Barbosa

Fundación Universitaria del Área Andina

TEINCO
Corporación Tecnológica Industrial Colombiana

REVISTA CIENTÍFICA
DYNAMIKOS

TABLA DE CONTENIDO

Administración

CRIMINALIDAD EN LAS FUTURAS ESTACIONES DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ DESDE EL 2018 A 2022 62

CRIME IN THE FUTURE STATIONS OF THE FIRST LINE OF THE BOGOTÁ METRO FROM 2018 TO 2022

Luis Alfredo Cabrera Albornoz
Carlos Augusto Páez Murillo
William Andrés Sanabria Álvarez

Universidad Militar Nueva Granada

Ingeniería

MODELO STEAM UNA APUESTA POR LOS NIÑOS CON GRANDES PODERES 81

STEAM MODEL A COMMITMENT TO CHILDREN WITH GREAT POWERS

Adriana Yeicy Chaparro Prieto
Kelly Johana Ávila Macias
Diana Yubely Bermúdez Ceballos
Luis Carlos Vásquez

Corporación Universitaria Minuto de Dios (UNIMINUTO)

Administración

ESTUDIO DE CASOS DE APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN EMPRESAS DE MANUFACTURA EN COLOMBIA 90

CASE STUDY OF THE APPLICATION OF THE CLEANER PRODUCTION STRATEGY IN MANUFACTURING COMPANIES IN COLOMBIA

Johanna Mildred Méndez Sayago
James Mauricio Enríquez Rodríguez
Ángela Tatiana Martínez Chaves
Laura Vanessa Ramírez Payares
Bianet Yuliet Restrepo Vélez

Fundación Universitaria del Área Andina

ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EL CORREDOR ECOLÓGICO DE VILLAVICENCIO MEDIANTE EL USO DE IMÁGENES SATELITALES

RECIBIDO: 19/07/2023 ACEPTADO: 23/08/2023 ÚLTIMA VERSIÓN: 10/10/2023

ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL IMPACT IN THE VILLAVICENCIO ECOLOGICAL CORRIDOR THROUGH THE USE OF SATELLITE IMAGES

Daymer Arley García Galindo [1]
Profesor Programa Tecnología en Desarrollo de Software

Andrea Marisela Ruiz Páez [2]
Profesor Programa Ingeniería Agroecológica

Tahnne Saleh Noriega [3]
Profesor Programa Ingeniería Agroecológica

Johanna Cruz Fernández [4]
Profesor Programa Ingeniería Agroecológica

Leyder Hernán López Diaz [5]
Profesor de la Unidad de Ingeniería y Ciencias Básicas

RESUMEN

Este proyecto analiza el impacto ambiental en el corredor ecológico de Villavicencio, mediante la utilización de imágenes satelitales, lo que permite el levantamiento de información del medio biofísico para identificar las afectaciones generadas en el ecosistema por los asentamientos humanos en los últimos cinco años. Se identifican coberturas vegetales y cuerpos de agua, apoyándose en información cartográfica, así como en factores geográficos y ambientales a través de técnicas de teledetección, y el uso de sistemas de información geográfica (SIG). Así mismo, se obtienen registros fotográficos mediante el uso de cámaras trampa para determinar la fauna silvestre asociada. La información levantada se socializa mediante el desarrollo de un sitio web como herramienta de divulgación y consulta del impacto ambiental de la zona de estudio. Esta herramienta digital es importante como fuente de investigación ya que supone un insumo para la toma de decisiones en el uso y manejo de estrategias de conservación en el corredor ecológico.

PALABRAS CLAVE: impacto ambiental, imágenes satelitales, cámaras trampa, conservación, Sistemas de Información Geográfica, corredor ecológico.

[1] Profesor Programa Tecnología en Desarrollo de Software - Unidad de Ingeniería y Ciencias Básicas - Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO - Villavicencio, Colombia

[2] Profesor Programa Ingeniería Agroecológica Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO - Villavicencio, Colombia

[3] Profesor Programa Ingeniería Agroecológica - Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO - Villavicencio, Colombia

[4] Profesor Programa Ingeniería Agroecológica - Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO - Villavicencio, Colombia

[5] Profesor de la Unidad de Ingeniería y Ciencias Básicas - Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO - Colombia

ABSTRACT

This project analyzed the environmental impact in the ecological corridor of Villavicencio. By using satellite images for the collection of information on the biophysical environment, it was possible to identify the effects generated by human settlements in the ecosystem within the last five years. Based on cartographic information, vegetation cover and bodies of water were identified, as well as geographic and environmental factors through remote sensing techniques and the use of geographic information systems (GIS). Photographic records were also obtained using camera traps to determine the associated wildlife. The collected information was socialized through the development of a website as a broadcasting and consultation resource of the environmental impact of the ecological corridor area. This digital resource is important for research because it is an input for decision making in the use and management of conservation strategies in the ecological corridor.

KEYWORDS: environmental impact, satellite images, camera traps, conservation, Geographic Information Systems, ecological corridor.

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto de investigación realiza una exploración del corredor ecológico de la ciudad de Villavicencio en el departamento del Meta, abordando los componentes bióticos, suelo y recursos hídricos para determinar el efecto de las actividades humanas sobre el estado general de los recursos naturales. Este estudio tiene como propósito principal analizar las interrelaciones entre la cobertura vegetal, la salud del suelo y los cuerpos de agua en este corredor, reconociendo su papel crítico en la diversidad biológica regional y la provisión de servicios ecosistémicos esenciales. Al enfocarse en evaluar las transformaciones en la cobertura vegetal y su conexión con la salud del suelo y la dinámica acuática, se busca participar en el reconocimiento de la estructura ecológica principal combinando información primaria y secundaria con herramientas novedosas, como la teledetección y los sensores de cámaras trampa para hacer trazabilidad en los datos obtenidos, también, se pretende reportar las amenazas que enfrentan estos ecosistemas.

La relevancia de esta investigación destaca por la necesidad de conocer los factores que impactan el corredor ecológico. La pérdida de cobertura vegetal, la degradación del suelo y las alteraciones en los cuerpos de agua representan desafíos significativos que requieren una comprensión profunda. A través de una revisión crítica de investigaciones anteriores, se sitúa el estudio como un aporte en el estado del desarrollo sostenible y la conservación, subrayando la oportunidad de contribuir con nuevas perspectivas y fundamentar estrategias de conservación en ecosistemas de Villavicencio.

2. MÉTODO

2.1. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

El método utilizado en esta investigación se basa en estrategias metodológicas que permitan abordar de manera integral el análisis del impacto ambiental en el corredor ecológico de Villavicencio, centrándose en los componentes de coberturas vegetales, suelos y recurso hídrico mediante muestras recolectadas.

La metodología seleccionada para la investigación se fundamenta en un enfoque mixto que integra aspectos cualitativos y cuantitativos. Este enfoque permite la combinación de alcances exploratorios, descriptivos y correlacionales, con el propósito de obtener una visión completa y profunda del estado actual del corredor ecológico de Villavicencio. De esta manera, se implementan técnicas cualitativas, como la observación directa y la foto trampeo, para la recolección de información primaria en el terreno, permitiendo una comprensión contextualizada de la realidad del ecosistema.

Se realiza un análisis de datos secundarios obtenidos de estudios de impacto ambiental, planes de manejo ambiental e imágenes satelitales disponibles en repositorios como Open Access Hub y Landsat.

El enfoque facilito una evaluación integral de las características ambientales y las influencias antrópicas en el área de estudio.

El análisis de tipo estructurado no experimental se empleó en la manipulación de variables dependientes para describir el entorno e identificar posibles correlaciones. Este diseño metodológico contribuirá a obtener una comprensión holística y fundamentada del corredor ecológico, brindando información valiosa para la toma de decisiones y la planificación sostenible.

2.1.1. INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN

En el marco de esta investigación, se utilizan varios instrumentos como herramientas clave para la recopilación de datos. La elección de cada instrumento se basa en el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Para el análisis de coberturas vegetales, suelos y cuerpos de agua, se emplearán imágenes satelitales provenientes de Open Access Hub y Landsat, seleccionadas por su capacidad para ofrecer una visión detallada y amplia del área de estudio.

La técnica de fototrampeo implementada para la obtención de imágenes de fauna silvestre, aprovechando su eficacia en la observación no invasiva de la biodiversidad local. Asimismo, se integrará la matriz de Leopold como un instrumento eficiente para la valoración multicriterio de impactos ambientales, considerando su capacidad para conciliar diferentes perspectivas e integrar aspectos sociodemográficos, culturales, físicos y bióticos.

Cada uno de estos instrumentos ha sido seleccionado cuidadosamente para asegurar su pertinencia en el marco de la investigación.

2.1.2. PROCEDIMIENTO

Durante el desarrollo de la investigación se parte de la identificación del área y la delimitación de subáreas de interés, seguido por la recopilación de información secundaria, incluyendo estudios de impacto ambiental, planes de manejo ambiental y estudios ecológicos previos.

Seguidamente, se analizan los impactos ambientales mediante una valoración multicriterio, utilizando la matriz de Leopold. Esta matriz facilita la integración de diversos puntos de vista, como intereses económicos, sociales, éticos, políticos, físicos y bióticos donde se facilite la elaboración de criterios para que una iniciativa tenga posibilidad de ser aceptada o modificada para una transformación efectiva del medio y se asegure el bienestar de los ciudadanos (García, 2004). Por esto, se considera la matriz de Leopold como la valoración más efectiva ya que resulta una relación de componentes versus etapas del proyecto donde se le asigna un valor. Así, una vez se obtiene una cifra ponderada dentro de dimensiones, se puede cuantificar hasta el punto de otorgar pesos específicos, para considerar hechos y realizar ajustes antes de llegar a pérdidas o perjuicios dentro de la viabilidad del proyecto. De esta forma, dentro del proyecto solo se asigna valoraciones por dimensión sociodemográfica, cultural, física y biótica frente al criterios como: movilidad, comercio, infraestructura educativa, agroecosistemas y desarrollo como ejes de la actividad antrópica durante la ejecución del proyecto Corredor Ecológico en Villavicencio en los últimos años.

Para abordar el componente de cobertura vegetal se realiza una descripción general de los estratos verticales por transectos en cada zona de estudio. Se proyectan lugares de observación de vegetación o transectos de 50 x 2 m a través de un eje o línea base de 225 m en cada zona de estudio de acuerdo con los inventarios de vegetación propuestos por Mendoza (2008). Asimismo, se consideran estratos vegetales a las zonas donde las copas de los individuos presentan una altura similar y consolidan una capa horizontal (Villareal et al., 2004). De esta manera la distribución vertical de la vegetación contempla los siguientes estratos: rasante (mayor a 0,3 m), herbáceo (0,3-1,5 m), arbustivo (1,5-5 m), subarbóreo o de arbolitos (5-12 m), arbóreo inferior (12-25 m) y arbóreo superior (mayor a 25 m). Así se registran las especies vegetales más representativas de los estratos en cada zona donde se realiza la observación.

En el caso de la valoración del suelo, se consideran parámetros físicos como densidad aparente. El cálculo de densidad aparente se refiere a una relación de peso por volumen del suelo, donde las partículas favorecen un espacio poroso con macro o microporos. Al reconocer ese espacio poroso se puede comprender la circulación de agua y aire además de la acumulación de nutrientes (FAO, 2023) que soportan los ciclos de vida de numerosos organismos en específico de las plantas quienes toman estos recursos para su mantenimiento. Entonces, al valorar la densidad aparente se puede determinar la presencia de agua y nutrientes en los suelos estudiados o algún grado de afectación en la estructura física que favorece el drenaje o ausencia de nutrientes con consecuencias no solo a la productividad primaria sino a toda la red trófica y autorregulación de ésta.

El procedimiento continúa con la adquisición y procesamiento de imágenes satelitales para el análisis de coberturas vegetales, suelos y cuerpos de agua. Simultáneamente, se implementa el fototrampeo para la captura de imágenes de fauna silvestre. Posteriormente, se lleva a cabo el análisis de datos, identificando puntos críticos por afectaciones antrópicas y construyendo una línea base ambiental.

Para la presentación de los resultados se desarrolló una aplicación web para la divulgación de resultados de la recopilación de datos y el análisis de las condiciones ambientales en el corredor ecológico.

3. RESULTADOS

Los resultados de la investigación ofrecen una perspectiva detallada y relevante del corredor ecológico de Villavicencio. El análisis de imágenes satelitales ha proporcionado una comprensión de las coberturas vegetales, destacando patrones y cambios en la vegetación a lo largo del tiempo. La evaluación de los estratos verticales de la vegetación, la valoración del suelo mediante parámetros físicos y el análisis integral de cuerpos de agua con la matriz de Leopold han revelado la influencia antrópica en estos elementos. La aplicación del foto trampeo ha enriquecido la investigación al proporcionar imágenes detalladas de la fauna silvestre, contribuyendo así a la comprensión de la biodiversidad local. A continuación, se presentarán los resultados parciales de la investigación.

3.1. RESULTADOS COBERTURA VEGETAL

Se visitaron dos zonas de bosque en el Corredor Ecológico. En cada zona se realizaron muestreos oportunistas dentro de transectos de 50 x 2 m (Villareal, 2004), donde se encontraron plantas de porte bajo, medio y alto. Se reconocieron grupos taxonómicos con referencias bibliográficas y seguimiento fotográfico.

En la zona Caracolí se encontraron especies como Piper sp, Culcita macrocarpa y Spathiphyllum sp dominando el estrato rasante y herbáceo, mientras otras plantas como Annona purpurea sobresalían alrededor de los 10 metros. En la zona San Carlos se encontró mayor riqueza de especies en cada estrato vegetal, dado por la presencia de Selaginella kraissiana, Calcita macrocapa, Clidemiahirta sp, Rhodospatha olongata, Couropita guianensis, y, más allás de los 12 metros la Socratea exorrhiza.

Tabla 1. Vegetación caracterizada en las zonas de estudio del Humedal Caracolí y Humedal La Zuria

LUGAR	NOMBRE COMÚN	ESPECIE	FAMILIA
Caracolí	Cordoncillo Cuna Moises helecho	Piper sp, Spathiphyllum sp, Annona purpurea, Culcita macrocarpa	Piperacea, Araceae Annonaceae, Culcitaceae
San Carlos	Musgo, Helecho Palma Choapo Macaco	Selaginella Kraissiana, Calcita macrocarpa, Clidemiahirta sp. Rhodospatha alongata, Socratea exorrhiza, Couropita guianensis.	Anacardiaceae, phyllanthaceae, Lamiaceae, Arecaceae.

Nota. Elaboración propia a partir de la información recolectada. (2023)

Se observa mayor abundancia de especies vegetales en la zona San Carlos que en Caracolí. Por un lado, hay más individuos en el porte bajo y alto debido a una extensión más amplia del bosque, además de una estructura de suelo con mayor proporción de macro y microporos que facilitan la retención de agua y nutrientes. En este sentido, las características de San Carlos crean un hábitat donde el dosel es cerrado generando un microclima en el que la temperatura y la humedad están en promedio sobre los 25 grados centígrados y 80%, respectivamente.

En el caso de Caracolí hay menos extensión de bosque donde permanecen pocas familias de los estratos subarbóreos. En este sentido, hay mayor ingreso de radiación solar por un dosel abierto donde domina el porte bajo con estrato rasante y herbáceo. Asimismo, el suelo presenta mayor proporción de arcilla y con ello microporos en comparación de materia orgánica que determinan un microclima con temperatura de 30 grados centígrados y humedad de 75 % en promedio.

Por otro lado, los cuerpos de agua en cada zona son diferentes, así como la vegetación acuática. En San Carlos, el caño presenta más sectores con agua en circulación como sistema lótico y solo algunos sectores con agua estancada mientras en Caracolí ocurre lo contrario. En este caso también influye la dimensión de los cuerpos de agua, haciendo que en San Carlos la profundidad oscile entre 60 a 140 cm donde la vegetación arraigada y sumergida es dominante con la presencia de Spathiphyllum wallisii, Heteranthera dubia. Para el sector de Caracolí se registra una profundidad de 40 a 80 cm donde la vegetación arraigada, sumergida y flotante hace presencia con las especies Sagittaria guayanensis, Blyxa aubertii, Lemna turionifera en sectores donde domina el sistema léntico que el sistema lótico.

3.2. RESULTADOS ANÁLISIS DE SUELOS

Las condiciones físicas de los suelos son determinantes para el desarrollo de las plantas y cualquier obra ingenieril o asentamiento que se quiera desarrollar. Las condiciones físicas regulan las relaciones aire-agua-planta; por lo cual es necesario considerar el medio físico como condición prioritaria en los programas de manejo y conservación de suelos.

La caracterización de los suelos predominantes en el área de influencia del proyecto se realizó a través de la determinación de la densidad aparente; propiedad física, mediante la toma de dos muestras de los puntos seleccionados; punto 1. Humedal Caracolí y punto 2. Parcelación San Carlos. Para el muestreo del suelo se usó la técnica de terrón parafinado en el epipedón (horizonte superficial del suelo). El terrón se colecto a una profundidad de 20cm, se empaco de acuerdo con las instrucciones de embalaje y se envió al laboratorio de suelos de la Universidad de los Llanos para el análisis de laboratorio como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 2. Resultados de densidad aparente en dos puntos del corredor ecológico de Villavicencio

MUESTRA DE LABORATORIO NO.	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO	DENSIDAD APARENTE GR/CC (CM3)	VALORACIÓN
1038	Humedal Caracolí (Bosque de galería)	1.35	NIVEL NORMAL (MEDIO)
1039	Parcelación San Carlos	1.15	NIVEL NORMAL (MEDIO)

Nota. Elaboración propia a partir de la información recolectada. (2023)

Como se observa en la tabla, la valoración de la densidad aparente de las dos muestras analizadas está en nivel normal (medio); no obstante, el resultado de densidad del humedal Caracolí se encuentra cercano al límite de compactación. La densidad aparente (Da) de los suelos varia ampliamente desde cerca de 0,1 g/cm3 en suelos orgánicos hasta valores muy altos como 1,8 – 1,9 g/cm3 en suelos minerales compactados (Garavito, 2023). La densidad aparente viene dada por la porosidad del suelo y por lo tanto es una medida del grado de compactación y facilidad para la penetración radicular, encontrándose en valores mayores a 1.4 g/cm3 limitantes para el desarrollo y crecimiento del sistema radicular de las plantas.

3.3. RESULTADOS CÁMARAS TRAMPA

Entre los resultados de los registros de fototrampeo sobresalen grupos biológicos de aves, roedores y primates. En los registros por video de mayor duración mediante el uso de cámaras trampa se logra identificar Aramides cajaneus, Mesembrinibis cayennensis, Cyanocorax violaceus en todas las zonas donde fueron instaladas, es decir en tres zonas que corresponden a humedales y bosques de galería del corredor ecológico. Del mismo modo, se presentan Sapajus apella y Cuniculus paca llevando a cabo comportamientos de marcha y forrajeo.

En menor medida, se encuentran comportamientos de socialización y mantenimiento entre las especies mencionadas. Estos hallazgos son determinantes para comprender que existe una frecuencia de registro sostenido entre diferentes organismos, asimismo, permite reportar hábitos e interacciones de los organismos con los recursos abundantes o escasos en las zonas de Caracolí y San Carlos.

Tabla 3. Resultados cámaras trampa

GRUPO BIOLÓGICO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	COMPORTAMIENTOS EN REGISTROS FT
Aves	Chilacoa, Corocoro negro, pollo de monte	Aramides cajaneus, Mesembrinibis cayennensis, Cyanocorax violaceus	Forrajeo
Primates	Mono maicero	Sapajus apella	Forrajeo braquiación
Roedores	Lapa	Cuniculus paca	Forrajeo marcha
Mamíferos placentarios	Oso palmero, oso perezoso	Myrmecophaga tridactyla, Bradypus variegatus	Forrajeo marcha

Nota. Elaboración propia a partir de la información recolectada. (2023)

Otro hallazgo destacado es la marcha continua de ocelotes en las zonas de estudio. Se identifican varios individuos de Leupardus pardalis en los humedales, lo cual supone el desplazamiento por fragmentos de bosques por todo el corredor ecológico. Teniendo en cuenta el comportamiento solitario de este felino, se supone que realiza largas trayectorias por los humedales mientras las condiciones le favorecen para llevar a cabo la caza de recursos alimenticios. Se resalta este hallazgo ya que representa una especie bandera o sombrilla que sirve de canal de reconocimiento y conservación de todo el ecosistema de humedal en la llanura aluvial de la Orinoquía; dentro de su papel en el ecosistema permite regular las poblaciones de otros animales al ser el máximo depredador en las zonas de estudio (WWF, 2023).

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS VEGETACIÓN

Se presentan especies vegetales similares en la zona de San Carlos y Caracolí mientras que se mantiene la diferencia en los estratos vegetales. Se observan ejemplares de palma choapo, cordoncillos, helechos en los dos sectores demostrando que se ha dado un tiempo prolongado de sucesión y madurez del ecosistema; sin embargo, sobresalen árboles y musgos en el sector San Carlos generando un indicador importante de humedad y estabilidad en el microclima. Esta diversidad de estratos arbóreos corresponde con los estudios de Lasso (2014) sobre especies y familias vegetales en humedales de Orinoquía.

En el sector Caracolí sobresalen los sectores con cuerpos de agua lénticos al margen de zonas de pastoreo con vegetación introducida. El sistema de agua léntico se encuentra en diferentes momentos de eutroficación de acuerdo con la limitada entrada de luz solar y la presencia de vegetación arraigada y flotante; por otro lado, ocurre compactación del suelo por sobrepastoreo e introducción de pasturas dejando un paisaje con impactos similares al estudiado por Castro (2020) sobre la flora vascular asociada al Humedal La Madrid siendo la familia Poaceae principalmente representada con cuatro especies.

El contexto del Sector Caracolí es un parque ecológico humedal que presenta los mismos síntomas de Madrid y la ronda hídrica del caño Zuria. Son ecosistemas actualmente distinguidos como áreas protegidas señaladas en el Decreto No.2372 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT donde se establece su área, delimitación y se dictan disposiciones como categorización de áreas protegidas de preservación y restauración (Cormacarena, 2004). Pero, aun así, son ecosistemas afectados por una alta tasa de deforestación, implementación de cultivos y pastos para ganadería extensiva que ha disminuido el caudal del caño, y también afecta la posibilidad de mantener los hábitats tanto de organismos acuáticos como terrestres. Las condiciones de los humedales son críticas ya que carecen de supervisión frente al crecimiento acelerado de las actividades humanas que afectan todo tipo de sistemas naturales durante su expansión y genera un conflicto con las iniciativas de estudio y conservación (Castro, 2020).

Una de las amenazas latentes de estos ecosistemas de humedal y bosque de galería es la ausencia de estudios donde se pueda partir de una información base para determinar qué especies permanecen, además del papel ecológico y las relaciones con los factores ambientales, así como la repercusión en los servicios ecosistémicos. Las limitaciones del estudio de Caracolí también se evidencian con el estudio de la reserva forestal Caño Remache o Balmoral donde la vegetación introducida empieza a dominar

sin reconocer del todo comunidades vegetales nativas. Entre los resultados del Balmoral, el dosel del bosque está dominado por melastomatáceas y poáceas arbóreas. El estrato herbáceo es dominado por melastomatáceas, rubiáceas y aráceas, también se presentan otras monocotiledóneas (Ortiz, 2018).

Con base en la información satelital del periodo 2017-2021 se identifica aumento en actividades humanas que conllevan al desarrollo del territorio mientras disminuye la cobertura boscosa (bosques y humedales). A través del contenido de los mapas, se observa una reducción de la extensión de bosques y humedales en más de 20m^2 año tras año a pesar de un contexto de pandemia como el COVID19. Por su parte, ocurre deforestación e implementación de agroecosistemas, así como expansión de infraestructura de vivienda y de movilidad en más de 10m^2 que afectan las redes ecológicas dentro de las coberturas boscosas (Tabla 1). De esta manera, se afecta la conectividad estructural y funcional de los bosques y humedales porque no hay interconexión efectiva sino parches o fragmentos aislados en un área. Así, entre más distancia se tiene entre los humedales, hay menor interconexión y flujo de nutrientes lo que determina en mayor impacto del suelo y de los cuerpos de agua por vertimientos (Cormacarena, 2004), disminución de flora y fauna y contaminación no solo de áreas periurbanas sino también urbanas.

Tabla 4. Área dispuesta para cobertura boscosa, infraestructura y cultivos en el sector San Carlos desde el 2017 al 2021

COMPONENTE (M2)	2017	2018	2019	2020	2021
COBERTURA BOSCOSA	372,1	372,1	365,4	351,7	346,1
INFRAESTRUCTURA	11,9	10,1	12,7	12,7	15,5
CULTIVOS	23,3	23,7	19,3	20,3	33,2

Nota. Elaboración propia a partir de la información recolectada. (2023)

El desarrollo del territorio en zona periurbana es una afectación general para las áreas protegidas. Teniendo en cuenta los principios de plan de ordenamiento territorial o declaración del Consejo Directivo del MAVDT y Alcaldía de Villavicencio, los ecosistemas asociados a los humedales urbanos y periurbanos son reconocidos como áreas objeto de conservación por todos los ciudadanos, pero la realidad es que son los ecosistemas más vulnerables en el departamento. Las zonas de cobertura boscosa delimitadas por CORMACARENA (CORMACARENA, 2004) no se respetan como zona de humedal ni como zona de protección para preservación o restauración, el motivo es la dificultad de conciliar estrategias con dueños o privados que ocupan los predios para implementación de agroecosistemas rudimentarios con escasa planeación e infraestructura; por otro lado, los principios de ordenamiento territorial son ambiguos y favorecen más el crecimiento urbanístico que la protección de los ecosistemas naturales.

Aunque los instrumentos legales carecen de eficacia en la regulación de la deforestación y conservación de las coberturas boscosas, las actividades culturales también ejercen cambios a corto y mediano plazo. El aumento del área de cultivos en 13 m2 durante los últimos años (Tabla 4), da cuenta del cambio de uso de las coberturas boscosas por actividades relacionadas con monocultivos y sistemas pecuarios con poca planeación donde los animales de producción buscan diferentes condiciones de descanso y recursos alimenticios que se ubican en los humedales, afectando las plantas nativas, así como las condiciones del suelo. Del mismo modo, las actividades humanas incluyen la presencia de perros domésticos que vigilan los predios; sin embargo, estos animales terminan cazando herbívoros, omnívoros o cualquier organismo dispersor de semillas en los ecosistemas, o bien contribuyen con la inadecuada disposición de residuos de las actividades humanas.

En el presente estudio se hace un aporte a la composición de la vegetación, seguimiento de algunos de los factores del ambiente y una revisión general de la distribución reciente de la vegetación, pero es necesario ampliar este tipo de estudios no solo para predecir cambios en la distribución vegetal sino para comprender y predecir el comportamiento de las unidades vegetales con los factores ambientales en Colombia. En este sentido para transitar en el reconocimiento de la vegetación de una extensión en metros a una escala local y regional, hace falta homogenizar y describir fuentes de información en una base de datos y en un sistema de información geográfico; también hace falta analizar gradientes de la vegetación respecto a los aspectos ambientales. Asimismo, es necesario validar las relaciones vegetación-ambiente en un comportamiento geográfico que logre integrar niveles de organización y escalas (Bernal, 2016).

4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS SUELOS

Los poros del suelo representan aproximadamente el 50% de su volumen y son los responsables del movimiento del agua y aire en el suelo, así como de la retención de humedad. La porosidad de los suelos está constituida por macro, meso y microporos, el mantenimiento de estos se logra mediante su distribución equilibrada y el manejo de la estructura. Cuando la estructura se degrada por efectos del mal manejo de los suelos se afecta no solo esta propiedad física, sino además la abundancia y riqueza de biota en el suelo, el movimiento y distribución del agua y aire, por ende, el adecuado desarrollo del sistema radicular de las plantas. De este modo, los poros del suelo están vinculados estrechamente con la disponibilidad de agua limpia y potable para las necesidades de la humanidad (Garavito, 2023), y el desarrollo y mantenimiento de la cobertura vegetal presente en los ecosistemas.

Los resultados obtenidos de la densidad aparente del suelo muestran que los valores para el área del humedal Caracolí; 1.35 g/cm3 son mayores en comparación con los valores hallados en la parcelación San Carlos, condición que puede estar asociada a una mayor intervención antrópica en el área por asentamientos urbanos, reducción del bosque de galería por ampliación de la frontera agrícola para potrerización de los predios, uso de los cuerpos de agua y sombrío por los semovientes. Del mismo modo, este resultado cercano a los valores reportados en la literatura como compactación, señala la necesidad de mejorar los manejos y usos que actualmente se desarrollan en esta zona para evitar la degradación del recurso edáfico.

De acuerdo con los cambios de uso del suelo y coberturas durante la temporalidad del 2017 al 2021, se evidencia una pérdida de la cobertura boscosa del 7%; pasando de 372,1 ha en el año 2017 a 346.1 ha en el año 2021, asociado al crecimiento de construcciones para vivienda y aumento del área de sistemas productivos.

Las plantas favorecen la agregación del suelo, la presencia de macro, meso y microfauna y la conservación de la porosidad y humedad del suelo. La alteración de los componentes bióticos del sistema hace que los suelos presenten mayor peligro de erosión al ser degradados fácilmente por acción de los principales agentes erosivos (agua y aire), lo que generara con el tiempo procesos de escorrentía superficial y posteriormente la perdida de la capa arable o en el peor de los casos la formación de cárcavas.

Bajo este escenario, la pérdida del 7% de la cobertura boscosa en tan solo 4 años, muestra como los demás elementos asociados al ecosistema, en este caso puntual el suelo, esta mostrado una alteración estructural asociada a los manejos actuales y los cambios de uso, los cuales, aunque se encuentran dentro de los niveles normales, son altamente susceptibles a degradarse; lo que traería consigo la alteración del equilibrio de los demás componentes presentes empezando por la biota edáfica y el agua.

Con base en lo anterior, se concluye que el proyecto revela una interdependencia vital entre la cobertura vegetal y la salud del suelo en el corredor ecológico de Villavicencio. Las alteraciones en la cobertura boscosa impactan directamente en la estructura y calidad del suelo, comprometiendo su capacidad para sustentar la biodiversidad y proporcionar servicios ecosistémicos esenciales. Los humedales de San Carlos y Caracolí enfrentan amenazas persistentes, incluyendo la deforestación, expansión urbana y actividades humanas no reguladas. La falta de estudios detallados y regulación efectiva compromete la conservación de estos ecosistemas críticos, destacando la necesidad urgente de medidas de protección y supervisión.

Asimismo, la disminución del 7% en la cobertura boscosa entre 2017 y 2021 evidencia el impacto directo de actividades humanas, como la expansión de construcciones y sistemas productivos en el cambio de uso del suelo. La rápida pérdida de áreas verdes subraya la urgencia de implementar estrategias de conservación que involucren estrategias para el manejo del ordenamiento territorial, donde se equilibre el desarrollo urbano con la conservación ambiental. La falta de regulación efectiva y la ambigüedad en los principios de ordenamiento territorial contribuyen significativamente a la vulnerabilidad de los ecosistemas estudiados. Se destaca la necesidad imperante de fortalecer la regulación ambiental, especialmente en zonas periurbanas, para garantizar la conservación de áreas protegidas y la sostenibilidad de los recursos naturales.

REFERENCIAS

- Agendas Regionales UNIMINUTO. (2021). Agenda regional I+D+i+C: Corredor ecológico de Villavicencio. https://agendasregionales.uniminuto.edu/corredor-ecologico-de-villavicencio/
- Alcaldía de Villavicencio. (2020). Plan de desarrollo: Villavicencio cambia contigo 2020–2023.
- Calvachi, B. (2013). Estado del conocimiento de los humedales en la Orinoquía colombiana. Fundación Humedales; Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Candia A, Oscar. (2018). Evaluación de Impacto Ambiental. Documento Base para la Asignatura: Evaluación de Impacto Ambiental. Universidad Arturo Prat.
- Castro G., Cruz, J. y Ortiz-Moreno (2020). Flora vascular y vivienda de interés social en Villavicencio: Conflictos con la conservación de la biodiversidad Revista de Investigación Agraria y Ambiental.
- CIAT, & CORMACARENA. (2018). Plan regional integral de cambio climático para la Orinoquía: Departamento del Meta (Publicación No. 464). Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Cormacarena (2004) Acuerdo del Consejo Directivo. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT. Alcaldía de Villavicencio.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2018). Censo nacional de población y vivienda.
- Dirección de Ordenamiento Territorial (DOT). (2021). Documento de evaluación y seguimiento del Acuerdo 287 de 2015: Plan de ordenamiento territorial de Villavicencio.
- Garavito Neira, F. (2023). La madre tierra: Suelos, plantas, ambiente. Sociedad Geográfica de Colombia.
- IDEAM. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Jaime, B. (2016). Análisis entre las relaciones vegetación-ambiente: Un estudio general para Colombia. Universidad Nacional de Colombia.
- Lasso, C. A., A. Rial, G. Colonnello, A. Machado-Allison y F. Trujillo (2014). Humedales de la Orinoquia (Colombia- Venezuela). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia
- Ortiz-Moreno, M., Cándida, J., & Garay, J. (2018). Caracterización biológica preliminar reserva forestal Balmoral, sector Ocoa, Villavicencio, Meta.
- Plan de Ordenamiento Territorial Villavicencio. (2015). Plan de ordenamiento territorial de Villavicencio. https://www.concejodevillavicencio.gov.co/normograma/category/152-plan-de-ordenamiento-territorial
- Plan de Ordenamiento Territorial Villavicencio. (2015a). Plano de zonificación de áreas con condición de amenaza y riesgo por inundación suelo rural. https://www.concejodevillavicencio.gov.co/normograma/category/152-plan-de-ordenamiento-territorial
- Plan de Ordenamiento Territorial Villavicencio. (2015b). Plano de áreas de actividad suelo rural. https://www.concejodevillavicencio.gov.co/normograma/category/152-plan-de-ordenamiento-territorial
- Prüssmann J., Rincón S. A., Tavera H. A., Suárez C. F. (2020). Estructura ecológica principal de la Orinoquia colombiana – Actualización metodológica mapa Sulu. 88 p., Cali (Colombia).

REFERENCIAS

- **Sguerra Dávila, M.F. (2020). Material didáctico curso virtual de Imágenes Satelitales. Uniminuto, Sede Principal**

- **Villarreal, H., Álvarez, S., Córdoba, F., Escobar, F., Fagua, F., & Mendoza, M. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.**

TRAZOS Y SOSTENIBILIDAD: EL COMPROMISO DE LOS TATUADORES CON LA GESTIÓN DE RESIDUOS

RECIBIDO: 19/07/2023 ACEPTADO: 23/08/2023 ÚLTIMA VERSIÓN: 10/10/2023

STROKES AND SUSTAINABILITY: THE COMMITMENT OF TATTOO ARTISTS TO WASTE MANAGEMENT

Juan Carlos Acosta Quevedo [1]
Ingeniero Industrial, estudiante de la Especialización de Gerencia del Talento Humano y Riesgos Laborales

Carlos Alberto Bravo Ibarra [2]
Ingeniero de Minas, especialista y Magister en Gestión Ambiental, estudiante de Ingeniería Industrial

Ludy Fernanda Chirivi Quevedo [3]
Estudiante de Ingeniería Industrial

Paula Andrea Morales Cupitra [4]
Estudiante de Ingeniería Industrial

Carina Paola Cordero Cabarcas [5]
Estudiante de Ingeniería Industrial

RESUMEN

En cada paso de su existencia, el ser humano, en sus variadas acciones cotidianas, contribuye significativamente a la generación de residuos. Desde el simple acto de consumir productos envasados hasta la realización de actividades más complejas como la producción industrial, cada elección y actividad humana conlleva a generar desechos. En este estudio se busca comprender cómo los tatuadores abordan las prácticas sostenibles, específicamente en la gestión de residuos del proceso de tatuaje.

La metodología empleada combina enfoques cualitativos y cuantitativos; las entrevistas revelaron una creciente conciencia ambiental, pero también evidenciaron que muchos tatuadores no están gestionando adecuadamente los residuos. A pesar de esta brecha, el estudio cuantitativo, con un diseño de corte transversal, mostró que los estudios de tatuajes encuestados implementan programas de gestión de residuos, con prácticas como la separación y el reciclaje de forma aislada sin integrar la normatividad legal vigente en cuestión. Estos resultados subrayan la disposición de los tatuadores para aprender y mejorar en cuestiones ambientales. Aunque algunos aún enfrentan desafíos en la implementación efectiva de prácticas sostenibles, la

[1] Ingeniero Industrial, estudiante de la Especialización de Gerencia del Talento Humano y Riesgos Laborales - Fundación Universitaria del Área Andina, Colombia - jacosta110@areandina.edu.co

[2] Ingeniero de minas, especialista y Magíster en Gestión Ambiental, estudiante de Ingeniería Industrial - Fundación Universitaria del Area Andina, Colombia - cabravo3@estudiantes.areandina.edu.co

[3] Estudiante de Ingeniería Industrial - Fundación Universitaria del Área Andina, Colombia - lchirivi2@estudiantes.areandina.edu.co

[4] Estudiante de Ingeniería Industrial - Fundación Universitaria del Área Andina, Colombia - pmorales18@estudiantes.areandina.edu.co

[5] Estudiante de Ingeniería Industrial - Fundación Universitaria del Área Andina, Colombia - ccordero@estudiantes.areandina.edu.co

investigación destaca un potencial para un cambio positivo en la gestión de residuos entre la comunidad de tatuadores. Este análisis contribuye a la comprensión de cómo, a pesar de las actuales deficiencias, los tatuadores muestran una actitud receptiva hacia la adopción de prácticas más sostenibles, delineando así un camino hacia una gestión de residuos más eficaz en el futuro.

PALABRAS CLAVE: tatuajes, industria, desarrollo sostenible, residuos.

ABSTRACT

At every step of their existence, human beings, in their varied daily actions, contribute significantly to the generation of waste. From the simple act of consuming packaged products to carrying out more complex activities such as industrial production, every human choice and activity leads to the generation of waste. This study seeks to understand how tattoo artists approach sustainable practices, specifically in waste management from the tattoo process.

The methodology used combines qualitative and quantitative approaches. The interviews revealed a growing environmental awareness, but also showed that many tattoo artists are not properly managing waste. Despite this gap, the quantitative study, with a cross-sectional design, showed that the surveyed tattoo studios implement waste management programs, with practices such as separation and recycling in isolation without integrating the current legal regulations in question. These results underscore tattoo artists' willingness to learn and improve on environmental issues. Although some still face challenges in effectively implementing sustainable practices, the research highlights a potential for positive change in waste management among the tattoo community. This analysis contributes to the understanding of how, despite current shortcomings, tattoo artists show a receptive attitude towards the adoption of more sustainable practices, thus outlining a path towards more effective waste management in the future.

KEYWORDS: tattoos, industry, sustainable development, waste.

1. INTRODUCCIÓN

La intersección entre la expresión artística y la responsabilidad ambiental emerge como un campo de investigación en la contemporaneidad. Adentrándose en la esfera singular donde el arte del tatuaje se entrelaza con la creciente urgencia de abordar la gestión sostenible de residuos. A medida que la conciencia medioambiental adquiere protagonismo en diversas disciplinas, explorar cómo los tatuadores, como creadores de arte en la piel, se comprometen con la gestión de residuos se presenta como un enfoque pertinente en estos tiempos.

En el siglo XXI, enfrentamos desafíos monumentales que exigen respuestas coordinadas y sostenibles. Vergara y Núñez (2021) argumentan que los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se presentan como un faro orientador, trazando un camino hacia un futuro más equitativo, saludable y armonioso para la humanidad y el planeta que compartimos. Por otro lado, Barrero y Baquero (2020) plantean que los 17 objetivos interconectados, propuestos por las Naciones Unidas, encapsulan aspiraciones globales que van desde la erradicación de la pobreza hasta la acción climática, abordando cuestiones cruciales que trascienden las fronteras nacionales, en el cual podamos coexistir teniendo en cuenta que nuestras acciones generan residuos.

La importancia de alcanzar los ODS no radica simplemente en su naturaleza ambiciosa, sino en la imperativa necesidad de construir un mundo resiliente y sostenible para las generaciones presentes y futuras. Estos objetivos no solo son una hoja de ruta para abordar desigualdades sistémicas y desequilibrios medioambientales, sino que también representan una visión compartida de un mundo donde la dignidad humana, la justicia social y la preservación del entorno son prioridades fundamentales. Es vital mencionar los aportes de Maya (2021) "Los países que están en mejores condiciones de alcanzar los ODS son aquellos que se caracterizan por unos niveles de gobernanza de más calidad donde existe una mayor efectividad gubernamental y estabilidad política, una mayor libertad de expresión y de asociación, un estado de derecho más afianzado así como un mayor control de la corrupción" (p. 140).

En el tejido mismo de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) reside la convicción fundamental de que la responsabilidad de construir un futuro sostenible recae en cada individuo. Más allá de ser una declaración global, los ODS representan un llamado personal a la acción, un recordatorio de que cada persona, en su vida diaria, tiene un papel crucial en la consecución de metas que abarcan desde la erradicación de la pobreza hasta la acción climática, sin endilgar responsabilidades solamente a los gobiernos y organizaciones de carácter público y privada, aunque estos deben ser garante del alcance de los ODS. De acuerdo con Ruano (2016), "los ODS demandan una organización del conocimiento con nuevas fórmulas políticas transfronterizas puesto que constituyen un reto de gobernabilidad mundial sin precedentes históricos que requieren desarrollar nuevas sinergias multidimensionales de carácter global entre la ciudadanía planetaria actual y futura" (p. 153).

Adoptar compromisos individuales hacia los ODS implica reconocer que nuestras elecciones cotidianas, desde el consumo responsable hasta la promoción de la igualdad, tienen un impacto acumulativo en el panorama global. La importancia de estos compromisos radica en la comprensión de que, a pesar de nuestras diferencias culturales y geográficas, compartimos un destino común en este planeta. La acción individual se convierte así en un componente esencial para la construcción de un futuro donde la equidad, la justicia y la sostenibilidad ambiental sean prioridades intrínsecas.

Por consiguiente, esta investigación analiza cómo el dinámico panorama actual de la industria del tatuaje en Cartagena de Indias vislumbra una creciente conciencia entre los artistas del tatuaje respecto a la importancia de integrar prácticas sostenibles y eficientes en la gestión de residuos.

En una ciudad caracterizada por su potencial turístico y cultural, los estudios de tatuajes se están volcando hacia métodos más amigables con el medio ambiente, con el fin de abordar los desafíos ambientales inherentes a su actividad. No obstante, el camino hacia la sostenibilidad presenta desafíos, ya que algunos estudios pueden carecer de la logística necesaria para la gestión adecuada de los residuos producidos en sus actividades.

2. BASES TEÓRICAS

En su forma más simple, el tatuaje implica la inserción de tintas en las capas más profundas de la piel mediante agujas, creando así diseños intrincados y significativos. Sin embargo, su significado va más allá de la técnica; el tatuaje encapsula la singularidad de cada individuo, sirviendo como un medio de autenticidad y autodescubrimiento (Ballen y Castillo, 2015, p. 104).

La historia del tatuaje se remonta a los albores de la humanidad, manifestándose como una forma primitiva de expresión artística y cultural. Desde las antiguas civilizaciones hasta las tribus indígenas, el acto de marcar la piel ha desempeñado roles diversos, desde la identificación de estatus y pertenencia hasta prácticas espirituales y rituales.

Los registros arqueológicos revelan evidencia de tatuajes en poblaciones que datan de hace más de 5,000 años, encontrando su presencia en lugares tan distantes como Egipto, China, y las islas del Pacífico. A lo largo de los siglos, las motivaciones detrás de los tatuajes han evolucionado, transformándose en narrativas visuales que encapsulan historias personales, creencias religiosas o incluso simbolismos de pertenencia a grupos sociales específicos (Walzer, 2015, p. 5).

Manifiesta Calderón (2014) que el auge de la industria del tatuaje en la era moderna encuentra sus raíces en la expansión de la navegación y la globalización. A medida que los exploradores europeos interactuaban con culturas tatuadoras en sus travesías, el arte de la tinta comenzó a captar la atención de Occidente. A finales del siglo XIX y principios del XX, los tatuajes se popularizaron entre marineros y soldados, creando un vínculo duradero entre el tatuaje y la aventura, la valentía y la rebeldía (p. 24).

En Cartagena, Bolívar donde la rica historia cultural se entrelaza con la modernidad emergente, surge una preocupación compartida entre los trazos artísticos y la preservación ambiental. Esta investigación se adentra en la industria del tatuaje para explorar cómo los artistas locales han respondido al desafío global de la sostenibilidad en el desarrollo de sus labores.

2.1. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DEL TATUAJE

La industria del tatuaje, una vez relegada a los márgenes de la sociedad, ha experimentado una transformación notable en las últimas décadas, emergiendo como una forma respetada de expresión artística y cultural. Esta metamorfosis se ha visto impulsada por una combinación de factores, entre ellos cambios en las percepciones sociales, avances tecnológicos y la globalización.

Históricamente vinculado a la marginalidad y a la contracultura, el tatuaje ha pasado de ser una práctica estigmatizada a un fenómeno de gran tendencia. La desmitificación de los prejuicios asociados con los tatuajes ha permitido que esta forma de arte florezca en diversos estratos de la sociedad, encontrando aceptación en entornos profesionales, artísticos y personales (Gutiérrez, 2011). En una sociedad consumista dominada por la mentalidad del individuo Walzer (2019) argumenta que “El tatuaje podría verse también como una de las múltiples expresiones de la era del consumo masivo en las que los factores imitación, prestigio y distinción van cediendo su lugar idealizado para ser suplantado por una demanda de autonomía” (p. 4).

El tatuaje desempeña un papel en la construcción de la autoimagen y la autoestima. Para muchos, la adición de tatuajes puede representar una forma de empoderamiento personal, proporcionando una conexión tangible con la propia historia y ayudando a construir una narrativa coherente de la vida.

El tatuaje se convierte en un vehículo poderoso para la autenticidad emocional. Es una declaración visual que nos recuerda quiénes somos, de dónde venimos y hacia dónde nos dirigimos. En un lienzo de tinta, encontramos un medio atemporal para expresar la riqueza y complejidad de la experiencia humana, transformando nuestras emociones en obras de arte vivientes que trascienden el tiempo y el espacio (Garces et al., 2006).

La industria del tatuaje, se encuentra en constante evolución como forma de expresión (Celi y Guzmán, 2020), frente a un dilema ambiental debido a los residuos generados en su práctica diaria. Las bases teóricas de esta investigación se sumergen en las intersecciones entre el arte del tatuaje y la sostenibilidad, delineando un camino conceptual que abarca desde la contextualización de la industria hasta la integración de prácticas sostenibles en el proceso creativo. Acudiendo a un enfoque comparativo, exploramos experiencias internacionales y nacionales para extraer lecciones valiosas que puedan informar y enriquecer las estrategias locales.

La industria del tatuaje refleja la diversidad y la creatividad de la sociedad contemporánea. La contextualización de la industria del tatuaje hoy en día es un testimonio de su capacidad para trascender los límites, celebrando la individualidad y la expresión única a través de la tinta y la piel.

2.2. FUNDAMENTOS DE LA SOSTENIBILIDAD EN PRÁCTICAS ARTÍSTICAS

La integración de fundamentos de sostenibilidad en prácticas artísticas representa un paso significativo hacia un enfoque más ético y responsable en la creación artística. Estos fundamentos abordan diversas áreas, desde la selección de materiales hasta la consideración de impactos sociales y medioambientales. Sarriugarte sostiene “con el arte sostenible se quiere ahondar con profundidad en problemáticas sociales, económicas, medio ambientales y políticas, pero siempre manteniendo como punto de partida la filosofía del desarrollo sostenible” (2010). Pilares clave de la sostenibilidad en prácticas artísticas:

2.2.1. SELECCIÓN DE MATERIALES SOSTENIBLES

Optar por materiales provenientes de fuentes sostenibles y de bajo impacto ambiental es esencial. Esto incluye elegir pinturas, pigmentos, lienzos y otros elementos que minimicen el uso de recursos no renovables, reduzcan las emisiones tóxicas y promuevan prácticas responsables de extracción y producción.

2.2.1.1. RECICLAJE Y REUTILIZACIÓN

La incorporación de prácticas de reciclaje y reutilización en el proceso creativo contribuye a la reducción de residuos.

La creación de arte a partir de materiales reciclados y la minimización del desperdicio son formas tangibles de abordar el impacto ambiental.

La elección de materiales reciclados o reutilizados reduce la dependencia de recursos vírgenes y minimiza la generación de residuos. Los artistas pueden explorar una amplia variedad de materiales recuperados, desde papel y cartón hasta objetos cotidianos, integrándolos en sus obras de manera innovadora.

La práctica del reciclaje en el arte también puede inspirar la reflexión sobre el consumo y la acumulación de objetos en la sociedad.

Los artistas pueden utilizar su trabajo para abogar por prácticas de consumo más conscientes y sostenibles, Camargo et. al. (2022), plantea que “una solución novedosa y creativa a esta problemática es la creación de proyectos artísticos con materiales reciclados, es decir el arte con reciclaje. Un arte así ayuda tanto al medio ambiente como a las personas, pues impulsa su creatividad y su manera de emprender” (p. 17).

2.2.1.2. CONCIENTIZACIÓN AMBIENTAL

Fomentar la conciencia ambiental tanto entre artistas como entre el público es crucial. La educación sobre la importancia de prácticas sostenibles y la narrativa ambiental detrás de las obras de arte puede inspirar a una audiencia más amplia a considerar sus propias elecciones de consumo (Rodriguez, 2013, p. 235).

2.2.1.3. ÉTICA EN LA PRODUCCIÓN

Es un principio esencial que guía las prácticas empresariales y creativas hacia estándares morales y responsables. En el contexto de la producción artística, abordar la ética implica considerar diversos aspectos relacionados con la cadena de suministro, el trabajo de los artistas y la repercusión social de las obras. (Maida, 2014, p. 15).

La ética en la producción artística también se vincula con la sostenibilidad ambiental. Esto implica la selección de materiales que tengan un impacto ambiental mínimo, la gestión adecuada de residuos y la adopción de prácticas que minimicen la huella de carbono de la producción. Abrazar la ética en la producción artística contribuye a la construcción de una comunidad artística más justa, sostenible e inclusiva.

2.2.1.4. INCLUSIÓN Y DIVERSIDAD

La inclusión y diversidad en las artes representan imperativos fundamentales para construir una comunidad artística vibrante, reflexiva y verdaderamente representativa de la diversidad humana. Estos conceptos abordan tanto la composición de los artistas y creadores como la variedad de historias y experiencias que se exploran y celebran en las obras de arte (Hartwig, 2020, p. 32).

Promover la inclusión y la diversidad en las prácticas artísticas implica reconocer y celebrar diversas perspectivas. Esto se refleja en la elección de temas, estilos y representaciones que abarquen la multiplicidad de experiencias y culturas.

2.2.1.5. COLABORACIÓN COMUNITARIA

La colaboración comunitaria en las artes se manifiesta como una fuerza transformadora que trasciende los límites de las expresiones individuales para nutrir y enriquecer las comunidades. Esta forma de cooperación no solo implica la creación conjunta de obras artísticas, sino que también busca empoderar a las comunidades al involucrarlas activamente en el proceso creativo (Garrido, 2009, p. 201).

La colaboración comunitaria puede contribuir al desarrollo sostenible al involucrar a la comunidad en proyectos a largo plazo que van más allá de la creación de una única obra de arte. Estos proyectos pueden abordar problemas sociales, ambientales o económicos, generando un impacto positivo sostenible. Al reflejar la identidad cultural y social de la comunidad, las obras resultantes se vuelven auténticas y conectadas con las experiencias y preocupaciones locales.

2.3. EXPERIENCIAS INTERNACIONALES Y NACIONALES EN SOSTENIBILIDAD EN ESTUDIOS DE TATUAJES

En el ámbito internacional, se observa una escasez de investigaciones dedicadas a la gestión de residuos en la industria del tatuaje. La literatura existente revela una brecha significativa en la comprensión de las prácticas sostenibles específicas adoptadas por los tatuadores a nivel global; sin embargo, Tapia (2021) centra su investigación en la innovadora idea de utilizar los residuos de cartuchos de tinta para tatuajes como materia prima en el diseño de objetos para tatuadores. Frente al uso desmedido de insumos desechables, fabricados con materiales no renovables. En la actualidad, el proyecto propone una perspectiva que promueve modelos de producción más sostenibles en la industria del tatuaje. La propuesta no solo busca reducir el impacto ambiental sino también introducir un cambio de paradigma en la percepción del valor de los residuos del tatuaje, transformándolos en recursos valiosos y sostenibles (p. 56).

Por su parte, Márquez et al. (2020) plantea que la práctica inadecuada de tatuajes podría convertirse en un problema de salud pública al ser un vehículo para adquirir enfermedades transmisibles, destacando las anomalías, identificadas durante las visitas de verificación sanitaria a los establecimientos que realizan esta actividad (p. 3).

En el contexto nacional, se observa una mayor atención e investigación sobre los residuos en la industria del tatuaje. Se evidencia el compromiso de la comunidad académica en abordar este tema específico dentro del contexto del país.

La evaluación teórico-conceptual a tatuadores en cinco centros dedicados al arte corporal en la comuna 19 de Santiago de Cali reveló significativas falencias en el conocimiento de conceptos básicos de bioseguridad, asepsia, esterilización, manejo de residuos peligrosos y el manejo de equipos propios en esta práctica. La carencia de comprensión teórica en estos temas

genera preocupación, la actividad del tatuaje implica un contacto directo con seres humanos, y la falta de prácticas bioseguras plantea riesgos tanto sanitarios como biológicos para los usuarios y los propios tatuadores (Ocampo y Pérez, 2020, p. 7).

Orozco y Ladino (2019) resaltan el riesgo significativo de contacto con material contaminado y fluidos que exponen a los tatuadores a diversos agentes biológicos, como el virus de la hepatitis B, C, tuberculosis, meningitis, tétanos, entre otros. A medida que la popularidad del tatuaje ha crecido, convirtiéndose en una fuente de ingresos y en una forma de cultura y arte, se plantea un estudio descriptivo en 13 salas de tatuajes en Pereira, esto debido a la falta de regulación de estos establecimientos en la ciudad, ya que tanto el Ministerio de Salud como la Secretaría de Salud a nivel departamental no han establecido normas ni llevan a cabo actividades de inspección, vigilancia y control (p. 25).

2.4. NORMATIVIDAD

El Artículo 79 de la Constitución Política de Colombia (1991) consagra el derecho fundamental de todas las personas a disfrutar de un ambiente sano. Este precepto constitucional refleja el compromiso del Estado colombiano con la preservación y protección del entorno natural, reconociendo la estrecha relación entre la calidad de vida de los ciudadanos y la salud del ambiente que los rodea.

La normativa establece que el gobierno tiene la responsabilidad de asegurar la participación activa de la comunidad en las decisiones que puedan afectar el entorno. Esta participación ciudadana no solo fortalece la democracia, sino que también garantiza que las decisiones relativas al medio ambiente reflejen las necesidades y preocupaciones de quienes lo habitan.

Partiendo de los cimientos establecidos en el artículo 79 de la Constitución Política de Colombia, que reconoce el derecho fundamental de todas las personas a gozar de un ambiente sano, emergen importantes instrumentos legales que refuerzan y concretan este compromiso. Específicamente, la Resolución No. 2184 de 2019 y el Decreto No. 2676 de 2022.

Tabla 5. Normatividad legal vigente

NORMATIVIDAD	TIPO DE RESIDUOS	RESIDUOS QUE SE DEBEN DEPOSITAR	COLOR DEL RECIPIENTE
Resolución No. 2184 de 2019	Aprovechables	Envases de productos, como cajas, envases y envoltorios, que no estén contaminados con fluidos corporales o tintas y sean reciclables.	
	No aprovechables	Papel, servilletas y empaques que estén contaminados con tintas o comidas.	
	Orgánicos	Restos de alimentos y poda de árboles.	
Decreto 2676 No. 2676 de 2000	Hospitalarios	Incluye agujas, cuchillas, objetos cortopunzantes y material contaminado con flujo hemático o corporal.	

Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

3. MÉTODO

Esta investigación adopta un enfoque integral para analizar las complejas dinámicas de la participación ciudadana en un contexto urbano contemporáneo. A través de un diseño de investigación de corte transversal, se busca comprender tanto la magnitud cuantitativa como la profundidad cualitativa de la participación ciudadana en diversas áreas de interés comunitario. La combinación de métodos cuantitativos y cualitativos permitirá una visión más completa y matizada de los factores que influyen en la participación cívica y sus efectos en la construcción de comunidades resilientes. Permitiendo determinar el conocimiento en gestión de residuos sólidos generados en los procedimientos que se llevan a cabo en los estudios de tatuajes como agujas, envases de tinta y material desechable, el objetivo principal de la investigación dando un enfoque cuantitativo y cualitativo dado a esto se considera evaluar el impacto ambiental que esta puede implicar, tanto como para los tatuadores y el entorno de los derivados en las prácticas de gestión de residuos en la industria del tatuaje. En la comprensión metodológica de la investigación se establecieron métodos exhaustivos para brindar alternativas de mejora sostenibles en la gestión de residuos en la industria del tatuaje.

Los estudios descriptivos permiten estudiar situaciones que ocurren en condiciones naturales, más que aquellos que se basan en situaciones experimentales. Además de ser diseñados para describir la distribución de variables, de ellos se derivan frecuentemente eventuales hipótesis de trabajo susceptibles de ser verificadas en una fase posterior. Se dice que el estudio es de corte transversal, porque la recolección de la información se hace en un mismo tiempo, así lo describen Hernández y Pérez (2005). Po su parte, Rodríguez y Mendivelso (2018) plantean que las investigaciones de corte transversal desempeñan un papel crucial en el ámbito de la investigación social y científica debido a su capacidad para proporcionar una visión instantánea y amplia de una población o fenómeno en un momento específico son relativamente eficientes en términos de tiempo y costos. Al recopilar datos de múltiples variables o participantes simultáneamente, estas investigaciones pueden ofrecer resultados rápidos y ser más accesibles en comparación con estudios longitudinales que requieren seguimiento a lo largo del tiempo. La información proporcionada por investigaciones de corte transversal es valiosa para la toma de decisiones en entornos prácticos, como la formulación de políticas, la planificación de intervenciones y el diseño de estrategias para abordar problemas específicos.

3.1. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Antes de iniciar la investigación, se realizó una revisión exhaustiva de la literatura para comprender las tendencias existentes en la sostenibilidad en la industria del tatuaje, así como las prácticas actuales de gestión de residuos entre los tatuadores. Esto proporcionará una base sólida para el diseño de la investigación. Las entrevistas semiestructuradas con tatuadores permiten explorar en profundidad las motivaciones, desafíos y experiencias relacionadas con la sostenibilidad y la gestión de residuos. Este enfoque cualitativo proporciona una perspectiva detallada que complementa los hallazgos cuantitativos. Para ampliar la compresión gestión de residuos sólidos en la industria del tatuaje en la ciudad de Cartagena, se realizaron estudios previos analizando características y clasificando información con el fin de obtener los resultados esperados, dando lugar al enfoque cuantitativo y cualitativo, iniciando con la observación directa, visitando estos centros especializados en tatuajes para identificar y validar las teorías e hipótesis que se habían hallado al inicio de la investigación. Por esto, se consultó a la Alcaldía Distrital de Cartagena con el fin de obtener información precisa y detallada; sin embargo, el departamento encargado de estas ejecuciones como gestión de residuos y demás son dirigidos por el Departamento Administrativo Distrital de Salud (DADIS) que maneja la vigilancia en Salud Pública con dirección operativa a la prestación de servicios. Sin embargo, la Alcaldía distrital de Cartagena maneja el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Distrito de Cartagena de Indias (PGIRS), dónde específica las condiciones de atención de servicio por residuos sólidos especiales para la prestación de servicios de entidades como PACARIBE, VEOLIA y otros. El distrito caracteriza los Residuos Sólidos Especiales como RSE generados con el fin de establecer lineamientos y estrategias que se ajusten al contexto de la ciudad.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población objeto de estudio estuvo conformada por el personal de tatuadores a nivel general en Cartagena ya que está expuesto al factor de riesgo biológico por la naturaleza de su labor. Además, cumplieron con los criterios de inclusión de la investigación. A continuación, se describe la población objeto de estudio.

Figura 1. Sexo del gerente o propietario del centro de tatuado

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

Abarcando un total de 39 tatuadores a nivel municipal en la ciudad de Cartagena, con un porcentaje del 77% fueron hombres, el 18% mujeres y el 5% hacen parte de la comunidad LGBTI. En los criterios de la evaluación no se tuvo exclusión alguna para la toma de muestras, todos los tatuadores fueron evaluados debido a la información que se requería y al nivel de complejidad de la gestión de residuos.

3.3. INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN

Los instrumentos de investigación desempeñan un papel crucial en el proceso investigativo al proporcionar los medios estructurados y estandarizados para recopilar datos precisos y relevantes. Su importancia radica en su capacidad para medir variables de interés de manera consistente, lo que permite a los investigadores obtener información objetiva y comparativa. Además, la elección cuidadosa y el diseño adecuado de instrumentos garantizan la validez y confiabilidad de los datos recopilados, elementos fundamentales para la robustez de cualquier investigación. Estos instrumentos

pueden adoptar diversas formas, como encuestas, cuestionarios, entrevistas estructuradas o escalas de medición, adaptándose a las características específicas de la investigación y contribuyendo al rigor y la credibilidad del estudio. En el desarrollo de la investigación se utilizó información descriptiva bajo las técnicas de recolección de datos como observación directa, entrevistas y encuestas.

Observación directa:

Los investigadores realizaron observaciones directas en estudios de tatuajes, registrando las prácticas relacionadas con la sostenibilidad y la gestión de residuos. Esto con el fin de adentrarse a la realidad ineludible que vive el gremio de tatuadores, Torres et al. (2019) afirma que "la observación directa es cuando el investigador toma directamente los datos de la población, sin necesidad de cuestionarios, entrevistadores. Por ejemplo, cuando un profesor realiza un estudio estadístico sobre el rendimiento de sus alumnos".

La eficacia de los instrumentos de investigación también radica en su capacidad para traducir conceptos abstractos en datos cuantificables o cualificables, permitiendo a los investigadores explorar fenómenos complejos de manera sistemática. La elección adecuada de instrumentos puede influir significativamente en la calidad de los resultados, ya que garantiza la coherencia en la recopilación de datos y facilita la interpretación de hallazgos. En última instancia, la importancia de los instrumentos de investigación radica en su contribución esencial a la fiabilidad y validez de los resultados, lo que fortalece la base empírica sobre la cual se construyen teorías, se toman decisiones y se avanzan en el conocimiento en diversas disciplinas académicas y profesionales.

Entrevistas:

Se llevarán a cabo entrevistas en profundidad con tatuadores para obtener perspectivas cualitativas sobre su compromiso con la sostenibilidad y la gestión de residuos. las entrevistas analizan las experiencias de los individuos, relacionándolas con prácticas cotidianas o profesionales, poniendo un especial énfasis en acceder a las prácticas e interacciones en su contexto natural, sin las alteraciones que pueda introducir un entorno artificial. Hernández (2014) argumenta "por tanto a través de las entrevistas se analizan las experiencias de los individuos, relacionándolas con prácticas cotidianas o profesionales, poniendo un especial énfasis en acceder a las prácticas e interacciones en su contexto natural, sin las alteraciones que pueda introducir un entorno artificial" (p. 188).

Encuestas:

Se llevaron a cabo encuestas estructuradas a una muestra representativa de tatuadores para recopilar datos cuantitativos sobre la prevalencia de prácticas sostenibles. De acuerdo con Jansen (2013) "la encuesta estadística estudia la distribución numérica de las características de un tema en una población. El dominio empírico es el espacio social sobre el que el investigador quiere sacar conclusiones, es decir, la población seleccionada" (p. 49).

Las encuestas desempeñan un papel crucial en investigaciones de carácter cualitativo al proporcionar un medio estructurado para la recopilación de datos, permitiendo a los investigadores explorar las complejidades y matices de las experiencias humanas. A través de preguntas abiertas, las encuestas cualitativas brindan a los participantes la oportunidad de expresar sus perspectivas individuales, revelando aspectos subjetivos que enriquecen la comprensión de fenómenos sociales o psicológicos. Además, las encuestas cualitativas son herramientas valiosas en la fase exploratoria de la investigación, ayudando a los investigadores a identificar temas emergentes, generar hipótesis y validar instrumentos antes de implementar estudios más extensos.

En investigaciones de carácter cuantitativo, las encuestas adquieren una relevancia fundamental al permitir la recolección eficiente de datos numéricos representativos de una población. Su capacidad para obtener información estandarizada y medible posibilita análisis estadísticos robustos que revelan patrones, tendencias y relaciones significativas entre variables. Las encuestas cuantitativas son esenciales para la generalización de resultados a poblaciones más amplias, facilitando la toma de decisiones informada en diversos campos, desde la salud pública hasta la planificación empresarial. En conjunto, la versatilidad de las encuestas las posiciona como instrumentos esenciales que contribuyen a la comprensión holística de fenómenos complejos en investigaciones que combinan enfoques cualitativos y cuantitativos.

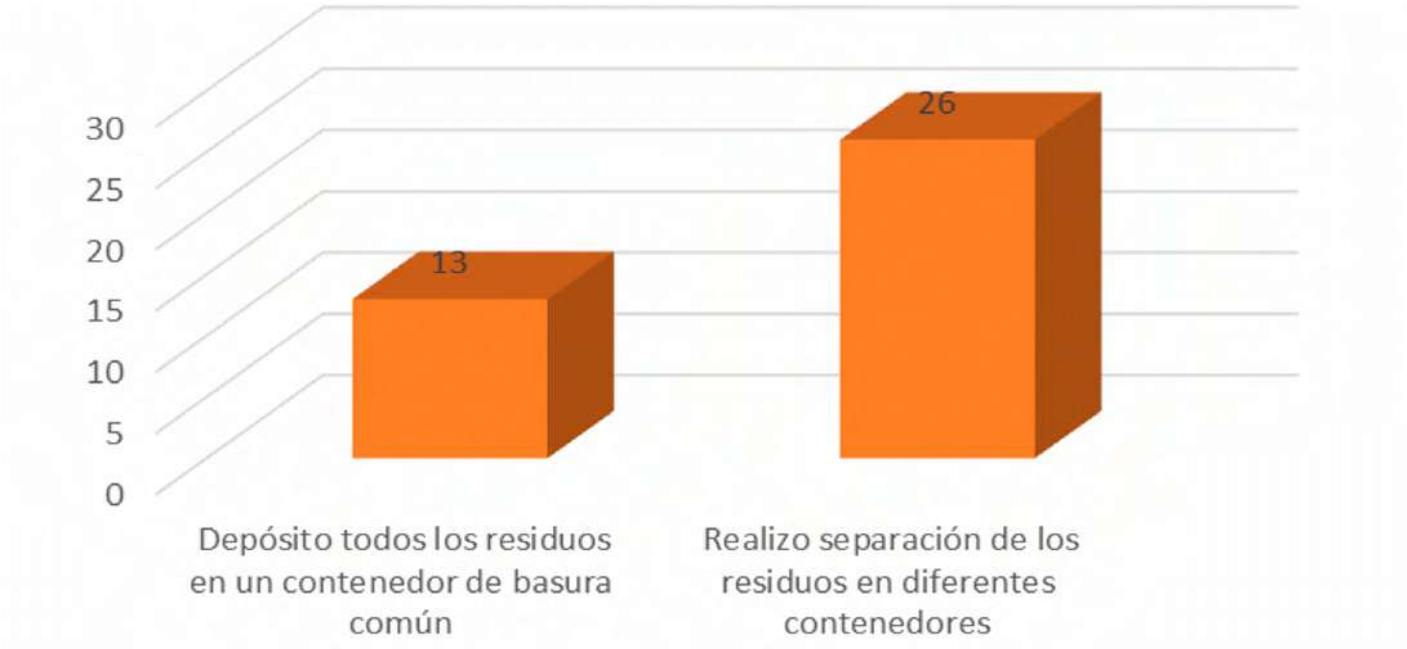
3.4. PROCEDIMIENTO

En Colombia, los tatuadores deben cumplir con las regulaciones locales y municipales que pueden variar según la jurisdicción. En algunos casos, las autoridades locales pueden establecer requisitos adicionales en cuanto a licencias, permisos y medidas de seguridad en el desarrollo del arte del tatuaje. Por lo tanto, el procedimiento que se llevó a cabo fue la observación directa a través de las visitas realizadas en los estudios de tatuajes, entrevistas y encuestas al personal que manipula residuos sólidos.

4. RESULTADOS

Para obtener los resultados se realizó la siguiente encuesta a los diferentes centros de tatuajes de la Ciudad de Cartagena, Bolívar.

Figura 2. ¿Cuál es tu método principal de disposición de residuos en tu estudio de tatuajes?



Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

Se puede observar, frenta al método principal de disposición de residuos, que un 13% lo hace en un contenedor de basura común y un 26% lo realiza en diferentes contenedores, se puede analizar que un alto porcentaje hace un buen depósito de materiales peligrosos para que no se mezclen con las basuras ordinarias, las personas no corran riesgos de lesionarse, y que estas basuras no lleguen a contaminar los suelos, fuentes hídricas y se haga una manejo final de estos residuos adecuadamente.

Figura 3. ¿Has recibido capacitación en la gestión de residuos y desechos peligrosos en el contexto de la industria de tatuajes?

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

En el contexto de recibir capacitación sobre la gestión de residuos y desechos peligrosos de la industria del tatuaje, dice que un 17% si ha recibido capacitación, el 10 % no ha recibido ninguna capacitación, el 11 % está en proceso y 1% no considera que la capacitación sea relevante, esto arroja que se debe seguir trabajando desde las entidades del medio ambiente para realizar más capacitaciones, talleres y programas para crear concientización en el gremio de los tatuadores sobre la gestión de los residuos y desechos peligrosos.

Figura 4. ¿Colaboras con una empresa especializada en la recolección y disposición final de residuos peligrosos?

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

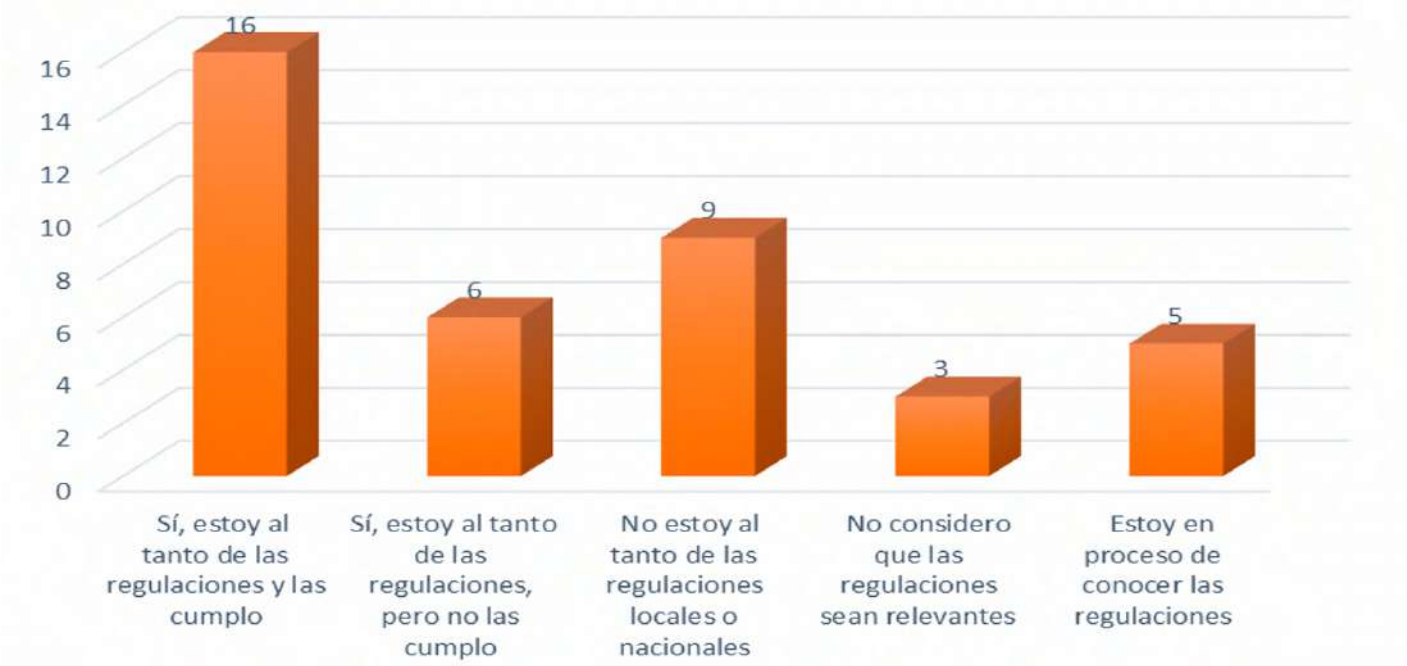
Frente a la colaboración con alguna empresa especializada para la recolección de lo residuos peligrosos, se observa que un 15% si tiene un acuerdo, 14% no tiene acuerdo gestiona la disposición de residuos por su propia cuenta, el 8% no considera colaborar con una empresa y el 2% no está segura, se puede evidenciar que hay un alto porcentaje de personas que hacen disposición de residuos por cuenta propia porque al no producir un gran volumen de residuos de desechos peligrosos como lo hacen las clínicas y hospitales, los tatuadores no buscan las empresas especializadas para la recolección y disposición final de estos elementos.

Figura 5. ¿Has implementado prácticas de reducción de residuos, como la reutilización de materiales o la compra de productos con menos embalaje?

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

Para la práctica de reducción de residuos como lo es reutilización de materiales se puede evidenciar que 13% sí ha implementado prácticas de reducción, un 11% no ha considerado tales prácticas, 10% está evaluando dichas prácticas y un 5% no está seguro. Esto conlleva a un interés por reducir los desechos contaminantes, por ejemplo, reutilizar los envases de la tinta, toallas, sábanas de las camillas haciendo una debida esterilización, también, hay un alto porcentaje donde indica no aplicar este método porque les parece antihigiénico y que todo lo que se utiliza para hacer este arte debe ser desechado en los diferentes contenedores.

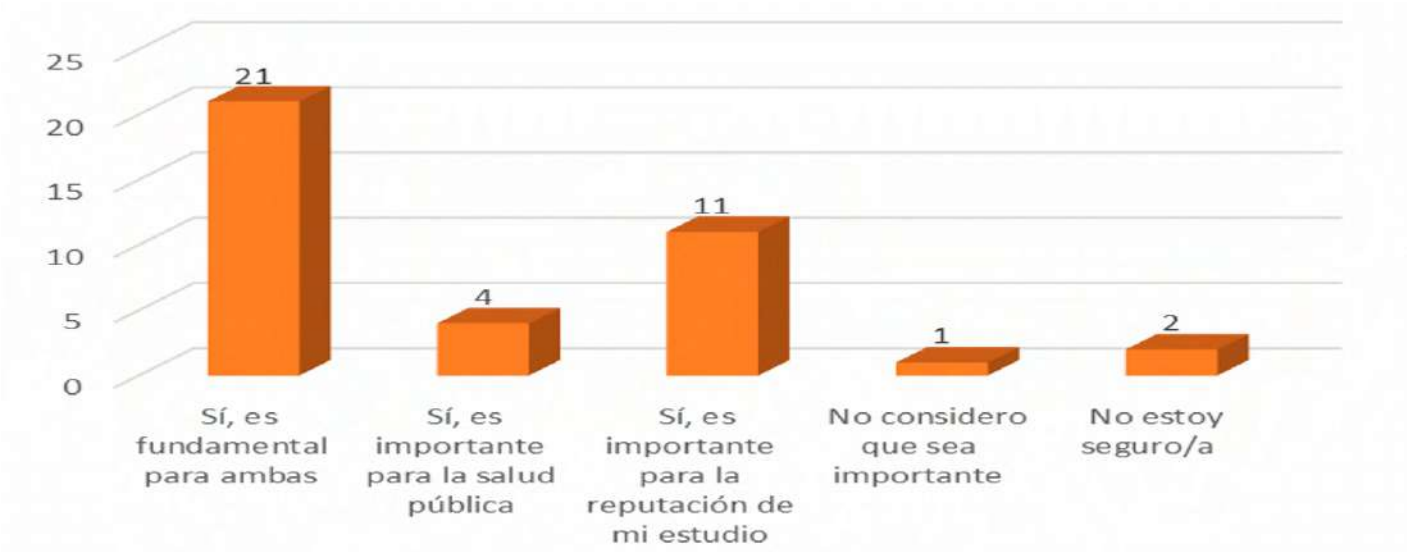
Figura 6. ¿Tienes conocimiento de las normas locales o nacionales relacionadas con la gestión de residuos en la industria de tatuajes?



Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

En el arte de tatuaje se tiene normas locales y nacionales donde un 16% dice que está al tanto de las regulaciones y las cumple, 6% sabe de las normas pero no las cumple, 9% no está al tanto de las normas, un 3% dice que las normas no sean relevantes para el trabajo de los tatuadores, 5% dice que está en proceso de hacer la capacitaciones para conocer las normas sobre el manejo de los residuos peligros en la industria del tatuaje, en este punto se debe trabajar con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, organismo que debe dar a conocer las normas vigentes en cada uno de los locales de tatuajes de la ciudad de Cartagena, Bolívar.

Figura 7. ¿Consideras que una gestión adecuada de residuos es importante para la reputación de tu estudio y para la salud pública?



Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

Al indagar por la importancia de una buena gestión de los residuos para la reputación del estudio y para la salud pública, un 21% opina que sí es fundamental para ambas, un 4% opina que es importante para la salud pública, 11% opina que es importante para la reputación de su estudio, 1% considera que no es importante. Frente a esto, es fundamental tener un conocimiento y práctica del manejo de residuos peligrosos en el estudio de tatuajes, que evitamos enfermedades y contaminación visual y nos ayuda a ser reconocidos y recomendados.

Figura 8. ¿Has enfrentado desafíos específicos en la gestión de residuos en tu estudio de tatuajes?

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

En la gestión de residuos se han enfrentado desafíos específicos como un 5% la falta de información de cómo manejar adecuadamente los residuos, un 7% argumenta que tiene un alto costo la disposición de los residuos, un 15% tiene dificultad de encontrar una empresa especializada de recolección, un 10% no ha enfrentado desafíos por que los mismo tatuadores son los encargados de hacer la disposición de los residuos sin ninguna medida exponiendo al medio ambiente creando un peligro para salud pública.

Figura 9. ¿Qué consideras que podría hacerse en tu ciudad para mejorar la gestión de residuos en la industria de tatuajes?

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

Un 16% de las personas dicen que debe haber un mayor conocimiento sobre la educación de la gestión de residuos por parte de la alcaldía y entes gubernamentales, un 12% opina que se debe ofrecer un subsidio para cada local que haga una buena práctica de desechos sostenibles y un 11% opina que se debe mejorar la supervisión de las autoridades locales y nacionales, ya que en este ámbito se sienten que están desprotegidos y no hay quien los controle para hacer buenas prácticas sostenibles.

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El estudio ha proporcionado una visión profunda de la relación entre la industria del tatuaje y las prácticas sostenibles en la gestión de residuos. Los resultados revelan la diversidad de actitudes y prácticas entre los tatuadores, así como áreas clave para

la mejora en términos de conciencia ambiental y disposición de residuos. Uno de los aspectos más destacados es la variabilidad en la conciencia ambiental dentro de la comunidad de tatuadores. Mientras que algunos demuestran un alto grado de sensibilidad hacia la gestión de residuos, otros revelan falencias en su comprensión. Esta variabilidad destaca la necesidad urgente de programas educativos y de concientización destinados a la industria del tatuaje. La creación de recursos educativos específicos que aborden las mejores prácticas de gestión de residuos podría ser esencial para elevar la conciencia y la responsabilidad ambiental en la comunidad.

La disparidad en las prácticas de gestión de residuos entre los estudios de tatuajes es otro aspecto crítico que emerge de la investigación. Mientras algunos estudios han implementado sistemas eficientes de segregación y disposición de residuos, otros carecen de procesos organizados. Esto sugiere la necesidad de establecer estándares y directrices claras dentro de la industria para garantizar una gestión uniforme y eficaz de los residuos.

La prevalencia de productos desechables, como agujas y guantes de un solo uso, plantea un desafío y una oportunidad. Si bien estos elementos son fundamentales para mantener altos estándares de higiene, también generan grandes cantidades de residuos. La investigación sugiere que hay disposición entre algunos tatuadores para explorar alternativas más sostenibles o mejorar la gestión de residuos asociada con estos productos. Esto señala un área clave para la innovación y la adopción de prácticas más respetuosas con el medio ambiente en la industria del tatuaje. En conclusión, el estudio destaca la necesidad urgente de un mayor compromiso y acción dentro de la comunidad de tatuadores para mejorar la sostenibilidad en la gestión de residuos. La implementación de programas educativos, la creación de estándares industriales y la exploración de alternativas sostenibles son pasos esenciales para avanzar hacia una práctica más respetuosa con el medio ambiente.

El compromiso de los tatuadores con la gestión de residuos no solo es esencial para mitigar el impacto ambiental de la industria, sino que también puede tener beneficios significativos para la reputación y la aceptación del cliente. A medida que la conciencia ambiental entre los consumidores crece, la adopción de prácticas sostenibles podría convertirse en un diferenciador clave para los estudios de tatuajes, atrayendo a clientes que valoran la responsabilidad ambiental.

La colaboración entre tatuadores, autoridades sanitarias, y organizaciones ambientales es crucial para desarrollar e implementar estrategias efectivas. La creación de una comunidad comprometida con la sostenibilidad podría servir como un ejemplo positivo para otras industrias, demostrando que incluso en sectores aparentemente inusuales, como el del tatuaje, es posible integrar prácticas más sostenibles para preservar nuestro entorno y garantizar un futuro más saludable para todos.

REFERENCIAS

- Ballén Valderrama, J. E., & Castillo López, J. A. (8 de enero de 2015). La práctica del tatuaje y la imagen corporal. La práctica del tatuaje y la imagen corporal. Colombia.

- Barrero-Barrero, D., & Baquero-Valdés, F. (2020). Objetivos de Desarrollo Sostenible: un contrato social posmoderno para la justicia, el desarrollo y la seguridad. Revista Científica General José María Córdova, 18(29), 113-137.

- Camargo Castro, J. P., Agudelo Patiño, M. F., Orozco Silva, S. A., & Veloza Bernal, A. S. (2022). Del basurero al museo: Arte con reciclaje. Revista Agunkuyâa, 12(1), 33–51. https://doi.org/10.33132/27114260.2163

- Celi Tipan, J. A., & Guzmán Coello, A. E. (2020). Estudios de la industria cultural que impone estereotipos a los rockeros del siglo XXI [Tesis de pregrado].

- Constitución Política de Colombia. (2022). Constitución política de Colombia. https://leyfacil.com.ar

- Decreto 2676 de 2000. (2000, 22 de diciembre). Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. https://www.maat.com.co/recursos/decreto-2676/

- Garcés Montoya, Á., Tamayo, P. A., & Medina Holguín, J. D. (2006). Como un tatuaje: Identidad y territorios en la cultura hip hop de Medellín.

- Gómez, M. C. S. (2015). La dicotomía cualitativo-cuantitativo: Posibilidades de integración y diseños mixtos. Campo Abierto. Revista de Educación, 11–30.

- Gutiérrez, V. R. (2011). Aspectos fundamentales del arte del tatuaje, cultura y sociedad. Arte y Movimiento, (5).

- Hartwig, S. (2020). Inclusión, integración, diferenciación: La diversidad funcional en la literatura, el cine y las artes escénicas. Peter Lang International Academic Publishers.

- Hernández Carrera, R. M. (2014). La investigación cualitativa a través de entrevistas: Su análisis mediante la teoría fundamentada. Cuestiones Pedagógicas. Revista de Ciencias de la Educación, (23), 187–210. https://revistascientificas.us.es/index.php/Cuestiones-Pedagogicas/article/view/9815

- Jansen, H. (2013). La lógica de la investigación por encuesta cualitativa y su posición en el campo de los métodos de investigación social. Paradigmas, 5(1), 39–72.

- Ladino García, L. M., & Orozco Loaiza, L. C. (2019). Conocimientos y prácticas frente a la exposición de riesgo biológico en las salas de tatuaje de la ciudad de Pereira en el primer semestre del 2019 [Tesis doctoral, Corporación Universitaria Minuto de Dios].

- Márquez-González, Y., Cortina-Luna, F. A., & García-Mejía, D. (2020). Los tatuajes y los riesgos a la salud por una mala práctica. Salud Jalisco, 6(3), 228–234.

- Maya, C. R. (2021). La importancia de las diferencias institucionales entre países en el nivel de consecución de los ODS: Un estudio empírico a escala mundial. Revista de Fomento Social, 115–159.

- Ocampo Chocue, J., & Pérez Ortiz, A. C. (2020). Evaluación del conocimiento sobre técnica aséptica, bioseguridad, métodos de esterilización y manejo de residuos en centros de tatuajes en Cali [Tesis doctoral, Universidad Santiago de Cali].

- Resolución 2184 de 2019. (2019, 26 de diciembre). Por la cual se establece el código de colores para la separación de residuos sólidos en Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/resolucion-2184-de-2019.pdf

REFERENCIAS

- Rodríguez, E. A. P. (2013). Conciencia, concientización y educación ambiental: Conceptos y relaciones. Revista Temas, (7), 231–244.
- Ruano, J. C. (2016). Epistemología del Sur: Una visión descolonial a los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Sankofa (São Paulo), 9(1).
- Samaja, J. (2018). La triangulación metodológica (Pasos para una comprensión dialéctica de la combinación de métodos). Revista cubana de salud pública, 44, 431-443.
- Sarriugarte, I. (2010). El arte sostenible: la nueva herramienta de reflexión para el futuro. Fabrikart, (9).
- Tapia Huenuqueo, M. (2021). Tatuaje y resignificación: viabilidad de reciclaje del residuo especial cartucho de tinta y su aplicación en objetos de diseños para tatuadores.
- Torres, M., Salazar, F. G., & Paz, K. (2019). Métodos de recolección de datos para una investigación.
- Vergara, M. V., & Núñez, L. A. (2021). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible: hoja de ruta en la educación del siglo xxi: Innovación docente en la formación de profesionales. Ediciones Octaedro.
- Walzer-Moskovic, A. (2019). Tatuaje: ¿Entre el arcaísmo y la moda? Aisthesis, (65), 95- 114.

REVISTA CIENTÍFICA DYNAMIKOS

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA CLÍNICA DE IMPLANTE CAPILAR EN BOGOTÁ: MODELO DE ACCESIBILIDAD Y CALIDAD

RECIBIDO: 19/07/2023 ACEPTADO: 23/08/2023 ÚLTIMA VERSIÓN: 10/10/2023

FEASIBILITY STUDY FOR THE ESTABLISHMENT OF A HAIR IMPLANT CLINIC IN BOGOTÁ: ACCESSIBILITY AND QUALITY MODEL

Johanna Mildred Méndez Sayago [1]

Phd en Economía, Magistra en Economía e Ingeniera de Producción Industrial. Docente de la Facultad de Ingeniería de la carrera de Ingeniería Industrial

Gabriel Andrés Ledezma Peña [2]

Estudiante investigador

Lina Marcela Márquez Espinosa [3]

Estudiante investigador

Laura Valentina Suárez Barbosa [4]

Estudiante investigador

RESUMEN

La alopecia es una afección que provoca la pérdida del cabello, un problema que puede afectar a cualquiera y suele tener un impacto significativo en la autoestima. En particular, la alopecia androgénica es común en hombres de mediana edad. El implante capilar es una técnica quirúrgica eficaz para restaurar el cabello, ha evolucionado, pero su costo sigue siendo un obstáculo para muchos. Este estudio se centra en la creación de una clínica capilar en Bogotá, con el propósito de ofrecer tratamientos asequibles a personas con ingresos medios. La investigación comprende los estudios de mercado, técnico, administrativo y financiero para garantizar la viabilidad de la empresa.

PALABRAS CLAVE: factibilidad, clínica capilar, alopecia, implante capilar, asequibilidad, mercado de belleza.

ABSTRACT

Alopecia is a condition that causes hair loss, and it is a problem that can affect anyone, often having a significant impact on self-esteem. In particular, androgenetic alopecia is common in middle-aged men. Hair transplantation is an effective surgical technique for restoring hair, and although it has evolved, its cost remains a barrier for many. This study focuses on establishing a hair clinic in Bogotá with the purpose of providing affordable treatments to individuals with moderate incomes. The research encompasses market, technical, administrative, and financial studies to ensure the viability of the business.

KEYWORDS: feasibility, hair clinic, alopecia, hair transplantation, affordability, beauty market.

[1] Phd en Economía, Magistra en Economía e Ingeniera de Producción Industrial. Docente de la Facultad de Ingeniería de la carrera de Ingeniería Industrial - Fundación Universitaria del Área Andina, Colombia - Jmendez97@areandina.edu.co - Jmms1318@gmail.com

[2] Estudiante investigador - Fundación Universitaria del Área Andina, Colombia - gledezma@estudiantes.areandina.edu.co

[3] Estudiante investigador - Fundación universitaria del Área Andina, Colombia - lmarquez29@estudiantes.areandina.edu.co

[4] Estudiante investigador - Fundación universitaria del Área Andina, Colombia - suarezvalentina1916@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN

El pelo y las uñas cumplen las funciones de señales psicosociales y sexuales en distintas especies y su deterioro o pérdida impacta profundamente en la psicología de la identidad, siendo su pérdida o deterioro causa frecuente de estrés y depresión, sobre todo en el sexo femenino (Giacometti, 1965).

El folículo pilosebáceo es un miniórgano que se transforma y regenera en un complejo ciclo de crecimiento, regresión y degeneración que dura toda la vida, denominado ciclo del folículo piloso. Este proceso es controlado por factores de crecimiento, inhibidores y factores hormonales que compiten y se regulan entre sí (Camacho & Montagna, 1996).

Las etapas de crecimiento folicular se denominan anágeno, telógeno y catágeno.

Se estima que existen unos 150.000 folículos pilosos en el cuero cabelludo (Camacho & Montagna, 1996). En la Figura 10 se observan los tipos de cabello según su estadio.

Figura 10. Cabellos distrófico, anágeno, telógeno y anágeno displásico. Tipos de cabellos en tricograma

Fuente: tomado de Camacho, F., & Montagna, W. (1996). Tricología. Algunos aspectos de la fisiología del folículo piloso (pp. 36–39).

En condiciones normales, en el cuero cabelludo de una persona sin alopecia, existen entre 100.000 y 150.000 cabellos, de los cuales un 85% están en fase anágena o período de crecimiento que dura entre 2 y 6 años, durante el cual el pelo crece en promedio 1 cm al mes en condiciones normales; un 1-2% en fase catágena o de reposo que dura unos 20 días; y un 13-14% en fase telógena o de caída de unos 200 cabellos al día en promedio (Camacho, 1992), en donde un nuevo pelo crecerá en el mismo folículo.

La alopecia se define como una pérdida parcial o total del cabello, independientemente de la causa. Representa una queja frecuente en la clínica dermatológica (Liu et al., 2024). La pérdida del cabello, puede ser temporal o permanente. Esta enfermedad puede ser el resultado de la herencia, cambios hormonales, afecciones médicas o una parte normal del envejecimiento. Cualquiera puede perder el cabello, pero es más común en los hombres. La alopecia androgénica, la forma más frecuente, se presenta en hasta un 50% de los hombres de 50 años y solo en un 10% de las mujeres de la misma edad (Mayoclinic.org, 2022).

Los principales mecanismos fisiopatológicos que conducen a la alopecia son: defectos en el tallo del cabello, alteración de su ciclo (efluvio telógeno, arresto anágeno), destrucción folicular y miniaturización (Nzeng et al., 2023).

La alopecia se clasifica en cicatricial (con destrucción irreversible) y no cicatricial con daño irreversible. La primera puede ser primaria o secundaria a otro proceso. La segunda no afecta al folículo piloso y se subdivide en traumática (por compresión, tracción u otros factores) y no traumática (Marks et al., 2019).

La alopecia cicatrizal es aquella en la que el cabello, una vez perdido, ya no se recupera existiendo un daño hereditario o adquirido del folículo piloso, que puede ser debido a una enfermedad propia del folículo o independiente de él (Pedragosa, 2007), destacando en este grupo el lupus eritematoso sistémico, el liquen plano, las infecciones, radiaciones, traumatismos, etc. Por el contrario, en las alopecias no cicatrizales, la pérdida es habitualmente difusa y reversible, manteniéndose la integridad del folículo piloso. Las causas más frecuentes son la alopecia androgenética (en fases iniciales), la alopecia areata, los efluvios, la dermatitis seborreica, la tricomanía, avitaminosis o hipervitaminosis, malnutrición, estrés o mal-absorción por traumatismo en general y enfermedades endocrinas como hipo o hipertiroidismo etc. (Guerrero & Kahn, 2011).

Tabla 6. Causas de alopecia no cicatricial

Efluvio telógeno agudo y crónico
Dermatitis seborreica
Psoriasis del cuero cabelludo
Alopecia areata
Factores psicógenos
Alopecia traumática
Insuficiencia renal o hepática
Lupus eritematoso sistémico
Enfermedades malignas tales como leucemias, cáncer de próstata, cáncer de colon
Deficiencia de fierro o zinc
Malnutrición o malabsorción
Post cirugías de by-pass gástrico
Infecciones severas como fiebre tifoidea, neumonía o
Pielonefritis aguda
Alopecia androgenética de patrón masculino y femenino
Enfermedades endocrinas como hipo o hipertiroidismo
Hiperprolactinemia

Nota. Tomado de Guerrero, R., & Kahn, C. M. (2011).

La alopecia androgénica (AGA por sus siglas en inglés), alopecia común o calvicie común, es la forma más habitual de alopecia. Se debe a la acción de los andrógenos sobre los folículos pilosos, afectando al hombre en un 90% más que a la mujer y con más frecuencia en la raza blanca. Su incidencia aumenta con la edad. En su etiología hay que destacar 2 factores: el genético y el hormonal. Aunque existe un componente hereditario, no se conoce el gen responsable, pues se trata de una herencia poligénica dominante. El factor hormonal depende fundamentalmente de andrógenos que actúan sobre los folículos pilosos predispuestos genéticamente, provocando su miniaturización progresiva hasta su atrofia completa y fibrosis (Camacho, 1992).

La Alopecia Areata (AA) es una enfermedad de pérdida de cabello relacionada con el sistema inmunológico, caracterizada por un inicio repentino de alopecia localizada en parches. Es una enfermedad compleja causada por la interacción entre factores genéticos y ambientales y puede ocurrir en cualquier región del cuerpo. La piel afectada aparece lisa, sin inflamación, descamación o cicatrización. La AA puede ocurrir a cualquier edad, pero es más común en personas jóvenes y de mediana edad, sin diferencias sustanciales de género (Nzeng et al., 2023).

El Efluvio Telógeno (TE) es una forma de alopecia no cicatricial caracterizada por la caída difusa del cabello, a menudo como resultado de factores de estrés fisiológicos o psicológicos (Nzeng et al., 2023).

Con el rápido aumento de las demandas sociales y la presión en la vida laboral, la pérdida de cabello se ha convertido en un problema común y cada vez más grave. Diversos factores pueden provocar una merma capilar significativa, afectando la apariencia y la salud mental de los pacientes (Kanti et al., 2018).

Uno de estos factores es el estrés (del latín stringere o “apretar”) que es una reacción fisiológica del organismo, en la que diversos mecanismos de defensa intervienen para afrontar una situación, que se percibe como amenazante o excesivamente demandante. De incidencia creciente, el estrés continúo altera las funciones cognitivas y las actividades cotidianas (Gibbert et al., 2017). Los pacientes describen síntomas como alteraciones del sueño, náuseas, palpitaciones o alopecia. Además, perciben angustia, agotamiento, dolor y falta de concentración (Gibbert et al., 2017).

La capacidad de sobrellevar el estrés se denomina resiliencia y depende de varios factores, como: la personalidad, la salud y el entorno social. Cuanto menor es la resiliencia, más probable es que los síntomas del estrés persistan (Gibbert et al., 2017). En el caso de la alopecia y dado que ésta suele afectar significativamente a la percepción de la propia imagen, puede generarse un círculo vicioso que dificulta la solución del problema (Hadshiew et al., 2004).

La relación entre el estrés psicoemocional y la alopecia, fue establecida por primera vez por Selye en 1950 (Selye, 1950). Con posterioridad, varios estudios en modelos murinos describieron un mecanismo neuro-inmunológico, para explicar la alopecia inducida por estrés (Arck et al., 2001, 2003; Liu et al., 2013; Peters et al., 2006, 2017). En él, la sustancia P, un neuropéptido inmunomodulador presente en la piel y en la inflamación neurogénica, desempeña un papel esencial (Grace et al., 2017; Peters et al., 2007).

Una posible solución al problema de la alopecia es el microinjerto, también conocido como trasplante capilar, que es una intervención quirúrgica que permite recuperar el cabello y se aplica tanto a hombres como a mujeres. Consiste en recuperar el pelo perdido mediante un auto trasplante capilar, sin posibilidad de rechazo, en unas pocas horas, sin necesidad de hospitalización y con anestesia local. Sin embargo, el implante capilar es una intervención que requiere un análisis detallado de la viabilidad y adecuación al paciente, teniendo en cuenta su tipo de alopecia y la extensión del área que debe cubrirse con nuevo cabello (Svenson Soluciones Capilares, 2020).

La técnica clásica de extracción de unidades foliculares con tira (FUT o FUSS) presenta desafíos significativos, incluyendo su invasividad y la necesidad de múltiples sesiones para obtener resultados óptimos. Además, requiere la intervención de un anestesiólogo, lo que agrega costos y complejidad al procedimiento. No obstante, los avances en ciencia, tecnología y salud han llevado al desarrollo de técnicas más eficientes como la extracción de unidades foliculares (FUE), que reducen el tiempo del procedimiento y minimizan las cicatrices (La República, s.f.).

A pesar de estos avances, el alto costo de los tratamientos capilares, que oscila entre $4,800 y $6,000 por folículo, y la necesidad de miles de folículos para un implante, hacen que aproximadamente el 80% de las personas no puedan acceder a estos procedimientos (DHI Colombia, 2023). Ante esta problemática, surge la pregunta: ¿Cuál es la viabilidad de crear una clínica especializada en tratamientos capilares asequibles en términos de costos y tiempos para tratar la alopecia y satisfacer la creciente demanda en el mercado de cuidado capilar en Bogotá?

Esta investigación sobre la creación de una clínica capilar en Bogotá responde a la oportunidad identificada en el mercado colombiano de cosméticos y belleza, que, a pesar de una disminución temporal en 2021 y 2022, generó ingresos significativos durante la pandemia. Colombia destaca como un mercado clave en América Latina, especialmente en cuidado capilar. La alta demanda de información sobre tratamientos capilares en Bogotá, según Google Trends, subraya la viabilidad del negocio, especialmente en Usaquén, donde ya existen clínicas similares. El objetivo general es elaborar un plan de negocio centrado en tratamientos asequibles para la alopecia, dirigido a personas con ingresos medios. Los objetivos específicos incluyen un estudio de mercado que identifique la demanda de clientes, un análisis técnico para garantizar la calidad de los tratamientos, una estructura organizativa eficiente y un análisis financiero completo para evaluar la viabilidad económica y la sostenibilidad del proyecto.

2. BASES TEÓRICAS

2.1. FACTIBILIDAD DE UN PROYECTO

La decisión de emprender una inversión, como todo proceso decisional, tiene cuatro componentes básicos:

- El decisor, un inversionista, financiero o analista.
- Las variables controlables por el decisor.
- Las variables no controlables por el decisor.
- Las opciones o proyectos que se deben evaluar.

La responsabilidad del evaluador de proyectos será aportar el máximo de información para ayudar al decisor a elegir la mejor opción. Para esto, es fundamental identificar todas las opciones y sus viabilidades como único camino para lograr uno óptimo con la decisión.

El análisis del entorno donde se sitúa la empresa y del proyecto que se evalúa implementar es fundamental para determinar el impacto de las variables controlables y no controlables, así como para definir las distintas opciones mediante las cuales es posible emprender la inversión. Tan importante como identificar y dimensionar las fuerzas del entorno que influyen o afectan el comportamiento del proyecto, la empresa o, incluso, el sector industrial al que pertenece es definir las opciones estratégicas de la decisión en un contexto dinámico.

En el estudio de mercado se inicia con un estudio del entorno demográfico para comprender el comportamiento de la población atendida por otras empresas y la futura audiencia objetivo. Se examinan factores como la tasa de crecimiento, la distribución por edad, sexo, educación y ocupación, así como la población económicamente activa. Al mismo tiempo, se realiza un análisis descriptivo para comprender el comportamiento de posibles clientes, proveedores y competidores. Esta combinación de análisis proporciona una base sólida para estrategias adaptables que respondan de manera efectiva a las necesidades del mercado y establezcan los cimientos para el éxito en el entorno comercial.

El estudio organizacional busca determinar si existen las capacidades gerenciales internas en la empresa para lograr la correcta implementación y la eficiente administración del negocio. En caso de no ser así, se debe evaluar la posibilidad de conseguir el personal con las habilidades y capacidades requeridas en el mercado laboral.

El estudio técnico se centra en evaluar la factibilidad física y material de un proyecto, determinando la posibilidad de llevarlo a cabo. Este análisis, realizado por expertos del área pertinente, examina la capacidad técnica y motivación del personal involucrado. No se asume automáticamente la viabilidad técnica solo porque una empresa esté en funcionamiento; por ejemplo, la expansión podría requerir consideraciones como la capacidad estructural del edificio o la disponibilidad de recursos como la potencia eléctrica necesaria. Este análisis garantiza que el proyecto sea viable desde una perspectiva técnica y material, lo cual es fundamental para el éxito y la eficiencia del emprendimiento.

El estudio económico financiero busca definir, mediante la comparación de los beneficios y costos estimados de un proyecto, si es rentable la inversión que demanda su implementación.

2.2. MARCO LEGAL

Para establecer y operar legalmente una clínica de implante capilar en Bogotá, es esencial cumplir con una serie de regulaciones y normativas. A continuación, se detallan los aspectos legales fundamentales que deben abordarse de manera integral:

- **Licencia de funcionamiento:** se requiere obtener la licencia de funcionamiento expedida por la Secretaría Distrital de Salud. Además, las clínicas de implante capilar deben cumplir con las regulaciones sanitarias establecidas por el Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, garantizando estándares de higiene, control de infecciones y adecuado manejo de residuos médicos.

- **Registro sanitario:** La clínica debe obtener el registro sanitario ante el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA). Este certificado garantiza el cumplimiento de estándares de calidad y seguridad en los procedimientos y productos utilizados.

- **Personal médico:** El personal médico encargado de realizar los implantes capilares debe estar debidamente habilitado y registrado ante el Ministerio de Salud, cumpliendo con los requisitos de formación y especialización necesarios.

- **Protección de datos personales:** Es imperativo cumplir con la Ley de Protección de Datos Personales de Colombia (Ley Estatutaria 1581 de 2012 y sus decretos reglamentarios) al manejar y almacenar información personal de los pacientes. El respeto a los derechos del paciente, como el acceso a la información, la privacidad, el consentimiento informado y la confidencialidad médica, es fundamental.

- **Disposición final de desechos clínicos:** La gestión de residuos clínicos está regulada por el Decreto 351 de 2014, que establece las normas para la gestión integral de los residuos generados en la atención en salud. Este decreto abarca desde la generación de residuos hasta su aprovechamiento, tratamiento y disposición final.

- **Normas éticas y deontológicas:** Las clínicas de implante capilar deben adherirse a los códigos éticos y deontológicos establecidos para la práctica médica en Colombia. Estos códigos incluyen principios como la confidencialidad, el respeto a la autonomía del paciente, buenas prácticas médicas y responsabilidad profesional.

3. MÉTODO

Debido a la naturaleza del proyecto, se optará por utilizar el plan de negocios como enfoque metodológico, abarcando los siguientes estudios: estudio de mercados, estudio organizacional, estudio técnico y estudio económico y financiero. Este enfoque tiene como objetivo la recopilación de información esencial para fundamentar las decisiones referentes al alcance del proyecto

y evaluar su viabilidad. Es importante señalar que el plan de negocios incorpora varios tipos de investigación, adaptándose a las distintas dimensiones y alcances de cada estudio.

Tabla 7. Tipos de investigación empleados

ESTUDIO DEL PLAN DE NEGOCIOS	TIPOS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS Y TIPOS DE INVESTIGACIÓN EMPLEADOS
Estudio de mercados	Exploratoria y descriptiva	**Objetivo:** Obtener una comprensión profunda del mercado capilar en Bogotá. **Descripción:** La investigación exploratoria se utilizará para estimar el tamaño y características del mercado, mientras que la investigación descriptiva permitirá especificar y describir las características del servicio, analizando la demanda, precios y competencia.
Estudio técnico	Descriptiva y experimental (en algunos casos)	**Objetivo:** Identificar servicios y recursos para garantizar la efectividad y calidad de los tratamientos de implante capilar. **Descripción:** La investigación descriptiva explicará los servicios, describirá la prestación del servicio, analizará tiempos y recursos. La investigación experimental podría aplicarse al análisis financiero, alterando y proyectando variables definidas.
Estudio administrativo	Correlacional y descriptiva	**Objetivo:** Establecer una estructura organizativa eficiente para la clínica capilar. **Descripción:** La investigación correlacional analizará relaciones entre variables organizativas. La investigación descriptiva describirá la estructura organizacional mediante un organigrama, roles, descripción de funciones y aspectos legales.
Estudio financiero	Experimental (en el análisis financiero) y no experimental	**Objetivo:** Evaluar la viabilidad financiera del proyecto. **Descripción:** La investigación experimental se aplicará al análisis financiero, alterando y proyectando variables definidas. La investigación no experimental recopilará información real sobre presupuestos, estados financieros, razones e indicadores clave.

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

3.1. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

La investigación que se desarrolla en este documento está basada en la de un plan de negocios y presenta los siguientes estudios:

- Estudio de mercado.
- Estudio organizacional.
- Estudio técnico.
- Estudio económico - financiero.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Segmentación de la demanda

La clínica está dirigida a los residentes de la ciudad de Bogotá.

Tabla 8. Población total de la ciudad de Bogotá

ÁREA	POBLACIÓN TOTAL		
	GÉNERO		
	FEMENINO	MASCULINO	TOTAL
Cabecera municipal	4.136.851	3.799.681	7.936.532
Centros poblados y rurales dispersos	15.568	15.995	31.563
TOTAL	4.152.419	3.815.676	7.968.095

Nota. Elaboración propia por parte de los autores con base en la información del Departamento Nacional de Estadística (DANE) 2018.

Además, se presentan las tasas de crecimiento exponencial proporcionadas por el DANE para la ciudad de Bogotá.

Tabla 9. Crecimiento poblacional de la ciudad de Bogotá

CRECIMIENTO POBLACIONAL DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ		
AÑO	TASA CRECIMIENTO EXPONENCIAL X 100	POBLACIÓN
2024	28,10%	8.034.649
2025	10,53%	8.101.412
2026	-2,70%	8.168.421

Nota. Elaboración propia por parte de los autores, a partir de la información del Departamento Nacional de Estadística (DANE).

Los servicios de la clínica están dirigidos a clientes de niveles socioeconómicos medios y altos (estratos del 4 al 6). El segmento de personas de estos niveles representa el 7.7%.

Tabla 10. Habitantes de Bogotá que pertenecen a niveles socioeconómicos medios y altos

POBLACIÓN	
AÑO	CANTIDAD DE PERSONAS
2024	618.668
2025	623.809
2026	628.968

Nota. Elaboración propia por parte de los autores, a partir de la información del Departamento Nacional de Estadística (DANE).

La clínica atenderá a hombres y mujeres de entre 25 y 60 años. Esta franja de edad será relevante debido a que, en personas más jóvenes, la alopecia no se habrá estabilizado, mientras que en personas mayores será común experimentar una disminución en la densidad y calidad del cabello. Esto podría limitar la cantidad de cabello adecuado para ser trasplantado y afectar los resultados estéticos del procedimiento. Se espera que el 53,55% de los pacientes se encuentren en este rango de edad.

Tabla 11. Habitantes de Bogotá con edades entre los 25 - 60 años

AÑO	HOMBRES Y MUJERES QUE CUMPLEN CON EL CRITERIO DE LA EDAD
2024	331.297
2025	334.050
2026	336.813

Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

La clínica ofrece servicios dirigidos a personas que padecen alopecia androgénica, una forma común de pérdida de cabello. Sin embargo, es importante tener en cuenta que existen ciertas restricciones. El tratamiento no puede ser ofrecido a personas que presenten condiciones médicas contraindicadas, como enfermedades de cáncer, embarazo o alopecia areata.

Tabla 12. Personas con posibilidad de padecer alopecia

AÑO	HOMBRES	MUJERES
2024	198.778	99.389
2025	200.430	100.215
2026	202.088	101.044

Nota. Elaboración propia por parte de los autores con base en los datos de Capiclinic.

Sin embargo, dentro de esta población, aproximadamente el 20% de los hombres y el 16% de las mujeres experimentan una pérdida de cabello que los llevará a buscar soluciones y solicitar asesoramiento médico, según Google Ads.

Cálculo de la muestra. Se utilizará la siguiente fórmula para estimar la muestra:

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

Donde

n = tamaño de la muestra
N = tamaño de la población
Z = nivel de confiabilidad
p = probabilidad de aceptación del producto
q = probabilidad de rechazo del producto
E = error estándar de muestreo

La muestra utilizada en la encuesta se centró en hombres y mujeres mayores de 25 años, ya que constituyen el grupo demográfico principal para este tipo de servicios. En Bogotá, la población incluye 2.024.007 hombres de entre 25 y 60 años, así como 2.205.345 mujeres dentro del mismo rango de edad. Según el DANE en 2021, el 5,4% de la población de Bogotá se clasifica como clase media, lo que representa un total de 228.385 individuos, mientras que el 2,3% corresponde a la clase alta, con un total de 97.275 personas. Según lo anterior, el tamaño de la población se estima en 325.660.

Es decir, el tamaño de la muestra a la que se le aplicará la encuesta será:

n=
N= 325.660
Z= 95% = 0,95
p= 50% = 0,50
q= 50% = 0,50
E = 5% = 0,05

$$n = \frac{(325.660 * (1{,}96 * 1{,}96) * (0{,}50 * 0{,}50)}{(325.660) * (0{,}05 * 0{,}05) + ((0{,}95 * 0{,}95) * (0{,}50 * 0{,}50)} = 384$$

n= 384 personas

3.3. INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN Y PROCEDIMIENTO

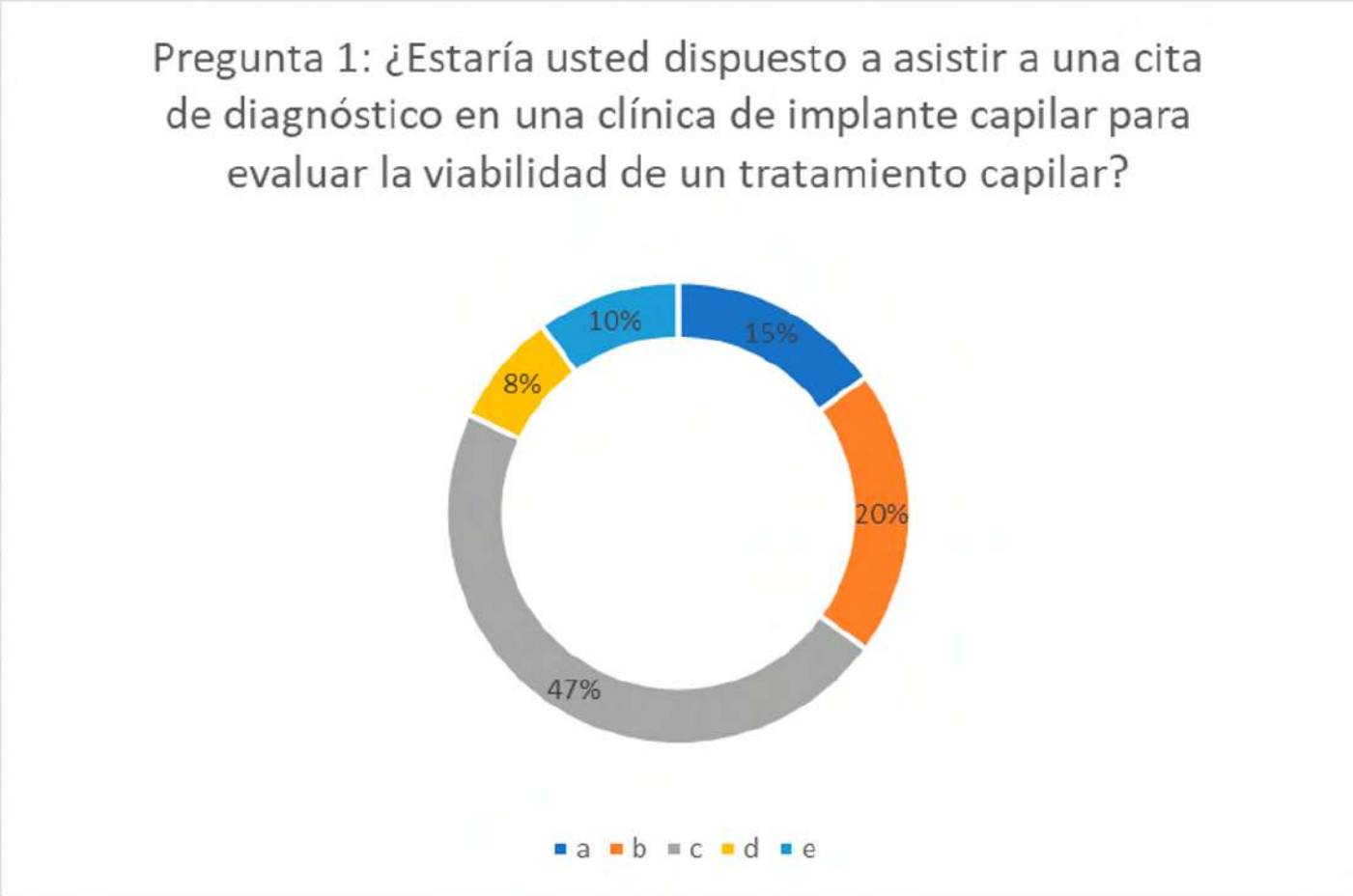
Los objetivos de la encuesta son cuantificar la demanda potencial de servicios capilares y evaluar las preferencias de los participantes en cuanto a tratamientos y procedimientos que ofrecería una clínica de implante capilar. La metodología aplicada consiste en el uso de un formulario de Google para recopilar las respuestas de manera eficiente y anónima.

Tabla 13. Tabulación pregunta 1

PREGUNTA 1: ¿ESTARÍA DISPUESTO A PROGRAMAR UNA CITA DE DIAGNÓSTICO EN UNA CLÍNICA DE IMPLANTE CAPILAR PARA EVALUAR LA POSIBILIDAD DE RECIBIR TRATAMIENTO CAPILAR?		
OPCIÓN DE RESPUESTA	**PORCENTAJE**	**CANTIDAD**
Sí, estaría dispuesto/a a asistir a una cita de diagnóstico en una nueva clínica de implante capilar si ofrece un precio asequible	15%	58
Sí, estaría dispuesto/a a asistir a una cita de diagnóstico en una clínica de implante capilar con trayectoria, sin importar el precio	20%	77
No, preferiría buscar una evaluación en otro tipo de establecimiento médico	47%	180
No estoy seguro/a	8%	31
No me interesaría asistir a una cita de diagnóstico en ningún lugar	10%	38
TOTAL	**100%**	**384**

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

Figura 11. Resultados de la pregunta 1



Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

El 35% de los encuestados estaría dispuesto a programar una cita de diagnóstico, y el 15% de ellos está específicamente interesado en clínicas que ofrezcan precios asequibles.

Tabla 14. Tabulación pregunta 2

PREGUNTA 2: EN CASO DE REQUERIR TRATAMIENTOS NO QUIRÚRGICOS, ¿ESTARÍAS DISPUESTO/A A RECIBIR TRATAMIENTOS NO QUIRÚRGICOS EN UNA NUEVA CLÍNICA DE IMPLANTE CAPILAR?		
OPCIÓN DE RESPUESTA	**PORCENTAJE**	**CANTIDAD**
Sí, estaría dispuesto/a a recibir tratamientos no quirúrgicos en una clínica de implante capilar, si ofrece un precio asequible y procedimientos seguros	15%	58
No, preferiría recibir tratamientos no quirúrgicos en establecimientos médicos con más experiencia, sin importar el precio.	10%	38
No estoy seguro/a.	75%	288
TOTAL	**100%**	**384**

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

El 35% de los encuestados estaría dispuesto a programar una cita de diagnóstico, y el 15% de ellos está específicamente interesado en clínicas que ofrezcan precios asequibles.

Figura 12. Resultados de la pregunta 2

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

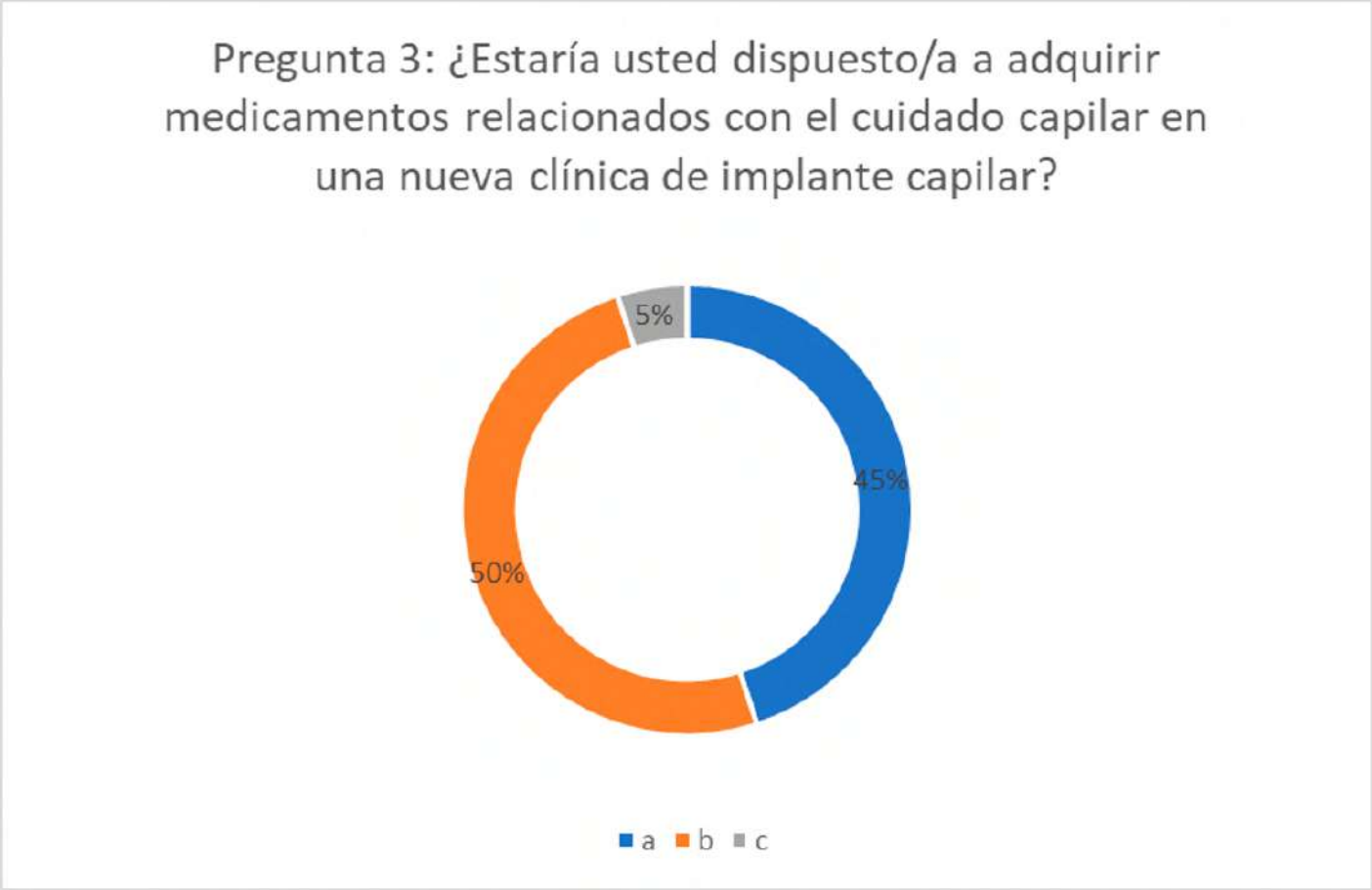
Los resultados de la encuesta mostraron que el 75% de los participantes se encuentra indeciso ante la posibilidad de recibir tratamientos no quirúrgicos en una nueva clínica de implante capilar. Este hallazgo pone de manifiesto la importancia de proporcionar información detallada y garantizar la seguridad de este tipo de tratamientos. El nivel de indecisión entre la mayoría de los encuestados sugiere la necesidad de aclarar dudas y brindar transparencia sobre los procedimientos no quirúrgicos en el contexto de las clínicas de implante capilar.

Tabla 15. Tabulación pregunta 3

PREGUNTA 3: ¿ESTARÍA USTED DISPUESTO/A A ADQUIRIR MEDICAMENTOS RELACIONADOS CON EL CUIDADO CAPILAR EN UNA NUEVA CLÍNICA DE IMPLANTE CAPILAR?		
OPCIÓN DE RESPUESTA	**PORCENTAJE**	**CANTIDAD**
a. Sí, estaría dispuesto/a a adquirir medicamentos en una nueva clínica de implante capilar.	45%	173
b. No, preferiría adquirir medicamentos en una farmacia u otro lugar especializado.	50%	192
c. No estoy seguro/a.	5%	19
TOTAL	**100%**	**384**

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

Figura 13. Resultados de la pregunta 3



Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

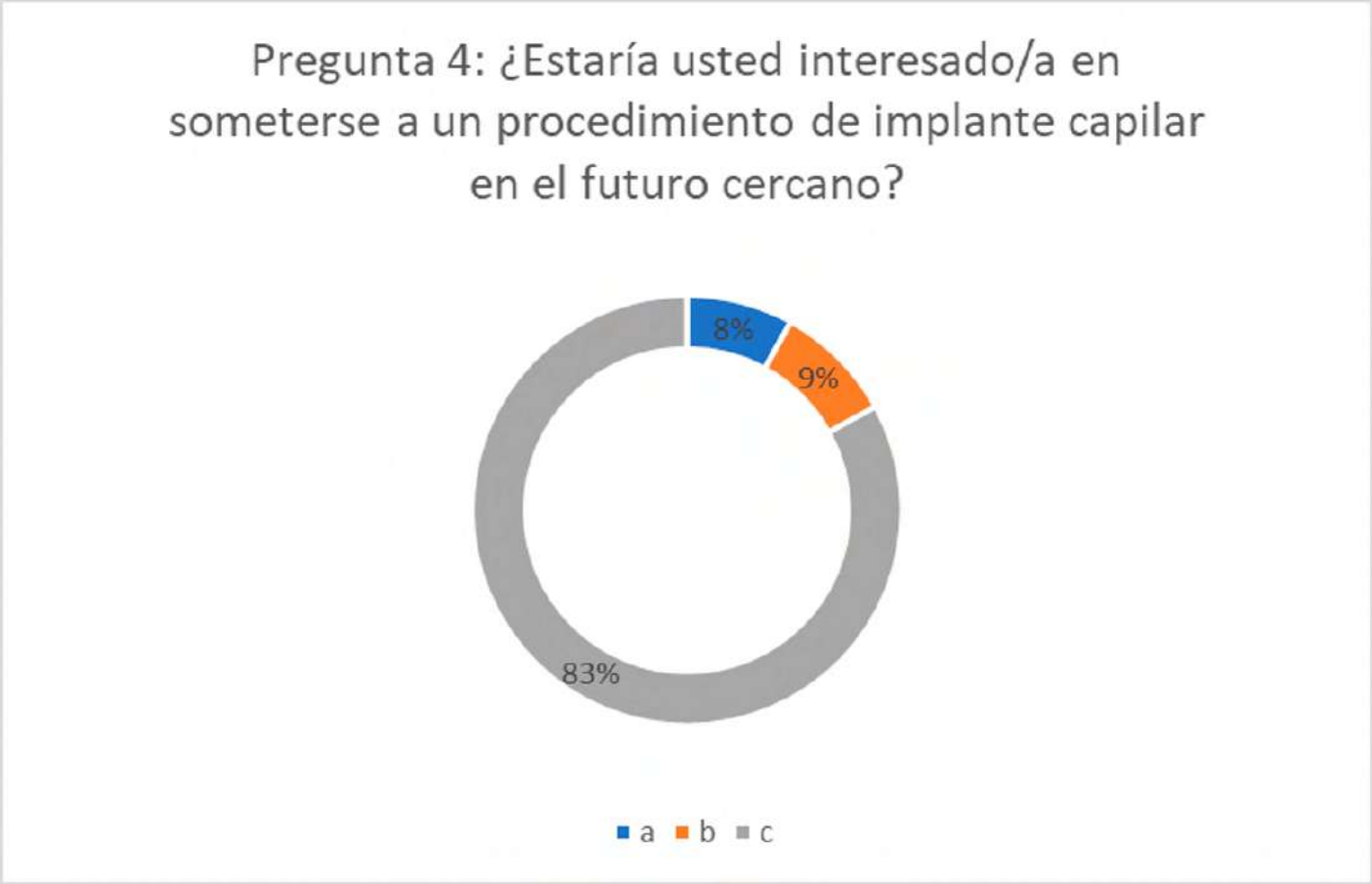
El 45% de los encuestados estaría dispuesto/a a adquirir medicamentos en una clínica capilar, lo que resalta una oportunidad para ofrecer productos relacionados con el cuidado capilar. La disposición de casi la mitad de los encuestados a adquirir medicamentos en el contexto de una clínica capilar sugiere un interés significativo en este tipo de productos, lo que podría ser beneficioso para la clínica en términos de oferta de servicios complementarios y generación de ingresos adicionales.

Tabla 16. Tabulación pregunta 4

PREGUNTA 4: ¿ESTARÍA USTED INTERESADO/A EN SOMETERSE A UN PROCEDIMIENTO DE IMPLANTE CAPILAR EN EL FUTURO CERCANO?		
OPCIÓN DE RESPUESTA	**PORCENTAJE**	**CANTIDAD**
Sí, estaría dispuesto/a a realizar el implante en una nueva clínica de implante capilar, si ofrecen precios asequibles y procedimientos seguros y de calidad	8%	31
No, prefiero asistir a clínicas con mayor trayectoria	9%	33
No estoy seguro/a	83%	320
TOTAL	**100%**	**384**

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

Figura 14. Resultados de la pregunta 4



Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

El 83% de los encuestados no siente seguridad sobre someterse a un implante capilar en el corto plazo, lo que resalta la importancia de brindar información clara y detallada que resuelva dudas. Es comprensible cierta incertidumbre ante un procedimiento estético, debido a factores como la desinformación sobre los riesgos reales involucrados o las expectativas de resultados. Esta situación presenta una oportunidad para que la clínica genere confianza entre los pacientes, brindando atención especializada, realizando un seguimiento médico riguroso y garantizando su seguridad, bienestar y satisfacción. Al asegurar resultados óptimos y una excelente experiencia, más personas se sentirán cómodas con la posibilidad de un implante capilar en el futuro cercano.

Adicionalmente, de acuerdo con las entrevistas realizadas a 5 profesionales que trabajan en clínicas de implante capilar (3 médicos y 2 enfermeros especializados), solo el 13% de las personas que requieren atención médica acuden regularmente a consultas de diagnóstico con una frecuencia mensual. De este grupo, aproximadamente el 8% finalmente decide realizarse un implante capilar. Con base en esta información, se estima que entre 600 y 700 personas se someten a procedimientos de implante capilar anualmente en la ciudad de Bogotá. Estos datos brindan un panorama sobre el comportamiento y las tendencias de los pacientes frente a este tipo de tratamientos en la capital del país.

4. RESULTADOS

4.1. ESTUDIO DE MERCADOS

4.1.1. PERFIL DEL CLIENTE

El perfil del paciente típico de una clínica de implante capilar corresponde a personas que padecen problemas relacionados con la caída del cabello. Esta condición genera en ellos una preocupación constante y el deseo de encontrar una solución permanente y efectiva que les permita recuperar su cabello de forma natural. Buscan resultados estéticos agradables y armoniosos, evitando cualquier apariencia artificial. Son conscientes de cómo la alopecia puede afectar su autoestima y confianza, por lo que desean mejorar su imagen a través de un implante capilar. Cuentan con la capacidad económica para realizar esta inversión y obtener resultados duraderos de alta calidad. Valoran especialmente un enfoque personalizado para su tratamiento. Buscando una evaluación individualizada y recomendaciones acordes a sus necesidades. Esperan un cercano seguimiento y excelente atención posoperatoria por parte de la clínica durante su recuperación.

4.1.2. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA

La proyección de la demanda se basa en los resultados de una encuesta realizada a una muestra de 325.660 pacientes que, según datos clínicos y estudios demográficos del DANE, sufren de alopecia. Los porcentajes obtenidos en la encuesta para cada servicio se aplican a esa muestra de 325.660 pacientes para estimar la demanda potencial. Adicionalmente, se espera que la empresa de publicidad en Google Ads pueda generar aproximadamente 600 leads (personas interesadas). A este número de leads también se le aplican los porcentajes de la encuesta por servicio y por año para obtener una proyección adicional de la demanda. Finalmente, se combinan las dos proyecciones de demanda - la basada en la muestra de 325.660 pacientes y la basada en los 600 leads - para obtener la proyección total de la demanda para cada servicio y cada año. De esta manera se determina la demanda proyectada incorporando tanto la información de la encuesta como el alcance esperado de las acciones de marketing digital.

Tabla 17. Proyección de la demanda

AÑOS	CONSULTAS	IMPLANTES	TERAPIAS	MEDICAMENTOS
1	936	75	140	384
2	1560	125	234	640
3	2028	162	304	831

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

Para el desarrollo del presente plan de negocios, se plantea una meta de participación en el mercado del 2.3%, para los tres primeros años. Es importante tener en cuenta que el mercado objetivo diferirá de aquel al que actualmente atienden las clínicas que utilizan el mismo método de implante capilar propuesto en este proyecto.

4.1.3. COMPETIDORES DIRECTOS

Tomando como punto de observación una industria cualquiera, es decir, un grupo de competidores produciendo productos sustitutos, todos ellos tan cercanos que el comportamiento de cualquier empresa afecta a las demás directa o indirectamente. La observación sugiere que las empresas en una industria difieren una de otra comúnmente a través de una gran variedad de dimensiones: grado de integración vertical, nivel de costos fijos, amplitud de la línea, cantidad y composición de la publicidad, porcentaje de las ventas destinado, mercados geográficos atendidos, naturaleza y distribución de los canales empleados, capacidad de servicio, entre otros (Vera & Díaz, 2012). Siguiendo esta perspectiva, cuando una empresa decide entrar a una industria y elige un grupo estratégico específico para establecerse, simultáneamente selecciona como sus rivales a los integrantes de dicho grupo (Kotler y Armstrong, 2005); es decir, los miembros serían sus principales competidores. No obstante, no es raro encontrar empresas compitiendo en el mismo grupo sin ser rivales dado que ambas pueden tener presencia en mercados geográficos distintos (Vera & Díaz, 2012).

Tabla 18. Competencia directa de la clínica para tratamiento de la alopecia

NO	NOMBRE	UBICACIÓN	SERVICIOS QUE OFRECE
1	Capilclinic	Colombia, Bogotá (1)	Implante capilar FUE y DHI
2	Mediarte	Cuenta con 12 clínicas en Colombia, Bogotá (2), Barranquilla (1), Bucaramanga (1), Medellín (2), Cali (1), Pereira (1), Cartagena (1), Rionegro (1), Ibagué (1), Villavicencio (1)	Implante Capilar FUE: Cabello, Cejas y Barba, Reparación de cicatrices, Tratamientos Médicos
3	Hero Robotics	Medellín, Bogotá	FUE Trasplante capilar robótico, FUE Trasplante capilar manual, FUT Trasplante capilar de tira, Restauración de cejas y barba, Terapia con láser de bajo nivel, Micropigmentación del cuero cabelludo.
4	DHI Global Medical Colombia	Cuenta con 9 clínicas en Colombia, Bogotá (2), Villavicencio (1), Bucaramanga (1), Cajicá (1), Ibagué (1), Pereira (1), Medellín (1), Neiva (1)	Implante capilar, Implante de barba, Implante de cejas, Terapias capilares, Micropigmentación
5	Rene Rodríguez 2RMD	Bogotá	Trasplante capilar, Trasplante de barba, Trasplante de cejas, Tratamientos no quirúrgicos

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

4.2. ESTUDIO TÉCNICO

4.2.1. FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO

A continuación, se presentan las fichas técnicas de los servicios que se ofrecerán en la clínica capilar:

Tabla 19. Ficha técnica diagnóstica

FICHA TÉCNICA DIAGNÓSTICA			
FECHA:	may - 23	**CÓDIGO**	1
Nombre del servicio		Diagnóstico	
Tipo de proceso		Servicios	
Responsable del proceso		Médico especialista	
Descripción del servicio		En el análisis más preciso para determinar cómo se puede abordar mejor la pérdida de cabello y cómo se puede lograr mejor la restauración del cabello	
Beneficios		*Permite identificar el estado actual del cliente *Permite identificar cual es el procedimiento más adecuado para el cliente	
INSTRUMENTOS EN EL PROCESO		**IMAGEN DEL SERVICIO**	
Cámara de tricoscopia y peinilla básica			
TIPO DE PROCESO			
Ambulatorio			
COSTO			
Sin costo			

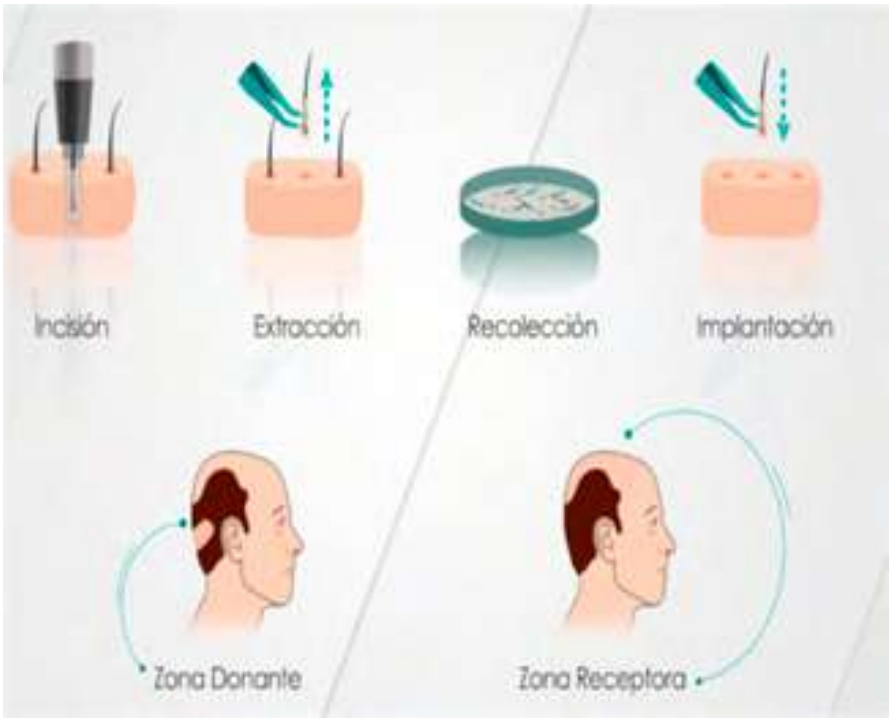
Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

Tabla 20. Ficha técnica terapia capilar

FICHA TÉCNICA TERAPIA CAPILAR			
FECHA:	may - 23	**CÓDIGO**	2
Nombre del servicio		Terapia capilar	
Tipo de proceso		Servicios	
Responsable del proceso		Médico especialista	
Descripción del servicio		Consiste en cuidados que se aplican al cabello y cuya finalidad es mantener la salud y buena apariencia del mismo	
Beneficios		*Mator resistencia y elasticidad del cabello *Aporta al cabello vitaminas *Tratamiento no invasivo *No tiene efectos secundarios *Eficaz en hombres y mujeres *No requiere hospitalización	
INSTRUMENTOS EN EL PROCESO		**IMAGEN DEL SERVICIO**	
Dermapen, agujas de 1 cc, centrífuga y casco eléctrico			
TIPO DE PROCESO			
Ambulatorio			
TÉCNICA A UTILIZAR			
A solicitud del cliente			
COSTO			
Según diagnostico de especialista			

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

Tabla 21. Ficha técnica implante capilar

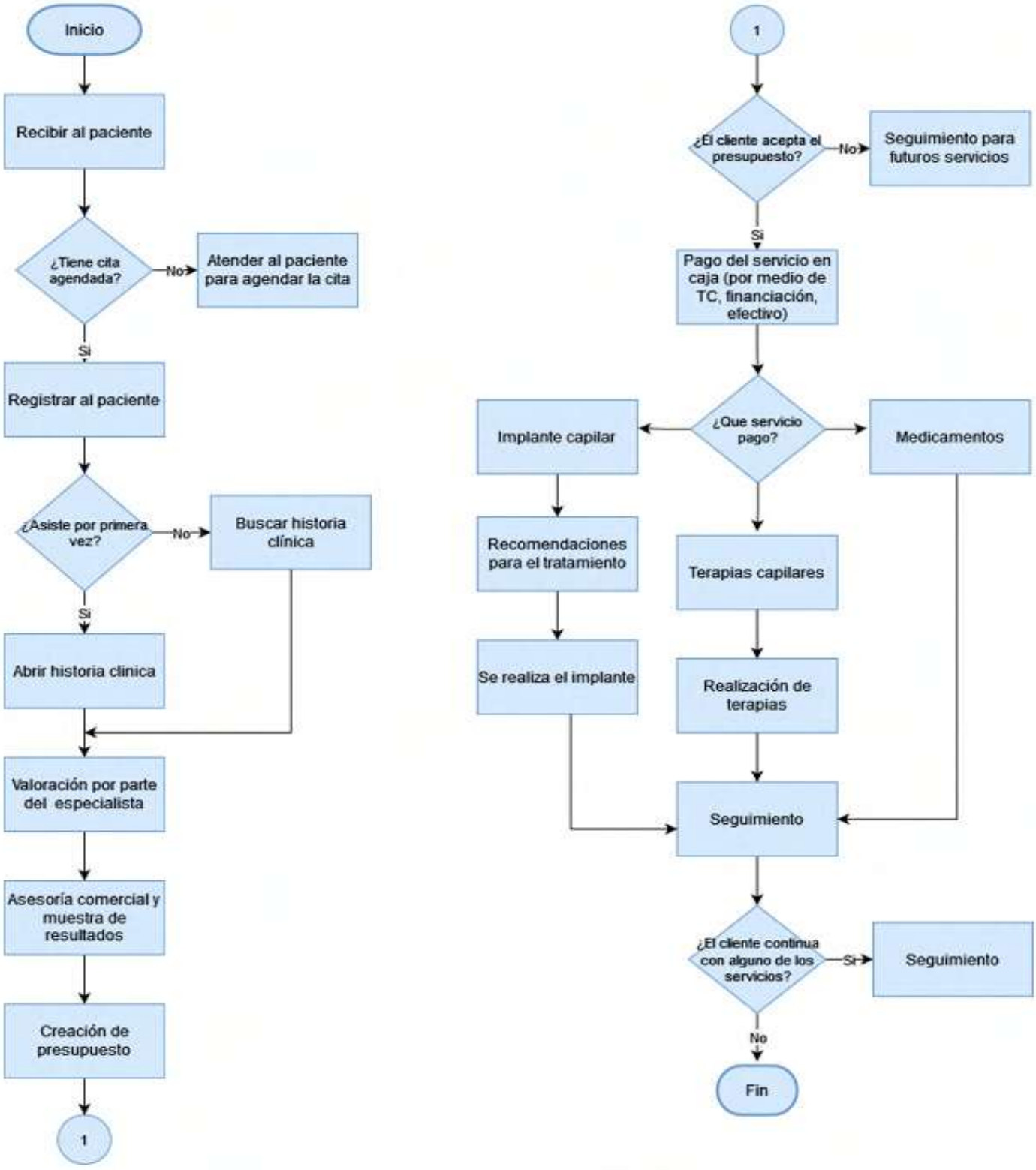
FICHA TÉCNICA TERAPIA CAPILAR			
FECHA:	may - 23	**CÓDIGO**	3
Nombre del servicio	Implante capilar, de cejas y de barba		
Tipo de proceso	Servicios		
Responsable del proceso	Médico especialista		
Descripción del servicio	Consiste en recuperar el pelo perdido a tráves de un auto transplante capilar, sin posibilidad de rechazo, en tan sólo unas horas, sin hospitalización y con anestesia local		
Beneficios	* Recuperar el pelo perdido * Intervención minimamente invasiva * No precisa anestesia general * Recuperación de autoestima * Resultado natural * No requiere hospitalización		
INSTRUMENTOS EN EL PROCESO	**IMAGEN DEL SERVICIO**		
Motor de extracción, puch, implantes, agujas de implantes y jeringas para infiltrar			
TIPO DE PROCESO			
Ambulatorio			
TÉCNICA A UTILIZAR			
A solicitud del cliente			
COSTO			
Según diagnostico de especialista			

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

4.2.2. DESCRIPCIÓN DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO

A continuación, se presenta el flujograma que describe cómo se prestarán los servicios al cliente que asista a la clínica:

Figura 15. Flujograma de prestación del servicio en la clínica



Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

4.2.3. LOCALIZACIÓN DE PLANTA

Macrolocalización

En el continente, las clínicas de implante capilar manejan precios más bajos, con costos que oscilan entre $6.000.000 y $19.000.000 de pesos, donde cada folículo tiene un valor de $6.000 pesos (Mediarte, 2023).

Tabla 22. Método por puntos macrolocalización

MÉTODO POR PUNTOS MACROLOCALIZACIÓN							
FACTORES Y PONDERACIÓN		PAÍSES A EVALUAR					
		COLOMBIA		CHINA		COREA DEL SUR	
FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO	IMPORTANCIA EN %	CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN	CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN	CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
POBLACIÓN CON ALOPECIA	24%	5	1.20	2	0.48	2	0.48
PRECIOS	24%	4	0.96	3	0.72	3	0.72
PROVEEDORES	12%	5	0.60	5	0.60	5	0.60
COMUNICACIONES	14%	5	0.70	5	0.70	5	0.70
COMPETENCIA	14%	4	0.56	3	0.42	3	0.42
PORTAFOLIO DE PRODUCTOS	12%	5	0.60	5	0.60	4	0.48
	100%		4.62		3.52		3.40

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

Basándonos en los datos anteriores, se selecciona el país Colombia debido a que obtiene las calificaciones más altas en los factores evaluados mediante el método por puntos, lo que demuestra que es el sector geográfico que cumple con las condiciones requeridas para el plan de negocios.

Microlocalización

El análisis de microlocalización se lleva a cabo mediante un enfoque que considera factores preferenciales, los cuales abarcan aspectos significativos como la disponibilidad de mano de obra, la competencia, las vías de comunicación y los servicios públicos.

Teniendo en cuenta estos aspectos, se realiza el análisis en Bogotá, específicamente en la Localidad de Usaquén, dado que se trata de una de las ciudades principales del país y la capital de la región colombiana.

Este territorio cuenta con diversas vías de acceso, como el aeropuerto internacional el Dorado, así como opciones de transporte terrestre urbano (autobuses, Sitp, Transmilenio) y vehículos particulares (Uber, Picap, Didi, taxi), lo cual beneficia la localización en términos de acceso a materias primas, mano de obra y potenciales clientes.

Según el Ministerio de Salud y Protección Social indica que en Colombia cuenta con 122.800 médicos, de los cuales 87 mil son médicos generales y 28.900 médicos especialistas, para el mismo año Bogotá cuenta con 50 mil trabajadores de la salud siendo la ciudad del territorio colombiano con más mano de obra especializada para prestar los servicios de implante capilar (Ministerio de Salud y Protección Social, 2020).

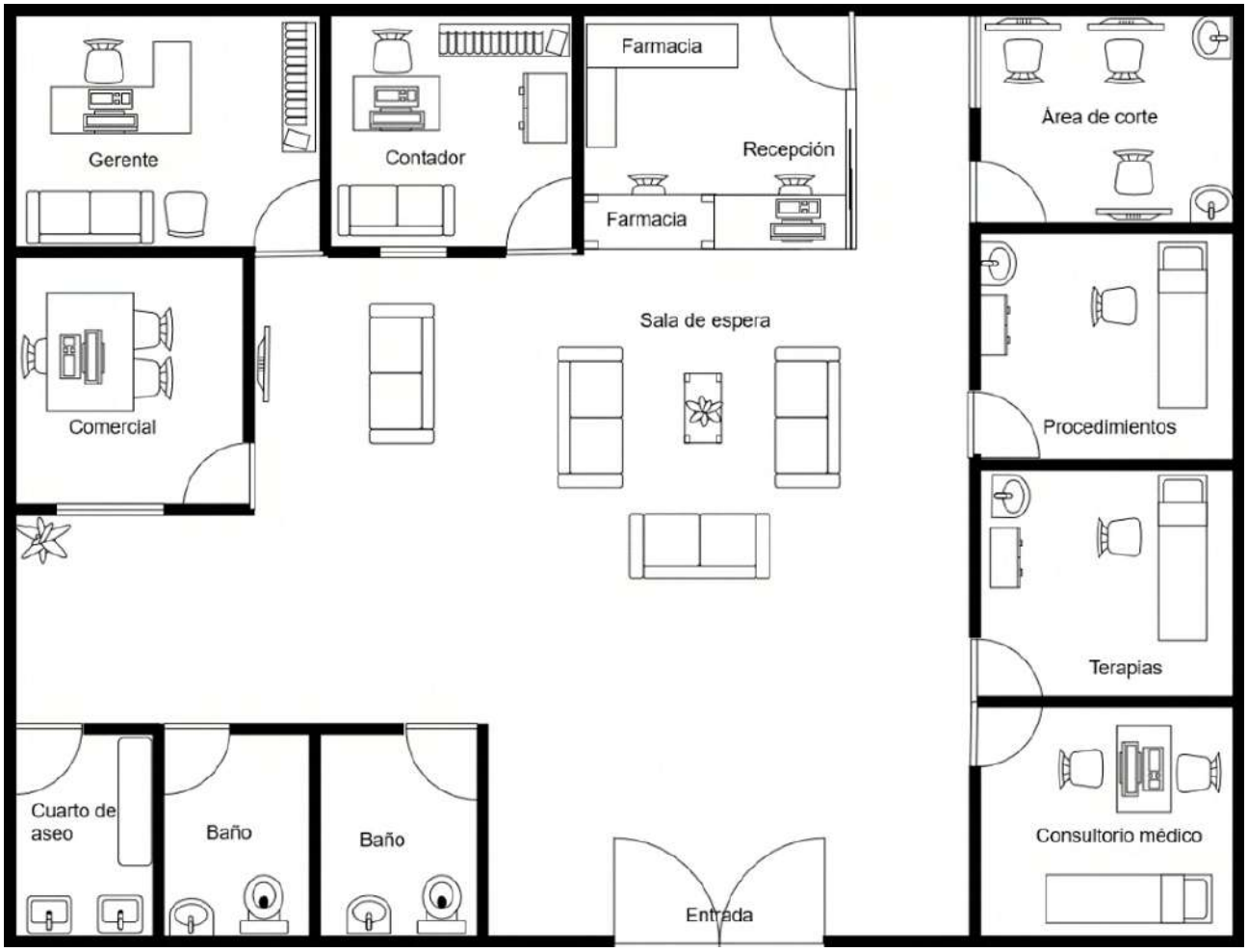
Figura 16. Microlocalización

Nota. Tomado de Rojas, L. (s.f). Orgullosamente colombiana. Pinterest. Recuperado el 16 de diciembre de 2023

4.2.4. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

La clínica para el tratamiento de la alopecia cuenta con un acceso principal que conduce a la recepción y al punto de venta de medicamentos. En la recepción, los pacientes se registran y reciben información general sobre los servicios ofrecidos. A la izquierda del plano, en la parte central, se ubica el área administrativa y comercial, destinada a satisfacer las necesidades de los clientes. A la derecha del pasillo central se encuentra la zona de servicios médicos y tratamientos dermatológicos, que incluye consultorios médicos, sala de procedimientos, área de terapias capilares y peluquería. En esta área se realizan los tratamientos especificados en el portafolio de servicios. En la parte superior izquierda están situadas las oficinas del gerente y del contador de la clínica. La sala de espera ubicada en el centro del establecimiento permite un fácil acceso de los pacientes a las diversas áreas de servicio. Finalmente, en la parte inferior izquierda se encuentra el cuarto de aseo y los baños, separados para hombres y mujeres.

Figura 17. Plano instalaciones de la clínica de tratamiento para la alopecia

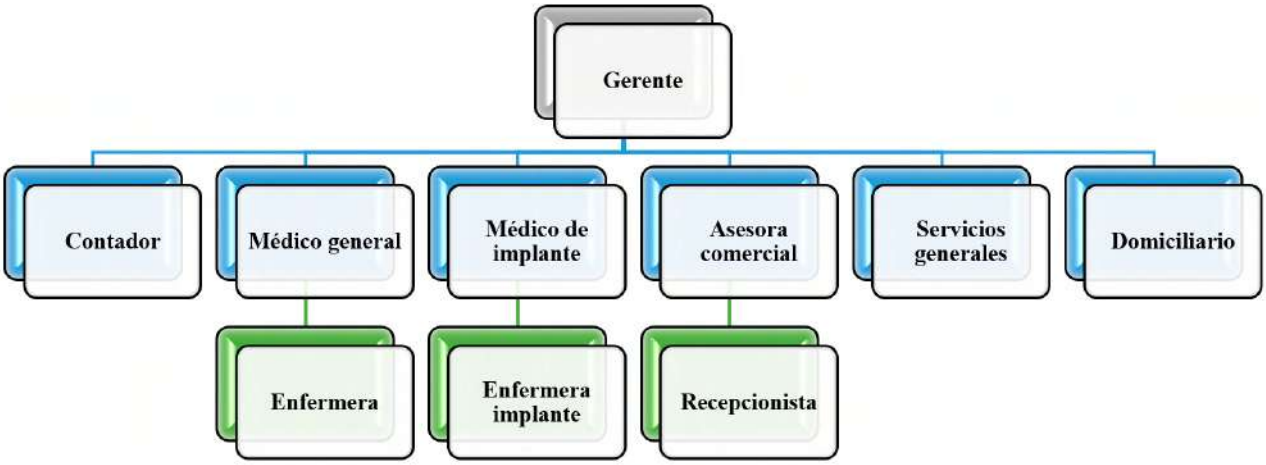


Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

4.3. ESTUDIO ORGANIZACIONAL

A continuación, se muestra el organigrama de la clínica de implante:

Figura 18. Organigrama clínico de implante



Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

4.3.1. DESCRIPCIÓN DE CARGOS

La siguiente tabla muestra un resumen de la descripción de cargos de la clínica de implante capilar:

Tabla 23. Resumen de descripción de cargos

CARGO	DESCRIPCIÓN DEL CARGO
Gerente	Persona encargada de la gestión integral de la clínica, liderar la implantación del modelo operativo de la clínica, supervisar y controlar el correcto funcionamiento de las distintas áreas de la clínica, dirigir y apoyar la gestión comercial y promocional, dirigir y controlar la calidad de los servicios e instalaciones y autorizar las compras e inversiones.
Médico General	Se encarga de diagnosticar enfermedades o cualquier otro problema de salud con el objetivo de determinar cuál es el tratamiento más adecuado para cada paciente.
Médico de implante	Su especialidad es curar las enfermedades o corregir ciertos aspectos estéticos utilizando en la mayoría de casos, técnicas y procesos quirúrgicos.
Enfermera	Praxis médica; mantenimiento de los historiales médicos; asistencia médica; etc., asistencia al médico general, observar e interpretar los síntomas del paciente y comunicarse a los médicos.
Enfermera de implante	Praxis capilar y asistencia al doctor; gestión de historiales médicos; preparación de gabinetes e instrumental, etc., realizar las técnicas manuales de asistencia a la cirugía del trasplante capilar.
Recepcionista	Brindar atención a visitantes externos y canalizarlos al área correspondiente, llevar a cabo el registro de visitantes, captar las llamadas telefónicas y canalizarlas de manera adecuada y oportuna.
Asesora comercial	Proporcionar información detallada a los clientes sobre los servicios, su precio y muestra de resultados, Realizar ventas por internet y físicas de los medicamentos en las instalaciones, así mismo llevar el control logístico de los productos.
Servicios generales	Realizar las labores de aseo y limpieza, para brindar comodidad a los funcionarios en los sitios de trabajo del área a la cual está prestando los servicios, conforme a las normas y procedimientos vigentes.
Contador	Planificar, organizar, dirigir, controlar el proceso contable, suministrando información confiable, así como oportuna para la toma de decisiones y cumplimiento de obligaciones.
Domiciliario	Persona que realiza el transporte y la distribución de los medicamentos hasta el domicilio de los clientes

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

4.4. ESTUDIO FINANCIERO

La siguiente tabla presenta los precios de los servicios que se ofrecen en la clínica:

Tabla 24. Precio de venta año 1

PRODUCTOS Y/O SERVICIOS A OFRECER	PRECIO DE VENTA
Consulta médica	$ 80.000
Terapia	$ 260.000
Implante	$ 8.000.000
Medicamentos	$ 156.400

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

Se obtiene una inflación promedio a partir de los datos anuales:

Tabla 25. Proyección inflación

INFLACIÓN	AÑO 02	AÑO 03	PROMEDIO
	5,10%	3%	4%

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

Se presenta el valor del salario mínimo y auxilio de transporte del 2023:

Tabla 26. Valores del salario mínimo 2023 y auxilio de transporte

SMMLV ACTUALIZADO	$ 1.160.000
AUXILIO DE TRANSPORTE	$ 140.606

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

Se presentan los precios proyectados de los servicios:

Tabla 27. Precios de venta proyectados de acuerdo a la inflación

PRECIOS DE VENTA PROYECTADOS		
AÑO 01	AÑO 02	AÑO 03
$ 80.000	$ 84.080	$ 86.603
$ 260.000	$ 273.260	$ 281.458
$ 8.000.000	$ 8.408.000	$ 8.660.240
$ 156.400	$ 164.377	$ 169.309

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

Se presenta la proyección de los ingresos a 3 años:

Tabla 28. Proyección de ingresos

PROYECCIÓN DE VENTAS						
PRODUCTOS Y/O SERVICIOS A OFRECER	AÑO 01		AÑO 02		AÑO 03	
	CANTIDAD	TOTAL 01	CANTIDAD	TOTAL 02	CANTIDAD	TOTAL 03
CONSULTA MÉDICA	936	$ 74.880.000	1560	$ 131.164.800	2028	$ 175.630.884
TERAPIA	144	$ 37.440.000	378	$ 103.292.280	682	$ 192.010.648
IMPLANTE	75	$ 599.040.000	125	$ 1.049.318.400	162	$ 1.405.037.338
MEDICAMENTOS	384	$ 60.020.064	1023	$ 168.216.847	1855	$ 314.041.106
TOTAL VENTAS		$ 771.380.064		$ 1.451.992.327		$ 2.086.719.975

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

Se presenta los costos de la materia prima directa:

Tabla 29. Costo directo de materias primas

PROYECCIÓN COSTO INSUMOS / MATERIAS PRIMAS									
PRODUCTOS Y/O SERVICIOS A OFRECER	AÑO 01			AÑO 02			AÑO 03		
	CANTIDAD	VALOR UND	TOTAL 01	CANTIDAD	VALOR UND	TOTAL 02	CANTIDAD	VALOR UND	TOTAL 03
CONSULTA MÉDICA	936	$ 5.000	$ 4.680.000	1560	$ 5.255	$ 8.197.800	2028	$ 5.413	$ 10.976.854
TERAPIA	144	$ 35.000	$ 5.040.000	378	$ 36.785	$ 13.904.730	682	$ 37.889	$ 25.847.569
IMPLANTE	75	$ 447.500	$ 33.508.800	125	$ 470.323	$ 58.696.248	162	$ 484.432	$ 78.594.276
MEDICAMENTOS	384	$ 78.200	$ 30.010.032	1023	$ 82.188	$ 84.108.116	1855	$ 84.654	$ 157.019.340
TOTAL COSTO			$ 73.238.832			$ 164.906.894			$ 272.438.039

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

Se presentan los costos de personal:

Tabla 30. Costos de personal directo e indirecto

CARGO	SUELDO	SALARIO	PRESTACIONAL	AUX TRANS	CANTIDAD	TOTAL MES
Médico General	$ 4.500.000	$ 4.500.000	$ 2.385.000		1	$ 6.885.000
Médico de implante	$ 6.000.000	$ 6.000.000	$ 3.180.000		1	$ 9.180.000
Enfermera	$ 1.600.000	$ 1.600.000	$ 848.000	$ 140.606	1	$ 2.588.606
Enfermera de implante	$ 2.200.000	$ 2.200.000	$ 1.166.000	$ 140.606	1	$ 3.506.606
Recepcionista	$ 1.500.000	$ 1.500.000	$ 795.000	$ 140.606	1	$ 2.435.606
Asesora comercial	$ 1.800.000	$ 1.800.000	$ 954.000	$ 140.606	1	$ 2.894.606
Servicios generales	$ 1.500.000	$ 1.500.000	$ 795.000	$ 140.606	1	$ 2.435.606
Gerente - Administrador	$ 2.500.000	$ 2.500.000	$ 1.325.000		1	$ 3.825.000
Contador	$ 2.000.000	$ 2.000.000	$ 1.060.000	$ 140.606	1	$ 3.200.606
Domiciliario	$ 1.800.000	$ 1.800.000	$ 954.000	$ 140.606	1	$ 2.894.606
					TOTAL NOMINA ADM	$ 39.846.242

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

Se presenta un resumen de los costos de nómina:

Tabla 31. Totales costos directos e indirectos de personal

SUELDO	SALARIO	PRESTACIONAL	AUX TRANS	CANTIDAD	TOTAL MES
$ 25.400.000	$ 25.400.000	$ 13.462.000	$ 984.242	10	$ 39.846.242

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

Se presentan el total de costos fijos de la clínica:

Tabla 32. Costos fijos

ARRIENDO	$ 4.000.000
SERVICIO	$ 320.000
INTERNET	$ 120.000
GOOGLE ADS	$ 1.000.000
INSTAGRAM	$ 1.000.000
FACEBOOK	$ 250.000
PÁGINA WEB	$ 120.000
TOTAL COSTO FIJO	$ 6.810.000

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

Se presentan las inversiones iniciales del proyecto:

Tabla 33. Inversión inicial

FÍSICOS	
MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	$ 9.440.000
MUEBLES, ENSERES Y EQUIPO DE OFICINA	$ 30.630.000
ADMINISTRACIÓN	
DOCUMENTOS	$ 196.000
ADECUACIONES	$ 2.000.000
TECNOLOGÍA	
PÁGINA WEB	$ 450.000
DESARROLLOS	$ 120.000
INVENTARIO INICIAL	
MATERIA PRIMA	$ 9.589.350
DISPONIBLE	
EFECTIVO	30.000.000
TOTAL INVERSIÓN	**$ 82.425.350**

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

Se presentan datos de la obligación financiera contraída:

Tabla 34. Obligación financiera

PRÉSTAMO	**$ 52.425.350**	
TASA MES	3,28%	
PERIODOS	36	**PAGO TOTAL**
CUOTA	$2.502.649	$90.095.349

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

Se procedió a realizar los cálculos correspondientes de la tabla de amortización del crédito obtenido bajo las condiciones indicadas, determinando el pago mensual aplicando la fórmula de anualidad.

Este pago mensual equivale a $2.502.649:

Tabla 35. Tabla de amortización

PERIODOS	INICIAL	CUOTAS	INTERÉS	CAPITAL	SALDO
1	$ 52.425.350	$2.502.649	$ 1.719.551	$783.097	$51.642.253
2	$ 51.642.253	$2.502.649	$ 1.693.866	$808.783	$50.833.470
3	$ 50.833.470	$2.502.649	$ 1.667.338	$835.311	$49.998.159
4	$ 49.998.159	$2.502.649	$ 1.639.940	$862.709	$49.135.450
5	$ 49.135.450	$2.502.649	$ 1.611.643	$891.006	$48.244.445
6	$ 48.244.445	$2.502.649	$ 1.582.418	$920.231	$47.324.214
7	$ 47.324.214	$2.502.649	$ 1.552.234	$950.414	$46.373.800
8	$ 46.373.800	$2.502.649	$ 1.521.061	$981.588	$45.392.212
9	$ 45.392.212	$2.502.649	$ 1.488.865	$1.013.784	$44.378.428
10	$ 44.378.428	$2.502.649	$ 1.455.612	$1.047.036	$43.331.391
11	$ 43.331.391	$2.502.649	$ 1.421.270	$1.081.379	$42.250.012
12	$ 42.250.012	$2.502.649	$ 1.385.800	$1.116.848	$41.133.164
13	$ 41.133.164	$2.502.649	$ 1.349.168	$1.153.481	$39.979.683
14	$ 39.979.683	$2.502.649	$ 1.311.334	$1.191.315	$38.788.368
15	$ 38.788.368	$2.502.649	$ 1.272.258	$1.230.390	$37.557.978
16	$ 37.557.978	$2.502.649	$ 1.231.902	$1.270.747	$36.287.231
17	$ 36.287.231	$2.502.649	$ 1.190.221	$1.312.427	$34.974.804
18	$ 34.974.804	$2.502.649	$ 1.147.174	$1.355.475	$33.619.329
19	$ 33.619.329	$2.502.649	$ 1.102.714	$1.399.935	$32.219.394
20	$ 32.219.394	$2.502.649	$ 1.056.796	$1.445.852	$30.773.542
21	$ 30.773.542	$2.502.649	$ 1.009.372	$1.493.276	$29.280.266
22	$ 29.280.266	$2.502.649	$ 960.393	$1.542.256	$27.738.010
23	$ 27.738.010	$2.502.649	$ 909.807	$1.592.842	$26.145.168
24	$ 26.145.168	$2.502.649	$ 857.562	$1.645.087	$24.500.081
25	$ 24.500.081	$2.502.649	$ 803.603	$1.699.046	$22.801.035
26	$ 22.801.035	$2.502.649	$ 747.874	$1.754.775	$21.046.260
27	$ 21.046.260	$2.502.649	$ 690.317	$1.812.331	$19.233.929
28	$ 19.233.929	$2.502.649	$ 630.873	$1.871.776	$17.362.153
29	$ 17.362.153	$2.502.649	$ 569.479	$1.933.170	$15.428.983
30	$ 15.428.983	$2.502.649	$ 506.071	$1.996.578	$13.432.405
31	$ 13.432.405	$2.502.649	$ 440.583	$2.062.066	$11.370.340
32	$ 11.370.340	$2.502.649	$ 372.947	$2.129.701	$9.240.638
33	$ 9.240.638	$2.502.649	$ 303.093	$2.199.556	$7.041.083
34	$ 7.041.083	$2.502.649	$ 230.948	$2.271.701	$4.769.382
35	$ 4.769.382	$2.502.649	$ 156.436	$2.346.213	$2.423.169
36	$ 2.423.169	$2.502.649	$ 79.480	$2.423.169	0

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

A continuación, se presentan los 3 estados financieros más importantes:

Tabla 36. Flujo de caja del proyecto

CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
SALDO INICIAL DE CAJA				
+ INGRESOS:				
Ingresos por venta de Contado		$ 698.141.232	$ 1.287.085.432	$ 1.814.281.936
Recaudo de Cartera				
Préstamos recibidos	$ 52.425.350			
Aporte de Socios	$ 30.000.000			
TOTAL INGRESOS	**$ 82.425.350**	**$ 698.141.232**	**$ 1.287.085.432**	**$ 1.814.281.936**
EGRESOS:				
Compra de Activos Fijos:				
Maquinaria y Equipo	$ 9.440.000	$ 8.496.000	$ 7.646.400	$ 6.881.760
Muebles y Enseres	$ 30.630.000	$ 27.567.000	$ 24.810.300	$ 22.329.270
Pago a Proveedores				
Inversiones Temporales				
Pago de Planta de Personal		$ 316.610.904	$ 332.758.060	$ 342.740.802
Pago de Prestaciones Sociales y Aportes Parafiscales		$ 161.544.000	$ 169.782.744	$ 174.876.226
Egresos por Pago de Impuesto de Renta		$ 48.393.215	$ 244.529.918	$ 422.870.195
Pago de Obligaciones Financieras	$30.031.783	$30.031.783	$30.031.783	$30.031.783
Otros egresos - Gastos Preoperativos	$ 2.766.000	$ 81.720.000	$ 85.887.720	$ 88.464.352
TOTAL EGRESOS	**$ 72.867.783**	**$ 674.362.902**	**$ 895.446.925**	**$ 1.088.194.387**
DIFERENCIA ENTRE INGRESOS Y EGRESOS	$9.557.567	$23.778.330	$391.638.507	$726.087.548
= SALDO FINAL DE CAJA	**$9.557.567**	**$23.778.330**	**$391.638.507**	**$726.087.548**

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

Tabla 37. Estado de resultados del proyecto

CONCEPTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
VENTAS NETAS	$ 771.380.064	$ 1.451.992.327	$ 2.086.719.975
VENTAS NETAS Devoluciones y Descuentos			
INGRESOS OPERACIONALES	**$771.380.064**	**$1.451.992.327**	**$2.086.719.975**
Costo de Ventas	$ 73.238.832	$ 164.906.894	$ 272.438.039
UTILIDAD BRUTA OPERACIONAL	**$698.141.232**	**$1.287.085.432**	**$1.814.281.936**
Gastos Administrativos	$ 559.874.904	$ 588.428.524	$ 606.081.380
UTILIDAD OPERACIONAL	**$138.266.328**	**$698.656.908**	**$1.208.200.556**
Ingresos no operacionales	$ -	$ -	$ -
Gastos no operacionales	$ -	$ -	$ -
UTILIDAD NETA ANTES DE IMPUESTOS	**$138.266.328**	**$698.656.908**	**$1.208.200.556**

0,35 Impuesto	$ 48.393.215	$ 244.529.918	$ 422.870.195
UTILIDAD LIQUIDA	**$89.873.113**	**$454.126.990**	**$785.330.361**
0,1 Reserva	$ 8.987.311	$ 45.412.699	$ 78.533.036
UTILIDAD/PERDIDA	**$80.885.802**	**$408.714.291**	**$706.797.325**

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

Tabla 38. Balance general del proyecto

CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
ACTIVOS				
ACTIVO CORRIENTE				
Disponible	30.000.000	$ 698.141.232	$ 1.287.085.432	$ 1.814.281.936
Bancos		$ 90.095.349	$ 60.063.566	$ 30.031.783
Inversiones Temporales				
Cuentas por Cobrar - Clientes				
Anticipo de impuestos				
Otras Cuentas por Cobrar				
- Provisión de Cartera				
Cuentas por Cobrar Netas				
Inventarios de Materias Primas	$ 9.589.350			
Cargos Diferidos - Gastos preoperativos	$ 2.766.000			
TOTAL ACTIVO CORRIENTE	**$ 42.355.350**	**$ 788.236.581**	**$ 1.347.148.998**	**$ 1.844.313.719**
ACTIVOS FIJOS				
Maquinaria y Equipo	$ 9.440.000	$ 8.496.000	$ 7.646.400	$ 6.881.760
- Depreciación acumulada		$ 4.007.000	$ 3.606.300	$ 3.245.670
TOTAL ACTIVOS FIJOS	**$ 40.070.000**	**$ 32.056.000**	**$ 28.850.400**	**$ 25.965.360**
OTROS ACTIVOS				
Inversiones de Largo Plazo				
Cuentas por Cobrar de Largo Plazo				
Otros Activos				
TOTAL OTROS ACTIVOS				
TOTAL ACTIVOS	**$ 82.425.350**	**$ 820.292.581**	**$ 1.375.999.398**	**$ 1.870.279.079**
PASIVO Y PATRIMONIO				
PASIVO CORRIENTE				
Nómina		$ 316.610.904	$ 332.758.060	$ 342.740.802
Obligaciones financieras - Porción Corriente		$30.031.783	$30.031.783	$30.031.783
Cuentas por Pagar - Proveedores				
Impuesto de Renta por Pagar		$ 48.393.215	$ 244.529.918	$ 422.870.195
Prest. Sociales y Aportes Parafiscales por Pagar		$ 161.544.000	$ 169.782.744	$ 174.876.226
Otros Pasivos Corrientes		$ 81.720.000	$ 85.887.720	$ 88.464.352

TOTAL PASIVO CORRIENTE		**$ 638.299.902**	**$ 862.990.225**	**$ 1.058.983.357**
PASIVO DE LARGO PLAZO				
Obligaciones Financieras - Porción de Largo Plazo		$60.063.566	$30.031.783	$0
Cuenta de Socios				
Otros Pasivos por Pagar		$ 32.056.000	$ 28.850.400	$ 25.965.360
Pago Proveedores		$ -	$ -	$ -
TOTAL PASIVO DE LARGO PLAZO		**$92.119.566**	**$58.882.183**	**$25.965.360**
TOTAL PASIVOS		**$ 730.419.468**	**$921.872.408**	**$1.084.948.717**
PATRIMONIO				
Aportes Sociales	$ 82.425.350			
Adición capital				
Superavit				
Reserva Legal		$ 8.987.311	$ 45.412.699	$ 78.533.036
Utilidades por Distribuir		$ 80.885.802	$ 408.714.291	$ 706.797.325
TOTAL PATRIMONIO		**$ 89.873.113**	**$ 454.126.990**	**$ 785.330.361**
TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	**$ 82.425.350**	**$ 820.292.581**	**$ 1.375.999.398**	**$ 1.870.279.079**

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

Tabla 39. Cálculo del VPN

PERIODOS	VALOR	VPN
AÑO 0	-30.000.000	
AÑO 1	28.470.000	$ 25.881.818
AÑO 2	29.324.100	$ 24.234.793

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

VPN = $20.116.612

TIR = 57.11%

Tabla 40. Indicadores financieros

CONCEPTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
SOLIDEZ:			
CAPITAL DE TRABAJO	149.936.679	484.158.773	785.330.361
RAZÓN CORRIENTE	1,2	1,6	1,7
PRUEBA ÁCIDA	1,2	1,6	1,7
ENDEUDAMIENTO:			
NIVEL DE ENDEUDAMIENTO	89%	67%	58%
APALANCAMIENTO FINANCIERO	224,8%	187,4%	104,1%
CONCENTRACIÓN	0,0%	0,0%	0,0%
FINANCIACIÓN A LARGO PLAZO	102,5%	13,0%	3,3%

RENTABILIDAD:			
RENDIMIENTO DE LA INVERSIÓN (ROI)	98%	496%	857%
RENDIMIENTO DEL PATRIMONIO	90%	90%	90%
RENTABILIDAD DE LAS VENTAS	953%	780%	666%
MARGEN DE VENTAS	90,5%	88,6%	86,9%
RENDIMIENTO OPERATIVO	17,9%	48,1%	57,9%

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

Se determina la inversión inicial, las fuentes de financiamiento y se presentan los tres estados financieros más importantes. A partir de estos estados financieros, se calculan las ratios financieras fundamentales de solidez, endeudamiento y rentabilidad. Por medio de este proyecto se busca obtener un retorno del 10%, para lograrlo, se han comprometido $82,425,350. Los socios cuentan con $30,000,000 disponibles y necesitan obtener los $52,425,350 restantes a través de una obligación financiera. La rentabilidad máxima del proyecto es del 57%. La viabilidad del proyecto se evalúa mediante el Valor Presente Neto (VPN), que es superior a cero. Con respecto a los indicadores financieros de Solidez, la empresa muestra una buena solidez financiera que mejora año tras año, con un capital de trabajo creciente, razones corrientes sobre 1.2 que denotan capacidad de pagar obligaciones a corto plazo y pruebas ácidas iguales que evidencian que los activos de rápida liquidación cubren los pasivos circulantes. Los indicadores de endeudamiento indican que el nivel de endeudamiento se reduce significativamente en el periodo analizado, de 89% a 58%, lo que implica menor dependencia de terceros y más autonomía financiera. El apalancamiento también disminuye, pasando de 225% a 104%, por lo que el uso de la deuda para aumentar la rentabilidad de los accionistas se vuelve más eficiente. Los indicadores de rentabilidad, registran rentabilidades positivas y crecientes. El rendimiento de la inversión llega a 857% en el año 3. Las ventas, aunque reducen su rentabilidad, se mantienen altas por encima del 86%. Los márgenes de utilidad aumentan del 17.9% al 57.9% en el periodo. En conclusión, los indicadores muestran una empresa sólida, menos endeudada y con una rentabilidad favorable en constante mejoría.

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La investigación realizada permite validar la oportunidad de implementar una innovadora clínica de implantes capilares en la ciudad de Bogotá, dado el análisis integral efectuado que incorpora aspectos de mercado, técnicos, operativos y financieros.

Inicialmente, se evidencia que existe una demanda insatisfecha en el mercado objetivo, con un potencial de 325.660 clientes y con capacidad de pago. Esto se fundamenta en el estudio demográfico, las proyecciones poblacionales y las encuestas realizadas. Además, la propuesta de valor de precios hasta 50% inferiores al mercado actual se perfila como un factor diferenciador frente a los competidores ya posicionados.

Profundizando en el análisis del sector realizado, se detectó que, si bien existen proveedores reconocidos de tratamientos capilares en Bogotá, ninguno se enfoca específicamente en una propuesta de accesibilidad económica a estos procedimientos. Es en este nicho insatisfecho en el que se posicionaría competitivamente la clínica planteada.

Desde la perspectiva técnica, se garantiza la calidad y efectividad de los procedimientos gracias a las técnicas aplicadas por los médicos de la clínica, los protocolos avalados por expertos tricólogos y el talento humano certificado con el que se contará, tanto en el componente médico como de apoyo al paciente. Asimismo, se optimizan los flujos de atención y se propone un diseño de planta enfocado en mejorar la experiencia del cliente durante su paso por las instalaciones.

Respecto a la estructura organizativa, se plantea un equipo especializado de alto nivel, pero reducido, que, en conjunto con la adopción de procesos ágiles y eficientes, buscará entregar resultados superiores tanto en términos de efectividad de los tratamientos como de satisfacción con el servicio recibido por parte de los usuarios.

Por último, según las proyecciones financieras a 3 años, el proyecto de inversión resulta viable y notablemente rentable, con métricas sólidas como una TIR del 57%, un Valor Presente Neto positivo, crecientes márgenes de rentabilidad del 17% al 58% y niveles controlados de apalancamiento que se reducen del 89% al 58% en el periodo estimado, mejorando la solidez de la empresa.

Finalmente, después de un riguroso análisis de factibilidad técnica, de mercado y financiera, se recomienda implementar la propuesta de negocio debido a las favorables condiciones del sector, la solidez del concepto en sus diferentes aristas y el alto potencial evidenciado para generar retornos económicos a los inversionistas de acuerdo a las estimaciones efectuadas.

REFERENCIAS

- Anudeep, T. C., Jeyaraman, M., Muthu, S., Rajendran, R. L., Gangadaran, P., Mishra, P. C., et al. (2022). Advancing Regenerative Cellular Therapies in Non-Scarring Alopecia. *Pharmaceutics*, 14(4), 612. https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14040612

- Arck, P. C., Handjiski, B., Hagen, E., Joachim, R., Klapp, B. F., & Paus, R. (2001). Indications for a 'brain-hair follicle axis (BHA)': Inhibition of keratinocyte proliferation and up-regulation of keratinocyte apoptosis in telogen hair follicles by stress and substance P. FASEB journal: official publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology, 15(9), 2536–2538. https://doi.org/10.1096/fj.01-0366fje

- Arck, P. C., Handjiski, B., Peters, E. M., Peter, A. S., Hagen, E., Fischer, A., & et al. (2003). Stress inhibits hair growth in mice by induction of premature catagen development and deleterious perifollicular inflammatory events via neuropeptide substance P-dependent pathways. *The American journal of pathology*, 162(3), 803–814. https://doi.org/10.1016/s0002-9440(10)63877-1

- Mayo Clinic. (2022, marzo 26). Caída del cabello. Mayoclinic.org. https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/hair-loss/symptoms-causes/syc-20372926

- Camacho F. (1992). Aportación al estudio de las alopecias. *En Actualización en Dermatología* (pp. 89-104). Ed Peyri.

- Camacho, F., & Montagna, W. (1996). Libro Tricología. Algunos aspectos de la fisiología del folículo piloso. En Grupo Aula Médica (Ed.), Capítulo 2.1 (pp. 36-39).

- Chain, N. S. (2011). PROYECTOS DE INVERSION: formulación y evaluación (2a. ed.).

- DHI Colombia. (2023). https://www.dhi.com.co/

- Gibbert, J., Kreimendahl, F., Lebert, J., Rychlik, R., & Trompetter, I. (2017). Improvement of Stress Resistance and Quality of Life of Adults with Nervous Restlessness after Treatment with a Passion Flower Dry Extract. *Complementary Medicine Research*, 24(2), 83–89. https://doi.org/10.1159/000457928

- Giacometti, L. (1965). The anatomy of the human scalp. *Advances in Biology of Skin*, 6, 97–120.

- Guerrero, R., & Kahn, C. M. (2011). Alopecias. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 22(6), 775-783. https://doi.org/10.1016/S0716-8640(11)70490-4

- Hadshiew, I. M., Foitzik, K., Arck, P. C., & Paus, R. (2004). Burden of hair loss: stress and the under estimated psychosocial impact of telogen effluvium and androgenetic alopecia. *Journal of Investigative Dermatology*, 123(3), 455–457. https://doi.org/10.1111/j.0022-202X.2004.23337.x

- Horev L. (2007). Environmental and cosmetic factors in hair loss and destruction. In: Tur E, editor. *Current Problems in Dermatology*. Basel: KARGER (pp. 103–17). https://www.karger.com/Article/FullText/106418

- Implante capilar o microinjerto: qué es, tipos, tratamiento. (2020). Svenson Soluciones Capilares; Clínicas y centros capilares, tratamientos para cabello y caída del pelo. https://www.svenson.es/servicios-centros-cabello/implante-capilar/

- Kanti, V., Messenger, A., Dobos, G., Reygagne, P., Finner, A., Blumeyer, A., et al. (2018). Evidence-based (S3) guideline for the treatment of androgenetic alopecia in women and in men - short version. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology: JEADV*, 32(1), 11–22. https://doi.org/10.1111/jdv.14584

- Kanti, V., Röwert-Huber, J., Vogt, A., Blume-Peytavi, U. (2018). Cicatricial alopecia. Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft, 16(4), 435–461. https://doi.org/10.1111/ddg.13496_g

REFERENCIAS

- La República. (s/f). Mediarte, la clínica de implante capilar más reconocida con nueve sedes en Colombia. Recuperado el 27 de octubre de 2023, de https://www.larepublica.co/empresas/mediarte-la-clinica-de-implante-capilar-mas-reconocida-con-nueve-sedes-en-colombia-3225170

- Liu, D., Xu, Q., Meng, X., Liu, X., Liu, J. (2024). Status of research on the development and regeneration of hair follicles. International Journal of Medical Sciences, 21(1), 80-94. https://doi.org/10.7150/ijms.88508

- Liu, N., Wang, L. H., Guo, L. L., Wang, G. Q., Zhou, X. P., Jiang, Y., Shang, J., Murao, K., Chen, J. W., Fu, W. Q., & Zhang, G. X. (2013). Chronic restraint stress inhibits hair growth via substance P mediated by reactive oxygen species in mice. PloS one, 8(4), e61574. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0061574

- Marks, D.H., Penzi, L.R., Ibler, E. et al. (2019). Themedical andpsychosocial associations of alopecia: Recognizing hairloss as more than a cosmetic concern.Am J Clin Dermatol 20, 195–200. https://doi.org/10.1007/s40257-018-0388-2

- Nzeng, L. F. M., Nguefack-Tsague, G., Tounouga, D. N., Soumah, M. M., Mbang, F. A. A., Sigha, O. B., Nkoro, G. A., Kotto, R., & Kouotou, E. A. (2023). Factors associated with traction alopecia in women living in Yaoundé (Cameroon). ***BMC women's health***, 23(1), 577. https://doi.org/10.1186/s12905-023-02716-2

- Otal, F. J., Mira, J., & Vivancos, F. (2018). Nuevas evidencias en la alopecia por estrés: Papel de los nutricosméticos con pasiflora. Revista Argentina de Dermatología, 99(4), 8–22. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-300X2018000400008&lng=es&tlng=es

- Pedragosa, J. R. (2007). Alteraciones del cabello. En Protocolos de Pediatría. Asociación Española de Pediatría. http://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/cabello.pdf

- Peters, E. M., Arck, P. C., & Paus, R. (2006). Hair growth inhibition by psychoemotional stress: A mouse model for neural mechanisms in hair growth control. Experimental Dermatology, 15(1), 1–13. https://doi.org/10.1111/j.0906-6705.2005.00372.x

- Peters, E. M., Liotiri, S., Bodó, E., Hagen, E., Bíró, T., Arck, P. C., & Paus, R. (2007). Probing the effects of stress mediators on the human hair follicle: substance P holds central position. The American journal of pathology, 171(6), 1872–1886. https://doi.org/10.2353/ajpath.2007.070154

- Peters, E.M., Müller, Y., Snaga, W. et al. (2017). Hair and stress: A pilot study of hair and cytokine balance alteration in healthy young women under major exam stress. ***PLoS ONE*** 12(4): e0175904. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175904

- Rossani, Germán, Hernández, Iván, & Susanibar, Jorge. (2018). Inducción de crecimiento y restauración del folículo piloso con factores de crecimiento autólogos en patología no cicatrizal del cuero cabelludo. ***Cirugía Plástica Ibero-Latinoamericana***, 44(2), 151-160. Epub 08 de febrero de 2021.https://dx.doi.org/10.4321/s0376-78922018000200005

- Selye H. ***The physiology and pathology of exposure to stress***. Oxford, England: Acta Inc, 1950.

- Vera Martínez, Jorge, & Díaz Ruiz, Roberto. (2012). ¿Qué es un competidor directo? Estudio para corroborar la percepción de competencia directa con base en tres factores. ***Contaduría y administración, 57***(1), 149-184. Recuperado en 14 de diciembre de 2023, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-10422012000100008&lng=es&tlng=es.

- Kotler, P., & Armstrong, G. (2005). Principles of marketing (11ª ed.). New Jersey: Pearson Education Inc. https://www.pearson.com/us/higher-education/program/Kotler-Principles-of-Marketing-11th-Edition/PGM314581.html

REVISTA CIENTÍFICA DYNAMIKOS

CRIMINALIDAD EN LAS FUTURAS ESTACIONES DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ DESDE EL 2018 A 2022

RECIBIDO: 19/07/2023 ACEPTADO: 23/08/2023 ÚLTIMA VERSIÓN: 10/10/2023

CRIME IN THE FUTURE STATIONS OF THE FIRST LINE OF THE BOGOTÁ METRO FROM 2018 TO 2022

Luis Alfredo Cabrera Albornoz [1]
Docente Investigador y líder del semillero SESASO

Carlos Augusto Páez Murillo [2]
Docente Investigador del Programa de Administración de Riesgos Seguridad y Salud en el Trabajo

William Andrés Sanabria Álvarez [3]
Asistente de investigación de postgrado del Proyecto INV-EES-3776 Desafíos de la seguridad ciudadana para el sistema de transporte masivo metro de Bogotá

RESUMEN

Este documento se centra en el análisis de las tasas de los delitos de alto impacto mensual izadas por cien mil habitantes, en las localidades donde están ubicadas las dieciséis estaciones de la primera línea del Metro de Bogotá, abarcando el período de 2018 a 2022. Para ello, se adopta un enfoque cuantitativo descriptivo, examinando los comportamientos promedio de los delitos antes, durante y después de las medidas nacionales y distritales contra el COVID-19 empleando herramientas estadísticas como la prueba de Dickey-Fuller, índice de estacionalidad y la Spearman, para identificar patrones de estacionalidad y de correlación en los datos recolectados. Este enfoque proporciona una comprensión macro de cómo evolucionan los delitos en las futuras estaciones del metro de Bogotá. Como resultado se observa en el comportamiento promedio de las tasas de delitos de alto impacto entre el período pre y post COVID-19, no fue similar para los delitos en todas las localidades. Destacándose el mes de abril de 2020 como el mínimo histórico en varios de los delitos de alto impacto en las distintas localidades, mientras que se resalta que octubre de 2022 registra la tasa máxima de hurtos a personas en todas las localidades, revelando patrones claves en la evolución del crimen en las zonas.

PALABRAS CLAVE: criminología, delincuencia, planificación urbana, seguridad humana, transporte urbano.

ABSTRACT

This document focuses on the analysis of monthly high-impact crime rates per hundred thousand inhabitants, in the localities where the sixteen stations of the First Line of the Bogotá Metro are located, covering the period from 2018 to 2022. To do so, a descriptive quantitative approach is adopted, examining the average behavior of crimes before, during and after the National

[1] Docente Investigador y líder del semillero SESASO, del Programa de Administración de Riesgos, Seguridad y Salud en el Trabajo, de la Facultad de Relaciones Internacionales, Estrategia y Seguridad de la Universidad Militar Nueva Granada, Colombia, Investigador Principal del Proyecto INV-EES-3776 Desafíos de la seguridad ciudadana para el sistema de transporte masivo metro de Bogotá - luis.cabrera@unimilitar.edu.co

[2] Docente Investigador del Programa de Administración de Riesgos Seguridad y Salud en el Trabajo, de la Facultad de Relaciones Internacionales, Estrategia y Seguridad de la Universidad Militar Nueva Granada, Colombia, Coinvestigador del Proyecto INV-EES-3776 Desafíos de la seguridad ciudadana para el sistema de transporte masivo metro de Bogotá - carlos.paez@unimilitar.edu.co

[3] Asistente de investigación de postgrado del Proyecto INV-EES-3776 Desafíos de la seguridad ciudadana para el sistema de transporte masivo metro de Bogotá, de la Maestría de Relaciones y Negocios Internacionales - Universidad Militar Nueva Granada, UMNG, Colombia - est.william.sanabria@unimilitar.edu.co

and District measures against COVID-19, using statistical tools such as the Dickey-Fuller test, seasonality index and Spearman, to identify seasonality and correlation patterns in the collected data. This approach provides a macro understanding of how crimes evolve in the future Bogotá Metro stations. As a result, it is observed that the average behavior of high-impact crime rates between the pre and post COVID-19 period was not similar for crimes in all localities. April 2020 stands out as the historical minimum for several high-impact crimes in the different localities, while October 2022 registers the highest rate of theft from persons in all localities, revealing key patterns in the evolution of crime in the areas.

KEYWORDS: criminology, crime, urban planning, human security, urban transport.

1. INTRODUCCIÓN

Bogotá, gracias a la lógica histórica que ha envuelto a Colombia del centralismo, ha sido la urbe de mayor importancia para el país a través de su historia. Debido también a los diversos conflictos internos que ha sufrido la nación, los cuales han vulnerado la diversidad de comunidades, provocando que los individuos tomen la decisión de irse de sus tierras natales para poder llegar a lugares, donde se puedan construir una vida fuera de las amenazas que afectan a las personas y sus bienes; llegando así a la pujante capital.

Esta lógica, como otras que no pueden ser invisibilizadas, han llevado a Bogotá a convertirse en una ciudad de constante crecimiento, de acuerdo con el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2023), en las proyecciones y retroproyecciones desagregadas de población Bogotá para el periodo 2018-2035 por localidades y UPZ 2018-2024 por UPZ, con base en el CNPV 2018, la ciudad ha pasado de tener siete millones trescientos mil personas en 2018 a siete millones novecientos mil personas en 2023 y con una proyección al 2028 de ocho millones trescientos mil personas.

La ciudad, como cualquier otra, busca satisfacer las necesidades de los pobladores que la habitan. En el caso de una ciudad con una población cada vez más creciente encuentra la necesidad de los ciudadanos de movilizarse de sus residencias a otros lugares de la manera más rápida, cómoda y barata posible. Por lo que, a través de la historia Bogotá ha impulsado la búsqueda de implementar un sistema de transporte masivo para poder generar este proceso de movilización. Aunque siempre se vio la necesidad de construir un metro, la ciudad a diferencia de otras grandes metrópolis mundiales y regionales, en la actualidad tenía como principal medio de transporte masivo al autobús de tránsito rápido (BRT), por sus siglas en inglés.

Lo anterior, debido a situaciones de costos al momento de decidir entre un BTR y un metro, a inicios del siglo XXI se implementó el sistema de Transmilenio en la ciudad, el cual, por su propia condición de ser un sistema, que se moviliza al mismo nivel del tráfico vehicular y por las circunstancias técnicas de los vehículos que lo componen, no cumplía de manera satisfactoria las necesidades de la ciudad. Además, se evidencian afectaciones en cuestión de capacidad operativa como muestran Castillo y Manjarrés “La flota de la ciudad de Bogotá se encuentra por debajo de las otras ciudades de estudio, lo cual es contradictorio teniendo en cuenta que es la ciudad con mayor población”.

Estos inconvenientes hicieron que siga existiendo la necesidad de construir un metro en Bogotá, para lograr satisfacer la necesidad ciudadana de movilizarse rápidamente. Por lo que, las siguientes alcaldías continuaron buscando desarrollarlo, a pesar de las diferencias de visión que enmarcan a esta mega obra. En la segunda alcaldía de Enrique Peñalosa en el 2016 junto al entonces presidente Juan Manuel Santos, se logra un consenso para comenzar con la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB), la cual con una extensión de 23,9 km será una de las primeras líneas más extensas del continente, por encima de Quito que tiene 22 km, Panamá con 21 km, Sao Paulo con 20,4 km, Santiago de Chile con 19,3 km, Ciudad de México con 18,8 km, Río de Janeiro con 16,0 km y Buenos Aires con 9,4 km. (Metro Bogotá, 2023).

La PLMB “inicia en uno de los sectores de mayor densidad poblacional, los cuales en general deben dirigirse hacia el centro y norte de la ciudad, ya sea por trabajo y/o estudio” (Rodríguez, 2020, p. 23). Lo que convierte a esta línea en un actor fundamental para complementar el sistema de transporte público de la ciudad permitiendo que “para el año 2030, 80% de los bogotanos tendrán una línea de transporte masivo, metro o troncales a menos de un kilómetro de distancia” (Metro Bogotá, 2023), para esto “en agosto de 2027, tendremos terminada la infraestructura y ubicado el equipo rodante. A partir de este momento, comenzará toda la fase de prueba de operación que durará 6 meses y en marzo de 2028 iniciará la operación comercial” Leónidas Narváez gerente de la Empresa Metro Bogotá citado por Laura Ramírez (2021), haciendo que el sur y el norte de la ciudad se logren conectar en 27 minutos, con una velocidad media de 43 km/h por tren. (Metro Bogotá, 2023).

Los inconvenientes alrededor de la PLMB han sido de diversas índoles, pasando por incumplimientos en el contrato por parte del consorcio chino (Noticias Caracol, 2023), discusiones sobre su diseño por parte del actual presidente Gustavo Petro y la saliente alcaldesa Claudia López (Arenales, 2023), y ya ha generado discusión entre el presidente y el entrante alcalde Carlos Fernando Galán (Portafolio, 2023), evidenciando comentarios desde el gobierno nacional de que si dado el caso la primera línea no se construye como desea presidencia se podría parar el financiamiento de otros proyectos de infraestructura como es la segunda línea del metro de Bogotá (Carolina Salazar, 2023).

Fuera de estos inconvenientes que pueden generar una afectación en la propia construcción de la PLMB, tanto en cuestión de plazos de entrega como en su estructuras, como está hoy planeado esta línea, ya conlleva consigo algunos problemas para la ciudad por su construcción de elevada, Rodríguez (2020), señala que son cuatro cuestiones que toca

tener en cuenta “zonas oscuras que presentan un problema de seguridad ciudadana; ocupación del espacio público por personas sin hogar, vehículos e invasión para usos comerciales y un fuerte impacto visual. Estos efectos se deben manejar a través de estrategias públicas.” (p. 53).

La primera cuestión señalada por Rodríguez genera afectación a uno de los temas de mayor importancia para la ciudadanía, la seguridad ciudadana y es que como se ha mirado con el sistema de transporte masivo Transmilenio, la inseguridad es un tema de gran importancia. Duarte y Guerra (2019), señalaban en las conclusiones de su investigación la necesidad de “invertir en la seguridad de las estaciones y de los buses” (p. 17), medidas respaldadas por la sensación de inseguridad en Transmilenio, la cual no se ha visto reducida en la Encuesta de Percepción y Victimización de Bogotá 2022, la Cámara de Comercio de Bogotá (2022), señala que el 68% de los usuarios se sienten inseguros, mientras la Personería de Bogotá (2023), dice que el 81,91% de los usuarios se han sentido inseguros.

Convirtiéndose aquí un tema de importancia el saber cómo se ha comportado y cómo se comportará la criminalidad alrededor de las estaciones de la primera línea del metro de Bogotá, para de este modo tanto el distrito como la empresa puedan tomar medidas y evitar llegar a que el nivel de sensación de inseguridad de los usuarios/ciudadanos sean tan alto como en Transmilenio, siendo la pregunta de investigación de este trabajo: ¿Cuál es el comportamiento histórico de los delitos de alto impacto de los últimos 4 años en las localidades donde van a encontrarse las estaciones de la Primera Línea del Metro de Bogotá?

1.1. SEGURIDAD CIUDADANA

El concepto de seguridad se ve modificado con los cambios en el sistema internacional, con el final de la segunda guerra mundial y el comienzo del conflicto entre Estados Unidos y la Unión Soviética, tomando el concepto de seguridad nacional una mayor importancia, este “militariza las relaciones internacionales y afectó a numerosos países del antiguo Tercer Mundo.” (Leal, 2002, p. 59), militarización que también se dio en las medidas internas nacionales, esto debido a que “se asentó en dos postulados básicos: la bipolaridad y la guerra generalizada. Tal bipolaridad se entendió como la división del mundo en dos grandes fuerzas opuestas: la del bien y la del mal” (Gallón, 1983, como se citó en Velázquez, 2002, p. 13), siendo la del bien el mundo occidental, capitalista, cristiano y la del mal el mundo oriental, comunista y ateo.

Mientras la guerra generalizada es una “total y global, indivisible y permanente, puesto que todo estaba implicado y la agresión podía venir tanto del interior como del exterior, el comunismo se filtraba por todas partes” (Bidegain citado en Velázquez, 2002, p. 14), por lo que las actividades colectivas o individuales eran acto en esta guerra, por lo que cualquier cuestión que lleve a una crítica del gobierno o Estado, era considerada como una acción que merecía ser contrarrestada con un carácter militar. Siendo el principal actor el Estado, donde “lo más importante para este consistía en defender su interés nacional, desglosable en los elementos del poder que configuran sus capacidades” (Jaramillo, 2015, p. 3).

El colapso de la Unión Soviética que da inicio al cambio del sistema internacional, y con esta la descentralización gubernamental fue el último golpe que tuvo el concepto de la seguridad nacional, para ser sustituida por la concepción de la seguridad a una humana como la de mayor interés para los países (Páez et al, 2019) y que “para la mayoría de las personas, el sentimiento de inseguridad se debe más a las preocupaciones acerca de la vida cotidiana que al temor de un cataclismo en el mundo” (PNUD, 1994, p. 3), convirtiéndose de esta manera en el actor principal para ser defendido el individuo como persona dejando de ser el Estado por lo que las amenazas se convierten en el hambre, la enfermedad, el delito y la represión (PNUD, 1994).

Surgiendo la seguridad ciudadana la cual se centra puntualmente en el delito, es que como dice el PNUD (2013) “ es la protección de ciertas opciones u oportunidades de todas las personas (su vida, su integridad, su patrimonio) contra un tipo específico de riesgo (el delito), que altera en forma “súbita y dolorosa” la vida cotidiana de las víctimas” (p. 31), y como remarca Sánchez et al (2018) “los tipos de delitos prioritarios que aborda la seguridad ciudadana son contra las personas (contra su vida y su integridad física) y contra el patrimonio (sus bienes)” (p. 21). Es necesario recalcar que para la misma PNUD (2013), la seguridad ciudadana está en la base de la seguridad humana y es que la delincuencia que alimenta a la inseguridad, es un fenómeno que se ha visto incrementado gracias a fronteras cada vez más porosas, como por la privatización de la violencia que llevan a desdibujar la violencia política y criminal. (Jaramillo, 2015).

Se requiere para que la seguridad ciudadana se desarrolle en las mejores condiciones tener una diferenciación entre las necesidades entre hombres y mujeres, reconociendo la existencia de las violencias de género (Sánchez et al, 2018), tener instituciones eficaces como consolidadas que incentiven la convivencia democrática para proteger los derechos humanos y físicos como materiales, por lo que es fundamental que esta seguridad no recaiga exclusivamente en la reducción de los índices de delitos y violencia, sino que tiene que estar guiada por una estrategia integral y a su vez multidimensional donde se tenga en cuenta el ciclo de vida, la acción comunitaria, justicia accesible como una educación que ayude a construir la cohesión social. (Ministerio de Seguridad Pública, 2018).

En la revisión realizada por Francisca Gonzales y Hipólito Barbarán (2021), observan que en el caso Latinoamericano se puede observar que existe problemáticas a la hora de plantear, diseñar, implementar las medidas de seguridad ciudadana, dadas por falta de interés de las diversas autoridades, como desconocimiento de los problemas sociales que los lleva a generar proyectos que no tienen una verdadera incidencia, sumado a que no se incentiva la participación de las poblaciones y a su vez la falta de confianza de estas con las autoridades por el incremento de los niveles de corrupción en las instituciones, conllevan a que no haya un trabajo conjunto entre estos dos estamentos, además la carencia de recursos presupuestales, lo que imposibilita la adquisición de recursos materiales y humanos necesarios para llevar a cabo las actividades de estos proyectos.

Mientras, Carlos Páez, Ignacio Peón y Yesid Ramírez (2018), señalan que en la región la mayoría de las experiencias no han contado con los mecanismos de evaluación de los modelos de seguridad ciudadana necesarios para poder determinar si tienen una incidencia real y positiva, debido a que por diversos factores determinados por cada contexto nacional como gubernamental son susceptibles de instrumentalización política, para sacarles algún tipo de rédito. Además, las reformas de seguridad ciudadana que se dan en América latina

y el caribe están incentivadas por las presiones de organismos internacionales y no por intereses de los dirigentes.

Un inciso es necesario, debido a que en el mundo la confianza interpersonal, de halla en proceso de disminución, dándose que a nivel mundial menos del 30% de las personas piensan que "se puede confiar en la mayoría de la gente", convirtiéndose así en el valor más bajo que se ha registrado, esto teniendo en cuenta que existe una estrecha relación entre la confianza interpersonal y la seguridad humana. No siendo lo único, porque las personas también están teniendo un mayor grado de sensación de inseguridad sobre su vida y el futuro, aunque la percepción sigue siendo mayor en los países de IDH bajo como medio, parte de los mayores incrementos se encuentran los que tienen mayor nivel. (PNUD, 2022).

Teniendo en cuenta que a nivel mundial existen niveles tan bajos de confianza entre las personas y las carencias de las instituciones, en Latinoamérica no es de extrañar que, en las diversas ciudades de la región, exista una sensación de inseguridad marcada como es el caso ya observado con Transmilenio en Bogotá. En los jóvenes de Cúcuta donde Audin Gamboa, Raúl Prada y William Avendaño (2021) concluyen que "el 46% de los jóvenes encuestados se siente atemorizado en un alto nivel en la ciudad que habita" (p. 12), en el caso de la urbanización de Valdiviezo de San Martín de Porres donde "los ciudadanos perciben como muy deficiente a la prevención de la violencia y el delito debido a que el 82.5% de los encuestados perciben que es muy deficiente" (Ramírez, 2017, p. 81) y donde el autor remarca la importancia de "reconocer a los vecinos como capaces de ser un actor de cambio y no simplemente como un receptor de todos los beneficios, bienes y servicios que pueda recibir gracias a su participación en determinadas actividades o programas" (Ramírez, 2017, p. 83).

El caso del estudio hecho en Arequipa por Julio Huamani, Merly Lazo y José Calizaya (2019), fuera de señalar que en el tema de los niveles de seguridad existe una "percepción negativa en los evaluados sobre la seguridad ciudadana, es decir que no tienen una buena percepción respecto al cumplimiento de las normas, así como la capacidad de respuesta por parte de la autoridad la perciben como no eficiente." (p. 103), remarcan que los encargados de brindar la seguridad tienen niveles bajos de empatía frente a los sucesos que le pasan a la ciudadanía, atravesado por los pocos recursos asignados a la seguridad ciudadana (Huamani et al, 2019), tema que en el modelo de protección colombiana tiene gran relevancia para el actuar de la policía como se observará más adelante. (1.2).

Pero es aquí, de importancia comprender siquiera por qué la seguridad ciudadana "es un factor prioritario de gran parte de los Estados" (Gonzales y Barbarán, 2021, p. 425) y por qué es considerado para los individuos como "un requisito indispensable para su desarrollo humano" (Ministerio de Seguridad Pública, 2018, p. 65) y es que "la inseguridad y las expresiones de violencias constituyen uno de los principales obstáculos para que el país pueda alcanzar un desarrollo pleno y sostenible" (Ministerio de Seguridad Pública, 2018, p. 64), como lo señala el PNUD (2013) "la inseguridad ciudadana es una negación flagrante del desarrollo humano. Pero además de este impacto inmediato, los delitos en cuestión afectan negativamente otras variables o procesos económicos, sociales y políticos que a su vez facilitan el desarrollo humano" (p. 35).

Afectaciones observables en investigaciones como la de Omar Garzón (2019), la cual da como resultados que el 64% de la población Bogotana cambia sus decisiones de consumo frente una noticia de inseguridad, esto debido a que "los consumidores anticipan la probabilidad de ser víctimas de un delito a la hora de consumir diferentes tipos de bienes y desvían sus recursos a otro tipo de actividades que implican menor riesgo." (Garzón, 2019, p. 28). A su vez también tiene la capacidad de afectar otras partes de la agencia humana reduciendo "la capacidad de las personas para tomar decisiones autónomas por falta de recursos, por miedo o por discriminación social. Estos efectos suelen extenderse a la percepción general de la capacidad de decidir sobre su propia vida. [traducción propia] (PNUD, 2022, p. 140).

Por lo que las personas con mayor grado de inseguridad, perciben una menor capacidad de decisión, siendo la población del sexo femenino la que más lo percibe, mientras que por condiciones de recursos la población con escases de estos es la que se encuentra en esta posición, convirtiéndose de este modo en los que se deberían de enfocar las medidas (Gélvez, 2018). Viendo esto no es de extrañar que "la percepción de los Bogotanos respecto a la seguridad de su medio de transporte es la más baja en el estudio, la cual se ve reflejado en la cantidad de personas que utilizan el transporte público en la ciudad" (Castillo y Manjarrés, 2021, p. 21), cuestión que puede llegar afectar a la PLMB y su rentabilidad a largo plazo.

El delito de alto impacto que más genera la sensación de inseguridad es el hurto a personas, mientras las lesiones personales y el homicidio no tienen efectos significativos estadísticamente (Anzola, 2019), esto debido a que el hurto a personas está en la cotidianidad de la ciudad (Gálvez, 2018), por lo que no es de extrañar que en los problemas de seguridad que perciben los bogotanos, como el atraco callejero en los barrios se incrementa en un 5% respecto al 2019, quedando en el 65% para el 2022 (Bogotá cómo vamos, 2023).

El comportamiento de estos delitos en Bogotá se vieron afectados en el 2020, donde la ciudad estuvo bajo aislamientos declarados tanto por gobierno nacional como distrital debido a la urgencia mundial del Covid-19, dándose una reducción en los delitos de lesiones personales y contra el patrimonio, mientras el homicidio no sufrió de afectaciones, observándose resultados similares a lo que se presentan en la literatura, donde el aislamiento redujo los delitos contra el patrimonio, pero cuando hubo levantamiento de las medidas se llegaron a niveles históricos. (Oficina de Análisis de Información y Estudios Estratégicos Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, 2021).

1.2. PLAN NACIONAL DE VIGILANCIA COMUNITARIA POR CUADRANTES (PNVCC)

El caso de Colombia respecto a su historia con el concepto de la seguridad, se desarrolla con la policía, que es la máxima entidad encargada a nivel mundial de la seguridad ciudadana. Y es que con la llegada del Teniente General Rojas Pinilla en el año de 1953 al poder, dará ingreso a la policía como miembro de la Fuerzas Armadas, adquiriendo gracias a las lógicas del conflicto interno colombiano, como a la doctrina de la seguridad nacional reinante en su momento, unas capacidades anormales en comparación con sus pares internacionales (Cantillo, 2013), ya que sufría de una militarización contando con un "poderoso material de guerra que envidiaría cualquier ejército de la región, dentro de los cuales se contaba con helicópteros artillados como los Black Hawk, de los cuales carecen muchos ejércitos del aire en el mundo, además de

contar con grupos especiales de combate con corte netamente militar." (Cantillo, 2013, p.6).

En febrero del 2010 casi veinte años después del informe de la PNUD de 1994, y cuando el contexto nacional afectado por el conflicto interno y el narcotráfico había logrado modificarse lo necesario para que la política de seguridad nacional cambiará, llego el plan "Seguridad Ciudadana: una política nacional para la prosperidad democrática" donde la policía buscará desarrollar modificaciones en el modelo de vigilancia, que se acomodan al cambio de lógica sobre la seguridad que experimentaba el mundo, llegando así el Plan Nacional de Vigilancia Comunitaria por Cuadrantes (PNVCC), el cual se basa en que las funciones primordiales de cualquier policía son "las de prevenir la comisión de delitos, contravenciones y faltas; garantizar un clima de seguridad y tranquilidad aceptables y propender por la vigencia de las normas, el disfrute de los derechos y el cumplimiento de los deberes." (Policía Nacional, 2010, p.9).

Siendo fundamental la existencia de una estrecha vinculación con las comunidades, por lo que la Policía termina buscando "la prestación de un servicio que haga énfasis en lo preventivo, para satisfacer las demandas de seguridad pública y el mejoramiento permanente de los resultados asociados a la reducción del delito y aumento de la percepción y sensación de seguridad" (Policía Nacional de Colombia, 2010, p. 40), para cumplir estos objetivos tiene que dar "fortalecimiento del talento humano, la delimitación territorial, la asignación de responsabilidades y la distribución eficiente de los recursos, con el fin de contrarrestar causas y factores generadores de delitos y contravenciones, contribuyendo al mantenimiento de la seguridad y convivencia ciudadana" (Policía Nacional de Colombia, 2010, p. 14). Para la delimitación territorial que se menciona, toman la decisión de dividir las ciudades en pequeñas unidades geográficas, los cuadrantes, compuestos por oficiales y suboficiales designados, es decir con presencia permanente, dividiendo su servicio a través de turnos con el objetivo de que las localidades tenga seguridad constante, además identificando los delitos más representativos para cumplir con parte su carácter preventivo y así poder elaborar estrategias como intervenciones en puntos críticos o puntos calientes (Sandoval y Marín, 2017).

El PNVCC para la reducción de los homicidios en Bogotá, ha sido eficaz según las estadísticas y los estudios relacionados como lo muestra los resultados del trabajo de Leonardo Ramírez (2015), también los efectivos que se encuentran dispuestos en los Comandos de Atención Inmediata (CAI) "como operadores primarios, encuentran funcional el modelo, debido al establecimiento de un esquema de comunicaciones que permite responder en tiempo real a necesidades y generar un entorno participativo." (Páez et al, 2020, p. 327), siendo esta cuestión de la comunicación algo fundamental como se observa en el trabajo de Luis Sandoval y Margarita Marín (2017) "existe una relación beneficiosa entre un mayor nivel de intermediación entre los CAI, que repercute en una menor tasa de hurtos, pero cuando existe un nivel de comunicación demasiado alto se satura el sistema de información" (p. 13), lo que se traduce en una afectación para las metas de reducción del delito con las que son medidos los policías, además "tan solo el 14% de las personas considera que la policía no realiza bien su trabajo" (Bogotá cómo vamos, 2023, p. 33).

Leonardo Ramírez señala entre sus recomendaciones que "para lograr que el PVNCC adoptado en la ciudad de Bogotá, se vuelva más reactivo y logre una mayor eficiencia y eficacia, habría que incrementar la capacidad de reacción de las patrullas policiales ubicadas en cada cuadrante." (p.43) pero hay inconvenientes que imposibilitan esto, como observó Miguel Moreno (2021) en el caso de Barrios Unidos y es que a pesar de que la doctrina del PVNCC esté clara y bien estructurada, la realidad en el campo no permite que se desarrolle de la manera óptima, esto debido a que la relación entre las autoridades tanto de la policía como gubernamentales sean deteriorado con la comunidad, en el caso de los primeros debido a falta de reuniones periódicas, la escasez de personal como los constantes traslados que se dan en los diferentes mandos, afectando la continuidad de los procesos y estrategias a desarrollarse para mejorar la seguridad ciudadana, mientras que en el caso de los segundos se da debido a que no existe un apoyo contundente por parte de las autoridades como tampoco incentivos para la comunidad.

Pero el caso señalado por Moreno no es el único, Diana Socha (2013) ya había mostrado en su trabajo de grado de la maestría en estudios políticos que "al tener que desarrollar al mismo tiempo labores disuasivas, preventivas y reactivas, las patrullas no alcanzan a prestar su servicio de la forma esperada." (p. 100), fuera de estas tres macro actividades los policías de cada CAI tienen que desarrollar actividades administrativas, como es llenar la Tabla de Acciones Mínimas Requeridas (TAMIR), que tiene que entregarse a las Estaciones después de finalizado cada turno, por lo que no es de extrañar que "los uniformados sostienen que tampoco les queda tiempo para realizar tareas administrativas" (p. 102), además los policías tienen que cumplir obligatoriamente actividades reactivas u operativas si no son trasladados, haciendo aún más improbable lo que ellos mismos señalaron y es que "para poder cumplir con lo exigido, debería existir por lo menos una patrulla preventiva y una operativa por cada cuadrante. Esto garantiza una mejor prestación del servicio." (p. 100), por lo que el sistema de control y monitoreo de la Policía Nacional no son los correctos mientras que las estadísticas de operatividad pueden que no cumplan con la realidad. En la actualidad la Policía Nacional, debido al contexto nacional que tiene, las exigencias sociales como por las carencias ya remarcadas, se encuentra en un proceso de cambio en la estrategia de seguridad ciudadana, llamado "Modelo del Servicio de Policía Orientado a las Personas", el cual mantiene a los CAI como núcleo pero centrándose en las medidas preventivas antes que las radiactivas, siendo las líneas estratégicas las de "mejorar el comportamiento inadecuado de las personas mediante la promoción de valores cívicos y cultura ciudadana; intervenir las causas generadoras de violencias, delitos y comportamientos contrarios a la convivencia y la tercera, contribuir en la construcción del tejido social" (Policía Nacional de Colombia, 2022).

2. MÉTODO

El presente estudio se desarrolla de una manera cuantitativa descriptiva, como señala Héctor Galindo (2020) "Son aquellos estudios que tratan de conocer las características de una población determinada. Este tipo de diseño se centra en conocer qué es lo que pasa, pero sin llegar a profundizar en el por qué ocurre eso." (p.22), siendo en la población trabajadora, donde se presenta los delitos por cada cien mil habitantes, dentro de los cuales están: el homicidio, las lesiones personales, el hurto a personas como del hurto a comercio, que se dan en cada una de las localidades, donde se van a encontrar las estaciones de la primera línea PLMB durante el 2018 al 2022, los datos de los crímenes que se van a analizar fueron tomados de la secretaría de Seguridad, Convivencia y Justicia del distrito de Bogotá de manera mensualizada por lo

que la investigación se desarrolla con un número de sesenta periodos, estos datos se reciben de la secretaría de Sistema de Información Estadístico, Delincuencial, Contravencional y Operativo de la Policía Nacional (SIEDCO), que son recogidos de los reporte de las TAMIR que da cada CAI, estos datos son tomados por localidad, debido a que es la medida de referencia más pequeña que tiene la secretaría distrital como datos públicos.

Para la recolección, agrupación, limpieza y análisis de los datos se dio uso de las herramientas de Excel y R, utilizando la primera para unificar los datos, teniendo en cuenta la ubicación geográfica que se observa en la tabla.1, este proceso se hizo de manera mensualizada para cada tipo de delito en todas las localidades, lo siguiente que se realizó fue la conversión de los números totales en sus respectivas tasas por 100,000 habitantes, para poderla tener como medida de análisis de los resultados, el dato de la población se saca de la secretaría distrital de planeación, que muestra el comportamiento poblacional según el censo nacional de población y vivienda del 2018, realizado por el DANE (2023).

También se utilizó la prueba de Kolmogórov-Smirnov, para observar si los datos recolectados y convertidos en tasas cumplen con la normalidad, utilizando esta prueba debido a que "es una prueba de significación estadística para verificar si los datos de la muestra proceden de una distribución normal. Se emplea para variables cuantitativas continuas y cuando el tamaño muestral es mayor de 50" (Romero, 2016, p.36), esto debido a que los tamaños de las muestras al ser mensualizados eran de sesenta periodos. Se hacen los intervalos de confianza de la tasa de los delitos con la mediana con un 95% de confianza, utilizándose Excel, siendo su fórmula:

X(d)<mediana<X(n-d+1)

Utilizándose:

d=INV.BINOM(n;0,5;/2)
X(d)= PERCENTIL.INC (datos; d/n)
X(n-d+1) =PERCENTIL.INC (datos;(n-d+1) /n)

Se realiza observaciones de la distribución y la dispersión de los datos, detallando el comportamiento prepandemia en los siete meses de medidas tomadas por los gobiernos nacional y distrital y después de estas medidas, quedando compuesto los tres grupos por 26 periodos. El segundo de 7 y el ultimo de 27, sacando sus respectivos promedios para poder determinar patrones, además se señaló donde se encontraban los máximos y los mínimos que alcanzaron cada delito en los espacios a analizar, después midiendo cada uno de los datos para saber si se encuentran en estacionalidad utilizándose la prueba de Dicky-Fuller, arrojando los resultados de la tabla 44, con los que dieron la hipótesis de estacionalidad, se desarrolló un índice de los datos por los cinco años, para ver en qué meses del año se concentran principalmente las tasas de los delitos a estudiar.

Posteriormente, se utilizó una correlación de Spearman (tabla 47), la cual evalúa la fuerza y la dirección de dos grupos, para hacer una correlación entre los delitos de alto impacto en cada localidad, realizándose este como la anterior prueba en la herramienta R, para concluir con el análisis se revisaron los datos totales de la tasa de los delitos por 100.000 habitantes de cada espacio de medición durante los 5 años, para observar cómo se ha comportado la concentración de estos.

3. RESULTADOS

La distribución geográfica que tienen las estaciones de la primera línea del metro de Bogotá (tabla 41), señalan que hay seis en la localidad de Kennedy, que es una de las localidades con mayor densidad poblacional de donde van a pasar las estaciones, las siguientes tres estaciones se encuentran en Puente Aranda, Antonio Nariño con Mártires comparten la estación 10, mientras que esta última localidad con Santa Fe comparten las estaciones 11, 12 y 13, estando en Teusaquillo y Chapinero las estaciones 14 y 15, encontrándose la estación 16 en esta última localidad y barrios unidos, estando las estaciones que comparten localidad en el límite de estas.

Tabla 41. Ubicación de las estaciones de la PLMB en las localidades de la ciudad

LOCALIDADES/ ESTACIONES	KENNEDY	PUENTE ARANDA	ANTONIO NARIÑO	MÁRTIRES	SANTA FE	TEUSAQUILLO	CHAPINERO	BARRIOS UNIDOS
1	X							
2	X							
3	X							
4	X							
5	X							
6	X							
7		X						

8		X						
9		X						
10			X	X				
11				X	X			
12				X	X			
13				X	X			
14						X	X	
15						X	X	
16							X	X

Nota. Elaboración propia por parte de los autores basada en mapas de Bogotá.

El comportamiento de los datos recogidos y clasificados según la prueba de normalidad Kolmogórov-Smirnov, de la cual el P-valor tiene que ser menor igual a 0,114075208, en ninguno de los espacios estudiados los delitos cumplieron con la normalidad, tabla 2, por lo cual se utiliza estadística no paramétrica para análisis de datos no normales.

Tabla 42. P-Valor Prueba de kolmogórov-smirnov de la tasa de los delitos de alto impacto por cien mil habitantes del 2018 a 2022 en las localidades de las estaciones de la PLMB

CRÍMENES / ESTACIONES	HOMICIDIOS	LESIONES PERSONALES	HURTO A PERSONAS	HURTO COMERCIO
1 a 6	0,556415505	0,999925121	0,999995394	0,996823849
7 a 9	0,411865767	0,998871123	0,999986617	0,993641386
10	0,914178137	0,998115206	0,999940306	0,999605716
11 a 13	0,974079538	0,9987701	0,999405878	0,998718499
14 y 15	0,657183937	0,99508889	0,997212118	0,995329113
16	0,621855233	0,999666944	0,998556371	0,998161628

Nota. Elaboración propia por parte de los autores basada en mapas de Bogotá.

El comportamiento de los datos recogidos y clasificados según la prueba de normalidad Kolmogórov-Smirnov, de la cual el P-valor tiene que ser menor igual a 0,114075208, en ninguno de los espacios estudiados los delitos cumplieron con la normalidad, tabla 2, por lo cual se utiliza estadística no paramétrica para análisis de datos no normales.

Tabla 42. P-Valor Prueba de kolmogórov-smirnov de la tasa de los delitos de alto impacto por cien mil habitantes del 2018 a 2022 en las localidades de las estaciones de la PLMB

CRÍMENES / ESTACIONES	HOMICIDIOS	LESIONES PERSONALES	HURTO A PERSONAS	HURTO COMERCIO
1 a 6	0,556415505	0,999925121	0,999995394	0,996823849
7 a 9	0,411865767	0,998871123	0,999986617	0,993641386
10	0,914178137	0,998115206	0,999940306	0,999605716
11 a 13	0,974079538	0,9987701	0,999405878	0,998718499
14 y 15	0,657183937	0,99508889	0,997212118	0,995329113
16	0,621855233	0,999666944	0,998556371	0,998161628

Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

Los intervalos de las tasas con un nivel del 95% de confianza, se encuentran en la tabla 3, resaltando que en el homicidio el límite superior más alto se encuentra en las estaciones 11 a 13, superando por muy poco el de la estación 10 estando ambos alrededor de los cinco homicidios por cada 100.000 habitantes, encontrándose el límite superior más bajo en las estaciones 14 y 15 que tienen un comportamiento similar al de las 7 y 9 donde la tasa no llega a (1/100.000 hab.). En las lesiones personales vuelve a ser el límite superior más alto el de las estaciones 11 a la 13 (73,23/100.000 hab.), seguido por la estación número 10 (63,21/100.000 hab.), siendo el mínimo las estaciones 1 a 6 (24,75/100.000 hab.).

En el hurto a personas las estaciones 11 a 13 son el límite superior más alto (577,76/100.000 hab.), seguido por las estaciones 14 y 15 (521,73/100.000 hab.), estando las 1 a 6 el menor (102,04/100.000 hab.), mientras en el comercial el límite superior más grande se encuentra en las 14-15 (69,88/100.00 hab.) siendo el mínimo las primeras estaciones (12,56/100.000 hab.).

Tabla 43. Intervalo de confianza por mediana de la tasa de los delitos de alto impacto por cien mil habitantes del 2018 a 2022 en las localidades de las estaciones de la PLMB

ESTACIONES	LÍMITE	HOMICIDIOS	LESIONES PERSONALES	HURTO A PERSONAS	HURTO COMERCIO
1 a 6	Superior	1,2564	24,7573	102,0445	12,5692
	Inferior	0,9668	21,8321	90,8689	8,6304
7 a 9	Superior	0,8089	35,5216	189,3498	31,7616
	Inferior	0,7839	27,6279	165,3199	24,4087
10	Superior	4,8212	63,2157	383,9823	65,2667
	Inferior	3,4899	52,2767	333,7603	48,4848
11 a 13	Superior	5,2299	73,2397	577,7651	58,7212
	Inferior	3,9490	62,7732	449,6566	45,1162
14 y 15	Superior	0,6644	31,2287	521,7355	69,8826
	Inferior	0,3322	26,0018	423,3042	41,5275
16	Superior	1,0359	36,3771	477,3571	64,2254
	Inferior	0,3453	30,6049	389,7953	40,6185

Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

3.1. TENDENCIAS POR DELITOS

En la dispersión de los homicidios por cada 100,000 habitantes figura 19, se observa que en la localidad de Kennedy donde se encuentran las primeras seis estaciones de la PLMB, los datos se condensan hacia un homicidio mensual por cada 100,000 habitantes durante los 60 meses que se estudian, teniendo como el mínimo de esos resultados enero y julio del 2019 (0,38/100.00 hab.), el comportamiento en el aislamiento obligatorio es decir desde marzo a septiembre del 2020 (promedio1,02/100.000 hab.) decreció respecto a pre medidas (promedio 1,12/100.000 hab.), como a los meses después de estas (promedio 1,249/100.000 hab.), que superan levemente a los datos más antiguos pero sin tener una variación significativa, mientras que alcanza su máximo en agosto del 2021(2,60/100.000 hab.).

Las estaciones de la 7 a 9 marca una amplitud relativamente similar a Kennedy, aunque estas tienden más hacia cero homicidios mensuales por cada 100,000 habitantes, teniendo una dispersión de los datos mayor, su máximo logra pasar a la mediana de las estaciones 10 y estaciones 11 a 13 en marzo del 2020 (10/100.000 hab.), teniendo a enero, febrero, marzo, octubre y noviembre del 2018, julio del 2020, noviembre y diciembre del 2021 y mayo del 2022 como los meses en donde su tasa es menor (0/100.000 hab.), su tendencia se reduce del 2018 hasta marzo del 2020 (promedio 0,95/100.000 hab.) creciendo en pandemia, gracias al dato atípico que es marzo (promedio 1,02/100.000 hab.), sin este los meses en los que duraron las medidas se comportarían con una menor tasa (promedio 0,66/100.000 hab.) y después del COVID no alcanza tener el mismo promedio de pre medidas. (promedio 0,68/100.000 hab.).

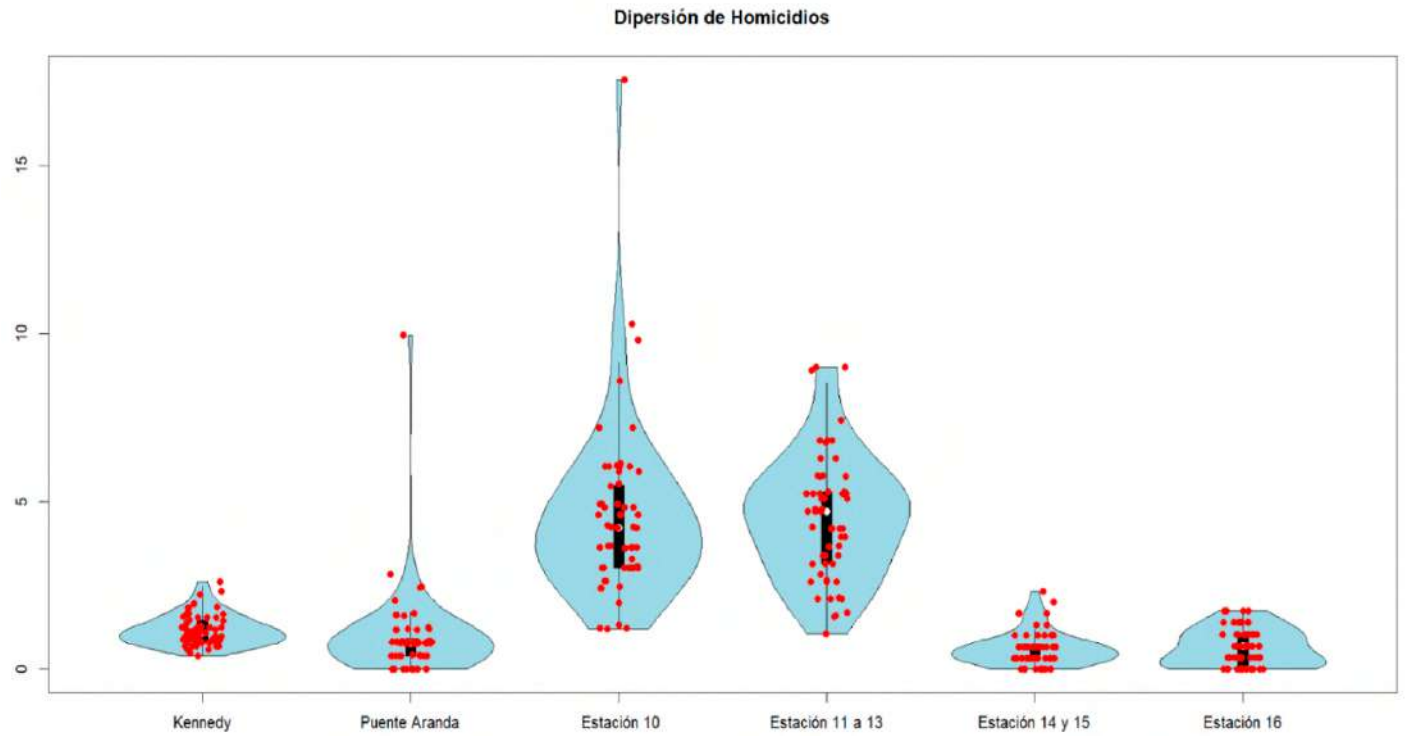
Las estaciones del norte de la ciudad tienen una dispersión de los datos similares a las del sur principalmente a la de Puente Aranda exceptuando por el mes que ya se mencionó, las estaciones 14 y 15 teniendo en su periodo pre covid-19 el promedio de (0,48/100.000 hab.) mientras las medidas este fue de (0,38/100.000 hab.) pero a diferencia de Puente Aranda este sube a posterior de estas (0.78/100.000 hab.), siendo su máximo junio del 2021 (2,32/100.000 hab.) y sus mínimos abril del 2018, febrero y abril del 2021 y diciembre del 2022 (0/100.000 hab.).
La estación 16 tuvo en pre-medidas (promedio 0,58/100.000 hab.), mientras estas se aplicaban (promedio 0,44/100.000 hab.) y también tuvo un crecimiento después de estas (promedio 0,75/100.000 hab.), estando las tasas máximas en agosto y septiembre del 2022 (1,72 /100.000 hab.), mientras su mínimo pasó de repetirse 8 meses antes de las medidas a 3 durante las medidas y a 6 después de estas (0/100.000 hab.).

La dispersión de las estaciones del centro es mayor que las del resto, encontrando su límite inferior un poco encima de donde estas últimas tienen concentración de los datos es decir que en estas localidades en todos los meses sucede este delito, y la densidad de estas estaciones se encuentra en los alrededores de 5 homicidios por cada 100.000 hab., estando la estaciones 11 a la 13 más cerca que la estación 10 a este número, esta última tuvo tres meses que se han sobrepasado los máximos de la otras estaciones del centro, siendo estos los de diciembre del 2019, febrero y marzo del 2020, este último mes compartido el crecimiento con

Puente Aranda y a su vez también es el mes con mayor número de homicidios alcanzados en estas localidades que comprenden la estación (18/100.00 hab.), mientras los otros dos picos máximos mencionados alcanzaron los mismos números que Puente Aranda, coexistiendo sus mínimos en abril y junio 2020 (1,24/100.000 hab.), datos que no se habían repetido desde octubre del 2018 y que no se volvería a presentar hasta septiembre del 2022, el resto de los meses de aislamiento el comportamiento fue con relativa normalidad teniendo estos un promedio (4,58/100.000 hab.) que se encontraba antes en (4,88/100.000 hab.) y que después bajó a (4,09 /100.000 hab.).

En el caso de la estación 11 a la 13, se observa que noviembre y diciembre del 2019 como febrero del 2020 son sus máximo (9/100.000 hab.), mientras que en cuarentena obtuvo un comportamiento en la tasa de homicidios menor que en otras épocas exceptuando por el mes de mayo y septiembre que se comportaron cercanos a la mediana teniendo un promedio de (3,21/100.000 hab.), siendo este con anterioridad (4,52/100.000 hab.) y después de las medidas (4,82), y estando su mínimo en julio del 2020 (1,05/100.000 hab.).

Figura 19. Dispersión de la tasa de homicidios por cien mil habitantes del 2018 a 2022 en las localidades de las estaciones de la PLMB



Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

En el caso de las lesiones personales figura 20, sucede un comportamiento similar al de los homicidios es decir se observa que las estaciones de la 1 a 6, se encuentra con menor grado de dispersión de los datos qué resto de las estaciones, encontrándose la densidad de estas sobre las 20 lesiones personales por cada 100,000 habitantes, pero este teniendo la diferencia de los homicidios en que sus datos forman un champiñón, es decir que los datos se encuentran principalmente en la mediana pero tienden a ser superiores, el comportamiento de la tasa tuvo una reducción no lineal desde enero del 2018 hasta marzo del 2020 (promedio de 26/100.000 hab.), dónde comienza las medidas tomadas por el distrito y se da una fuerte reducción llegando al mes de abril del 2022 (7/100,000 hab.), siendo el mínimo y volviendo a subir desde este punto hasta que se finaliza cuarentena (promedio 14/100.000 hab.), de octubre del 2020 hasta abril del 2022 el comportamiento de los delitos fue similar pero menor al presidido por el covid-19 (promedio 22/100.000 hab.), siendo su máximo marzo del 2019 (35/100,000 hab.).

Las estaciones de la 7 a la 9, la 14 y 15 como en la estación 16, tienen una distribución similar de los datos concentrados en sus medianas pero con un mayor grado de dispersión que las estaciones de la 1 a la 6, se puede observar que en el caso las primeras como de las segundas existen varios meses que salen fuertemente de su intervalo de confianza mientras que esto sucede solo con un mes en la última, esto en términos de superar al intervalo de confianza superior mientras que en el inferior se observa que en las estaciones de la 7 a la 9 uno lo sobrepaso.

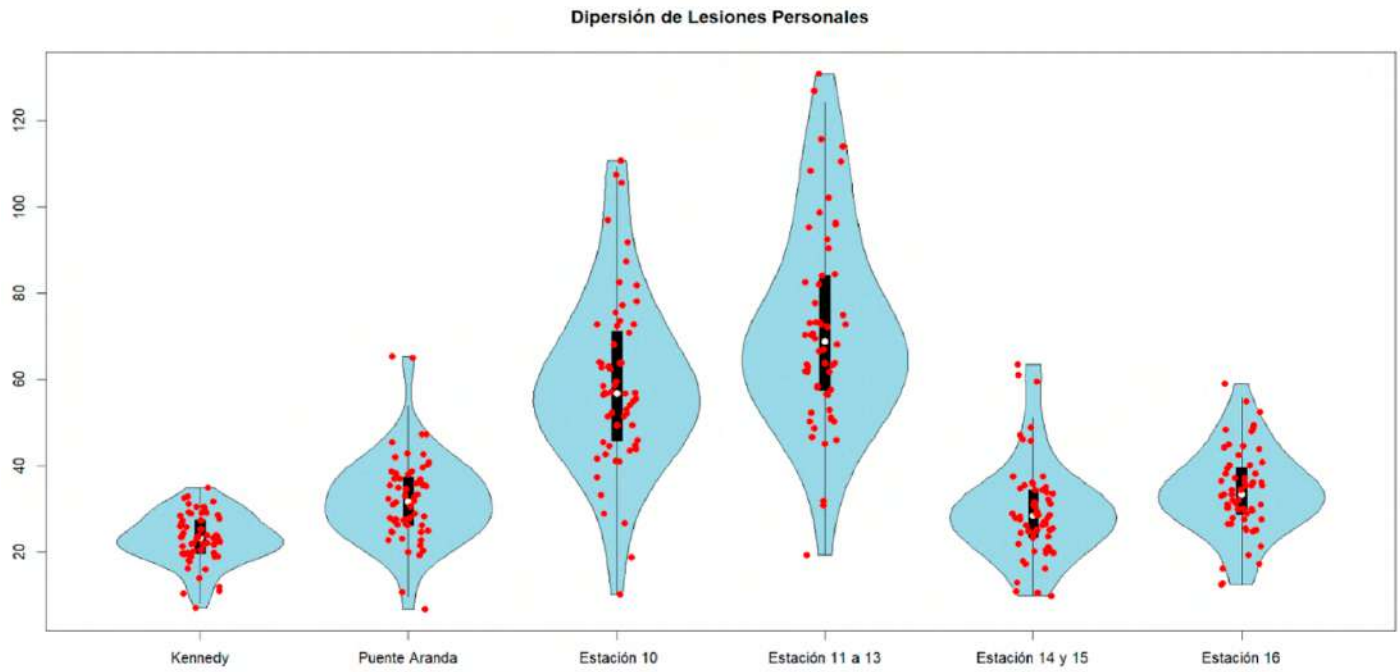
El comportamiento de los delitos en la estación de Puente Aranda, tuvo el máximo en el mes de febrero y marzo del 2018 (65/100.000 hab.), habiendo desde enero de 2018 hasta el comienzo de las medidas un mayor grado de delitos al mes (promedio 37/100.000 hab.), abril del 2020 (7/100.000 hab.) siendo su pico más bajo, dándose un comportamiento promedio en las medidas de (20/100.000 hab.), después los datos volvieron a crecer pero sin alcanzar los de pre medidas (promedio 31/100.000 hab.), resaltando que desde noviembre del 2021 hasta abril del 2022, ningún mes tuvo una tasa inferior a (36/100.000 hab.), teniendo

un promedio de (39/100.000 hab.), mientras que desde junio hasta diciembre ningún mes superó la tasa de (30/100.000 hab.) y un promedio de (25/100.000 hab.).

Las estaciones 14 y 15 como la 16, encontraron sus máximos en febrero del 2018 (63/100.000 hab.) (59/100.000 hab.) y sus mínimos en abril del 2020 (10/100.000 hab.) (12/100.000 hab.), cayendo los datos de antes (promedio 35/100.000 hab.), (promedio 39/100.000 hab.) de confinamiento con la llegada de esta (promedio 15/100.000 hab.) (promedio 19/100.000 hab.), subiendo después pero sin alcanzar los niveles antes del Covid-19 (promedio 28/100.000 hab.) (promedio 33/100.000 hab.), en estas el comportamiento entre 2021 y 2022 tuvo una tendencia a reducirse, en el caso de las primeras desde julio del 2021 hasta junio del 2022, tuvo un promedio de tasa de (35/100.000 hab.), mientras de julio a diciembre fue de (25/100.000 hab.), mientras en el caso de la última estación de la PLMB desde agosto del 2021 hasta abril del 2022 tuvo un promedio de (41/100.000 hab.) y desde junio hasta diciembre de este último año tuvo una un promedio de (30/100.000 por habitantes.).

En la estación 10 como en las estaciones 11 a la 13, se da un mayor grado de dispersión entre los datos encontrándose datos menores de las medianas de las otras estaciones y a su vez sobrepasando la tasa de 100 lesiones personales por cada 100,000 habitantes por mes, sucediendo tres veces en el caso de la primera, en esta su máximo fue en junio del 2018 (111/100.000 hab.), aunque los meses de febrero (108/100.000 hab.) y marzo (106/100.000 hab.) de este año no están lejos, mientras que en el caso de las segundas lo sobrepasan ocho veces, comenzando en febrero del 2018 con su máximo (131/100.000 hab.) y finalizando el mes de agosto del mismo año (promedio 117/100.000 hab.), dándose el otro caso en febrero del 2022 (102/100.000 hab.), en el caso de la estación 10 como de la 11 a 13, las tendencia de los datos tiene el comportamiento generalizado de un mayor promedio de la tasa antes del COVID (promedio 68/100.000 hab.) (promedio 85/100.000 hab.), una reducción en las medidas (promedio 34/100.000 hab.) (promedio 43/100.000 hab.), encontrando sus mínimos en abril de este año (10/100.000 hab.) (19/100.000 hab.) y una subida en la tasa posterior de su finalización, que no alcanza a los niveles anteriores de su implementación (promedio 57/100.000 hab.) (promedio 67/100.000 hab.).

Figura 20. Dispersión de la tasa de lesiones personales por cien mil habitantes del 2018 a 2022 en las localidades de las estaciones de la PLMB



Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

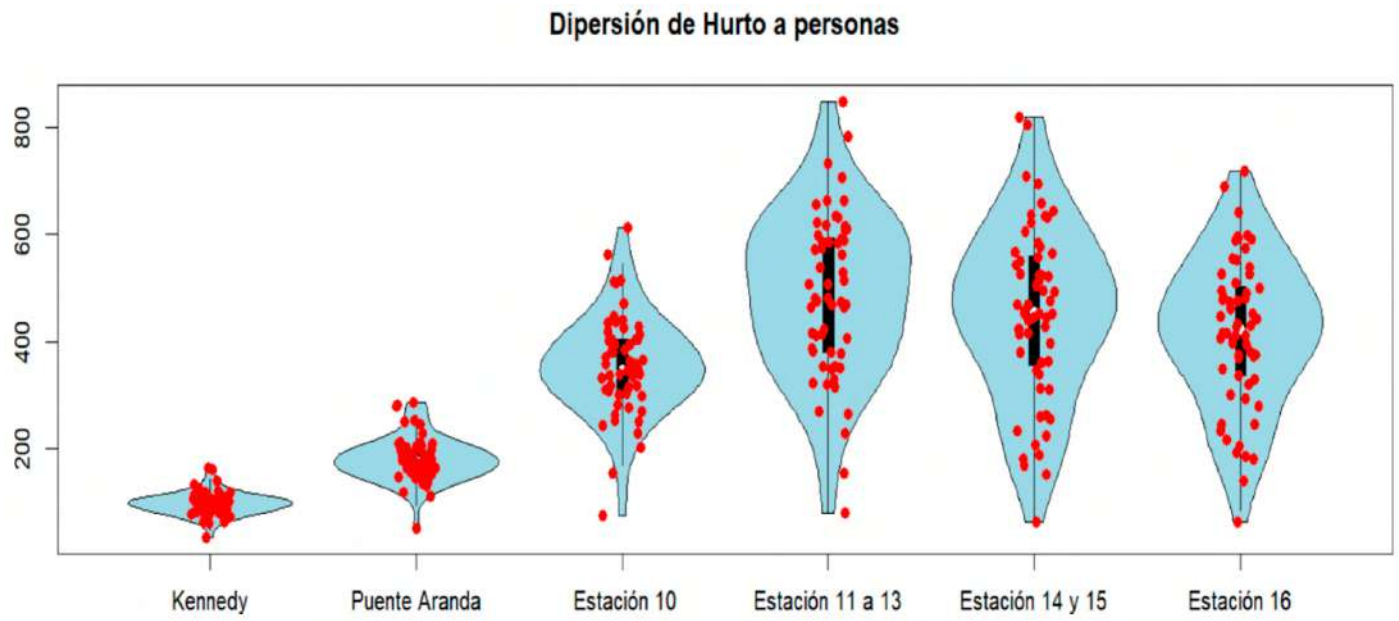
La tasa de hurto de personas por 100,000 habitantes figura 20, que es el tema que genera mayor percepción de inseguridad en las personas de Bogotá, se encuentra, en la zona de mayor densidad poblacional de la PLMB, como en el resto de los crímenes que se han observado con una baja dispersión, estando los datos concentrados cerca a la mediana, comportamiento similar al que tienen las estaciones de las 7 a 9, donde se destaca que el mes con mejor tasa de crimen se encuentra por debajo de la media de las primeras estaciones, el comportamiento que ha tenido en promedio este tipo de delito en esta primeras estaciones es diferente al presentado por los otros delitos, debido que antes del covid-19 estaba teniendo un crecimiento (promedio 99/100.000 hab.), que se mira pausado por las medidas tomadas por el gobierno (promedio 64/100.000 hab.) encontrándose en el mes de abril la mínima de las tasas (35/100.000 hab.) y después de finalizar estas tiene un crecimiento haciendo que tenga un promedio superior a pre COVID (105/100.000 hab.), siendo el mes con mayor tasa de delitos octubre del 2022 (163/100.000 hab.), en este último año también se da el comportamiento de crecimiento debido a que de los primeros meses del año (promedio 100/100.000 hab.) se encuentran por debajo de los últimos (promedio 135/100.000 hab.).

El caso de Puente Aranda presenta el mismo comportamiento que las vecinas estaciones, dándose un crecimiento desde el 2018 (promedio 180/100.000 hab.), que se interrumpe por el COVID-19 donde se mira una reducción (promedio 124/100.000 hab.) y se encuentra en el mes de abril su valor mínimo (50/100.000 hab.), después de este vuelve el crecimiento (promedio 194/100.000 hab.), en el 2022 también sufre un crecimiento del segundo semestre (promedio 253/100.000 hab.) respecto al primero (promedio 184/100.000 hab.), teniendo así el segundo semestre los meses con la mayor tasa de los últimos cinco años, viendo estos comportamientos se puede inferir el porqué de los resultado que obtuvo Bogotá cómo vamos respecto al incremento de sensación de inseguridad por hurtos en los barrios del año pasado al 2019.

El comportamiento también es compartido por la estación 10, siendo sus datos desde el 2018 hasta marzo del 2020 (promedio 374/100.000 hab.), mientras que en la cuarentena fueron de (promedio 205/100.000 hab.), alcanzado su mínimo en el mes de abril de este año (76/100.000 hab.), teniendo un crecimiento post medidas (promedio 378/100.000 hab.) y el año 2022 compartiendo las características del resto de las estaciones, comenzando con un promedio (362/100.000 hab.) y llegando a segundo semestre a uno de (501/100.000 hab.) teniendo el máximo en octubre (613/100.000 hab.).

Mientras que las estaciones 11-13, 14-15 y la 16, comparten un comportamiento similar a los otros delitos en términos de tendencia de promedios, donde desde el 2018 hasta marzo del 2020 sus datos son (promedio 570/100.000 hab.), (promedio 535/100.000 hab.), (promedio 484/100.000 hab.), aunque siendo el año con más tasa de delitos el 2019 y no el 2018, en la cuarentena sus tasas se redujeron (promedio 234/100.000 hab.), (promedio 182/100.000 hab.), (promedio 181/100.000 hab.), alcanzado su mínimo en el mes de abril de este año (81/100.000 hab.), (64/100.000 hab.), (62/100.000 hab.), pero dándose una caída respecto a pre medidas en el periodo de octubre del 2020 a diciembre del 2022 (promedio 478/100.000 hab.), (promedio 445/100.000 hab.), (promedio 414/100.000 hab.), pero el comportamiento del año 2022 repite el de las otras estaciones, comenzando el año con tasas menores (promedio 486/100.000 hab.), (promedio 449/100.000 hab.), (promedio 417 /100.000 hab.) y finalizando con un alto promedio (681/100.000 hab.), (656/100.000 hab.), (585/100.000 hab.) y alcanzando en el mes de octubre sus máximos (848/100.000 hab.), (819/100.000 hab.), (718/100.000 hab.).

Figura 21. Dispersión de la tasa de hurtos a personas por cien mil habitantes del 2018 a 2022 en las localidades de las estaciones de la PLMB



Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

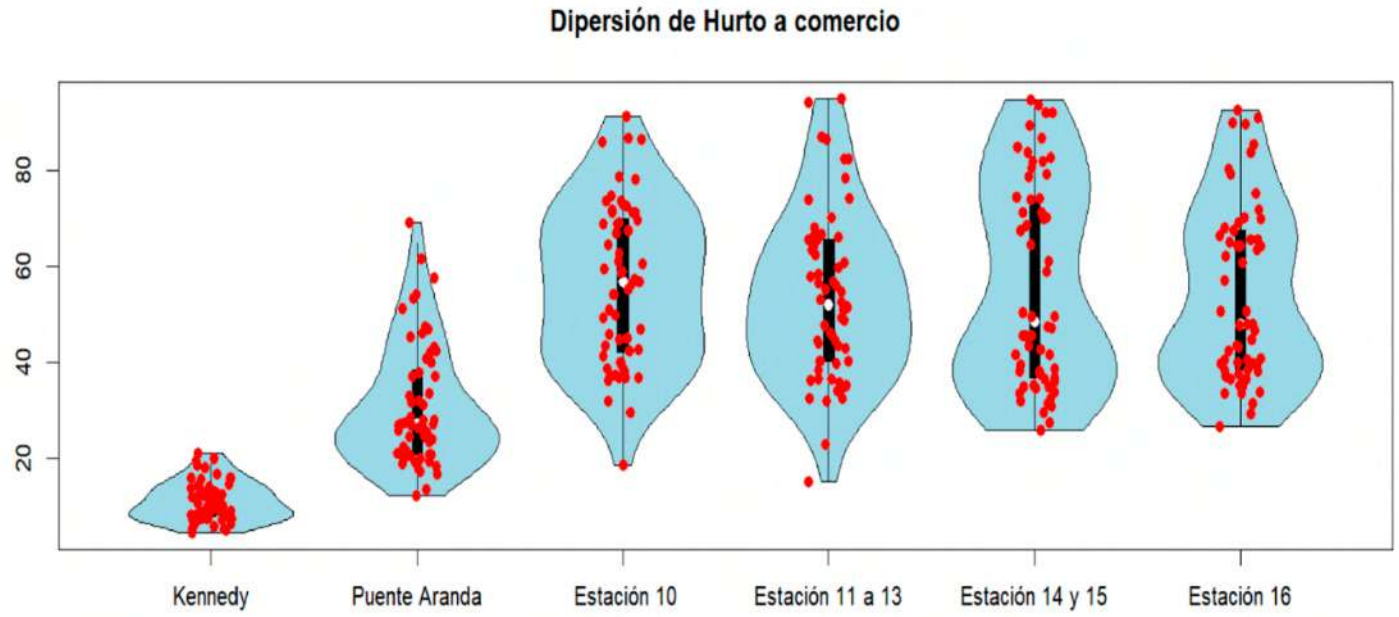
En la tasa de hurtos al comercio (figura 22), se puede evidenciar que la localidad de Kennedy continúa teniendo una grado de dispersión inferior comprado a las demás estaciones, Puente Aranda tiene datos que logran superar la mediana de las otras estaciones que irán después de esta, en este tipo de hurto igual que el de personas las estaciones 14-15 como la 16 tiene una dispersión similar a la de las estaciones número 10 y 11 a 13, aunque los datos las primeras se encuentran con dos puntos de alta densidad, uno en la mediana y una superior a ella.

El comportamiento a través del tiempo de la estaciones en Kennedy, las estaciones 14-15 como la 16 se da de manera similar en sus promedios, encontrándose estos desde el 2018 a 2020 en su mayor tasas (promedio 15/100.000 hab.) (promedio 78/100.000 hab.) (promedio 73/100.000 hab.), llegando a una reducción con las medidas implementadas por los gobiernos Nacional como Distrital (promedio 8/100.000 hab.),(promedio 39/100.000 hab.) (promedio 41/100.000 hab.), alcanzando las estaciones 1-6 y la 16 sus mínimos en abril del 2020 (5/100.000 hab.) (27/100.000 hab.), en Kennedy los meses de noviembre y diciembre del 2021 como marzo del 2022 volvieron a alcanzar estos niveles, mientras que en 14-15 se dio en diciembre del 2020 (26/100.000 hab.), la tendencia se mantuvo o tuvo un comportamiento casi similar después de la finalización de las medidas hasta el año pasado

(promedió 8/100.000 hab.) (promedio 39/100.000 hab.) (promedio 40/100.000 hab.), sus máximos estuvieron para Kennedy en mayo del 2018 (21/100.000 hab.) y las estaciones 14-15 y 16 en julio del 2019 (95/100.000 hab.) (93/100.000 hab.).

La diferencia entre las estaciones 7-9, 10 y 11 a 13 con las anteriores mencionadas recaen en el comportamiento post medidas ya que incrementó aunque no de manera similar a pre medidas, siendo sus datos de manera respectiva y cronológica así, 2018 hasta marzo 2022 (promedio 42/100.000 hab.) (promedio 71/100.000 hab.) (promedio 68/100.000 hab.), en las medidas por el covid-19 (promedio 17/100.000 hab.) (promedio 36/100.000 hab.)(promedio 32/100.000 hab.), post medidas hasta diciembre de 2022 (promedio 24/100.000 hab.) (promedio 47/100.000 hab.) (promedio 45/100.000 hab.), siendo sus tasas mínimas abril del 2020 (promedio 12/100.000 hab.) (promedio 19/100.000 hab.) (promedio 15/100.000 hab.), y sus máximos estando en Puente Aranda en agosto del 2018 (promedio 69/100.000 hab.) estación 10 en marzo del 2018 (promedio 91/100.000 hab.) y en la 11 a 13 en mayo del 2018 (promedio 95/100.000 hab.).

Figura 22. Dispersión de la tasa de hurtos a comercio por cien mil habitantes del 2018 a 2022 en las localidades de las estaciones de la PLMB.



Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

3.2. ESTACIONALIDAD, CORRELACIÓN Y DATOS TOTALES

Después de observar los rangos que se pueden encontrar cada uno de los delitos en las localidades y sus tendencias durante los cinco años, se puede ver si han tenido comportamientos estacionales, haciéndose la prueba Dicky-Fuller (tabla 44), dando con un 90% de confianza que los homicidios son estacionarios mientras lesiones personales como los hurtos al comercio también lo son en Puente Aranda, por lo que el resto de valores al negar la prueba de hipótesis se consideran como valores no estacionarios.

Tabla 44. P-valor prueba de dicky-fuller estacionalidad de la tasa de los delitos de alto impacto por cien mil habitantes del 2018 a 2022 en las localidades de las estaciones de la PLMB

CRÍMENES / ESTACIONES	HOMICIDIOS	LESIONES PERSONALES	HURTO A PERSONAS	HURTO COMERCIO
1 a 6	0,01	0,32	0,13	0,26
7 a 9	0,01	0,05	0,44	0,06
10	0,01	0,18	0,30	0,10
11 a 13	0,01	0,32	0,50	0,31
14 y 15	0,01	0,25	0,56	0,3
16	0,01	0,28	0,54	0,23

El valor P de homicidios no es el mismo en todas las estaciones, solo que su valor es tan bajo que no R no tomo sus valores.
Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

En los índices de estacionalidad de las tasas de homicidios por 100,000 habitantes de los cinco años (tabla 45), se observa que existe una tendencia, siendo el enero el que tiene en todas las localidades niveles bajos, aunque el mínimo de la estación 10 se encuentra en septiembre (0.78), el de la estación 1 a 6 es febrero (0.76), mientras en las 7 a 9 es noviembre (0,59) y en la 16 en mayo (0,52), con el mes de diciembre sucede igual que enero pero a inversa es decir se concentra niveles altos de la tasa de homicidio por cien mil habitantes, pero no son los máximos de todas las estaciones, siendo en la estaciones 1 a 6 mayo (1,29), mientras en las 7 a 9 está en agosto (1.70) diferenciándose por 0.9 de diciembre, teniendo en cuenta que en estas últimas estaciones el mes de marzo del 2020 en el cual se encuentra su máximo histórico (8/100.000 hab.), se le sustituyen para hacer el índice por el promedio que tiene el mes en el resto de años, debido a que su diferencia con el promedio (1/100.000 hab.) modifica la tasa, evitando así que este dato tan alejado del intervalo de confianza superior del total de los datos de la estación (0,8089) tuviera más incidencia que el resto, en la 14 y 15 se encuentra el mínimo en agosto (1.59) mientras en la 16 es en octubre (1.67).

Tabla 45. Índice de estacionalidad de la tasa de homicidios por cien mil habitantes del 2018 a 2022 en las localidades de las estaciones de la PLMB

ESTACIONES/ MESES	1 A 6	7 A 9	10	11 A 13	14 Y 15	16
Enero	0,76	0,59	0,84	0,75	0,42	0,52
Febrero	0,76	0,69	1,16	1,14	0,64	0,73
Marzo	0,97	1,24	0,95	0,92	1,06	0,82
Abril	0,86	0,80	0,98	1,19	0,64	0,84
Mayo	1,29	1,00	1,18	1,21	0,85	0,52
Junio	0,95	0,90	0,91	0,85	1,27	0,94
Julio	1,10	0,99	1,11	0,88	1,38	1,04
Agosto	1,18	1,70	0,97	0,88	1,59	1,57
Septiembre	0,95	0,79	0,78	0,99	0,53	1,04
Octubre	1,10	1,08	0,92	0,85	1,17	1,67
Noviembre	0,96	0,59	0,91	1,09	0,96	0,73
Diciembre	1,13	1,61	1,29	1,26	1,49	1,57

Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

De las estaciones de Puente Aranda, también se puede observar su comportamiento de lesiones personales (tabla 46), como en hurto a comercio, siendo de las primeras el mes de enero el que tiene la menor medida (0.86) y siendo febrero cuando más suceden (1.24), tiene una franja donde se concentran principalmente la tasa, comenzando en noviembre siendo pausada por enero y acabando en marzo. Mientras en el caso del hurto al comercio la mayor concentración de la tasa se da en agosto (1.085) estando febrero (1.084) cercana, siendo la franja de enero a abril cuando suceden la mayor tasa de delitos, aunque la diferencia entre los meses no es muy fuerte, existiendo una diferencia entre el mínimo que es en septiembre (0.905) con el máximo del 1.5%.

Tabla 46. Índice de estacionalidad de lesiones personales y hurto a comercio por cien mil habitantes del 2018 a 2022 en Puente Aranda

DELITOS / MESES	LESIONES PERSONALES	HURTO COMERCIO
Enero	0,867	1,005
Febrero	1,248	1,084
Marzo	1,109	1,001
Abril	0,922	1,048
Mayo	0,940	0,974
Junio	0,903	0,954
Julio	0,959	1,041
Agosto	0,975	1,085
Septiembre	0,969	0,905

Octubre	0,936	0,943
Noviembre	1,063	1,043
Diciembre	1,110	0,916

Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

Según los resultados que dieron los P-valores de correlación de Spearman (tabla 47 y 48) y con un 95% de confianza se observa que existe una correlación en la estación 1 a 6 entre lesiones personales y homicidios del 0,33 es decir existe una correlación mediana, mientras que en el hurto a comercio y lesiones personales existe un coeficiente de 0.61, por lo que la correlación es alta, mientras en Puente Aranda el hurto a comercio y lesiones personales tienen una correlación del 0,43, teniendo así una fuerza de correlación mediana en el caso de la estación 10 en la misma relación de las estaciones directamente anteriores a esta se encuentra un coeficiente del 0,39 por lo que también se encuentra en una correlación media.

En las estaciones 11 a 13, 14-15 16 existe una correlación entre el hurto a personas y lesiones (0,28 = poca) (0.47 = media) (0,33 = media), en el hurto al comercio y lesiones personales (0,48 = media) (0,36 = media) (0,38 = mediana) y en hurto al comercio y hurto de personas (0,51=alta) (0,56=alta) (0,47=media).

Tabla 47. P-Valor prueba Spearman de la tasa de los delitos de alto impácto por cien mil habitnates del 2018 a 2022 en las localidades de las estaciones de la PLMB

CRÍMENES / ESTACIONES	LESIONES / HOMICIDIOS	H. PERSONAS / HOMICIDIOS	H. COMERCIO / HOMICIDIOS	H. PERSONAS / LESIONES	H. COMERCIO / LESIONES	H. COMERCIO / H. PERSONAS
1 a 6	0.01001	0.5608	0.4886	0.5218	0.0000	0.8129
7 a 9	0.7401	0.8313	0.1562	0.9731	0.0006	0.1978
10	0.3928	0.4194	0.0960	0.8290	0.0019	0.0816
11 a 13	0.5787	0.0962	0.9943	0.0329	0.0000	0.0000
14 y 15	0.2259	0.3200	0.5355	0.0049	0.0002	0.0000
16	0.7892	0.6778	0.2773	0.0110	0.0025	0.0001

Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

Tabla 48. Coeficiente de correlación de spearman de la tasa de delitos de alto impacto por cien mil habitantes del 2018 a 2022 en las localidades de las estaciones de la PLMB

CRÍMENES / ESTACIONES	LESIONES / HOMICIDIOS	H. PERSONAS / LESIONES	H. COMERCIO / LESIONES	H. COMERCIO / H. PERSONAS
1 a 6	0,33		0,61	
7 a 9			0,43	
10			0,39	
11 a 13		0,28	0,48	0,51
14 y 15		0,47	0,36	0,56
16		0,33	0,38	0,47

Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

En el comportamiento general de los delitos de alto impacto durante los cinco años en las locaciones donde se van a encontrar las estaciones de la PLMB (tabla 49), se puede detallar que la tasa de homicidios por 100.000 habitantes, las estaciones del centro de la ciudad donde la gente realiza sus actividades económicas y educativas representa el 72,70% de estos, siendo las tres estaciones del norte de la ciudad la que menos sufre desde este representando solo un 10,09%, dejando a las del sur con una representación del 17,21%. Mientras que la tasa de hurto tanto de personas como de comercio por 100,000 habitantes se concentra el parte centro-norte de la ciudad, dándose en estas ubicaciones geográfica el 86,02% de los hurtos a personas mientras que en el hurto al comercio sufriendo del 84% de los actos criminales, siendo la estaciones del centro las que por una gran diferencia tienen la mayor tasa de lesiones personales por cada 100,000 habitantes comparado con el resto de las estaciones representando el 52% y en caso en que se le agreguen los datos de la estación 16 el porcentaje sube al 65,96%.

Tabla 49. Datos de 2018 a 2022 de la tasa de los delitos de alto impacto por cien mil habitantes en las localidades de las estaciones de la PLMB

DELITOS / ESTACIONES	HOMICIDIOS	LESIONES PERSONALES	HURTO A PERSONAS	HURTO COMERCIAL
1 a 6	70	1.390	5.844	664
7 a 9	57	1.933	10.786	1.850
10	270	3.554	21.352	3.385
11 a 13	271	4.327	29.376	3.225
14 y 15	37	1.777	27.188	3.365
16	39	2.048	25.031	3.254

Nota. Elaboración propia por parte de los autores.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las tasas de delitos de alto impacto: homicidio, lesiones personales, hurto a personas y hurto al comercio por cien mil habitantes durante enero del 2018 a diciembre de 2022, en las localidades donde se van a encontrar las estaciones de la primera línea del metro de Bogotá, encuentran comportamientos dispares en sus tendencias promedio después de las medidas tomadas en marzo a septiembre del 2020. El segundo mes de cuarentena se muestra la tasa mínima que logran alcanzar durante estos periodos en varios delitos de las distintas localidades, comportamiento que con las máximas no sucede igual, siendo a destacar que octubre del 2022 fue el mes con las tasas más altas alcanzadas en el hurto de personas en todas las localidades, encontrándose rodeado de meses que también tienen un comportamiento alto históricamente, por lo que no es de sorprender el grado de la sensación de inseguridad, siendo uno de los temas de mayor importancia para la elecciones del distrito capital en el 2023.

Adicionalmente, es notable la presencia de una correlación evidente entre los casos de hurto a comercio y las lesiones personales en todas las estaciones, alcanzando su valor más elevado en las primeras seis estaciones del estudio. Por otro lado, al examinar la estacionalidad de las tasas de homicidio, se resalta especialmente el mes de diciembre. Aunque dicho mes representa el valor máximo únicamente para las estaciones 10 y 11 a 13, se evidencian puntuaciones cercanas a sus máximos en todas las estaciones, dándose una franja temporal donde se concentra significativamente este delito en la totalidad de las estaciones analizadas. La distribución uniforme de puntuaciones cercanas a los máximos sugiere una tendencia consistente, subrayando la importancia de implementar estrategias específicas durante este periodo para abordar eficazmente los homicidios en todas las estaciones de la Primera Línea del Metro de Bogotá.

En las estaciones 1 a 6, se dio un comportamiento en los promedios de las tasas de hurto a personas y homicidios de un crecimiento leve entre el antes de las medidas y después de estas, concentrándose en este último delito las tasas en mes de mayo y en el segundo semestre del año; en la tasa del hurto al comercio se redujo en marzo del 2020, en promedio, y se mantuvo hasta diciembre del 2022; en la tasa de lesiones personales se redujo, pero manteniéndose casi iguales a la anterior de las medidas. Las estaciones 7 a 9 tienen una tendencia en las tasas de hurto a personas de crecimiento comparada al promedio de antes de medidas, en homicidios y lesiones personales se dio una reducción leve, simultáneamente hurto a comercio disfrutó de una reducción, este último delito se aglomera en una franja de enero a abril y en el mes de noviembre.

El comportamiento de las tasas de la estación 10 de hurto a personas y homicidios no tuvo una gran variación en los últimos años respecto a pre-medidas, en este último delito el mes de julio es donde más suceden, mientras la tasa de lesiones personales disminuyó levemente y la de hurto a comercio tuvo una reducción significativa. Las estaciones 11 a 13 en el periodo después de las medidas tuvo un comportamiento del promedio de la tasa de homicidios de manera similar ha antes de las medidas en tanto las de lesiones personales; hurto a comercio y hurtos a personas decrecieron. En estas estaciones el homicidio se centra en el mes de febrero y mayo fuera del ya mencionado diciembre, siendo las estaciones ya observadas, es decir, centro sur de la ciudad donde se concentran los homicidios.

En las estaciones del norte 14-15 como la 16 las tasas de homicidio por cien mil habitantes tuvo un crecimiento leve del promedio posterior de las medidas respecto al anterior de estas, mientras las lesiones personales además del hurto a personas vieron una reducción leve, y el hurto a comercio mantuvo los bajos niveles alcanzados en medio de las medidas por el covid-19, resaltando en que en la tasa de lesiones personales en estas estaciones vieron mejoría en el último semestre del 2022 respecto al primer semestre de este año como del segundo del 2021. En las estaciones del centro norte de la ciudad es donde se desarrollan principalmente los crímenes contra la propiedad (hurto a personas y comercio) existiendo algún grado de correlación entre estos dos crímenes en las estaciones 11 a 13, 14-15 y 16.

Así pues, el artículo muestra tendencias y comportamientos generales de cuatro tipos de delitos que tendrán afectaciones para el comportamiento de los usuarios de la primera línea del metro de Bogotá, pero se incita a seguir con la focalización tanto geográfica como por actividad delictiva como en los casos de la tesis de Pedro Bernal (2023), que se centraliza en el hurto a personas en Kennedy o Juan Suárez (2015) que lo hizo en mártires, observando el resto de localidades y crímenes que se revisaron aquí y otros que no, pero que tienen alguna incidencia en la seguridad dentro de la primera línea de metro Bogotá

(como es el acoso sexual) y así poder caracterizar y construir de mejor manera políticas públicas como medidas privadas que ayuden a reducir los índices de los delitos de alto impacto.

Este artículo es producto del Proyecto de Investigación Proyecto INV-EES-3776 Desafíos de la seguridad ciudadana para el sistema de transporte masivo metro de Bogotá.

REFERENCIAS

- Anzola, C. (2019). Evolución del crimen en Bogotá y su impacto sobre la percepción de seguridad ciudadana. Análisis para el periodo 2010-2017. [Tesis de Maestría, Universidad del Rosario]. https://repository.urosario.edu.co/server/api/core/bitstreams/b72ba3d2-ad2a-4ed7-9fdb-15c5b97c7361/content

- Arenales, J. (2023). Petro respondió a Duque frente al Metro con acusación de malversación de fondos. Diario La República; Diario La república. https://www.larepublica.co/economia/petro-responde-a-duque-frente-al-metro-con-acusacion-de-malversacion-de-fondos-3539343

- Bernal, P. (2023). Modelos estocásticos para la predicción y visualización espacial del delito de hurto a personas en la modalidad de atraco en la localidad de Kennedy (Bogotá D.C, Colombia) [Tesis de Maestría, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano] https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/31909

- Bogotá Cómo Vamos. (2023). Encuesta de percepción 2022 Bogotá Cómo Vamos. https://bogotacomovamos.org/encuesta-percepcion-ciudadana-2022/

- Cámara de Comercio de Bogotá. (2022). Encuesta de Percepción y Victimización de Bogotá. https://bibliotecadigital.ccb.org.co/items/94d96ed3-f99e-4b79-a529-8046e65ca73f

- Cantillo, A. (2013). El Plan Nacional de Vigilancia Comunitaria por Cuadrante: Una estrategia civilista para la Policía Nacional. http://hdl.handle.net/10654/17412.

- Castillo, D. y Manjarres, V. (20121). ANÁLISIS COMPARATIVO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE BOGOTA, CON RESPECTO AL DE MADRID Y SANTIAGO DE CHILE. [Tesis de Pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/41b7d1cd-229d-4122-9523-88efb8b5954d/content

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2023). Proyecciones y retroproyecciones desagregadas de población Bogotá para el periodo 2018-2035 por localidades y UPZ 2018-2024 por UPZ, con base en el CNPV 2018. https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion/proyecciones-de-poblacion-bogota

- Duarte, K. y Peralta, X. (2019) Análisis comparativo de las variables oferta, demanda e infraestructura del sistema de transporte público colectivo urbano entre las ciudades de Bogotá y Medellín entre los años 2010 y 2018. https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/dcb860e2-6775-4416-b8a3-efb82f97e605/content

- Gamboa, A., Prada, R. y Rodriguez, W. (2022). Percepciones de seguridad ciudadana en jóvenes escolarizados en una ciudad fronteriza. 10(13), 880–893. https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1797/1712

- Garzón, O. (2019). Percepción de seguridad ciudadana y desarrollo: estudio de Bogotá (2019). [Tesis de Maestría, Universidad de los Andes]. https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/50888/23273.pdf?sequence=1yisAllowed=y

- Gélvez, J. (2019). ¿Cuáles determinantes se relacionan con la percepción de inseguridad? Un análisis estadístico y espacial para la ciudad de Bogotá, D. C. Revista Criminalidad, 61(1), 69-84. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttextypid=S1794-31082019000100069ylng=en

- Gonzales, F., y Barbarán, P. (2021). La seguridad ciudadana como política gubernamental en América Latina en el último quinquenio. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 5(1), 422-435. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i1.241

- Huamini, J., Manrique, M. y Calizaya, J. (2019). Percepción de la seguridad ciudadana en pobladores de un distrito de la ciudad de Arequipa. Revista de Investigación En Psicología, 22(1), 95–110. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8162695.pdf

- Jaramillo, M. (2015). El tránsito de la seguridad nacional a la ciudadana. Los retos de la descentralización en materia de seguridad ciudadana. Revista Criminalidad, 57, 287-299. http://www.scielo.org.co/pdf/crim/v57n2/v57n2a08.pdf

REFERENCIAS

- Leal, B. F. (2002). La seguridad: difícil de abordar con democracia. Análisis Político, 46, 58-77. http://biblioteca.clacso.edu.ar/ar/libros/colombia/assets/own/analisis46.pdf

- Metro Bogotá. (2023). Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB). https://www.metrodebogota.gov.co/?q=que-es-metro

- Ministerio de seguridad pública. (2018) Estrategia Nacional de Seguridad Ciudadana | Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo. PNUD. https://www.undp.org/es/panama/publicaciones/estrategia-nacional-de-seguridad-ciudadana

- Moreno, M. A. (2021). Frentes de seguridad y modelo de seguridad por cuadrantes un desafío en la localidad de Barrios Unidos. https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/38903

- Murillo, C. A., Luis Eduardo Garrido, y Enrique, I. (2020). Caracterización del modelo nacional de vigilancia comunitaria por cuadrantes en Bogotá desde un enfoque sistémico. Revista Científica General José María Córdova, 18(30), 307–331. https://doi.org/10.21830/19006586.591

- Noticias Caracol (2023). Empresa Metro de Bogotá multó al consorcio encargado de la primera línea del proyecto. Noticias Caracol; Noticias Caracol. https://noticias.caracoltv.com/bogota/empresa-metro-de-bogota-multo-al-consorcio-encargado-de-la-primera-linea-del-proyecto-rg10

- Oficina de Análisis de Información y Estudios Estratégicos Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., (26 de mayo de 2021), Pandemia y crimen en el Distrito. https://scj.gov.co/sites/default/files/documentos_oaiee/Covid_y_Crimen%20%282%29%20%281%29.pdf

- Páez, C., Escalante, I., y Pedraza, Y. (2018). Contexto de la seguridad ciudadana en América Latina y el Caribe. Revista Científica General José María Córdova. 16. 83-106. 10.21830/19006586.360.

- Páez, C., Sandoval, L., y Peón, I. (2020). Caracterización del modelo nacional de vigilancia comunitaria por cuadrantes en Bogotá desde un enfoque sistémico. Revista Científica General José María Córdova, 18(30), 307–331. https://doi.org/10.21830/19006586.591

- Personería de Bogotá. (2023). Vigilancia y control en la seguridad de Transmilenio siguen siendo los puntos negros del sistema. https://www.personeriabogota.gov.co/sala-de-prensa/notas-de-prensa/item/1143-vigilancia-y-control-en-la-seguridad-de-transmilenio-siguen-siendo-los-puntos-negros-del-sistema

- PNUD. (1994). Informe sobre Desarrollo Humano, 1994. https://derechoalaconsulta.files.wordpress.com/2012/02/pnud-informe-1994-versic3b3n-integral.pdf

- PNUD. (2013) Informe sobre Desarrollo Humano para América Central 2009-2010 - Abrir espacios para la seguridad ciudadana y el desarrollo humano. https://www.undp.org/es/latin-america/publications/informe-sobre-desarrollo-humano-para-am%C3%A9rica-central-2009-2010

- PNUD. (2022). HUMAN DEVELOPMENT REPORT 2021/2022 Uncertain times, unsettled lives Shaping our future in a transforming world. https://hdr.undp.org/system/files/documents/global-report-document/hdr2021-22pdf_1.pdf

- Policía Nacional de Colombia. (2010). ESTRATEGIA INSTITUCIONAL PARA LA SEGURIDAD CIUDADANA: PLAN NACIONAL DE VIGILANCIA COMUNITARIA POR CUADRANTES (PNVCC). https://www.oas.org/es/sap/dgpe/innovacion/banco/ANEXO%20I.%20PNVCC.pdf

- Policía Nacional de Colombia. (2022). Lanzamos la estrategia zonas de atención, prevención y mediación policial. Policía Nacional de Colombia. https://www.policia.gov.co/noticia/lanzamos-estrategia-zonas-atencion-prevencion-y-mediacion-policial

- Policía Nacional de Colombia. (2023). Nuevo “Modelo del Servicio de Policía Orientado a las Personas.” Policía Nacional de Colombia. https://www.policia.gov.co/noticia/nuevo-modelo-del-servicio-policia-orientado-personas

REFERENCIAS

- Portafolio. (2023). 'A un metro de distancia': Petro y Galán se lanzan primeras pullas https://www.portafolio.co/economia/regiones/gustavo-petro-y-carlos-fernando-galan-el-primer-choque-por-el-futuro-del-metro-de-bogota-591785

- Ramírez, E. (2017). La Seguridad Ciudadana percibida por los vecinos de la Urbanización Valdiviezo- San Martín de Porres. [Tesis Licenciatura, Universidad Cesar Vallejo.]. https://hdl.handle.net/20.500.12692/6890

- Ramírez, L. (2015). Viabilidad del plan nacional de vigilancia comunitaria por cuadrantes (PNVCC), para reducir el índice de homicidios en Bogotá, desde su lanzamiento en el año 2010 hasta 2012. http://hdl.handle.net/10654/13567.

- Ramírez, L. (2021). ¿Cuándo comenzará a operar el Metro de Bogotá? Bogota.gov.co. https://bogota.gov.co/mi-ciudad/movilidad/cuando-comenzara-funcionar-el-metro-de-bogota#:~:text=En%20el%20marco%20de%20la%20rendici%C3%B3n%20de%20cuentas,terminada%20la%20infraestructura%20y%20ubicado%20el%20equipo%20rodante.

- Rodriguez, B (2020). Análisis del trazado urbano de la primera línea del metro de Bogotá [Tesis de Pregrado, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito]. https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/handle/001/1318/Rodr%c3%adguez%20Sierra%20Brayan%20Estid-2020.pdf?sequence=4yisAllowed=y

- Romero, M. (2016). Pruebas de bondad de ajuste a una distribución normal. Revista Enfermería Del Trabajo, 6(3), 114. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5633043.pdf

- Salazar, C. (2023). "Saltarse a la Alcaldía no es respetuoso. No es viable cambiar contrato para soterrar." Diario La República; Diario La república. https://www.larepublica.co/economia/saltarse-a-la-alcaldia-no-es-respetuoso-no-es-viable-cambiar-contrato-para-soterrar-3537622

- Sánchez, A, Sánchez, J, Ropaín, M (2018). Violencia y seguridad ciudadana: una mirada desde la perspectiva de género. | Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo. PNUD. https://www.undp.org/es/latin-america/publicaciones/violencia-y-seguridad-ciudadana-una-mirada-desde-la-perspectiva-de-genero

- Sandoval Garrido, Luis y Marín, Margarita. (2017). Efecto de la red de comunicación de cuadrantes de la policía en las tasas de criminalidad en Bogotá, Colombia. Ecos de Economía. https://www.researchgate.net/publication/323349732_Efecto_de_la_red_de_comunicacion_de_cuadrantes_de_la_policia_en_las_tasas_de_criminalidad_en_Bogota_Colombia

- Socha, D. (2013). Plan nacional de vigilancia comunitaria por cuadrantes: un análisis al modelo de policía en Bogotá desde la epistemología del sur. https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/20530/697025.2013.pdf?sequence=1yisAllowed=y

- Suárez, J. M. (2015). Caracterización de los hurtos a personas que afectan la localidad los mártires de la ciudad de Bogotá mediante el uso de los algoritmos de agrupamiento de minería de datos espaciales Dbscan y K-Means. [Tesis de Maestría, Universidad Distrital Francisco José de Caldas] http://hdl.handle.net/11349/14695.

- Velázquez, É. (2002). Historia de la Doctrina de la Seguridad Nacional. Convergencia. Revista de Ciencias Sociales, 9(27).

MODELO STEAM UNA APUESTA POR LOS NIÑOS CON GRANDES PODERES

RECIBIDO: 19/07/2023 ACEPTADO: 23/08/2023 ÚLTIMA VERSIÓN: 10/10/2023

STEAM MODEL A COMMITMENT TO CHILDREN WITH GREAT POWERS

Adriana Yeicy Chaparro Prieto [1]
Profesor de la Unidad de Ingeniería y Ciencias Básicas

Kelly Johana Ávila Macias [2]
Profesor de la Unidad de Ingeniería y Ciencias Básicas

Diana Yubely Bermúdez Ceballos [3]
Profesor del programa de Educación Infantil

Luis Carlos Vásquez [4]
Profesor de la Unidad de Ingeniería y Ciencias Básicas

RESUMEN

Este estudio tiene como objetivo principal evaluar la efectividad de una estrategia pedagógica basada en la metodología STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) para facilitar la transición de habilidades blandas a habilidades de poder en estudiantes de 8 a 10 años; llevada a cabo en la institución educativa Los Centauros sede amor ubicada en la ciudad de Villavicencio. Con un enfoque cualitativo, de tipo acción participativa, la cual permitió que los educandos desde la construcción de proyectos con material reciclados poniendo en práctica la metodología mencionada y la robótica fortalecieran la inteligencia emocional, así como la resolución de problemas en una serie de talleres dirigidos. Por consiguiente, para analizar la pertinencia se utilizaron tres instrumentos de recolección de información, escala de actitudes, lista de verificación y diarios de campo con estudiantes de cuarto de primaria y un grupo de control de escolares de quinto de primaria. Por tanto, proporcionó una comprensión profunda de cómo esta estrategia pedagógica influye en la colaboración y la resolución de problemas en los menores. Los resultados indican un impacto positivo en el desarrollo de habilidades de poder en el grupo experimental, mientras que el de control no percibió cambios significativos. Estos hallazgos respaldan la eficacia del enfoque educativo innovador, mostrando la importancia de considerarlos para el desarrollo de habilidades de poder en los estudiantes. Esta investigación evidencia la efectividad de la metodología STEAM para promover habilidades de poder en estudiantes de edades tempranas. Asimismo, implicaciones significativas en el diseño de estrategias pedagógicas.

PALABRAS CLAVE: STEAM, habilidades blandas, habilidades de poder.

[1] Profesor de la Unidad de Ingeniería y Ciencias Básicas Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO - Colombia

[2] Profesor de la Unidad de Ingeniería y Ciencias Básicas Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO - Colombia

[3] Profesor del programa de Educación Infantil Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO - Colombia

[4] Profesor de la Unidad de Ingeniería y Ciencias Básicas Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO - Colombia

ABSTRACT

This study aims to evaluate the effectiveness of a pedagogical strategy based on the STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) methodology in facilitating the transition from soft skills to power skills in 8 to 10-year-old students. It was conducted at Los Centauros educational institution, Love campus, located in the city of Villavicencio. Employing a qualitative approach with a participatory action type, it enabled students to build projects using recycled materials, thus implementing the mentioned methodology and strengthening emotional intelligence as well as problem-solving skills through a series of directed workshops. To analyze relevance, three data collection instruments were used: attitude scale, checklist, and field diaries with fourth-grade students, along with a control group of fifth-grade students. Consequently, it provided a deep understanding of how this pedagogical strategy influences collaboration and problem-solving in younger learners. The results indicate a positive impact on the development of power skills in the experimental group, while the control group did not perceive significant changes. These findings support the effectiveness of the innovative educational approach, demonstrating the importance of considering them for the development of power skills in students. This research provides evidence of the effectiveness of the STEAM methodology in promoting power skills in early-age students, as well as significant implications in the design of pedagogical strategies.

KEYWORDS: STEAM, soft skills, power skills.

1. INTRODUCCIÓN

Vivimos en un mundo tecnológico en el que en, la mayoría de los casos, acceder al contenido es tan sencillo como presionar una tecla. Llegados a este punto, es más importante aprender a crear, en el ámbito que sea, que aprender a memorizar contenido. De ahí la importancia del arte, pues la creatividad y la innovación son piezas fundamentales en este nuevo concepto educativo. El protagonismo recae en el alumnado y el rol del docente ya no será de transmisor de contenido, sino de facilitador, observador y guía.

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la efectividad de una estrategia pedagógica basada en la metodología STEAM (Sciences, Technology, Engineering, Arts & Math) cuyas siglas en inglés traducen al español, ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas para favorecer el tránsito de habilidades blandas a habilidades de poder en estudiantes de edades comprendidas entre 8 y 10 años que estaba cursando cuarto y quinto de primaria en una institución educativa ubicada en la ciudad de Villavicencio, donde se implementó la metodología de manera experimental. Adoptando un enfoque cualitativo, basado en la acción participativa de los menores y la observación de la actitud y el comportamiento de estos durante el desarrollo en las actividades planteadas con la construcción de talleres para el diagnóstico, la formación de conocimiento dirigido y la evolución, en este sentido se brindó herramientas que permitieron generar comprensión de la pertinencia y asimismo conocer cómo la metodología influye en la adquisición de habilidades de poder, así como en la colaboración y la resolución de problemas por parte de los estudiantes.

Por lo anterior, hablar de metodologías como STEAM ha sido una de las formas de integrar de manera natural, inter y transdisciplinar el conocimiento para dar solución a problemas sociales desde las escuelas, implica que los estudiantes participen activamente en su aprendizaje a través de proyectos, experimentos y actividades prácticas. Esto refuerza la comprensión de los conceptos, también promueve habilidades prácticas y habilidades blandas como el trabajo en equipo, la resolución de problemas y la comunicación efectiva. En consecuencia diferentes entidades nacionales e internacionales han resaltado la importancia de implementa este tipo de enfoques en la educación, se resalta la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y en Colombia el Ministerio de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (MinTic) quienes indican que funciona como catalizador de las habilidades requeridas para la industria 4.0 por medio de la ciencia, tecnología e innovación(CTI) (Campo & Molina 2021).

Además, CTIAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) como se le podría llamar en español a STEAM realizando una traducción del acrónimo, es un enfoque holístico, crítico y activo que pretende dar rol a los estudiantes de producir soluciones a los problemas de sus comunidades por medio de la creación nuevas tecnologías. Más allá de la educación tradicional al incluir las artes en el conjunto de disciplinas. La inclusión de las artes (representadas por la "A" en STEAM) pretende fomentar la creatividad, el pensamiento crítico y la expresión artística como elementos esenciales en la resolución de problemas y el desarrollo de soluciones innovadoras.

En consonancia, diversos autores y expertos han ofrecido definiciones y perspectivas de STEAM siento éste un enfoque educativo que integra las disciplinas de Ciencia (Science), Tecnología (Technology), Ingeniería (Engineering), Artes (Arts) y Matemáticas (Mathematics) para fomentar habilidades interdisciplinarias en los estudiantes. Por tanto:

Richard Florida: destaca la importancia de incorporar el pensamiento creativo y artístico en la educación STEM para fomentar la innovación y la resolución de problemas. Propone la inclusión de las artes como un componente esencial de la educación STEM para crear un enfoque más completo y holístico.

Maeda (2020): aboga por la inclusión de las artes en STEM para mejorar la creatividad y la innovación. Maeda enfatiza cómo la combinación de estas disciplinas puede fomentar habilidades esenciales en un mundo impulsado por la tecnología y la creatividad.

Zhao Y (2020): destaca la importancia de incorporar las artes en la educación STEM para cultivar habilidades como la creatividad, la comunicación y el pensamiento crítico. Zhao argumenta que esto es crucial para preparar a los estudiantes para el futuro, donde la creatividad y la innovación serán fundamentales.

Robinson K: si bien no acuñó el término STEAM, ha sido un defensor de la inclusión de las artes en la educación para fomentar la creatividad y la diversidad de habilidades en los estudiantes.

La importancia de incorporar el pensamiento creativo y artístico en la educación STEM ha sido destacada por varios expertos. Esto se enfatiza como un medio fundamental para fomentar la innovación y la resolución de problemas. La propuesta aboga por la inclusión de las artes como un componente esencial en la educación STEM, promoviendo así un enfoque educativo completo y holístico. Este enfoque integral busca potenciar la creatividad y la innovación, también, cultivar habilidades cruciales como la comunicación, el pensamiento crítico y otras competencias esenciales para preparar a los estudiantes para un futuro donde estas habilidades serán fundamentales. Aunque no todos los defensores acuñaron el término STEAM, todos comparten la convicción de que la integración de las artes en la educación es esencial para nutrir la diversidad de habilidades y la creatividad en los estudiantes. (González Fernández, 2021); (Celis & González, 2021); (Greca et al., 2020).

Esta perspectiva integradora, encuentra eco en la creencia de que esta combinación contribuye significativamente al desarrollo de habilidades esenciales en un mundo moderno impulsado por la tecnología y la creatividad. La sinergia entre las ciencias, la tecnología, la ingeniería, las matemáticas y las artes nutren la capacidad innovadora de los individuos, asimismo prepara a los estudiantes para abordar los desafíos emergentes de manera completa y efectiva.

Este enfoque educativo amplio se centra en la adquisición de conocimientos específicos, pero también busca cultivar una mentalidad que promueva la adaptabilidad y la creatividad frente a la complejidad creciente de los problemas de hoy en día. La integración a través de un enfoque STEAM, se presenta como un camino hacia la formación de individuos que sobresalgan en sus campos respectivos, además estén equipados con las habilidades interdisciplinarias necesarias para abordar los retos globales de manera integral.

En la actualidad, la educación se enfrenta a la demanda de preparar a los estudiantes con conocimientos académicos sólidos, también con habilidades blandas y de poder que les permita sobresalir en un mundo en constante cambio. El enfoque pedagógico conocido como STEAM se ha destacado como una estrategia efectiva para lograr este objetivo; fomenta la adquisición de conocimientos en áreas clave y también promueve la capacidad de resolución de problemas, el pensamiento crítico, la creatividad y la colaboración, habilidades esenciales para el empoderamiento de los individuos.

¿Y que son habilidades blandas?, las “habilidades blandas” se refieren a habilidades interpersonales, sociales y emocionales que complementan las habilidades técnicas o “habilidades duras”. Varios autores han abordado este concepto, pero las citas específicas pueden variar. Aquí hay una perspectiva general de lo que algunos autores han expresado sobre las habilidades blandas:

Daniel Goleman (tomado de Fernández & Cabello, 2020) conocido por su trabajo sobre inteligencia emocional, ha discutido extensamente sobre habilidades blandas: la inteligencia emocional tiene un valor equiparable al coeficiente intelectual, siendo frecuentemente el factor determinante para alcanzar el éxito en el ámbito profesional. Se destaca la importancia de comprender y gestionar las emociones, así como las de los demás, en el entorno laboral. Esta capacidad enriquece las relaciones interpersonales, además contribuye de manera significativa al rendimiento y desarrollo en el ámbito profesional.

Boyatzis R. (2021): en su trabajo sobre liderazgo y desarrollo personal, señala que: “las habilidades blandas son fundamentales para el liderazgo efectivo y la construcción de relaciones sólidas y colaborativas en cualquier entorno laboral.”

Howard Gardner (tomado de Torres & Díaz. 2021) reconocido por su teoría de las inteligencias múltiples, enfatiza la importancia de las habilidades interpersonales y la inteligencia emocional como elementos fundamentales para el éxito en el trabajo en equipo y la comunicación efectiva en diversos contextos. El autor sostiene que la capacidad de comprender y gestionar las emociones propias y ajenas es esencial para construir relaciones sólidas y colaborativas. En su visión, las habilidades interpersonales no se limitan a la mera interacción social, sino que a la vez abarcan la empatía, la cooperación y la capacidad de resolver conflictos de manera constructiva. Por lo tanto, una persona que posea un alto grado de inteligencia emocional será más capaz de adaptarse a diferentes dinámicas grupales, lo que se traduce en un desempeño efectivo en equipos de trabajo y en una comunicación fluida y enriquecedora en cualquier entorno.

La teoría de Gardner destaca cómo estas habilidades interpersonales son valiosas en el ámbito profesional, además son esenciales para el desarrollo personal y social. Al reconocer la importancia de la inteligencia emocional, Gardner subraya la necesidad de cultivar un conjunto de habilidades que vayan más allá de las capacidades cognitivas tradicionales, promoviendo así individuos competentes y equilibrados en su interacción con el mundo que los rodea.

Como lo indican los autores Heba et al. (2020) en su trabajo titulado, “Developing Soft Skills in Educational Robotics Activities” (Desarrollo de habilidades blandas en actividades de robótica educativa). Investiga el impacto de las actividades de robótica educativa en el desarrollo de habilidades blandas, como la resolución de problemas, el trabajo en equipo y la comunicación. Se presentan resultados que demuestran cómo la participación en proyectos de robótica puede mejorar estas habilidades en los estudiantes. Estos hallazgos sugieren que la integración de la robótica en entornos educativos contribuye al avance de conocimientos. Asimismo, desencadena un impacto positivo en las habilidades interpersonales esenciales para el éxito en el mundo contemporáneo.

Por otro lado, Theron et al (2020) realizaron una revisión sistemática de la literatura existente sobre el uso de la robótica educativa para el desarrollo de habilidades blandas. Examina diferentes enfoques, metodologías y herramientas utilizadas en la enseñanza de habilidades blandas mediante la robótica. Esta ha sido explorada y promovida por varios autores. Aquí hay una perspectiva general y representativa sobre este tema:

Papert (tomado de García Romero, 2020) un destacado pionero en el ámbito de la educación y la informática, ha abogado fervientemente por la integración de la robótica como una valiosa herramienta educativa. Su contribución revolucionaria incluye la perspectiva innovadora de que los niños pueden alcanzar un aprendizaje efectivo a través de la construcción y programación de robots. En consonancia con esta visión, el autor ha expresado la creencia de que los niños aprenden de manera significativa cuando son participantes activos en su proceso educativo, destacando así la importancia de la acción y la experiencia práctica en el proceso de aprendizaje.

Resnick M, del MIT Media Lab, ha trabajado en el desarrollo de herramientas como Scratch y LEGO Mindstorms para promover la programación y la robótica en la educación. Él menciona: "la robótica puede brindar oportunidades para que los niños exploren, experimenten y colaboren mientras aprenden conceptos clave de la ciencia y las matemáticas". (2022).

Por lo anterior, este estudio genero la construcción de una estrategia basada en la metodología STEAM y la robótica la cual fue trabajada de manera rigorosa desde el seguimiento, la observación y la recopilación de datos que transformaran realidades de contexto de los estudiantes preparándolos para asumir reto y aportará a los conocimientos significativos sobre la efectividad de ésta en la promoción de habilidades de poder en estudiantes de edades tempranas, apuntando a que sea un punto de partida para implementar un camino para el mejoramiento de los indicadores académicos de las instituciones educativas rurales y en general de todo Colombia.

Además, al permitir conectar a las entidades de formación con los problemas de contexto, hará significativo el aprendizaje y visible la participación de los colegios en el desarrollo de las regiones.

El uso de un eje transversal adaptado al enfoque STEAM y contextualizado a la naturaleza de la institución que hace parte del estudio permite hacer de este producto de investigación un parteaguas referencial para futuros beneficiarios que deseen retomar las experiencias constituidas y replicarlas.

2. MÉTODO

Para esta investigación se utilizó el enfoque cualitativo (Piza Burgos et al, 2019) porque se comprende en profundidad las experiencias, percepciones y comportamientos de los niños en su contexto natural de estudio, como lo es el aula de clase. Se revela como la elección idónea para explorar la riqueza y complejidad de las interacciones que los estudiantes tienen con la robótica educativa, permitiendo captar matices y detalles.

Este enfoque facilita la recolección de datos a través de métodos como observaciones participativas y análisis de contenido, permitiendo una inmersión profunda en la realidad cotidiana de los estudiantes en el proceso de aprendizaje. Además, se alinea con la intención de capturar resultados tangibles de la participación en los talleres, asimismo los aspectos subjetivos y contextuales que influyen en el desarrollo de habilidades blandas.

Como tipo de investigación se utilizó la acción participativa, (Espinoza Freire, 2020) dado que involucra a los participantes en la identificación de problemas, la formulación de preguntas de investigación y la implementación de soluciones, promoviendo la participación de la comunidad en la investigación. Además, fomenta la construcción de conocimiento y la toma de decisiones compartida entre los investigadores y la comunidad educativa.

La participación activa de los estudiantes, docentes, padres y directivos refleja un compromiso conjunto para comprender y abordar las dinámicas específicas relacionadas con la integración del STEAM y su impacto en el desarrollo de habilidades blandas en el contexto escolar. La acción participativa, por lo tanto, enriquece la calidad de la investigación, promueve un sentido de propiedad y empoderamiento en la comunidad educativa respecto a los resultados y las soluciones propuestas. En este caso, los estudiantes de grado cuarto y quinto primaria de la institución educativa Los Centauros sede amor, ubicada en la ciudad de Villavicencio, al igual que los profesores, padres de familia y directivas del colegio.

2.1. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

La estrategia metodológica implementada en este estudio se centró en el diseño de talleres basados en la metodología STEAM y robótica, partiendo de un taller diagnóstico inicial que se llevó a cabo en dos etapas. En esta fase diagnóstica, se adoptó un enfoque no dirigido, donde los niños participantes contaron exclusivamente con instrucciones impresas, sin la intervención de un facilitador. Simultáneamente, el grupo de control también participó en actividades con material reciclado de manera paralela y viceversa.

Posteriormente, el grupo experimental fue sometido a seis talleres estructurados en dos etapas.

La primera etapa implicó actividades prácticas con material reciclado, mientras que la segunda etapa se centró en la introducción a la robótica y programación en bloque. Esta intervención proporcionó una experiencia guiada y específica para los educandos en comparación con el grupo de control.

Al concluir los talleres, ambos grupos fueron sometidos a una evaluación, utilizando un taller con características similares al primero. Esta estructura permitió medir el impacto de la intervención, comparando el progreso y las habilidades adquiridas entre el grupo experimental y el grupo de control.

En concordancia, la estrategia metodológica abarcó desde un diagnóstico inicial no dirigido hasta talleres estructurados y específicos, con el objetivo de explorar el impacto de la metodología STEAM y la robótica en el desarrollo de habilidades de poder en los participantes.

La inclusión de una fase de control y la evaluación comparativa contribuyen a una comprensión completa de los efectos de la intervención en ambos grupos.

Asimismo, se realizó la observación y notas de campo para registrar datos sobre el comportamiento de los estudiantes, su participación, la colaboración y la resolución de problemas en tiempo real, al igual que la interacción de los niños con los compañeros y su entorno durante la ejecución de los talleres. Esto permitió una comprensión profunda de las dinámicas y prácticas sociales.

2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Como población para esta investigación se tomaron los 120 estudiantes que pertenecen a la institución educativa Los Centauros sede amor, distribuidos de primero a quinto de primaria.

Como muestra se tomaron los cursos de cuarto y quinto, cada uno de 20 estudiantes, esto debido a que los niños cumplen con la edad de 8 a 10 años, que contempla el objetivo del proyecto.

Se organizaron dos grupos uno de control que fueron los niños de quinto grado, que participaron al inicio y al final de los talleres con la prueba diagnóstica y los de cuarto grado fueron el grupo experimental, con ellos se aplicaron los talleres y los instrumentos de seguimiento.

2.3. INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN

En esta investigación se utilizaron tres instrumentos de recolección de información. Estos instrumentos incluyeron una escala de actitudes, una lista de verificación y diarios de campo para evaluar el impacto de un enfoque STEAM y la robótica en el desarrollo de habilidades de poder en estudiantes de cuarto de primaria con un grupo de control de educandos de quinto de primaria.

Para profundizar un poco en el tema, se explicará cada una de ellas y como se utilizó en el proyecto:

Escala de actitudes:

En el marco de este estudio, la escala de actitudes se configura como un instrumento estratégico diseñado con precisión para evaluar las actitudes de los estudiantes. Esta herramienta meticulosamente elaborada buscó la recolección de datos como un medio clave para analizar el impacto de la estrategia pedagógica en el desarrollo de habilidades de poder a través de la implementación de STEAM y la robótica.

La utilización de la escala de actitudes en este contexto específico tiene como objetivo profundizar en la comprensión de la disposición, interés y opiniones de los estudiantes en relación con estas disciplinas educativas integrales. Cada ítem cuidadosamente seleccionado se centra en aspectos como la utilidad, relevancia y disfrute de las actividades vinculadas se posiciona estratégicamente para explorar cómo estas experiencias pedagógicas impactan en el alcance de habilidades de poder, empatía, resolución de problemas, liderazgo entre los estudiantes. En este sentido, esta se revela como una herramienta esencial para analizar de manera detallada y contextualizada la efectividad de las estrategias pedagógicas basadas en STEAM y robótica en el desarrollo de habilidades poderosas en los estudiantes.

- **Descripción:** una escala de actitudes es un instrumento de medición diseñado para evaluar las actitudes de los participantes hacia un tema específico. En este caso, se refiere a una escala que mide las actitudes de los estudiantes en el transitar de las habilidades blandas a las habilidades de poder a través STEAM y la robótica.

- **Uso:** se utilizó para recopilar datos sobre la disposición, interés y formas de comportamiento colaborativo en el contexto de los talleres STEAM y la robótica. Implementándose de manera de autoevaluación, siendo diligenciado directamente por los estudiantes en dos momentos de la investigación, la fase diagnóstica y la fase de evaluación.

Lista de verificación:

La creación de una lista de verificación se originó como un instrumento meticuloso de recopilación de datos, derivada de observaciones conscientes realizadas en dos momentos cruciales del estudio, específicamente durante la participación activa de los estudiantes en talleres colaborativos de robótica. Este instrumento de evaluación fue diseñado con el propósito de arrojar luz sobre las habilidades blandas de los educandos, con una mirada especial en aspectos clave como el trabajo en equipo y la resolución de problemas, entre otras competencias interpersonales.

Por consiguiente, se convirtió en un compendio minucioso de ítems cuidadosamente seleccionados para capturar de manera exhaustiva y significativa la dinámica y desempeño de los estudiantes en la ejecución de los talleres de robótica. Durante las observaciones, se prestó especial atención a las interacciones grupales, la comunicación efectiva y la capacidad de los estudiantes para abordar y resolver desafíos en equipo. De esta manera hacer seguimiento a la ejecución técnica como a las habilidades sociales y emocionales que se manifestaron en el entorno colaborativo.

De acuerdo con lo anterior, sirve como un medio para evaluar el progreso individual y colectivo de los participantes, se posicionó como un recurso valioso para analizar la efectividad de la estrategia pedagógica en el desarrollo y aplicación práctica de habilidades blandas en el contexto específico de los talleres de robótica. La extensa recopilación de datos a través de esta lista de verificación proporciona una perspectiva detallada y contextualizada sobre la influencia de los talleres de robótica en la formación integral de los estudiantes, destacando no solo sus logros técnicos, sino también su capacidad para colaborar, resolver problemas y desarrollar habilidades cruciales para su futuro académico y profesional.

Diarios de campo:

- Descripción: los diarios de campo son registros escritos que documentan observaciones y reflexiones del investigador durante un período de tiempo específico.

- Uso: en este caso, los diarios de campo se utilizaron para recopilar datos cualitativos sobre el impacto de la estrategia pedagógica basada en STEAM y la robótica en el desarrollo de habilidades de poder en los estudiantes. Los investigadores registraron sus observaciones, percepciones y reflexiones sobre el progreso de los estudiantes, los desafíos encontrados y cualquier otro aspecto relevante, generando notas de campo y reflexiones en cada día de encuentro, de esta manera el instrumento permitió realizar un seguimiento permanente y evolutivo durante la investigación.

Estos tres instrumentos (escala de actitudes, lista de verificación y diarios de campo) se emplearon en el proyecto para recopilar datos cuantitativos y cualitativos que ayudaron a evaluar el impacto del enfoque STEAM y la robótica en el desarrollo de habilidades de poder en estudiantes de cuarto de primaria,

comparándolos con un grupo de control de estudiantes de quinto de primaria.

2.4. PROCEDIMIENTO

Se explica brevemente todos los pasos dados en el proceso de investigación:

Diseño de la investigación:

- Se definieron claramente los objetivos de la investigación y las preguntas de investigación.
- Se elaboró un marco teórico que respalde el enfoque STEAM y la robótica en el desarrollo de habilidades de poder.

Selección de participantes:

- Se Identifico y seleccionó estudiantes de cuarto de primaria y un grupo de control de quinto de primaria. De la escuela los centauros del corredor ecológico - Villavicencio.
- Se obtuvo el consentimiento informado de los participantes y sus padres/tutores.

Desarrollo de instrumentos:

- Se crearon y validaron la escala de actitudes, lista de verificación y diarios de campo para garantizar su fiabilidad y validez.

Recopilación de datos:

- Se administro la escala de actitudes a los estudiantes para evaluar sus actitudes hacia STEAM y la robótica.
- Se implementó la lista de verificación durante las actividades STEAM y de robótica para registrar comportamientos específicos.
- Se sostuvo durante todo el periodo del proyecto, diarios de campo para documentar observaciones cualitativas durante el proceso.

Análisis de datos:

- Se codificó y tabulo los datos de la escala de actitudes.
- Se realizó el análisis estadístico para comparar las actitudes entre los grupos y evaluar cualquier cambio significativo.
- Se revisó y analizó la lista de verificación para identificar patrones en el desarrollo de habilidades de poder.
- Se realizo un análisis cualitativo de los diarios de campo para obtener percepciones más detalladas sobre el impacto de las actividades.

Interpretación de resultados:

- Se interpretaron los hallazgos en el contexto de los objetivos del proyecto de investigación.
- Se interpretaron las tendencias, patrones o relaciones significativas.

Informe de resultados:

- Se redacto un informe detallado donde se visualizó la metodología, resultados y conclusiones.

3. RESULTADOS

En esta investigación se utilizaron tres instrumentos de recolección de información. Estos instrumentos incluyeron una escala de actitudes, una lista de verificación y diarios de campo para evaluar el impacto de un enfoque STEAM y la robótica en el desarrollo de habilidades de poder en estudiantes de cuarto de primaria con un grupo de control de educandos de quinto de primaria.

Escala de aptitudes:

La escala de actitudes utilizada en la investigación reveló que los estudiantes enfrentaban dificultades para tener una autopercepción de sus habilidades de poder. En la evaluación inicial, muchos estudiantes no se consideraban capaces de aplicar sus habilidades blandas en situaciones de poder o liderazgo. Esto indicaba una brecha entre sus habilidades y su confianza en su capacidad para ejercer influencia o liderar.

Tabulación de escala de actitudes momento de diagnóstico y evolución en comparativa con los dos grupos en consonancia con la observación se diligenciaron en el diagnóstico y la evolución del proyecto a tanto al grupo de control como al grupo experimental, la lista de verificación; la cual al analizar no se identifican cambios significativos en las habilidades de los estudiantes del grupo de control a lo largo de la investigación. Esto sugiere que las actividades convencionales no tuvieron un impacto significativo en el desarrollo de habilidades de poder en este grupo.

En contraste, en el grupo experimental, se evidenció un cambio significativo. En el diagnóstico inicial, las habilidades blandas de los estudiantes comenzaron a transitar hacia habilidades de poder. Este cambio indica que la implementación de un enfoque STEAM y la robótica tuvo un impacto positivo en el desarrollo de las habilidades de poder en este grupo.

Diario de campo:

El diario de campo permitió observar el proceso de transición de habilidades blandas a habilidades de poder en el grupo experimental. A través de la implementación de actividades basadas en STEAM y la robótica, se pudo seguir el progreso de los estudiantes en la adquisición de habilidades de poder. Se observó que, por subgrupo, los educandos participantes demostraron un aumento en su confianza, habilidades de liderazgo y capacidad para influir en situaciones relevantes.

En resumen, los resultados de la investigación indican que la implementación de un enfoque STEAM y la robótica tuvo un impacto positivo en el desarrollo de habilidades de poder en el grupo experimental, mientras que el grupo de control no experimentó cambios significativos. Estos hallazgos respaldan la eficacia de este enfoque educativo innovadores para el desarrollo de habilidades de poder en los menores.

Estos hallazgos sugieren la importancia de considerar enfoques pedagógicos innovadores para el desarrollo de habilidades en los estudiantes.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Este apartado muestra los resultados del proyecto de investigación C123-460-4869, de los programas Tecnología en desarrollo de software (SNIES: 104206-CR Villavicencio) (Unidad responsable del proyecto) y Licenciatura en Educación Infantil (SNIES: 106952-CRVillavicencio) (Unidad participante). Al terminar esta investigación de la pertinencia de la implementación del modelo STEAM en niños y niñas de 9 a 10 años de edad del grado cuarto de primaria; aplicando 3 instrumentos de recopilación de la información mediante la observación constante del proceso se pueden extraer las siguientes conclusiones.

En el fortalecimiento de Habilidades del Pensamiento, la implementación de talleres de robótica aplicada a la educación desde el modelo STEAM ha demostrado ser efectiva para el fortalecimiento de habilidades del pensamiento en niños. Los estudiantes han experimentado una evolución en su capacidad para abordar desafíos y resolver problemas, lo que sugiere que estas intervenciones contribuyen al desarrollo de habilidades de poder en lugar de habilidades blandas.

Asimismo, la transición de Habilidades Blandas a Habilidades de Poder, a través de la implementación de enfoques STEAM y la robótica, se ha logrado transitar a los niños de habilidades blandas a habilidades de poder. Esta transición es particularmente relevante en el contexto de la educación, dado que empodera a los estudiantes para abordar los desafíos de manera efectiva.

Acceso a la educación ecológica: la investigación ha demostrado que la implementación de talleres basados en el modelo STEAM con material reciclado, puede contribuir al acceso a la educación ecológica. Los niños de estratos 1, 2 y 3 han tenido la oportunidad de participar en actividades educativas que fomentan la conciencia ambiental y la resolución de problemas relacionados con el medio ambiente.

En consonancia, la investigación ha fortalecido la identidad misional de UNIMINUTO al aportar a los procesos educativos de una institución educativa en el corredor ecológico de la ciudad de Villavicencio. La implementación de enfoques STEAM y robótica ha permitido que UNIMINUTO tenga un impacto positivo en las comunidades de su entorno, cumpliendo con su misión educativa y social.

Para finalizar, los resultados de la investigación respaldan la efectividad de la implementación de talleres con material reciclable y de robótica aplicada a la educación desde el modelo STEAM para el fortalecimiento de habilidades de poder en niños de 9 y 10 años de estratos 1, 2 y 3. Esto contribuye al acceso a la educación ecológica y refuerza la identidad misional de UNIMINUTO en la comunidad de Villavicencio. Además, se destaca la importancia de la transición de habilidades blandas a habilidades de poder en el contexto educativo actual.

REFERENCIAS

- Arauz Domonkos, R. G. (2021). Evaluación del desarrollo de las habilidades blandas y la educación de calidad en los colegios técnicos de Costa Rica: reto educacional y laboral.

- Arévalo Uribe, A. C., Tovar Cardozo, D. A., & Vargas Muñoz, S. D. (2023). Fortalecimiento de las habilidades liderazgo y comunicación asertiva, por medio de la elaboración de un artefacto tecnológico con los estudiantes de grado séptimo de la Institución Educativa Rural Bajo Caldas de Florencia-Caquetá.

- Briceño Alvarado, P., Sánchez Londoño, N. D., Lemus Sánchez, Y., Méndez Cucaita, G. C., Osorio Cuenca, A. I., Ortegón González, D. A., & Vera Romero, R. H. (2020). La transformación de las comunidades desde los procesos educativos. Corporación Universitaria Minuto de Dios (UNIMINUTO).

- Calderón Rojas, J. (2023). STEAM como Metodología Activa de Aprendizaje para la Enseñanza de las Habilidades Blandas en el Centro de Biotecnología Industrial (CBI)–SENA Palmira del Valle del Cauca.

- Calixto Plasencia, C. E. (2022). Habilidades blandas y la educación híbrida de una institución educativa privada en San Juan de Lurigancho, 2022.

- Campo, J. R. S., & Molina, M. K. R. (2021). Enfoque STEAM, integración de las ciencias para el desarrollo de la educación rural. Acta ScientiÆ InformaticÆ, 5(5), 5-5.

- Celis Cuervo, D. A., & González Reyes, R. A. (2021). Aporte de la metodología Steam en los procesos curriculares. Revista Boletín Redipe, 10(8), 279–302.

- Espinoza Freire, E. E. (2020). Reflexiones sobre las estrategias de investigación acción participativa. Conrado, 16(76), 342-349.

- Fernández Berrocal, P. & Caballero R. (2020) La inteligencia emocional como fundamento de la educación emocional. Revista Internacional de Educación Emocional y Bienestar 1(1) 31-34

- García Romero, J. N. (2021). La robótica educativa como recurso tecnológico para desarrollar habilidades blandas en los estudiantes de educación básica regular: revisión sistemática.

- García-Soriano, F., Faret Moreno, F., & Gonzalez Cohens, D. (2023). Juegos de Rol para el trabajo en equipo: Pilotaje de una metodología de desarrollo de habilidades socioemocionales. Journal of Roleplaying Studies and STEAM.

- González Fernández, M. O.; Flores González, Y.A. & Muñoz López, C. (2021) Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 18, (2).

- Greca, L. M., Ortiz Revilla, J. & Arriassecq, I. (2020) Diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza aprendizaje STEAM para Educación Primaria. Editorial UCA Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. 18 (1).

- Guarnizo, J. A. C., Álvarez, W. H., Cárdenas, M. A. G., & Vega-Santofimio, H. D. (2022). Stem education and the learning of mathematics in vulnerable populations. Ingeniería Solidaria, 18(1), 1-22.

- Heba, K., Usama M. & Fayyad K. (2020) Developing Soft Skills in Educational Robotics Activities

- Mac-Naught, M. T., & Garnica, C. C. (2023). Metodología STEAM como impulsora del pensamiento creativo en estudiantes de 5° grado de primaria: STEAM methodology as a promoter of creative thinking in students of 5th grade of elementary school. LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 4(2), 5726-5739.

REFERENCIAS

- Millones, T., & Sofía, L. Desarrollo De Habilidades Blandas En Estudiantes. Una Revisión Sistematizada.
- LA Jackson, EA Witt, AI Games, HE Fitzgerald, A Von Eye, Y Zhao.Las computadoras en el comportamiento humano 28 (2), 370-376
- Piza Burgos, N.D. Amaiquema Márquez, F.A. & Beltrán Baquerizo, G.E. (2019). Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias. Conrado, 15(70), 455-459.http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000500455&lng=es&tlng=pt.
- Santofimio, H. D. V., Cárdenas, M. A. G., Álvarez, W. H., & Guarnizo, J. A. C. Robótica educativa en La Nohora.
- Sevilla, G. A., Zapata, S. G., Torres, E., Fáber, G., & Gallardo, F. (2019). Un marco para la enseñanza de ingeniería distribuida de requisitos en las universidades. In XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2019, Universidad Nacional de San Juan)
- Maeda J. (2020). Artists and Scientists: More Alike Than Different, Scientific American.
- Yakman G. STEAM Education Program Description [Internet]. 2015. Disponible en: https://steamedu.com/wp-content/uploads/2014/12/STEAM-Education-Program-Description-11Nov2015.pdf.
- Torres Silva, L. & Díaz-Ferrer, J. (2021) Inteligencias múltiples en el fortalecimiento del aprendizaje cooperativo efectivo. IPSA Scientia, revista científica multidisciplinaria, 6(1), 64-80.
- Theron R., Robles. A. y Gómez J. (2020) Revisión sistemática de la literatura existente sobre el uso de la robótica educativa para el desarrollo de habilidades blandas.
- Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the US as a practical educational framework for Korea. Journal of the korean Association for Science Education, 32(6), 1072-1086.
- Zarate-Perez, E., Master, C. S. M., Melgarejo-Alcántara, M., Master, J. R. M., & Master, M. A. Design Thinking Capabilities in the STEAM Education: A bibliometric Analysis.

ESTUDIO DE CASOS DE APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN EMPRESAS DE MANUFACTURA EN COLOMBIA

RECIBIDO: 19/07/2023 ACEPTADO: 23/08/2023 ÚLTIMA VERSIÓN: 10/10/2023

CASE STUDY OF THE APPLICATION OF THE CLEANER PRODUCTION STRATEGY IN MANUFACTURING COMPANIES IN COLOMBIA

Johanna Mildred Méndez Sayago [1]
PhD en Economía, Magistra en Economía e Ingeniera de Producción Industrial. Docente de la Facultad de Ingeniería de la carrera de Ingeniería Industrial

James Mauricio Enríquez Rodríguez [2]
Ingeniero Agrícola - Magister en Ingeniería Industrial - Profesor Facultad de Ingeniería

Angela Tatiana Martinez Chaves [3]
Estudiante investigador

Laura Vanessa Ramirez Payares [4]
Estudiante investigador

Bianet Yuliet Restrepo Vélez [5]
Estudiante investigador

RESUMEN

Este estudio analiza la implementación de la estrategia de producción más limpia (P+L) en empresas manufactureras de Colombia. Se lleva a cabo una revisión de literatura del concepto y herramientas y metodologías de P+L utilizadas por las organizaciones en Colombia. Además, se realiza un análisis comparativo de casos en diferentes sectores industriales para evaluar cómo estas prácticas han impactado la eficiencia operativa y la reducción de residuos en las empresas.

PALABRAS CLAVE: producción más limpia, herramientas de P+L, eficiencia, procesos productivos, empresas de manufactura, problemática ambiental.

ABSTRACT

This study analyzes the implementation of the Cleaner Production (CP) strategy in manufacturing companies in Colombia. A literature review is conducted on the concept and tools and methodologies of CP used by organizations in Colombia. Additionally,

[1] PhD en Economía, Magistra en Economía e Ingeniera de Producción Industrial. Docente de la Facultad de Ingeniería de la carrera de Ingeniería Industrial - Fundación Universitaria del Área Andina, Colombia - Jmendez97@areandina.edu.co - Jmms1318@gmail.com

[2] Ingeniero Agrícola - Magister en Ingeniería Industrial - Profesor Facultad de Ingeniería - Corporación Universitaria Iberoamericana, (Ibero), Colombia - james.enriquez@ibero.edu.co

[3] Estudiante investigador - Fundación Universitaria del Área Andina, Colombia - amartinez310@estudiantes.areandina.edu.co

[4] Estudiante investigador - Fundación universitaria del Área Andina, Colombia - lramirez1180@estudiantes.areandina.edu.co

[5] Estudiante investigador - Fundación universitaria del Área Andina, Colombia - brestrepo14@estudiantes.areandina.edu.co

a comparative case analysis is carried out across different industrial sectors to assess how these practices have influenced operational efficiency and waste reduction in companies.

KEYWORDS: cleaner production, CP tools, efficiency, production processes, manufacturing companies, Environmental issue.

1. INTRODUCCIÓN

La creciente demanda y el aumento constante en la población, ha impulsado al sector manufacturero a implementar en sus procesos la automatización en la producción en masa. El énfasis en la producción y el gran consumo, que se caracteriza por un modelo económico lineal junto con la obsolescencia programada y la generación de grandes cantidades de desechos y residuos contaminantes, ha dado como resultado desafíos ambientales y económicos globales de gran escala. Esta forma inestable de producción y consumo ejerce presión sobre los recursos naturales, resultando en agotamiento de recursos, degradación del ecosistema y cambio climático.

Los desechos generados por las prácticas industriales de manufactura representan un problema importante de contaminación ambiental. Los gases emitidos al aire durante estos procesos industriales causan efectos como el calentamiento global, la lluvia ácida y el adelgazamiento de la capa de ozono. La contaminación del agua también se ve afectada, tanto en fuentes superficiales como subterráneas, debido al inadecuado almacenamiento y eliminación de materias primas, sustancias químicas, desechos industriales y efluentes contaminantes. Además, se desperdician valiosos recursos y materiales que se adquieren a alto costo y que no llegan a transformarse en productos finales o en materias primas que puedan reutilizarse. Estas emisiones y desechos incluyen toda clase de sólidos, líquidos y gases emitidos al aire, al agua o al suelo, así como ruido y calor residual generado durante los procesos industriales.

El proceso de producción incluye actividades que a menudo se pasan por alto en cuanto a su impacto ambiental, como las labores de mantenimiento, reparación, limpieza, así como las operaciones administrativas de oficina. Estas actividades pueden generar contaminación del suelo y de las aguas subterráneas a través de lixiviados tóxicos. Dichos lixiviados son invisibles y sus efectos suelen ignorarse, provocando un aumento en la mortalidad de los ecosistemas y la degradación paulatina del medio ambiente.

Por consiguiente, minimizar los desechos y las emisiones también significa aumentar el grado de utilización de los materiales y energía usados para la producción (aumentando la eficiencia ecológica) hasta, y este es el caso ideal, una utilización que garantice un procedimiento libre de desechos y emisiones. El estudio de casos de aplicación de la técnica de producción más limpia en empresas de manufactura en Colombia. Así, para la industria, la minimización de desechos es no solo una meta ambiental sino más aún, y principalmente, un programa orientado comercialmente para aumentar el grado de utilización de materiales para beneficiarse de las ventajas comerciales.

En conclusión, el propósito de esta investigación es indagar, por medio de un estudio de casos, la integración de estrategias de producción más limpia en empresas manufactureras de Colombia. Se pretende examinar el aporte de herramientas y metodologías específicas de producción más limpia a la mitigación de impactos ambientales y mejora de eficiencia operativa. Para ello se hace necesario el estudio de los fundamentos conceptuales que sustentan estas estrategias, comparar su aplicación entre diversas compañías, y explorar los principales desafíos enfrentados durante su implementación. La finalidad de recopilar información y experiencias que permitan entregar recomendaciones concretas para impulsar modelos de producción sostenible en el sector industrial del país. Los hallazgos de este estudio apoyarían la adopción de buenas prácticas ambientales en consonancia con el desarrollo económico.

2. MÉTODO

Con el propósito de alcanzar los objetivos de esta investigación, se adoptó un enfoque cualitativo que implicó la realización de una revisión bibliográfica y un análisis comparativo de estudios de casos relacionados con la aplicación de herramientas de producción más limpia en empresas de manufactura en Colombia. La información necesaria para este análisis se recopiló a través de la consulta de diversas fuentes, como bases de datos académicas, reportes, libros y artículos periodísticos, entre otros.

Este enfoque cualitativo y la revisión bibliográfica permitieron obtener una comprensión profunda de la temática y analizar de manera detallada la aplicación de las herramientas de producción más limpia en el contexto colombiano. La inclusión de publicaciones enriquece la investigación al proporcionar ejemplos concretos y prácticos de cómo estas herramientas se aplican en empresas de manufactura en el país. La diversidad de fuentes consultadas garantizó una base sólida de datos y conocimientos para llevar a cabo un análisis exhaustivo y fundamentado en los resultados de la investigación.

2.1. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Esta investigación adoptará un enfoque cualitativo de investigación descriptiva con el objetivo general de identificar las principales herramientas y metodologías de Producción Más Limpia (P+L) utilizadas en diversos sectores industriales en Colombia. El diseño de la investigación se estructura de la siguiente manera: en primer lugar, se llevará a cabo una revisión de la literatura para recopilar información sobre los conceptos y estrategias asociadas con la producción más limpia. Posteriormente, se realizará un análisis comparativo detallado de las prácticas y actividades de producción más limpia implementadas por las empresas de manufactura en Colombia. Por último, se

profundizará en la identificación y evaluación de los desafíos y barreras que enfrentan estas organizaciones al considerar la implementación de prácticas de producción más limpia. Este enfoque metodológico permitirá obtener una comprensión integral de la aplicación de la P+L en el contexto industrial colombiano. La siguiente tabla describe los tipos de investigación por objetivo propuesto:

Tabla 50. Estrategias metodológicas aplicadas según el objetivo específico propuesto

ETAPA DE LA INVESTIGACIÓN	OBJETIVO ESPECÍFICO	ACTIVIDADES PLANIFICADAS	TIPO DE INVESTIGACIÓN
Revisión de la Literatura	Identificar el concepto y estrategias y metodologías de P+L	1. Revisión de la literatura científica y técnica sobre P+L en bases de datos especializadas. 2. Identificación y extracción de conceptos clave y estrategias aplicadas en la producción más limpia.	Exploratoria y Descriptiva
Análisis Comparativo	Realizar un comparativo de prácticas de P+L en empresas de manufactura en Colombia	1. Identificación de los impactos ambientales y de las estrategias de producción más limpia implementadas en los documentos consultados. 2. Establecimiento de criterios de comparación, tales como procesos, tecnologías utilizadas y resultados obtenidos. 3. Análisis comparativo de prácticas y actividades de P+L en distintos sectores manufactureros.	Comparativa y Descriptiva
Análisis de Barreras y Retos	Analizar barreras y retos en la aplicación de P+L	1. Identificación de barreras y retos a través del análisis de la matriz comparativa. 2. Evaluación cualitativa de los obstáculos enfrentados por las empresas en la implementación de P+L.	Descriptiva y Analítica

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

2.2. INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN

La recolección de información para esta investigación se realizará mediante la búsqueda en bases de datos especializadas, así como en repositorios institucionales de universidades de renombre en Colombia. Específicamente, se consultaron tesis, trabajos de grado e investigaciones que contenían información relevante sobre prácticas de Producción Más Limpia en el sector industrial colombiano. La información obtenida a través de estas fuentes secundarias permitirá identificar conceptos, estrategias, impactos, barreras y retos en la implementación de metodologías de Producción Más Limpia. Este proceso de revisión documental facilitará el análisis comparativo y la evaluación integral planteados como objetivos de la investigación.

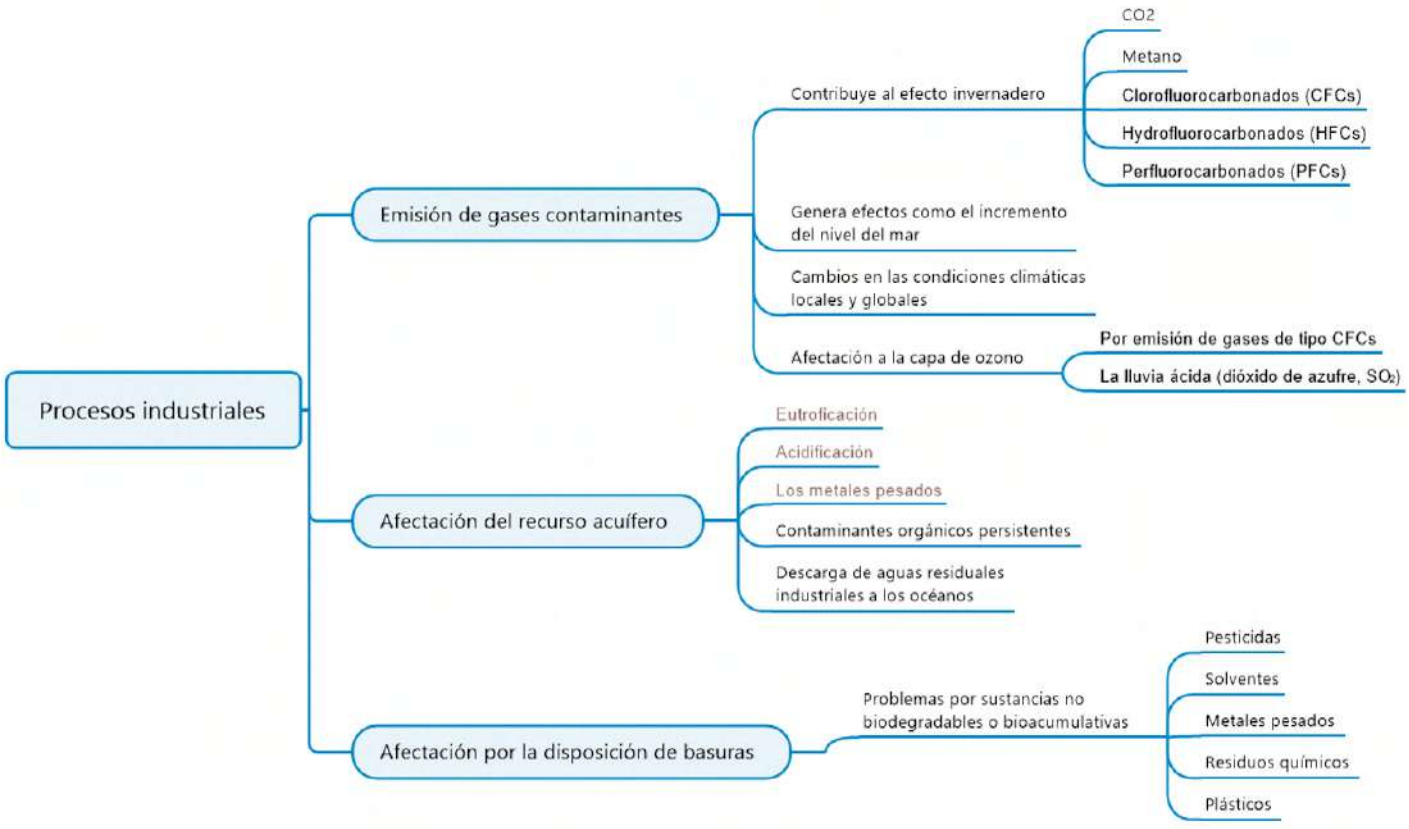
3. RESULTADOS

3.1. BASES TEÓRICAS

3.1.1. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

Las empresas desempeñan un papel fundamental en la problemática ambiental, tanto desde una perspectiva económica como ambiental. Actúan como intermediarias entre los mercados de bienes y servicios y los mercados de insumos productivos, organizando el proceso de producción y distribución en función de las demandas de consumidores y productores. Además, utilizan recursos naturales y ambientales, los valorizan económicamente y los introducen en el mercado. Sin embargo, también tienen la responsabilidad de gestionar adecuadamente los residuos y la entropía resultante de su actividad, evitando así el deterioro de los sistemas naturales. Por tanto, es fundamental promover modelos de economía circular en lugar de lineales, como lo es la producción más limpia, donde las empresas adopten prácticas que favorezcan de optimización de procesos operativos a través las buenas prácticas y tecnologías limpias. Su esencia reconoce los residuos, vertimientos y otros impactos ambientales negativos, como indicadores de ineficiencia de procesos y productos, y propone la prevención de los impactos a través de la optimización de procesos, el aprovechamiento de residuos y el rediseño de productos, enfatizando en la eficiencia de los procesos (Van Hoof et al., 2013; 2015). De esta manera, se busca que las empresas sean respetuosas con el medio ambiente, ya que su comportamiento tiene un impacto directo en los recursos naturales, la calidad de vida y el bienestar de las personas. La figura siguiente resume los impactos ambientales derivados de los procesos industriales:

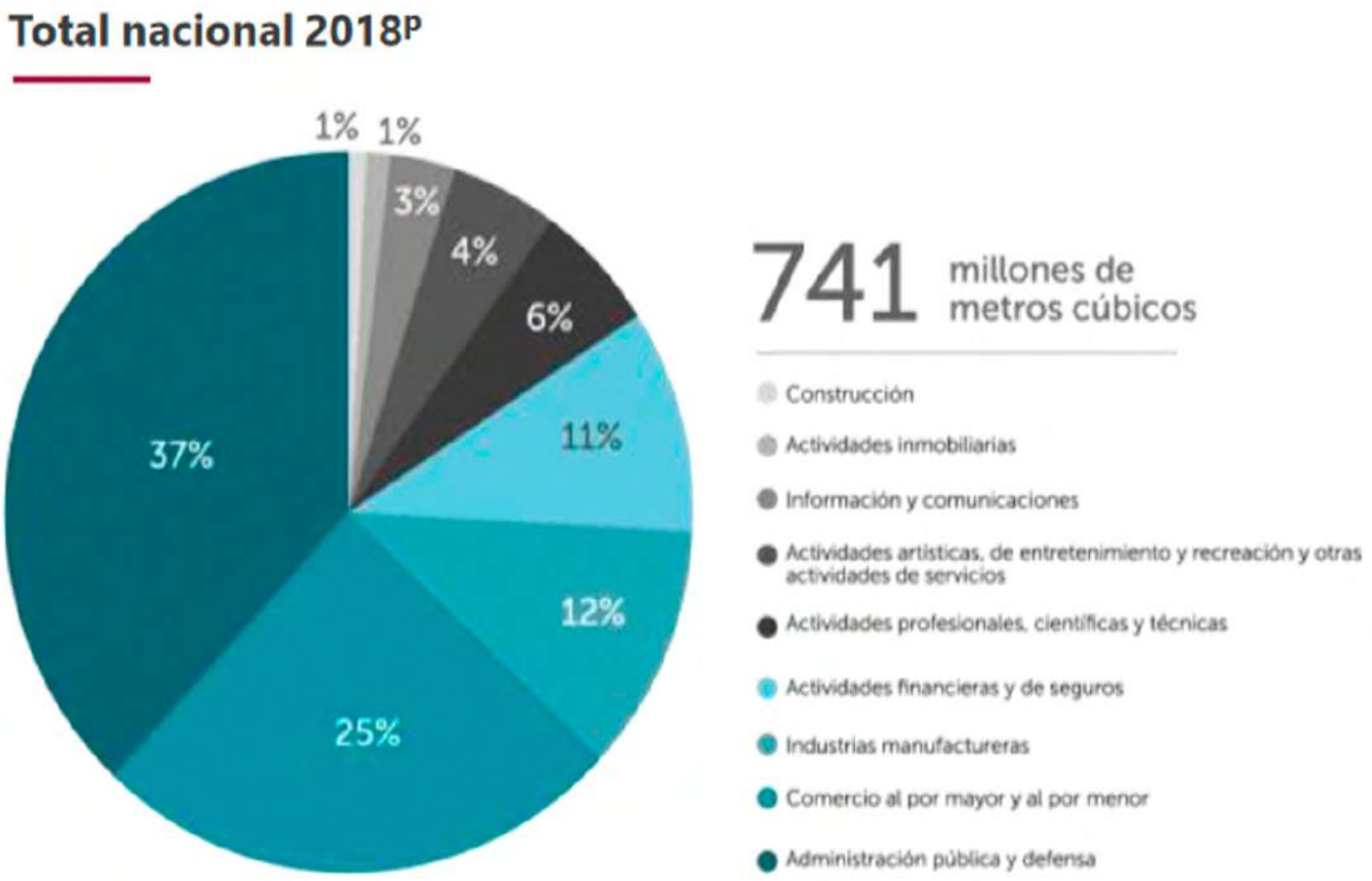
Figura 22. Problemática ambiental generada por los procesos industriales



Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

Es esencial encontrar un equilibrio entre la competitividad empresarial, la responsabilidad social y la sostenibilidad ambiental, adoptando enfoques que fomenten la producción y el consumo responsables. El avance tecnológico, especialmente en la tercera revolución industrial, ha generado un modelo de desarrollo cada vez más dependiente del consumo y uso de los recursos naturales, lo cual ha creado un panorama insostenible que pone en riesgo la existencia y el bienestar de la humanidad. En este contexto surge la denominada sociedad del riesgo, donde los eventos tecnológicos y el enfoque consumista plantean preocupaciones para la preservación de la vida en el planeta y la sostenibilidad ambiental (Garrido, 2007). Por tanto, resulta fundamental adoptar estrategias que promuevan un desarrollo equilibrado y respetuoso con los límites y capacidades de los recursos naturales disponibles. En las siguientes figuras se proporciona información estadística sobre el comportamiento de diversos agentes económicos en relación con el uso de recursos y su disposición en Colombia.

Figura 23. Participación porcentual del uso de agua distribuida por actividad económica



Nota. Tomada del DANE-Cuenta ambiental y económica.

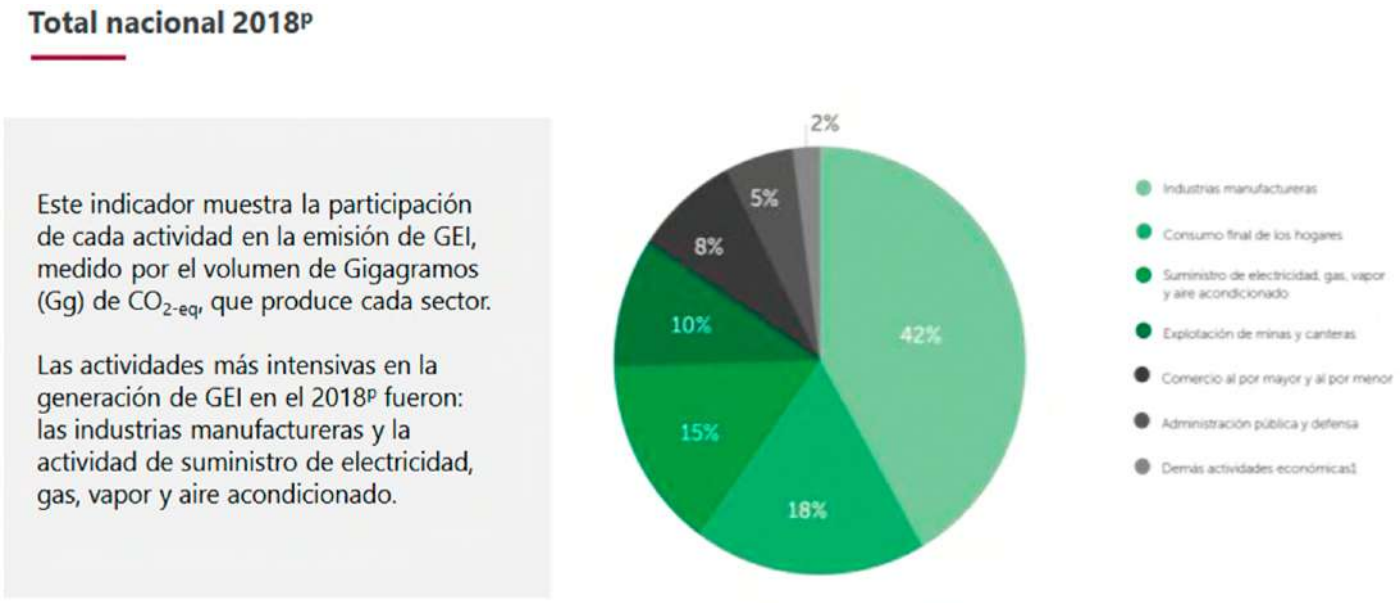
Figura 24. Toneladas de residuos dispuestos por la Industria manufacturera

Total nacional 2018

Tipo de residuo	Residuos dispuestos	
	Total en toneladas	Participación %
Orgánicos	656.465	45,6
Construcción y demolición	542.142	37,6
Mezclados	188.729	13,1
Papel y cartón	22.135	1,5
Madera	14.067	1,0
Plásticos	9.008	0,6
Metálicos	3.030	0,2
Caucho	1.565	0,1
Textiles	1.887	0,1
Vidrio	1.056	0,1
Total	1.440.085	

Nota. Tomada del DANE-Cuenta ambiental y económica.

Figura 25. Participación de la generación de emisiones GEI por actividad económica



Nota. Tomada del DANE-Cuenta ambiental y económica.

Figura 26. Intensidad de emisiones GEI por actividad económica - Gigagramos (Gg) de CO2-eq

Total nacional 2017-2018P

Actividades económicas	2017	2018P
	1000 Gg de CO^{2eq} /mil millones de pesos	
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	13,7	24,1
Explotación de minas y canteras	245,2	265,9
Industrias manufactureras	499,5	473,5
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	572,1	693,7
Construcción	8,6	11,3
Comercio al por mayor y al por menor	46,4	65,7
Información y comunicaciones	3,7	5,5
Actividades financieras y de seguros	3,1	4,2
Actividades inmobiliarias	0,3	0,5
Actividades profesionales, científicas y técnicas	3,0	5,2
Administración pública y defensa	57,9	49,9
Actividades artísticas, de entretenimiento y recreación y otras actividades de servicios	1,5	2,6

Nota. Tomada del DANE-Cuenta ambiental y económica.

3.1.2. PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

Las tendencias actuales y desde principios del siglo por parte de las autoridades competentes es exigir a las empresas de manufactura y servicios el uso de herramientas y estrategias que permitan la implementación de actividades de producción limpia. Cuando se habla de producción más limpia, se refiere a la iniciativa para la implementación de una gestión ambiental la cual se basa en la búsqueda de soluciones a los retos de lograr un equilibrio en el desarrollo industrial de la mano del cumplimiento normativo de saneamiento básico establecido bajo los lineamientos de salud pública.

En contraposición del modelo de producción lineal, la producción más limpia permite abordar los diferentes retos presentes en los diferentes procesos de transformación; donde la investigación juega un papel muy importante a la hora de buscar nuevas tecnologías que permitan la práctica en la búsqueda de métodos de innovación. Desde el punto de vista metodológico en el desarrollo de la investigación considerando las herramientas de producción más limpia que afectarán los productos. No

obstante, la producción más limpia permite una gestión ambiental; la cual encierra varios aspectos como la minimización de residuos para la prevención de la contaminación ambiental, la productividad verde a través de estrategias preventivas en la producción que permitan una innovación en la productividad y a su vez la conservación del medio ambiente y el crecimiento económico a nivel global.

El PNUMA define la producción más limpia, como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada, en los procesos productivos, los productos y los servicios, para reducir los riesgos relevantes a los humanos y al medio ambiente (Fajardo, 2017). En el caso de los procesos productivos se orienta hacia la conservación de materias primas y energía, la eliminación de materias primas tóxicas, y la reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones contaminantes y los desechos. En el caso de los productos se orienta hacia la reducción de los impactos negativos que acompañan el ciclo de vida del producto, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final. En los servicios se orienta hacia la incorporación de la dimensión ambiental, tanto en el diseño como en la prestación de los mismos (PNUMA, 1999).

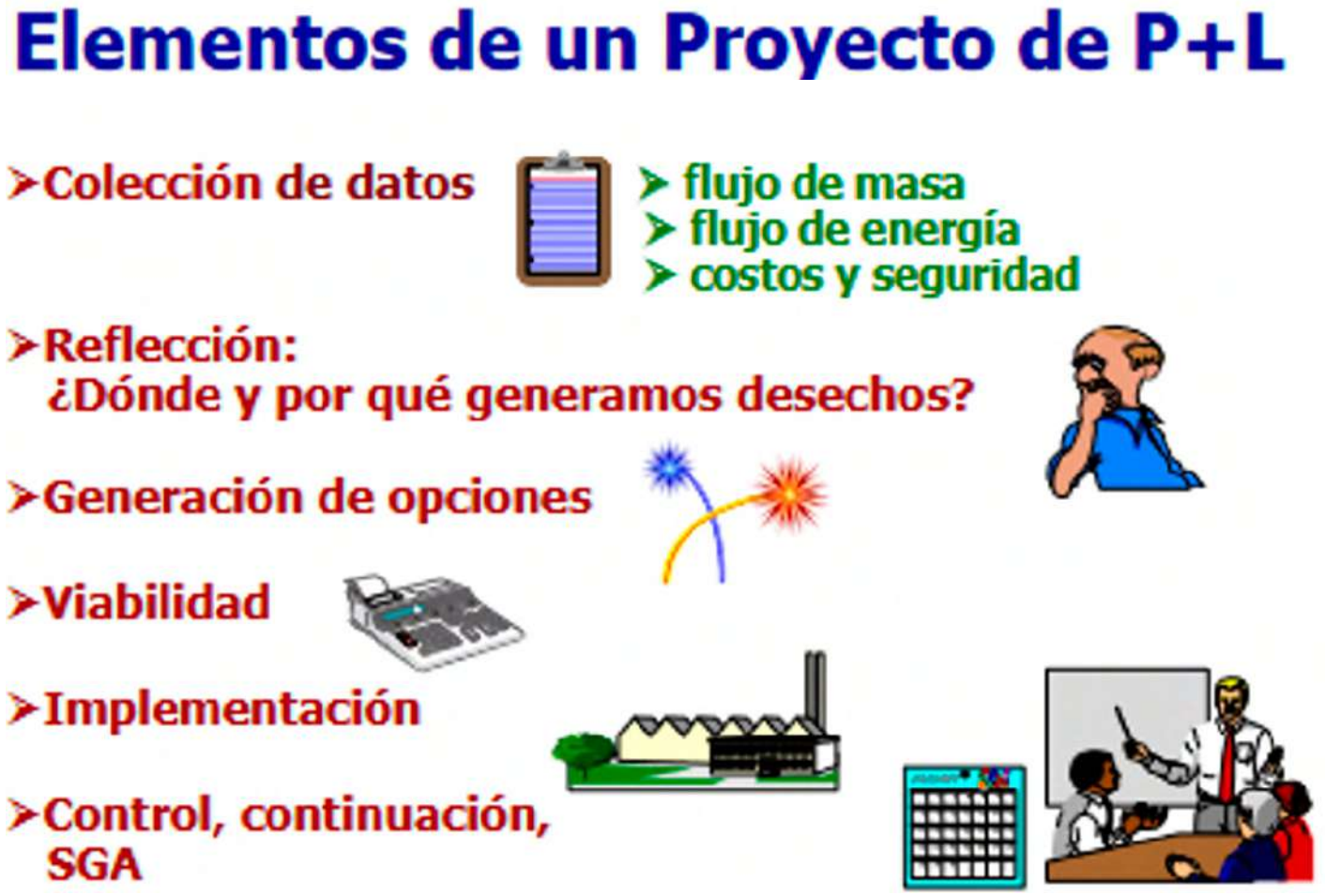
Figura 27. La P+L Estrategia ambiental preventiva e integrada

Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

De acuerdo con esta conceptualización, la Producción más Limpia es el uso continuo de una estrategia ambiental y organizacional, de precaución, preventiva, integral y continua. La Producción más Limpia requiere actitudes distintas por parte de las organizaciones a las actuales para una Gestión Ambiental responsable en la creación de políticas nacionales adecuadas y en la evaluación de opciones tecnológicas (Sonnemann, 2000).

En este contexto, es fundamental destacar que cada empresa posee un conocimiento de sus operaciones, siendo este conocimiento especializado de vital importancia. Por ende, el éxito de la P+L dependerá en gran medida del compromiso y la promoción activa por parte de la empresa. La incorporación de conocimientos externos será útil para identificar soluciones efectivas. Desde esta perspectiva, la Producción Más Limpia se presenta como un estímulo para nuevas ideas a través de la aportación externa. La asistencia para la autoayuda en la empresa implica seguir una metodología específica que comprende elementos clave, como se detalla en un proyecto de Producción Más Limpia, que incluye aspectos como flujo de masa, flujo de energía, costos y seguridad, entre otros. La siguiente figura muestra los elementos que se deben considerar en un proyecto de producción más limpia:

Figura 28. Elementos de un proyecto de producción más limpia



Nota: Tomada de PNUMA. "Manual de Producción más Limpia Un Paquete de Recursos de Capacitación". Unidad de Industria y Medio Ambiente del PNUMA en Francia. 1999.

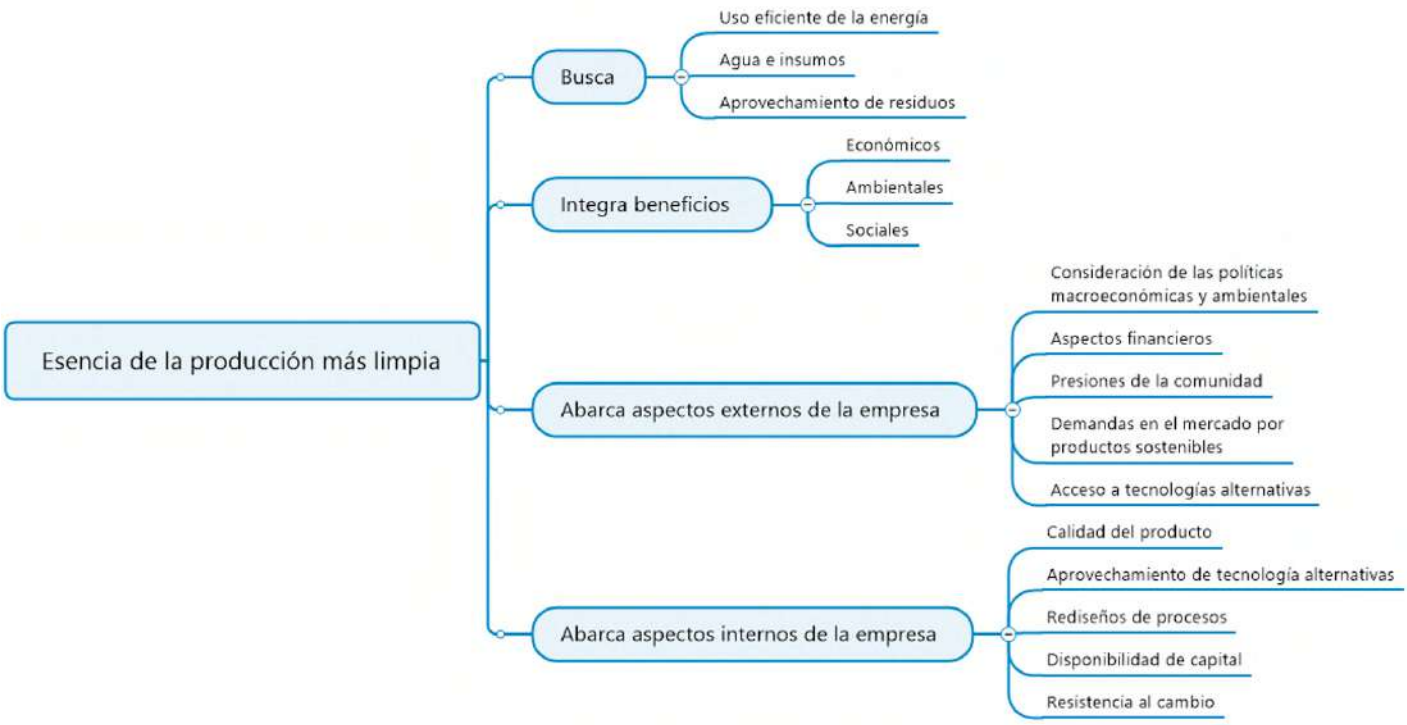
La propensión en el mundo es asumir las filosofías, conceptos, herramientas e instrumentos de Gestión Ambiental que se enfocan en el Desing for Environmental (DFE), Ecology Industry (EI) y Cleaner Production (P+L) (Granada, 2005). De tal modo que el énfasis de la P+L toma un enfoque del ciclo de vida de los productos, al igual que involucra la reclasificación de los programas existentes en la industria bajo la práctica de un mejoramiento continuo.

La Producción más Limpia no se limita simplemente a la combinación de ideas, técnicas y recursos, sino que representa un enfoque completo que integra estos elementos para la concepción y ejecución de proyectos exitosos. Su objetivo primordial es mejorar la eficiencia económica, de los procesos de producción y productos en empresas de distintos sectores, generando así ventajas tanto económicas como medioambientales para dichas organizaciones.

En el contexto de las empresas de manufactura, la producción de bienes implica la transformación de la materia prima, un proceso que conlleva la generación de residuos industriales, ruido, emisiones, consumo de electricidad, consumo de agua, vertimientos e impactos en el suelo, en el agua, atmosféricos, afectación a la biodiversidad. Esto no solo representa un uso ineficiente de los recursos, sino que también se traduce en costos de producción más elevados. Además, la gestión inadecuada de estos residuos tiene repercusiones socioeconómicas negativas, debido a los costos asociados con su tratamiento y disposición final, así como a los efectos ambientales que afectan la calidad de vida de las comunidades y su entorno (Sandoval, 2006).

La implementación de la P+L no debe considerarse un gasto, sino una inversión que genera eficiencia, productividad y ahorros económicos. Cuando se aplica de manera adecuada, la P+L conduce a la optimización de procesos, la reducción de costos, la mejora de la eficiencia operativa, la mayor calidad de los productos y la reducción de residuos (Tamayo y Vicente, 2007).

Figura 29. Esencia de la producción más limpia



Nota: Adaptado de Van Hoof et al. (2007). Producción más limpia: paradigma de gestión ambiental.

La Producción más Limpia se centra en el uso eficiente de materias primas y energía, eliminando el uso de sustancias tóxicas y reduciendo la toxicidad de desechos y emisiones. El desarrollo y diseño de productos busca minimizar los impactos negativos durante la producción. Además, en la prestación de servicios, incorpora estrategias de diseño y entrega sostenibles. La P+L se basa en la aplicación continua de nuevas metodologías y estrategias, lo que conduce a la eficiencia operativa, ahorros de costos y mejoras ambientales, permitiendo a las empresas alcanzar sus objetivos económicos mientras reducen su huella ambiental. (Cotes, 2022).

Entre los beneficios que esta estrategia abarca se encuentran (Van Hoof et al, 2008):

- Reducción de la contaminación proveniente de la industria.
- Optimización del proceso productivo.
- Ahorro de los costos de producción mediante la reducción y uso eficiente de las materias primas e insumos.
- Mejoramiento de la eficiencia operativa.
- Mejoramiento de la calidad y consistencia de los productos debido a un mejor control de las operaciones.
- Reducción de los residuos.
- Reducción de los costos asociados a su correcta disposición.

A diferencia de los sistemas de tratamiento a final del tubo, la prevención en el origen de la contaminación puede aplicarse a las diferentes etapas del proceso productivo de la mayoría de los procesos industriales.

Además, la P+L se alinea con los objetivos de sostenibilidad al reducir el riesgo ambiental para la salud y los accidentes laborales, ahorrar materias primas, agua y energía, mejorar la imagen pública de las empresas y facilitar el cumplimiento de los requisitos ambientales (CPRAC, s/f). También contribuye a la reducción de productos fuera de especificaciones y a la optimización de los procesos y recursos (Flórez, 2002).

Figura 30. El desarrollo sostenible se materializa por medio de aspectos económicos, sociales ambientales.

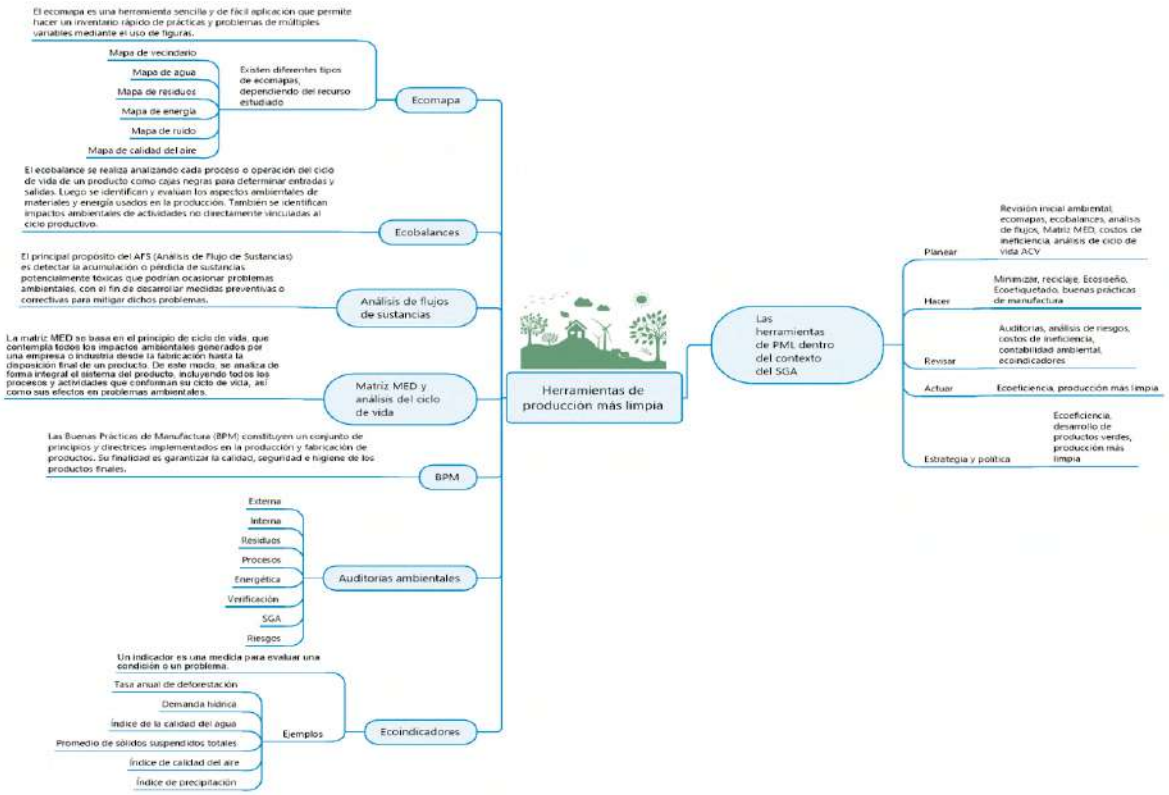
Nota. Adaptado de Autor a partir de la referencia de Van Hoof, B., Monroy, N., & Saer, A. (2007). Producción más limpia: paradigma de gestión ambiental.

Finalmente, tal como lo propone Gamboa (2017) la tendencia de la eco innovación y la P+ML se puede considerar como una fuente de generación de nuevas fuentes de empleo y es planteada, principalmente, por los países que hacen parte de la OCDE como una estrategia para minimizar el impacto sobre los recursos naturales y disminuir el cambio climático.

3.1.3. HERRAMIENTAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

Las herramientas de Producción más Limpia son instrumentos que permiten determinar la situación ambiental y económica de un producto o proceso, ya sea administrativo o de fabricación. A partir de su aplicación, se pueden establecer los objetivos de las medidas preventivas alternativas a implementar. Las herramientas más utilizadas son:

Figura 31. Descripción de las herramientas de P+L y posible aplicación en el SGA (Sistema de Gestión ambiental)



Nota. Adaptado de Autor a partir de la referencia de Van Hoof, B., Monroy, N., & Saer, A. (2007). Producción más limpia: paradigma de gestión ambiental.

3.2. MATRIZ COMPARATIVA

A continuación, se presenta la matriz de comparativa de las estrategias y metodologías de producción más limpia desarrolladas por las empresas.

Tabla 51. Matriz comparativa de prácticas de Producción más Limpia en empresas manufactureras colombianas

TÍTULO	AÑO	RESUMEN	IMPACTOS AMBIENTALES	PROPUESTA DE P+L	INVERSIÓN
Aplicación de la metodología de producción más limpia en establecimientos del sector de preparación de alimentos: caso de estudio municipio de Soatá, Boyacá.	2020	Este proyecto se enfoca en la aplicación de herramientas P+L en establecimientos de preparación de alimentos del municipio de Soatá, especialmente restaurantes y restaurantes de comida rápida, con el fin de lograr ahorro de energía, agua potable, minimización de residuos generados a través de buenas prácticas ambientales y educación ambiental.	En cuanto al recurso hídrico, se destacan problemas en el uso inadecuado del agua potable y la falta de manejo de aguas residuales. En el recurso terrestre, la generación de residuos sólidos, incluyendo desperdicios de comida, envases y artículos desechables, es notable. Por último, en el recurso aéreo, se señalan emisiones a la atmósfera derivadas del uso de estufas, hornos y electrodomésticos que generan calor, vapor y sustancias.	Las prácticas operativas de Producción Más Limpia (P+L) para establecimientos se centran en conservar el agua al cerrar llaves al finalizar la jornada y evitar su uso para descongelar alimentos. Se destaca la importancia de identificar y reportar fugas, limpiar con trapos secos para reducir químicos y usar agua caliente para eliminar grasa. Se recomienda utilizar cantidades recomendadas de detergentes, reportar fugas al personal de mantenimiento y proporcionar información a los clientes sobre el uso eficiente del agua. Estas medidas promueven prácticas sostenibles y eficientes en el uso del recurso hídrico.	Se llevó a cabo un diagnóstico ambiental y sanitario, incorporando datos de consumo, costos y áreas de generación de residuos en cada establecimiento. Se evaluó la viabilidad de alternativas de Producción Más Limpia (P+L) mediante el monitoreo de establecimientos de preparación de alimentos. El objetivo principal consistió en mejorar el entorno y las condiciones sanitarias, buscando una reducción porcentual en los costos de energía y agua potable mediante estrategias personalizadas para cada establecimiento. El resultado incluyó el desarrollo de directrices específicas de P+L para el sector de preparación de alimentos.
Estrategias para la Producción Más Limpia en el Sector de Cacao y Caña Panelera en el Valle del Cauca Bajo el Marco del Plan Nacional de Negocios Verdes en Colombia	2019	El informe proporciona detalles sobre la producción más limpia en Colombia, resaltando su papel crucial en fomentar prácticas ambientales sostenibles en diversos sectores productivos. Se subraya la conexión de la producción más limpia con el Plan Nacional de Negocios Verdes, orientado a desarrollar actividades económicas respetuosas con el medio ambiente y contribuir a la conservación ambiental. El documento se centra en la importancia de la producción más limpia en Colombia, su vínculo con el Plan Nacional de Negocios Verdes y su aplicación específica en los sectores del cacao y la caña de azúcar en el Valle del Cauca.	Identifica impactos ambientales: pérdida de biodiversidad, contaminación por actividades antropogénicas, limitaciones en materias primas, disminución de productividad. Necesidad de prácticas de producción más limpia, destacando impactos en fumigación y fertilización. Cumplimiento de lineamientos para negocios verdes, sensibilización y capacitación para mejorar desempeño ambiental en asociaciones. Estos factores requieren revisar y proponer estrategias de producción más limpia en cada sector.	Implementar buenas prácticas de gestión: evitar pérdida de materias primas, minimizar residuos, ahorrar agua y energía, mejorar condiciones de trabajo y seguridad laboral. Sustituir materias primas contaminantes por alternativas menos peligrosas para reducir volumen y toxicidad de residuos. Reutilizar y reciclar subproductos para obtener valor añadido y minimizar generación de residuos. Fomentar educación ambiental y conciencia sobre producción más limpia, tanto entre empleados como en la comunidad.	Mencionan inversiones en producción más limpia, como la de Comercializadora de Maní, S.A. (Comasa) en Posoltega, Nicaragua, donde se invirtieron 9 mil dólares para sustituir luminarias por luces LED, logrando un ahorro energético del 8% anual.
Implementación de la producción más limpia como estrategia ambiental para la minimización de residuos peligrosos en la industria de empaques plásticos flexibles	2016	Detalla la aplicación de producción más limpia en envases plásticos flexibles, buscando minimizar residuos peligrosos. Sigue un enfoque Planificar-Hacer-Verificar-Actuar, abordando seis pasos con matrices de análisis. Busca cumplir políticas ambientales, reducir impactos por segregación de materiales y recortar costos al planificar recursos. Se enfoca en prácticas operativas y técnicas de minimización, abordando coordinación interdepartamental, control de inventarios, prevención de fugas y manuales de operación. Estos esfuerzos apuntan a corregir problemas ambientales, promoviendo procesos más eficientes y sostenibles.	Menciona impactos ambientales vinculados a la generación y gestión de residuos peligrosos (RESPEL), los cuales pueden ser corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, infecciosos o radiactivos, presentando riesgos para la salud humana y el ambiente. Hace hincapié en regular las cantidades de estos residuos y en la necesidad de una gestión integral que abarque manipulación, transporte, tratamiento y disposición final.	Asegura el éxito en la implementación de la estrategia P+L mediante un diagnóstico ambiental que señala oportunidades de mejora en procedimientos industriales. Utiliza herramientas como Ecomap para visualizar riesgos de contaminación en la industria de envases de plástico flexible. Ecomaps, al determinar la situación empresarial, facilitan identificación y priorización de problemas, comunicación con partes interesadas y capacitación. Además, la Matriz FODA consolida debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas basándose en aspectos ambientales previamente descubiertos. Estos enfoques buscan optimizar procesos y	La gestión deficiente de recursos en términos industriales, sin planificación efectiva de procesos productivos alineados con políticas ambientales, genera la producción de residuos peligrosos. Esto resulta en desafíos tanto en costos de procesamiento como en la complejidad del manejo necesario para operaciones de carga, descarga y transporte. La falta de control diferenciado en los procesos productivos agrava la situación, contribuyendo a la problemática integral.

				minimizar consumos para lograr una implementación exitosa de la estrategia P+L.	
Propuesta para obtener una ventaja competitiva en la empresa bibeq en el proceso de deshidratación de fruta mediante una estrategia de producción más limpia Caso de estudio: piña	2013	Resalta la importancia de la producción más limpia en la actividad industrial, abordando factores tecnológicos, legales y sociales. Se centra en desarrollar procesos limpios para mitigar el impacto ambiental y mejorar la economía, productividad y seguridad en BIBEQ S.A.S. Subraya la necesidad de alternativas de procesos sin agotar recursos ni generar residuos, especialmente en la industria alimentaria. La implementación de la producción más limpia no solo mejora los procesos y la competitividad de la empresa, sino que también demuestra su compromiso continuo con la sostenibilidad ambiental.	Identifica impactos ambientales en deshidratación de frutas en BIBEQ, abarcando efluentes, residuos y emisiones. Zonas críticas como descargue, desinfección y empaque son foco para mejoras. Herramientas de Ingeniería Industrial y Ambiental impulsan un plan de acción. Destaca fuerte impacto ambiental en demanda de oxígeno y vertimientos, generando desafíos en agua y suelo.	Propone mejoras en deshidratación de frutas en BIBEQ con prácticas de producción más limpia. Incluye medidas normativas como gestión ambiental y preventivas como buenas prácticas y optimización de recursos. Recomienda evaluación económica con ROI, TIR y ROA, utilizando herramientas de Ingeniería Económica y Financiera.	El artículo no detalla inversiones específicas para las propuestas de producción más limpia en BIBEQ. Se destaca la evaluación económica, incluyendo costos y análisis de ROI, TIR y ROA. Se aplicaron herramientas de Ingeniería Económica y Financiera, y la Preparación y Evaluación de Proyectos para determinar la viabilidad de la estrategia.
Diseño de un plan de producción más limpia en la empresa Plastificamos S.A.A, Bogotá-Colombia	2011	Aborda el impacto ambiental en la producción de Plastificamos S.A.S., una PYME de artes gráficas, por avances tecnológicos y crecimiento poblacional. Destaca la falta de medidas ambientales y propone la producción más limpia como estrategia. El estudio ambiental formuló planes de gestión para reducir impactos y mejorar el uso de recursos y residuos.	La industria gráfica enfrenta impactos ambientales como ruido, residuos y emisiones. La pre-impresión genera residuos peligrosos, y la impresión y post-impresión contribuyen con residuos de tintas, papel y emisiones. Destaca la necesidad de estrategias de producción más limpia para mitigar efectos negativos. La implementación de prácticas sostenibles es esencial.	El documento propone opciones de producción más limpia para Plastificamos S.A.S., buscando reducir impactos ambientales y mejorar desempeño, productividad y competitividad. Propuestas incluyen implementar un sistema de gestión ambiental ISO 14001, evaluación de ciclo de vida, optimización de materias primas, mejora de eficiencia energética, reducción de generación de residuos y promoción de cultura ambiental. Estas opciones buscan mejorar el desempeño ambiental y la competitividad de la empresa.	El documento no especifica inversiones de Plastificamos S.A.S. para las propuestas de producción más limpia. Destaca que las pymes enfrentan dificultades de financiamiento, limitando mejoras en desempeño ambiental. Se subraya que la inversión en gestión ambiental se percibe como gasto, destacando oportunidades de optimización y eficiencia para mejorar competitividad sin grandes inversiones. Se presentan estrategias y herramientas que pueden generar ahorros económicos y mejorar el desempeño ambiental sin grandes inversiones.
Relación entre las prácticas de producción más limpia y manufactura esbelta sobre los impactos en la gestión de operaciones.	2022	Este documento investigativo se enfoca en la relación entre la producción más limpia y la manufactura esbelta, y su impacto en la gestión de operaciones. Se realiza una revisión bibliográfica para establecer una relación entre estas prácticas y se comparan diferentes autores encontrados en el estado del arte y en otras fuentes de información. Además, se presenta una matriz con las respuestas de tres empresas certificadas de la ciudad de Montería. El documento también destaca la importancia de implementar estas prácticas en una empresa y los beneficios que se pueden obtener al combinarlas en la gestión de operaciones. En general, el documento es una guía útil para aquellos interesados en mejorar sus habilidades en ingeniería industrial.	El documento destaca que este sector industrial causa los mayores impactos ambientales directos, incluyendo emisiones y uso excesivo de recursos, y problemas en la eliminación total de productos. Se señala que la manufactura esbelta puede tener dificultades para reducir las emisiones de CO2 y COV, pero las prácticas de producción más limpia pueden ser efectivas en este aspecto.	Se presenta revisión bibliográfica sobre producción más limpia y manufactura esbelta, destacando su importancia para reducir impactos ambientales. Se describen los cinco pasos de la producción más limpia, enmarcados en el ciclo PHVA, aplicables a procesos, productos y servicios en cualquier industria. La producción más limpia se considera una estrategia de competitividad al fortalecer la posición de la empresa mediante diferenciación, control de costos y eficiencia en procesos.	Este documento resalta la relación entre producción más limpia y manufactura esbelta, destacando su impacto en la gestión de operaciones y la eficiencia. Se detallan los cinco pasos de la producción más limpia y se presenta una matriz con respuestas de empresas certificadas en Montería. Su enfoque principal es proporcionar una guía útil para mejorar habilidades en ingeniería industrial, sin ofrecer información específica sobre inversiones.
Estrategias de aprovechamiento de residuos sólidos producidos por las celdas fotovoltaicas	2021	El documento aborda estrategias para aprovechar los residuos sólidos generados por células fotovoltaicas en proyectos de energía solar y producción más	El documento aborda impactos ambientales de paneles solares, incluyendo residuos tóxicos, alto consumo de agua y energía, emisiones de gases de efecto invernadero y	El documento sugiere estrategias de producción más limpia para paneles solares, como eficiencia en el uso del agua, energía renovable, gestión de residuos y diseño para	El documento destaca inversiones notables, como parques solares por el Grupo Ecopetrol con $1,3 billones en 2021. Aunque no detalla inversiones en proyectos solares,

en el aprovechamiento de la energía solar en proyectos de producción más limpia en Colombia		limpia en Colombia. Comienza destacando la importancia de la energía renovable y la gestión ambiental en el país. Los objetivos incluyen describir los residuos sólidos de paneles fotovoltaicos, identificar estrategias de aprovechamiento y proponer alternativas viables para implementar en proyectos colombianos. Se detalla la composición de los paneles solares, tipos y componentes, así como la clasificación de los residuos. Además, se sugieren estrategias basadas en principios de producción más limpia. El texto concluye analizando el impacto de estas estrategias en la gestión ambiental y la energía renovable en Colombia, proporcionando recomendaciones para futuras investigaciones y proyectos en este ámbito.	problemas sociales. Se destaca la necesidad de estrategias como producción más limpia y gestión adecuada de residuos para mitigar estos impactos.	reciclaje. Estas medidas buscan reducir impactos ambientales y sociales en la producción y uso de paneles solares.	se centra en estrategias para aprovechar residuos de paneles y promover prácticas más limpias.
Joyería artesanal en oro. Producción más limpia	2020	El documento examina los aspectos e impactos de la producción de joyas de oro en Colombia, centrándose en la joyería artesanal. A través de una revisión de literatura y una indagación, los autores exploran los procesos desde la extracción del metal hasta la fabricación de los productos, destacando las consecuencias ambientales a lo largo de la cadena productiva. A pesar de la disminución en la demanda debido a los altos precios, el artículo resalta el alto valor económico del oro como joyería. Los autores subrayan la importancia de comprender y abordar los aspectos e impactos ambientales asociados con la producción de joyas de oro.	El documento destaca impactos ambientales en la producción de joyas de oro, enfocándose en riesgos asociados al proceso de refinación con ácido nítrico y peligros de lesiones por exposición al calor. Aboga por investigar el ciclo de vida completo y desarrollar estrategias para eliminar sustancias tóxicas.	El documento sugiere estrategias para una producción más limpia en la fabricación de joyas de oro: uso de oro reciclado para reducir la explotación de recursos, certificación Fairmined para trazabilidad y pagos justos, prácticas de producción más limpia, educación y concientización, y colaboración e investigación para innovar tecnologías sostenibles.	El documento no detalla inversiones específicas para abordar los impactos ambientales en la producción de joyas de oro. Aunque destaca el uso de oro reciclado y prácticas de comercio justo, no proporciona información detallada sobre inversiones o iniciativas específicas para mitigar los impactos ambientales en este sector.
Estrategias de Mejoramiento Ambiental con Énfasis en Producción más Limpia (PML) para los Procesos Priorizados por la Empresa Coldesivos SAS	2020	Este documento es un informe que se enfoca en estrategias de mejora ambiental, específicamente en la implementación de la producción más limpia, para la empresa COLDENSIVOS S.A.S. El estudio establece objetivos para identificar y cuantificar los residuos no aprovechables generados por la empresa, realizando un diagnóstico ambiental de los procesos de elaboración de adhesivos. Se proponen estrategias de mejora con el objetivo de elevar el rendimiento ambiental de la compañía. La metodología empleada combina enfoques cuantitativos y cualitativos para proporcionar una visión integral. El informe concluye que, aunque la empresa demuestra un buen manejo ambiental en general, se requiere atención a los detalles para lograr mejoras y una implementación más efectiva de prácticas de producción más limpia en toda la organización. Se	El documento destaca que en COLDENSIVOS S.A.S., la generación de residuos sólidos, emisiones contaminantes y el uso ineficiente del agua son impactos ambientales clave. Resalta la necesidad de implementar prácticas de producción más limpia para equilibrar la preservación ambiental con el desarrollo económico de la empresa.	El informe destaca estrategias de producción más limpia para COLDENSIVOS S.A.S., como la clasificación de residuos, sistema de gestión ambiental, reducción de agua y energía, reutilización y reciclaje, elección de materiales ecológicos y capacitación del personal. Enfatiza la necesidad de seguimiento y evaluación continuos para medir la eficacia y realizar ajustes.	El informe no detalla inversiones específicas para las estrategias de producción más limpia en COLDENSIVOS S.A.S. Se destaca que la implementación no requiere grandes inversiones y puede lograrse mediante ajustes en procesos existentes. Además, resalta ahorros potenciales y la reducción de riesgos ambientales y de salud.

		destaca que, a pesar de que la cantidad de residuos generados es considerable, la mayoría de estos se encuentra en buenas condiciones, aunque no cumplen con los estándares de calidad establecidos.			
Estrategias para el manejo de subproductos derivados de la producción de panela bajo un enfoque de producción más limpia en la vereda Aguacatal municipio Neira Caldas.	2020	Este estudio investigativo se centra en la gestión de subproductos derivados de la producción de panela en la vereda Aguacatal, municipio de Neira, Caldas. Su objetivo es desarrollar estrategias orientadas a la conservación ambiental a través de un plan de manejo ambiental para estos subproductos, utilizando enfoques de producción limpia. El trabajo se estructura en tres fases: caracterización de subproductos, diseño del plan de manejo ambiental e implementación de las estrategias sugeridas. Se anticipa que las estrategias propuestas contribuirán positivamente a la sostenibilidad ambiental y económica de la producción de panela en la región.	El texto destaca que la producción de panela genera subproductos desafiantes como aguas mieles y cenizas, que requieren una gestión adecuada para evitar la contaminación. Examina los impactos ambientales asociados con la transformación de la caña de azúcar, focalizándose en la contaminación de ecosistemas acuáticos y suelo. Incluye una tabla de evaluación basada en Producción Más Limpia (P+L) para medir los impactos.	El documento propone estrategias de producción más limpia en la vereda Aguacatal para gestionar subproductos de la producción de panela. Incluye prácticas eficientes, optimización de recursos, mejora operativa, control adecuado y reducción de subproductos, como aguas mieles y cenizas. Destaca la caracterización de subproductos en trapiches, proponiendo alternativas para mitigar impactos ambientales y crear oportunidades de sostenibilidad mediante la reintegración en cultivos. En resumen, promueve la producción más limpia y la economía circular para un manejo ambiental adecuado.	El documento no especifica las inversiones para la producción más limpia en la vereda Aguacatal. Sin embargo, resalta beneficios como optimización de recursos, eficiencia operativa, mejora de la calidad de productos y reducción de subproductos. La implementación de buenas prácticas podría reducir un 40-50% de subproductos, ofreciendo sostenibilidad al reintegrarlos en cultivos. En resumen, se anticipa un impacto positivo en la sostenibilidad ambiental y económica de la producción de panela en la región.
Estudio de caso de producción más limpia de la Empresa Concentrados Cauca, ubicada en El Tambo, Colombia	2019	Este artículo se enfoca en mejorar los procesos de producción en la empresa Concentrados Cauca, situada en El Tambo, Colombia. El propósito principal es aplicar estrategias de Producción Más Limpia para lograr un desarrollo sostenible tanto para la organización como para el municipio y la comunidad en general. La Producción Más Limpia consiste en implementar prácticas ambientales en los procesos de producción con el objetivo de aumentar la eficiencia y reducir los riesgos para la salud humana y el medio ambiente. El documento resalta la importancia de gestionar adecuadamente los residuos, capacitar a los empleados en su manejo y utilizar eficientemente recursos como el agua y la energía. Además, se subraya la necesidad de cumplir con las normativas sanitarias para evitar el cierre de las instalaciones de Concentrados Cauca.	El artículo destaca la urgencia de reducir la contaminación generada por las operaciones de Concentrados Cauca. Además, resalta la importancia de analizar y gestionar de manera efectiva los residuos sólidos y líquidos, así como la necesidad de abordar los posibles efectos adversos en los sistemas ambientales.	El Plan de Producción más Limpia para Concentrados Cauca busca optimizar procesos y procedimientos. Incluye acciones como el uso eficiente de recursos, apagar maquinaria para ahorrar energía y capacitar a los trabajadores en la clasificación de residuos. Se propone la instalación de canecas clasificadas para cumplir con la normativa colombiana sobre reciclaje.	Concentrados Cauca tiene la opción de invertir capital en mejoras ambientales, gestión de residuos y formación del personal. Se espera que esta inversión genere beneficios a largo plazo, aunque el documento no detalla las inversiones específicas realizadas por la empresa.
Diseño de un plan de producción más limpia para mejorar los procesos de fabricación de ladrillo en la Empresa Cerámicos Cajamarca	2020	El documento propone un plan destinado a mejorar de manera sostenible los procesos de fabricación de ladrillos, con el objetivo de reducir el impacto ambiental de la empresa. Este plan se fundamenta en la producción más limpia, una estrategia que busca minimizar los residuos y aumentar la eficiencia en la producción. Se destaca la relevancia de la producción más limpia en la actualidad, considerando la creciente preocupación por el medio ambiente y el cambio climático. El documento detalla el proceso de investigación utilizado	Cerámicos Cajamarca S.R.L. enfrenta impactos ambientales negativos, incluyendo el excesivo uso de recursos y la generación de residuos y emisiones contaminantes. El documento destaca la urgencia de adoptar prácticas más sostenibles para mitigar estos impactos y mejorar el rendimiento ambiental de la empresa.	Cerámicos Cajamarca S.R.L. busca mejorar sus procesos de fabricación de ladrillos mediante estrategias de producción más limpia. Las propuestas incluyen la implementación de un sistema de gestión ambiental, la optimización del uso de recursos y la reducción de residuos y emisiones, siguiendo la metodología de producción más limpia para minimizar impactos ambientales.	El documento no proporciona detalles sobre inversiones específicas en la implementación de estrategias de producción más limpia en Cerámicos Cajamarca S.R.L. No obstante, destaca medidas como la optimización de recursos y la minimización de residuos para reducir costos y mejorar la eficiencia en la producción, promoviendo prácticas sostenibles.

		para concebir el plan de producción más limpia, describiendo los métodos y técnicas aplicados. Además, se presentan los resultados de la investigación, que incluyen la identificación de los principales problemas ambientales en la empresa y las recomendaciones para mejorar los procesos de producción.			
Análisis de producción sustentable para la empresa lácteos Buena Vista	2021	El documento constituye un análisis de producción sostenible centrado en mejorar la producción de cuajada en la empresa Lácteos Buena Vista. Se abordan aspectos cruciales como la importancia de utilizar de manera responsable los recursos naturales y preservar el medio ambiente en el sector alimentario, así como la creciente conciencia ecológica entre los consumidores. Se emplean normas y regulaciones específicas para realizar un análisis eléctrico, identificando oportunidades de mejora en el proceso de producción de cuajada. Estas mejoras incluyen el control y ajuste de los equipos de refrigeración y generación de vapor, la actualización tecnológica de los compresores del sistema de refrigeración, y la implementación de sistemas de control. El objetivo principal es alcanzar una producción más limpia, sostenible y eficiente en términos energéticos, así como reducir la generación de residuos.	El informe destaca diversos impactos ambientales en la producción de queso, como el excesivo consumo de agua, elevados consumos de energía debido a deficiencias operativas, emisiones atmosféricas y generación de residuos líquidos. Además, se señala la utilización inadecuada del suero de leche, generando impactos negativos en el entorno y las comunidades locales.	El documento propone medidas de producción más limpia para mejorar la eficiencia energética en la fabricación de cuajada. Incluye ajuste y control de equipos, actualización tecnológica de compresores, sistemas de supervisión de consumo de energía y agua, prácticas preventivas de limpieza y mantenimiento, y aprovechamiento del suero de leche. Además, sugiere implementar prácticas de gestión ambiental para establecer procesos más sostenibles.	El texto no proporciona detalles sobre inversiones específicas para la producción más limpia en Lácteos Buena Vista. Aunque destaca que no se requieren inversiones elevadas, menciona medidas de bajo costo como el ajuste de equipos, prácticas de limpieza y sistemas de control para lograr ahorros significativos en energía y agua.
Implementación del programa de producción más limpia, orden y aseo en CALZADO KONDOR LTDA Antioquia – Colombia	2010	El documento aborda un programa de producción más limpia aplicado en la empresa de Calzado Kongor Ltda, la cual adopta un enfoque en cumplir las normativas ambientales, introdujeron planes integrales para la gestión de residuos y conservación del agua. Estas iniciativas resultaron en reducciones notables en el consumo de energía y agua por par de zapatos. La empresa ha fortalecido su compromiso ambiental a nivel operativo y organizacional, incorporando aspectos ambientales en las actividades diarias y adoptando tecnologías para una producción más limpia. Además, han lanzado un programa de "Producción más Limpia" que ha generado resultados positivos. La compañía también ha lanzado un plan específico para la conservación del agua, considerando las medidas de salud de los empleados. En resumen, Calzado Kongor Ltda busca mejorar la seguridad y el bienestar de los trabajadores, al mismo tiempo que minimiza su impacto ambiental.	El artículo describe la implementación exitosa del programa de producción más limpia en Calzado Kongor Ltda. Destaca la reducción significativa del consumo de energía y agua por par de zapatos, con reducciones del 6,72% y 13,17%, respectivamente, comparado con 2009. Además, se optimizaron materias primas mediante ajustes en el proceso, disminuyendo residuos peligrosos, y se mejoró la gestión de residuos químicos para un impacto ambiental positivo.	El artículo analiza propuestas de producción más limpia y eficiente, como la instalación de tejas traslúcidas, el uso de lámparas eficientes, accesorios ahorradores de agua, un plan de gestión de residuos y la selección de proveedores basada en criterios económicos y ambientales. Estas medidas buscan reducir el impacto ambiental y mejorar la eficiencia, logrando notables reducciones en el consumo de energía y agua por par de zapatos.	El artículo destaca inversiones clave, como el Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS), la instalación de tejas traslúcidas para aprovechar la luz natural, el reemplazo de lámparas fluorescentes T-12 por opciones más eficientes (T-8 y T-5), y la incorporación de accesorios ahorradores de agua en las instalaciones de fontanería.

Estrategias de producción más limpia –PML: caso aplicado a la industria de curtiembre	2019	El documento aborda las estrategias de producción más limpia, resaltando su relevancia en la industria. Se exploran los beneficios tanto ambientales como económicos asociados con la implementación de estas prácticas, además de abordar los desafíos que las empresas enfrentan al adoptarlas. Se incluyen estudios de casos y se analizan las implicaciones de la tecnología utilizada en los procesos de producción. En términos generales, el documento enfatiza la importancia de la producción más limpia como una vía para mitigar el impacto ambiental de la industria y mejorar su eficiencia económica.	El artículo destaca impactos ambientales en la industria, incluyendo emisiones de gases de efecto invernadero, contaminación del aire y agua, generación de residuos peligrosos y degradación del suelo. Se resalta la significativa huella ambiental del proceso de curtido en la producción de cuero, enfatizando la necesidad de adoptar la producción más limpia como estrategia para mitigar estos impactos y avanzar hacia la sostenibilidad en la industria.	El documento propone diversas estrategias para reducir el impacto ambiental industrial, como la eficiencia en el uso de energía y agua, la elección de materiales menos tóxicos, sistemas de gestión ambiental y tecnologías más limpias. Se resalta la implementación exitosa de estas estrategias a través de estudios de casos, evidenciando beneficios económicos y ambientales derivados de su adopción.	El documento no especifica las inversiones concretas en prácticas de producción más limpia. No obstante, subraya la importancia de evaluar costos y beneficios económicos al invertir en estas prácticas. Se destaca que, aunque puede haber costos iniciales, a largo plazo, estas inversiones pueden generar ahorros significativos y mejorar la eficiencia. Además, se resalta cómo estas prácticas pueden elevar la reputación y competitividad de la empresa.
Priorización de oportunidades de producción más limpia enfocadas en aumentar la eficiencia del proceso productivo en una Empresa del sector metalmecánico, ubicada en Tocancipá, Cundinamarca para mejorar su desempeño ambiental.	2020	Este trabajo se centra en desarrollar una propuesta de Producción más Limpia adaptada a las necesidades de una empresa metalmecánica específica. A través de una metodología paso a paso, se evaluaron la viabilidad técnica, económica y ambiental de la propuesta, proporcionando la información necesaria para su posible implementación. Los resultados destacan que el proceso de bandas para freno es el punto más crítico de la empresa, con una eficiencia del 79%. Se propone la adopción de un nuevo sistema de rectificado para mejorar la eficiencia al simplificar dos etapas del proceso en una, lo que resulta en una reducción del 8% en todos los consumos de agua, energía, materia prima y otros recursos asociados con el proceso.	Aunque no detalla riesgos ambientales específicos, el documento destaca la preocupación por la excesiva utilización de recursos naturales en la industria, generando contaminación y residuos. Se enfatiza la necesidad de reducir estos impactos y mejorar la eficiencia del proceso productivo para preservar el medio ambiente.	El documento presenta propuestas específicas de producción más limpia para mejorar la eficiencia de un proceso en el área de producción. Se sugiere adoptar tecnología de rectificado más eficiente, implementar un sistema de recirculación y filtración en el enjuague, instalar turbinas mejoradas para el proceso de granallado y adoptar un sistema cerrado de desengrase con bomba de microfiltración y separador de gases. Estas propuestas buscan minimizar impactos ambientales y promover la sostenibilidad operativa.	El documento no proporciona detalles específicos sobre las inversiones realizadas por la empresa metalmecánica, pero destaca que la propuesta de producción más limpia busca reducir costos. Se llevaron a cabo evaluaciones de alternativas para mejorar la eficiencia del proceso productivo, considerando la tasa de retorno de la inversión y el valor presente neto (VPN). La inversión necesaria es de 19.292.932 millones de pesos colombianos, y la empresa recupera dicha inversión en un período de 4 años, considerado relativamente corto. En resumen, se enfatiza la importancia de la viabilidad financiera de la propuesta, incluyendo la inversión y el período de recuperación.
Alternativas de producción más limpia en calidad del aire para el sector alfarero, Sogamoso (Boyacá)	2020	Este artículo aborda las alternativas de producción más limpia para el sector alfarero en la Vereda Pantanitos, Sogamoso, Boyacá. A través de entrevistas y encuestas a propietarios de 56 hornos, se recopiló información sobre diversos aspectos del proceso productivo y se identificaron estrategias de producción más limpia. Las estrategias incluyen gestión tecnológica, autogestión ambiental, beneficios tributarios y líneas de financiamiento. Se priorizaron estas estrategias mediante un método participativo. En resumen, se destaca que la implementación de estas alternativas puede reducir los riesgos ambientales y para la salud en la producción alfarera.	El artículo destaca que la producción alfarera en la Vereda Pantanitos, Sogamoso, Boyacá, ocasiona emisiones contaminantes durante la combustión, como monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOX), partículas sólidas (PM10) y compuestos orgánicos volátiles (VOC), los cuales contribuyen al efecto invernadero y al cambio climático. Además, se señala que los residuos industriales con sustancias tóxicas pueden causar perjuicios en organismos. En resumen, la producción alfarera en esta área tiene impactos negativos en la calidad del aire y representa riesgos ambientales.	El artículo presenta estrategias de producción más limpia para el sector alfarero en Sogamoso, Boyacá. Incluye propuestas como la adopción de tecnologías eficientes, autogestión ambiental con la adecuada disposición de residuos y medidas de seguridad, beneficios tributarios para empresas sostenibles, y la creación de líneas de financiamiento. Además, se evalúan ventajas y desventajas de cada estrategia, priorizándolas mediante una matriz de análisis.	El artículo no detalla inversiones específicas en el sector alfarero de la Vereda Pantanitos en Sogamoso, Boyacá. En su lugar, presenta propuestas de estrategias y opciones de producción más limpia para el sector, abordando aspectos como la gestión tecnológica, la autogestión ambiental, beneficios tributarios y líneas de financiamiento que podrían ser aplicadas.
Diseñar estrategias de producción más limpia a partir de la guía ambiental de la industria láctea para la Empresa Lácteos	2020	El proyecto se enfoca en la adecuación y aplicación de la guía ambiental para la empresa Lácteos San Ángel en Cumbal, Nariño, con el objetivo de mitigar los impactos ambientales asociados a los procesos	El estudio en Lácteos San Ángel identificó impactos ambientales significativos, como residuos sólidos, residuos industriales, emisiones atmosféricas y aguas residuales derivados del proceso de	El estudio propone diversas estrategias para implementar prácticas de producción más limpia en Lácteos San Ángel, incluyendo la reducción del consumo de agua y energía, el establecimiento	En lo que respecta a las inversiones realizadas, el informe no detalla específicamente las inversiones específicas llevadas a cabo por Lácteos San Ángel para adoptar prácticas de producción

San Ángel, ubicada en el municipio de Cumbal - Nariño.		industriales del sector lácteo. Se realizó un diagnóstico detallado de la empresa, evaluando licencias, permisos, manejo de recursos y residuos, así como los impactos ambientales generados. La empresa procesa 4000 litros diarios de leche para obtener queso y mantequilla, contando con permisos y una planta de tratamiento de aguas residuales. Se analizaron estrategias de producción más limpia basadas en la Guía Ambiental para el Sector Lácteo, y se diseñó un plan de acción para fomentar prácticas ambientales preventivas y procesos de producción más limpios, con un enfoque en el uso eficiente del agua y la energía.	elaboración de queso. Los procesos de pasteurización, lavado, almacenamiento y estandarización se identificaron como los más perjudiciales. Además, se señalan riesgos para la salud y seguridad de los empleados. El estudio recomienda la implementación de prácticas de producción más limpia para mitigar estos impactos y mejorar la gestión ambiental de la empresa.	de un sistema de gestión ambiental, la utilización de tecnologías más eficientes, el reciclaje de residuos y la formación del personal. Estas medidas buscan disminuir los impactos ambientales de la empresa y mejorar su desempeño en términos ambientales.	más limpia. No obstante, se señala que la ejecución de un programa destinado al ahorro y uso eficiente del agua implica un costo total de $10.800.000. Asimismo, se resalta la posibilidad de que la implementación de prácticas más sostenibles tenga el potencial de reducir los costos operativos de la empresa y fortalecer su posición competitiva.
Diseño de un Programa de Producción más Limpia Para Mitigar el Impacto Ambiental en la Empresa JD Cueros Bucaramanga, Santander	2023	En este trabajo, se busca crear un programa de producción más sostenible para JD Cueros en Bucaramanga, Santander, utilizando una metodología cualitativa y cuantitativa que implica observación, verificación de hipótesis y análisis de datos. El objetivo es reducir el impacto ambiental de la empresa. Los resultados incluyen un análisis de ciclo de vida que destaca el alto consumo de agua en las cortinas y la presencia de químicos perjudiciales en los efluentes líquidos. Se proponen indicadores de seguimiento y estrategias para mitigar el impacto ambiental y reducir costos, sujetos a evaluación y mejora continua.	El documento identifica diversos impactos ambientales en JD Cueros, como la emisión de sulfuros y compuestos orgánicos volátiles causantes de malos olores, la liberación de amoniaco y vapores de solventes, y las descargas líquidas que afectan la calidad del agua. También resalta el alto consumo de agua y energía en la etapa de curtido, la generación de residuos tóxicos y la emisión de gases de efecto invernadero.	El documento propone diversas estrategias para hacer más sostenibles las operaciones de curtiembre en JD Cueros, incluyendo la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales, la adopción de tecnologías más limpias, la reducción del consumo de agua y energía, la reutilización de residuos orgánicos para la generación de biogás, y la implementación de un sistema de gestión ambiental. Estas propuestas buscan disminuir el impacto ambiental asociado con la producción de cuero.	El documento indica que la estimación de la inversión requerida para llevar a cabo las estrategias de producción más sostenible se encuentra incorporada en los indicadores de “Gastos de administración” y “Gastos de venta”. No obstante, no se detalla un monto específico para dicha proyección de inversión.
Planteamiento de estrategias de sostenibilidad para mitigar el impacto ambiental de la industria textil en Colombia	2023	Este trabajo se enfoca en la implementación de buenas prácticas de manufactura, específicamente en los procesos de prelavado, por parte de las empresas textiles en Colombia, siguiendo las directrices de producción más limpia de FUNDES. El objetivo principal es proponer acciones sostenibles para mitigar el impacto ambiental de la industria textil en el país. La investigación aborda la descripción de los programas de control ambiental existentes en la industria textil colombiana y examina los antecedentes relacionados con el reciclaje textil. Los resultados destacan la complejidad de la industria textil, que utiliza mezclas de fibras naturales y sintéticas, dificultando la separación y reciclaje al finalizar la vida útil de las prendas y generando grandes cantidades de residuos sólidos. Ante estos impactos significativos, se proponen estrategias como la implementación de programas integrales de manejo de residuos sólidos, prácticas de uso eficiente de agua y energía en el ámbito textil del país, y la adhesión a las acciones de control ambiental conforme a la normativa vigente.	La industria textil enfrenta problemas ambientales, como descargas de aguas residuales, emisiones atmosféricas, contaminación acústica y residuos sólidos. La utilización de productos químicos, especialmente tintes sintéticos con metales pesados tóxicos, contribuye significativamente a estos impactos. Se sugiere que la adopción de estrategias sostenibles podría mitigar los efectos negativos al reducir el consumo de agua, energía y la generación de residuos sólidos, destacando estos como impactos ambientales generados por la industria textil.	El informe destaca estrategias para mejorar el rendimiento ambiental de la industria textil en Colombia, como identificación de aspectos ambientales, optimización del uso del agua y eficiencia energética. Destaca el uso generalizado de prácticas de producción más limpia, especialmente en pymes, logrando reducciones significativas en consumo de recursos sin comprometer la calidad del producto.	El informe no ofrece detalles sobre inversiones específicas para la producción más limpia en la industria textil colombiana. Destaca la importancia de políticas para reducir consumo de recursos y respaldar innovaciones tecnológicas. Aunque menciona la adopción de prácticas sostenibles en prelavado, no especifica inversiones.

Estrategias didácticas para mitigar el impacto ambiental generado por la quema de llantas en desuso como combustible fósil en los trapiches paneleros de la vereda San Isidro del municipio de Ricaurte-Nariño Colombia	2020	El documento destaca que la producción de panela en la vereda San Isidro, municipio de Ricaurte, Colombia, ha generado impactos ambientales negativos debido a la quema de llantas, leña y plástico en los trapiches paneleros. Estos materiales se utilizan como combustible para evaporar el jugo de caña, y la combustión produce humo negro, conocido como hollín, que contribuye a la contaminación ambiental. El trabajo actual busca reducir estos impactos mediante estrategias de producción más limpia, como la creación de un manual de buenas prácticas de manufactura (MBPM), según lo propuesto por Vanegas C (2016). Este manual aborda la producción de panela, los materiales utilizados en la combustión, normas de bioseguridad y sanitarias, con el objetivo de garantizar la seguridad de los operarios, reducir la contaminación ambiental y salvaguardar la salud de la comunidad local. El enfoque es implementar prácticas más limpias y sostenibles en el proceso de producción de panela.	El uso inadecuado de combustibles fósiles en los trapiches paneleros de la vereda San Isidro en Ricaurte, como la quema de llantas, genera emisiones de humo que afectan la calidad del aire y la salud. El proceso de producción de panela también puede provocar contaminación del suelo y del agua.	Una estrategia propuesta para abordar el impacto ambiental de la quema de llantas en los trapiches paneleros es la creación de un Manual de Buenas Prácticas de Manufactura (MBPM), que abarca aspectos del desarrollo sostenible. Incluye información sobre la elaboración de la panela, materiales de combustión, normas sanitarias y bioseguridad para mejorar la seguridad, reducir la contaminación y preservar la salud. Además, se sugiere la capacitación de propietarios y productores sobre los efectos negativos y la construcción de un cerco ambiental con llantas.	Aunque el documento no detalla inversiones específicas, resalta que la infraestructura térmica en trapiches paneleros es ambientalmente deficiente, sugiriendo posibles necesidades de inversión para mejorar la eficiencia y reducir el impacto ambiental. Se indica que consideraciones económicas podrían influir en la elección de materiales y prácticas, como el uso de llantas, caucho y plástico, en el proceso de evaporación del jugo de caña.
Análisis de la utilización de estrategias de producción más limpia y adaptación de un sistema de indicadores de manejo ambiental en las empresas del clúster textil confecciones del Tolima	2019	La investigación se enfocó en analizar la implementación de estrategias de producción más limpia y adaptar un sistema de indicadores ambientales en las empresas del Clúster Textil Confecciones del Tolima, Colombia. La metodología utilizada fue descriptiva cuantitativa, a 135 empresas, con cuatro dedicadas a tintorería y estampado. Tras el análisis estadístico, se trabajó con una muestra de 91 empresas, recopilando datos mediante encuestas para evaluar la aplicación de prácticas de producción más limpia. Se diseñó un sistema de indicadores con una escala de valoración para medir el conocimiento y aplicación de la producción más limpia, la gestión de residuos sólidos, el uso del agua, el control del aire y la integración del sistema en cada empresa. Las conclusiones principales resaltan el desconocimiento por parte de las empresas sobre los conceptos y la importancia de la producción limpia en sus lugares de trabajo, además de un bajo uso del agua en los procesos industriales analizados.	La investigación revela que las empresas textiles en Colombia carecen de conocimiento sobre la producción más limpia. Se destaca la limitada utilización del agua en los procesos industriales. La gestión de residuos sólidos es percibida como el principal problema ambiental (91%), seguido por el ruido, la contaminación del agua, el manejo de aguas residuales y la contaminación del aire. El documento aboga por medidas para reducir el impacto ambiental en la industria textil colombiana.	La implementación de prácticas de producción limpia en el sector textil se enfoca en la gestión responsable de recursos como agua, insumos y energía. Se destaca la reutilización y reciclaje de materiales en el lugar de generación de residuos para garantizar un proceso eficiente y sostenible. El compromiso con la sostenibilidad implica asumir costos adicionales para mejorar continuamente. Estrategias incluyen mantener bajos niveles de contaminación del agua y del aire, reflejando un claro compromiso con el respeto al medio ambiente. Este enfoque profundo impulsa a las empresas a contribuir positivamente al entorno.	La investigación señala que el 63% de los empresarios encuestados se muestra dispuesto a adoptar procesos de producción más limpia, incluso mediante la inversión de recursos propios. Sin embargo, la falta de información detallada en el documento deja sin claridad las inversiones específicas que se están llevando a cabo en el sector textil colombiano con el propósito de implementar prácticas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.
Estrategias de producción limpia para las empresas cerámicas con tecnología Horno Túnel en el área metropolitana de Cúcuta	2022	Esta investigación se centra en analizar la implementación de la estrategia preventiva de Producción Más Limpia como una opción para el desarrollo sostenible de empresas cerámicas que utilizan la tecnología de	La Producción Más Limpia (P+L) busca reducir los riesgos ambientales y para la salud en la industria cerámica de Norte de Santander. El estudio destaca la necesidad de implementar P+L, especialmente en	El proyecto se enfoca en proponer estrategias de Producción Más Limpia para Tejar Arcillas Zuligres y Tejar los Vados, empresas cerámicas en Cúcuta. Se evalúa la contaminación generada y sus impactos en recursos hídricos, medio	La empresa ha establecido un plan estratégico de inversión para implementar nuevas tecnologías este año, demostrando su compromiso con la innovación y la actualización tecnológica. Busca mejorar la eficiencia

		Horno Túnel en el área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander, específicamente Tejar los Vados y Zuligres. Se reconoce la preocupación por el deterioro de la vegetación, la disminución de los recursos hídricos, la contaminación del aire y la devaluación de la tierra en las zonas circundantes a estas empresas. El proyecto implica la observación detallada del proceso de producción y la evaluación de los residuos generados. Posteriormente, se llevará a cabo la implementación de la producción más limpia para estructurar un plan de mejora. El objetivo final es medir los ahorros y mejoras de las empresas a lo largo del tiempo, buscando contribuir tanto a la sostenibilidad ambiental como al cumplimiento de las regulaciones ambientales establecidas en la ciudad y el país.	la cocción de arcilla, donde hay limitaciones normativas. La emisión de sonido y gases de efecto invernadero durante la conversión de arcilla genera considerables impactos ambientales. Aunque la extracción y procesamiento de arcilla y la cocción en hornos afectan el paisaje, la implementación de técnicas de P+L puede mitigar estos impactos y mejorar la gestión ambiental.	ambiente y personas. Las estrategias propuestas incluyen gestión de residuos sólidos, manejo eficiente del agua, uso racional de la energía y un programa de Cero Papel, buscando prácticas más sostenibles y reduciendo impactos ambientales.	operativa y potenciar la competitividad en un entorno empresarial dinámico. Este enfoque refleja la visión a largo plazo de la empresa, orientada al crecimiento sostenible y al éxito continuo en el mercado.
Diseño de un programa de producción más limpia para el mejoramiento de los procesos productivos de la Empresa C.V.P Ingeniería Ltda de la ciudad de Cartagena.	2014	Este proyecto de investigación y aplicación tiene como objetivo diseñar estrategias de producción más limpia para la empresa CVP INGENIERIA LTDA, que opera en el sector de la construcción. Los desechos, en esencia, son materiales y materias primas que han sido adquiridas a costos significativos durante el proceso y que no han sido convertidos en productos finales ni en insumos para otros procesos de producción. Desde esta perspectiva, la Producción Más Limpia se define como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada en los procesos, productos y servicios, con el objetivo de mejorar la eficiencia de las empresas y reducir los riesgos para el medio ambiente y las personas. dentro del marco de la ecoeficiencia. Dadas las circunstancias actuales, es crucial que las empresas, especialmente las del sector de la construcción, implementen herramientas de gestión ambiental como la Producción Más Limpia, el Análisis de Ciclo de Vida del Producto, la Auditoría Ambiental, entre otras.	Tras analizar los diagnósticos, se identifican varios impactos ambientales en CVP INGENIERIA LTDA. Estos incluyen contaminación ambiental por emisiones, afectando la salud interna y comunidades circundantes. La carencia de gestión de residuos sólidos podría afectar tanto el entorno laboral como las comunidades vecinas. La falta de control sobre agua y energía contribuye al desperdicio. La gestión tecnológica desactualizada y la falta de capacitación ambiental son preocupantes.	La empresa se propone realizar un diagnóstico del consumo energético, implementar tecnologías para un uso eficiente de la energía y reducir el consumo en un 5%. Además, se busca capacitar al 100% del personal en prácticas sostenibles y uso racional de la energía.	La implementación del modelo de Producción Más Limpia (P+L) en CVP INGENIERIA LTDA implica asignar recursos económicos para el manejo de residuos sólidos, uso eficiente del agua y energía. Se proponen actividades específicas, como la gestión de alianzas con proveedores y campañas de recolección de residuos. Se estima que el programa P+L podría generar ingresos no operacionales de $5,852,744.00, contribuyendo a la recuperación de la inversión y al desarrollo del portafolio de servicios de la empresa.
Diseño de un programa de producción más limpia para la línea del sector porcino en la industria de alimentos balanceados Italcol S.A. Funza	2015	Italcol SA, en su operación, genera impactos ambientales que afectan la calidad del aire, agua (con vertimientos catalogados como agua residual doméstica debido a su producción en seco) y suelo. Para evaluar estos impactos, se llevó a cabo un reconocimiento detallado de las instalaciones, que incluyó datos estadísticos de producción, uso de materias primas y descripción del proceso productivo. El diagnóstico ambiental abordó la caracterización y análisis físico-químico de los medios	La empresa CVP INGENIERIA LTDA enfrenta diversos impactos ambientales, desde contaminación por emisiones hasta carencias en la gestión de residuos sólidos y control de agua y energía. La falta de actualización tecnológica y capacitación ambiental en la mano de obra agrava la situación, generando preocupaciones sobre la salud laboral y el impacto en las comunidades vecinas. Se requiere una intervención integral para abordar estos desafíos ambientales.	Italcol SA realiza un diagnóstico integral para su línea de producción porcina, identificando puntos críticos de residuos, consumo de recursos y contaminación. Las estrategias de Producción Más Limpia incluyen la optimización de la alimentación, manejo eficiente de residuos y actualización de eficiencia energética y uso del agua. Se prioriza la capacitación del personal y la promoción de una cultura ambiental, respaldadas por monitoreo constante y auditorías regulares. La colaboración	El conjunto de herramientas busca facilitar la gestión empresarial y realizar un diagnóstico ambiental integral. Los costos iniciales incluyen honorarios de consultores, auditorías y capacitación. Inversiones en tecnología, equipamiento y cambios en procesos para optimizar la producción y reducir el impacto ambiental son considerados. Además, se destinan recursos a la capacitación del personal y la promoción de una cultura corporativa sostenible.

		afectados, incluyendo ruido ocupacional, calidad del aire, generación de residuos sólidos y peligrosos, evaluación del nivel de iluminación y estrés térmico. Mediante herramientas como la Matriz MED, Matriz DOFA y Matriz de impacto ambiental de Leopold, se identifican puntos críticos de operación, como Pelletizado, Molienda y Caldera, y sus impactos ambientales asociados. Estos resultados sirvieron de base para proponer alternativas de Producción Más Limpia, evaluando sus costos. La implementación de estas alternativas se presenta como una necesidad para lograr una producción más sostenible en la industria y obtener la acreditación de la norma ISO 14001.		con proveedores sostenibles y la comunicación transparente evidencian el compromiso continuo de la empresa con la sostenibilidad ambiental.	
Formulación de estrategias de producción más limpia, en la industria farmacéutica.	2017	El enfoque principal de la investigación se centra en la formulación de estrategias para una producción más limpia en la industria farmacéutica, abordando diversos aspectos como la identificación del proyecto, la presentación del problema, la identificación de los actores involucrados, la construcción de la matriz de marco lógico, la definición de objetivos generales y específicos, así como la delimitación del alcance del proyecto. Además, se examinan herramientas destinadas a la evaluación de impactos ambientales y se analiza cómo medir el éxito en la implementación de estas estrategias. En síntesis, este documento brinda información valiosa acerca de la aplicación de prácticas más sostenibles en la producción de medicamentos dentro del ámbito farmacéutico.	El documento destaca la necesidad de evaluar los impactos ambientales en la producción farmacéutica sin proporcionar ejemplos específicos. Se mencionan residuos peligrosos y emisiones de gases de efecto invernadero como posibles impactos. Se discuten herramientas como el Análisis del Ciclo de Vida y la Matriz de Leopold para evaluar estos impactos. En general, se resalta la importancia de adoptar prácticas más sostenibles en la producción de medicamentos.	El documento se enfoca en estrategias de producción más limpia en la industria farmacéutica. Estas incluyen la reducción de consumo de energía y agua, optimización de procesos para minimizar residuos, reutilización y reciclaje, uso de materiales menos tóxicos y sistemas de gestión ambiental. Se destaca la importancia de la participación de empleados y stakeholders, así como la evaluación del éxito mediante indicadores de desempeño ambiental.	En el documento se abarca el tema del costo de inversión del programa de P+L es de $ 4’496.000 millones de pesos, lo cual la hace muy viable, si dejamos a consideración que la compañía en 6 meses podrá recuperar lo invertido y ahorrarse más del 60% de los gastos asociados a la gestión de RESPEL, consumo y tratamiento de aguas en la PTAR.

PML=P+L el uso de siglas varía dependiendo de la preferencia de los autores, se aclara que el termino más usado es P+L, por lo cual es el que se adopta en la extensión del documento.
Nota. Elaboración propia por parte de los autores (2023).

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La Producción más Limpia ha surgido como una estrategia integral para que las industrias puedan mejorar su desempeño ambiental, incrementar su productividad y fortalecer su competitividad. Como se evidencia en las diversas investigaciones analizadas en sectores como alimentos, textil, cuero y metalmecánica, la implementación de prácticas de producción más limpia genera múltiples beneficios, que van desde la optimización en el uso de recursos, como agua y energía, hasta la disminución en la generación de residuos contaminantes.

Entre las estrategias de Producción más Limpia más utilizadas por las empresas se encuentran la optimización en el uso de materias primas, agua y energía a través de buenas prácticas operativas y mantenimiento preventivo; la minimización, reutilización y reciclaje de residuos; la sustitución de insumos contaminantes; la implementación de sistemas de gestión ambiental; la educación y concientización ambiental de los trabajadores; la evaluación de impactos y análisis de ciclo de vida; y el aprovechamiento de subproductos y residuos en nuevos procesos productivos.

Es importante recalcar que algunas de estas estrategias han sido aplicadas con éxito en empresas de sectores como el de alimentos, textil, cuero y metalmecánica, logrando reducir de manera cuantificable el consumo de recursos, la generación de residuos y mejorar ostensiblemente la eficiencia de los procesos productivos, con los consecuentes ahorros económicos.

La empresa BIBEQ, por ejemplo, realizo inversiones en sistemas de filtración y recirculación de agua, lo que le permitió reducir su huella hídrica y mejorar sus indicadores de eficiencia en el uso de este recurso vital. Por su parte, Lácteos Buena Vista destinó recursos a la construcción de una planta de biogás utilizando los residuos orgánicos derivados del procesamiento de lácteos. Con esta iniciativa lograron disminuir los desechos enviados al relleno sanitario y además se pudo autogenerar energía a partir de una fuente renovable.

La matriz presentada muestra que existe una amplia aplicación de la P+L en diversos sectores industriales, lo que permite optimizar procesos de manera sostenible. Los años de publicación de las referencias demuestran una evolución en las prácticas ambientales. Los objetivos planteados en las investigaciones representan áreas empresariales interesadas en implementar la P+L, demostrando interés en resolver problemas ambientales de forma competitiva y eficiente. Las metodologías cualitativo-cuantitativas generan articulación con dichos objetivos.

Se identifican barreras como recursos limitados, conocimientos escasos, cadenas de suministro complejas, aspectos normativos y dificultades en implementación.

Los principales impactos ambientales industriales son: uso inadecuado de recursos, generación de residuos, contaminación y riesgos para salud y ecosistemas.

A continuación, se destacan elementos a considerar al abordar la Producción Más Limpia (P+L) y llevar a cabo su implementación. Estos incluyen la evaluación de las cadenas de suministro, la optimización de la eficiencia de recursos, la gestión integral de residuos, la promoción de la innovación, la capacitación, el cumplimiento normativo y el fomento colaboración intersectorial. Estos enfoques proporcionan una orientación fundamental para desarrollar estrategias específicas adaptadas a cada sector industrial.

A pesar de diferencias contextuales, se identifican variaciones en estrategias propuestas, las cuales deben seguir principios de sustentabilidad y minimización de impactos.

El aspecto económico es relevante para analizar viabilidad de P+L. Se evidencian ahorros y mejoras en eficiencia a largo plazo, aunque no siempre se cuantifican inversiones. Su adopción puede fortalecer reputación empresarial.

Si bien los beneficios ambientales, sociales y económicos son evidentes, aún existen importantes barreras que dificultan la masificación de las prácticas de producción más limpia entre las empresas. Entre los principales retos se encuentran las limitaciones en acceso a financiamiento, deficiencias en recursos humanos capacitados en estos temas, ausencia de incentivos gubernamentales, vacíos en la legislación ambiental y la percepción errónea de que estas estrategias requieren grandes inversiones de capital.

Superar estos obstáculos demanda no solo el compromiso del sector privado, sino también una activa participación del Estado en regular apropiadamente la gestión de residuos industriales, promover beneficios tributarios e incentivos financieros para aquellas compañías que demuestren buenas prácticas ambientales, e impulsar programas de capacitación técnica y transferencia tecnológica en producción más limpia, dirigidos especialmente a pequeñas y medianas empresas.

La concientización de los consumidores y su preferencia creciente por productos de empresas social y ambientalmente responsables también jugará un rol crucial, generando una presión adicional para que más empresas adopten sistemas de producción sostenibles.

Asimismo, la cooperación entre industrias, centros de investigación y universidades facilitará el desarrollo de soluciones tecnológicas limpias e innovadoras que se puedan implementar en los distintos procesos productivos.

En conclusión, los resultados muestran una orientación positiva hacia la optimización de procesos mediante P+L, generando impacto en operatividad sostenible de diversos contextos. Es necesario fomentar la educación ambiental. Las P+L son una alternativa efectiva para mejorar procesos productivos de manera sostenible cuando se planifican y ejecutan correctamente, pudiendo traer beneficios ambientales, operativos y competitivos.

REFERENCIAS

- Acosta-Reyes, J. S., & Zapata-Piñeros, C. A. (2020). Priorización de oportunidades de producción más limpia enfocadas en aumentar la eficiencia del proceso productivo en una empresa del sector metalmecánico, ubicada en Tocancipá, Cundinamarca para mejorar su desempeño ambiental. http://hdl.handle.net/20.500.12495/3849

- Aldana Lizarazo, K. G., & Daza Rubiano, M. P. (2015). Diseño de un programa de producción más limpia para la línea del sector porcino en la industria de alimentos balanceados Italcol SA Funza. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/322

- Aparicio, I., & Patricia, J. (2020). Aplicación de la metodología de producción más limpia en establecimientos del sector de preparación de alimentos: caso de estudio municipio de Soatá, Boyacá. https://repository.usta.edu.co/handle/11634/23104

- Ashraf, M. R. (s/f). Cleaner Production technology. Textiletrendz.com. https://www.textiletrendz.com/cleaner-production-technology-and-its-principles-for-manufacturing-manmade-fibers

- Ázqueta, D. (2002). Introducción a la Economía ambiental. Madrid: McGraw Hill.

- Benítez L. (2010). Implementación del programa de producción más limpia, orden y aseo en CALZADO KONDOR LTDA Antioquia – Colombia. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3991610

- Castro Bravo, J. C. (2019). Estudio de caso de producción más limpia de la empresa Concentrados Cauca, ubicada en el Tambo, Colombia (Tesis doctoral). http://159.69.0.167/jspui/handle/20.500.12421/591

- Chamorro Racero, R. y Tapias Peluffo, J. (2014). Diseño de un programa de producción más limpia para el mejoramiento de los procesos productivos de la empresa C.V.P. Ingeniería Ltda de la ciudad de Cartagena. Universidad de Cartagena. https://hdl.handle.net/11227/3300

- Chaverra Padilla, A. F. (2021). Estrategias de aprovechamiento de residuos sólidos producidos por las celdas fotovoltaicas en el aprovechamiento de la energía solar en proyectos de producción más limpia en Colombia (Trabajo de grado). Repositorio Institucional Lumieres. https://hdl.handle.net/20.500.11839/8736

- Correa-Ramírez, V. M., & González-Monsalve, L. M. (2021). Análisis de producción sustentable para la empresa lácteos Buena Vista (Tesis de pregrado). https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24365/L%c3%b3pez%20Tirado%2c%20Bradley%20Alexander.pdf?sequence=3&isAllowed=y

- Cortes, M., & Herrera, J. (2022). Estrategias de producción limpia para las empresas cerámicas con tecnología Horno Túnel en el área metropolitana de Cúcuta. https://hdl.handle.net/10901/23331

- CPRAC. (s/f). Producción más limpia ¿Qué es? Cprac.org. http://www.cprac.org/es/sostenible/produccion/mas-limpia

- Cuartas Rodríguez, L. M., Andrea, S., & Peñuela, S. (2013). Propuesta para obtener una ventaja competitiva en la empresa BIBEQ en el proceso de deshidratación de fruta mediante una estrategia de producción más limpia caso de estudio: piña. https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/10290/CuartasRodriguezClaudiaMarcela2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- DANE. (2021). Sistema de indicadores ambientales, de sostenibilidad y economía circular. Abril 2021.

- Fajardo Fonseca, H. (2017). La producción más limpia como estrategia ambiental en el marco del desarrollo sostenible. Revista Ingeniería, Matemáticas Y Ciencias De La Información, 4(8). http://ojs.urepublicana.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/395

- Flórez, M. (2002). Casos de aplicación de producción más limpia en Colombia. Medellín: Editorial clave.

REFERENCIAS

- Gamboa Kassner, L. A. (2017). Análisis de la utilización de estrategias de producción más limpia y adaptación de un sistema de indicadores de manejo ambiental, en las empresas del Clúster Textil Confecciones del Tolima. https://www-scopus-com.ibero.basesdedatosezproxy.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85087068490&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=6e9d5ff687705dbc44816d0c939ddc6e&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28producci%C3%B3n+m%C3%A1s+limpia%29&sl=39&sessionSearchId=6e9d5ff687705dbc44816d0c939ddc6e

- Gamboa Kassner, A., & Flórez-Yepes, G. Y. (2019). Análisis de la utilización de estrategias de producción más limpia y adaptación de un sistema de indicadores de manejo ambiental en las empresas del clúster textil confecciones del Tolima. Revista Luna Azul, (48), 48-69. https://www.redalyc.org/journal/3217/321764933003/321764933003.pdf

- Garrido F, G. d. (2007). El paradigma ecológico en las Ciencias Sociales.

- García, A. D. N., Rosero, W. F. V., c Nariño, R., & Abahonza, E. H. D. (2023). Estrategias didácticas para mitigar el impacto ambiental generado por la quema de llantas en desuso como combustible fósil en los trapiches paneleros de la vereda San Isidro del municipio de Ricaurte-Nariño Colombia. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(2), 1970-1987. https://hdl.handle.net/20.500.11839/9210

- Granada Luis. (2005). Gestión Ambiental, Filosofías, Conceptos, Instrumentos y Herramientas. (1a ed.). Universidad Libre Seccional Cali.

- Guevara, I. C. S. (2019). Estrategias para la producción más limpia en el sector de cacao y caña panelera en el Valle del Cauca bajo el marco del Plan Nacional de Negocios Verdes en Colombia. https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/11611/T08904.pdf

- Landazábal Sanmiguel, L. L., Rodríguez Acuña, A., Meneses Santa, J., & Restrepo Pedrosa, M. C. (2021). Joyería artesanal en oro. Producción más limpia. Revista Intersección. Eventos, Turismo, Gastronomía y Moda, 2(4), 20-36.

- Lozano, N. V. B. (2023). Diseño de un Programa de Producción más Limpia Para Mitigar el Impacto Ambiental. Crítica, 4, 8. https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/b719e5d7-4eb7-4504-af31-bc0d2daa6591/content

- Monroy-Ávila, E. F., Peña-Monroy, C. A., & Garzón-Cortés, G. del P. (2019). Estrategias de producción más limpia –PML: caso aplicado a la industria de curtiembre. Producción + Limpia, 14(1), 61-75.

- Paba P. (2011). Diseño de un plan de producción más limpia en la empresa Plastificamos S.A.A, Bogotá-Colombia Edu.co. https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/12501/SanchezPabaPaulaFelisa2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Pérez, A. y Galvis, E.d. (2022). Relación entre las prácticas de producción más limpia y manufactura esbelta sobre los impactos en la gestión de operaciones. http://hdl.handle.net/20.500.11912/10944

- Piñeros, S. A. (2016). Estudio de caso: Implementación de la producción más limpia como estrategia ambiental para la minimización de residuos peligrosos en la industria de empaques plásticos flexibles (Tesis de especialización). Universidad Militar Nueva Granada. https://core.ac.uk/download/pdf/143452306.pdf

- PNUMA. (1999). Manual de Producción más Limpia: Un Paquete de Recursos de Capacitación. Unidad de Industria y Medio Ambiente del PNUMA en Francia.

- Quintana, A., & Montgomery, W. (2006). Metodología de Investigación Científica Cualitativa. Tópicos de actualidad, 47-84. http://www.ubiobio.cl/miweb/webfile/media/267/3634305-Metodologia-de-Investigacion-Cualitativa-A-Quintana.pdf

- Quintero, A. M. & Marín, C. A. (2020). Estrategias para el manejo de subproductos derivados de la producción de panela bajo un enfoque de producción más limpia en la vereda Aguacatal municipio Neira Caldas. (Proyecto aplicado). Repositorio Institucional UNAD. https://repository.unad.edu.co/handle/10596/36819

REFERENCIAS

- Rios, Y. F. & Getial, F. H. (2020). Diseñar estrategias de producción más limpia a partir de la guía ambiental de la industria láctea para la empresa lácteos san ángel, ubicada en el municipio de Cumbal – Nariño. (Proyecto aplicado). Repositorio Institucional UNAD. https://repository.unad.edu.co/handle/10596/43339

- Rocha Gil, B. E., & Echeverri Rubio, A. (2020). Alternativas de producción más limpia en calidad del aire para el sector alfarero, Sogamoso (Boyacá). https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8039074

- Sandoval, L. (2006). Manual de tecnologías limpias en Pymes del sector residuos sólidos. Organización de Estados Americanos (OEA). http://goo.gl/rN1QKx

- Silva Tabio, Y. P. (2017). Formulación de estrategias de producción más limpia en la industria farmacéutica. http://hdl.handle.net/11349/7817

- Sonnemann, G. (2000). Conceptos y herramientas de la gestión ambiental (5. ed.). Maestría en Ingeniería y Gestión Ambiental, URV.

- Tamayo, U., & Vicente, A. (2007). Generación de valor mediante prácticas de producción limpia, eco-diseño y logística inversa. En Mediterráneo Económico. Nuevos enfoques del marketing y la creación de valor, 11, 147–164.

- Tirado, L., & Alexander, B. (2020). Diseño de un plan de producción más limpia para mejorar los procesos de fabricación de ladrillo en la empresa Cerámicos Cajamarca S.R.L. https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24365/L%c3%b3pez%20Tirado%2c%20Bradley%20Alexander.pdf?sequence=3&isAllowed=y

- Urrego Pedraza, K. L. (2023) Planteamiento de estrategias de sostenibilidad para mitigar el impacto ambiental de la industria textil en Colombia (Trabajo de grado). Repositorio Institucional Lumieres. https://hdl.handle.net/20.500.11839/9210

- Van Hoof, B. (2008). Evolución y futuro de la producción más limpia en Colombia. Revista de Ingeniería, 26.

- Van Hoof, B. (2013). Supply networks for cleaner production: Framework for improvement of environmental performance of SMEs in emerging markets [Tesis doctoral].

- Van Hoof, B., Gómez, H., Duque, J., & Saer, A. (2015). Advanced small and medium sized enterprises: Motors for development in Latin America (H. Gómez, Ed.). Bogotá: Uniandes-ECLAC.

- Van Hoof, B., Monroy, N., & Saer, A. (2007). Producción más limpia: Paradigma de gestión ambiental.

- Vergara I. (2020). Estrategias de mejoramiento ambiental con énfasis en producción más limpia (PML) para los procesos prioritizados por la empresa COLDESIVOS S.A.S. https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/12244/T09106.pdf?sequence=

EDITORIAL TEINCO

TEINCO
Corporación Tecnológica Industrial Colombiana