

REVISTA

LOGINN

Investigación Científica y
Tecnológica

ISSN WEB: 2590-7441

Volumen 8 N°2
2024



SENNOVA
Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



Periodicidad Semestral
ISSN WEB 2590-7441
Volumen 8 No. 2
2024

Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA, Regional Magdalena
Centro de Logística y Promoción Ecoturística del Magdalena
Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación – SENNOVA

Grupo de Investigación
“Innovadores Logísticos y Ecoturísticos del Magdalena”

Avenida del Ferrocarril No. 27-97, Santa Marta
Teléfonos: (95) 4212064
<http://revistas.sena.edu.co/index.php/LOG>
Email: revistaloginn@sena.edu.co

Santa Marta, Magdalena, Colombia



Equipo Editorial

Director

Julio Rafael del Castillo Lozano. PhD.
SENA- Centro de Logística y Promoción
Ecoturística Regional del Magdalena
Santa Marta, Colombia.

Editora

Sugey Issa Fontalvo, PhD.
SENA-Centro de Logística y Promoción
Ecoturística Regional del Magdalena
Santa Marta, Colombia.

Coeditor

Freddy de Jesús González Castillo, Msc.
SENA – Regional Magdalena
Santa Marta, Colombia.

Gestor Editorial

Aldemar Morales Hernández, Msc.
SENA - Centro de Logística y Promoción
Ecoturística Regional del Magdalena
Santa Marta, Colombia.

Comité Editorial

Francisco José Arias Aragonés, Dr.
Institución Tecnológica Colegio Mayor
de Bolívar. Colombia

Nidia Milena Moreno López, Dra.
Universidad Nacional Abierta y a
Distancia - UNAD. Colombia

Comité Científico

Carmen Paola Padilla Lozano, Dra.
Universidad Católica de Santiago de
Guayaquil. Ecuador

Danny Arévalo Avecillas, Dr.
Universidad Católica de Santiago de
Guayaquil. Ecuador

Tabla de Contenido

Impacto de las Técnicas Ancestrales de Tejido de las Comunidades Indígenas de la Sierra Nevada de Santa Marta en la Creación de Colecciones de Moda Sostenible.....	5
---	---

Ana Lucila Silva Echenique, Rosa Elena Merchan Diaz, Daniela Ortiz Montenegro, Sugey Martha Issa Fontalvo

Nivel de Conocimientos y Prácticas de Ecología Neonatal en el Personal de Enfermería de una Institución de Salud de Tercer Nivel.....	24
---	----

Nini Quintero Ramírez, Yuris Karina Sánchez García, Yamile Puello Vilorio

Análisis del Comportamiento del Consumidor en Establecimientos Minoristas del Municipio de Palmira: Impacto del Laboratorio Retail en Estrategias de Exhibición.....	41
--	----

Brian Mauricio Márquez Mejía

La Importancia del Reconocimiento Real de los Activos Biológicos en los Estados Financieros...	58
--	----

Paola Fabiola Pérez Méndez, Norma Constanza Varela Cerquera

El Puerto Marítimo: Corazón de la Transición Energética.....	83
--	----

Alexander Eslava Sarmiento

**IMPACTO DE LAS TÉCNICAS ANCESTRALES DE TEJIDO DE LAS COMUNIDADES
INDÍGENAS DE LA SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA EN LA CREACIÓN DE
COLECCIONES DE MODA SOSTENIBLE**

**IMPACT OF THE ANCESTRAL WEAVING TECHNIQUES OF THE INDIGENOUS
COMMUNITIES OF THE SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA ON THE CREATION
OF SUSTAINABLE FASHION COLLECTIONS**

Ana Lucila Silva Echenique¹ , **Rosa Elena Merchan Diaz**² , **Daniela Ortiz Montenegro**³ ,
Sugey Martha Issa Fontalvo⁴ 

¹ SENA Regional Magdalena. Santa Marta. Colombia., **Email:** alsilva@sena.edu.co

² SENA Regional Magdalena. Santa Marta. Colombia., **Email:** remerchan@sena.edu.co

³ SENA Regional Magdalena. Santa Marta. Colombia., **Email:** daeortizmo@gmail.com

⁴ SENA Regional Magdalena. Santa Marta. Colombia., **Email:** sissa@sena.edu.co

Para citar este artículo: Silva Echenique, A. L., Merchan Diaz, R. E., Ortiz Montenegro, D., & Issa Fontalvo, S. M. (2024). Impacto de las Técnicas Ancestrales de Tejido de las Comunidades Indígenas de la Sierra Nevada de Santa Marta en la Creación de Colecciones de Moda Sostenible. *LOGINN Investigación Científica Y Tecnológica*, 8(2). <https://doi.org/10.23850/25907441.6788>.

Recibido: 10 de septiembre de 2024

Aceptado: 26 de noviembre de 2024

Publicado en línea: 10 de Diciembre de 2024

.....
**Palabras
clave:**

Técnicas
ancestrales de
tejido, moda
ecosostenible,
identidad
cultural.

JEL: M11,
M19, Z1

.....
Keywords:

Ancestral
weaving
techniques,
eco-
sustainable
fashion,
cultural
identity.

Resumen

La creación de vestuario ha sido una necesidad desde los inicios de la humanidad, evolucionando hacia un fenómeno social que refleja la identidad cultural. En la Sierra Nevada de Santa Marta, las comunidades Arhuaca, Kogui y Wiwa han conservado técnicas tradicionales de confección, que trascienden su utilidad y portan un profundo simbolismo cultural. Sin embargo, su conocimiento es poco reconocido debido a su aislamiento. Esta investigación tiene como propósito vincular los conocimientos ancestrales de estas comunidades con la formación tecnológica en moda ofrecida por el SENA Magdalena. El objetivo principal es combinar las técnicas indígenas con principios de moda sostenible, identificando procesos tradicionales y adaptándolos a la creación de colecciones textiles innovadoras. Asimismo, se busca integrar a las comunidades indígenas en un intercambio de saberes que enriquezca la producción textil inclusiva y ecosostenible, mientras se exploran nuevos nichos de mercado basados en estas prácticas ancestrales.

Abstract

The creation of clothing has been a fundamental need since the beginning of humanity, evolving into a social phenomenon that reflects cultural identity. In the Sierra Nevada de Santa Marta, the Arhuaco, Kogui, and Wiwa communities have preserved traditional crafting techniques that transcend functionality and carry profound cultural symbolism. However, their knowledge remains underrecognized due to their geographical isolation. This research aims to link the ancestral knowledge of these communities with the technological training in fashion provided by SENA Magdalena. The primary objective is to combine indigenous techniques with sustainable fashion principles, identifying traditional processes and adapting them to the creation of innovative textile collections. Additionally, this study seeks to integrate indigenous communities into a knowledge exchange that enriches inclusive and eco-sustainable textile production while exploring new market niches based on these ancestral practices.

Introducción

La intención de crear vestuario ha acompañado a los seres humanos desde que surgió la necesidad de tener abrigo para sobrevivir. Hoy en día, el acto de vestir se ha convertido en un fenómeno social que apunta a la reafirmación personal que arraiga sentimientos de identidad. Los pueblos originarios de la Sierra Nevada de Santa Marta, entre ellos, Arhuacos, Koguis y Wiwas, han preservado a lo largo del tiempo una variedad de técnicas tradicionales para confeccionar sus prendas y mochilas, las cuales forman parte integral de sus prácticas culturales. Estas técnicas no solo tienen un valor práctico, sino que también llevan consigo un simbolismo que refleja la identidad de cada comunidad en relación con su linaje familiar y su etnia, cada una de las cuales exhibe estilos y técnicas únicos, tanto en la confección de vestuario como en la elaboración de mochilas.

La riqueza de la tradición oral y cultural de las comunidades indígenas permanece en gran medida desconocida o subestimada debido a su aislamiento y la limitada interacción armoniosa con estas etnias. A pesar de haber coexistido con la sociedad mayoritaria durante siglos, los esfuerzos por preservar su patrimonio oral y material, que incluye técnicas de tejido, teñido y procesamiento de fibras, han sido escasos. Tanto el gobierno como diversas entidades y organizaciones han desarrollado estudios e investigaciones académicas sobre varias etnias colombianas. No obstante, dichos esfuerzos no han logrado traducir ese conocimiento ancestral en la creación de productos textiles híbridos o prendas de vestir. Esto ha limitado la exploración de su potencial impacto en el campo de la moda sostenible, un sector en auge que busca integrar prácticas ecológicas y éticas en la industria de la moda.

Esta investigación tiene como propósito establecer una relación entre los saberes de los pueblos indígenas y sus tradiciones ancestrales con la formación tecnológica orientada a la creación de colecciones de moda en el SENA, regional Magdalena. El objetivo es fortalecer los conocimientos locales y contribuir a la innovación en el desarrollo de nuevos productos textiles. Se busca integrar métodos innovadores para intervenir prendas, promoviendo la fusión entre el trabajo manual y artesanal con los procesos de producción textil contemporáneos. De este modo, se pretende aprovechar de manera efectiva las prácticas tradicionales en el contexto actual de la moda, fomentando la creación de textiles que combinen sostenibilidad, creatividad y autenticidad cultural.

En primera instancia, se lleva a cabo la identificación de los procesos artesanales utilizados en la elaboración de piezas textiles por las poblaciones étnicas de la Sierra Nevada de Santa Marta. Posteriormente, se realiza una categorización de los nichos de mercado relacionados con la producción de prendas de vestir, incorporando técnicas ancestrales de tejido. Finalmente, dichas técnicas son aplicadas en la creación de colecciones de moda.

La intención es fomentar que tanto aprendices, como instructores, la comunidad educativa y las comunidades indígenas involucradas adquieran y compartan conocimientos para enriquecer procesos de producción de colecciones de vestuario más inclusivas y ecosostenibles, fundamentadas en las técnicas ancestrales transmitidas oralmente por los pueblos indígenas de la Sierra Nevada de Santa Marta.

De este modo, la primera parte aborda los encuentros de saberes relacionados con las prácticas y técnicas ancestrales de creación textil de los Arhuacos, Koguis y Wiwas, así como los hallazgos obtenidos. La segunda parte analiza cómo los aprendices identifican oportunidades en el mercado a

través de la caracterización de nichos específicos. Finalmente, se presentan los resultados de la aplicación de estas técnicas en la elaboración de prendas para el desarrollo de colecciones de moda y se discuten los hallazgos obtenidos.

Metodología

Para la identificación de los procesos artesanales de tejidos utilizados por las poblaciones étnicas de la Sierra Nevada de Santa Marta, se optó por el uso de técnicas cualitativas. A través de información secundaria, se realizó un primer acercamiento a las comunidades indígenas presentes en el área de estudio. Posteriormente, se llevó a cabo una Investigación-Acción Participativa en el campo, con el objetivo de generar información veraz y confiable a partir de los encuentros con las comunidades Wiwas, Koguis y Arhuacos. En estos encuentros, se realizaron entrevistas semiestructuradas para recopilar datos sobre sus procesos artesanales de creación textil, adoptando una perspectiva etnográfica con el fin de comprender y describir las prácticas culturales y tradiciones de estas comunidades desde una visión inmersiva.

Figura 1

Visita comunidad Kogui



Nota. Visita de campo a Tayku, en el marco del proyecto “De la Sierra a tu cuerpo: Técnicas ancestrales como estrategia formativa para el desarrollo de vestuarios con enfoque bio-étnico”, 2023.

El segundo objetivo consistió en el desarrollo, por parte de los aprendices del programa de Tecnólogo en Desarrollo de Colecciones para la Industria de la Moda, de un plan de negocios cuyo propósito principal fue la caracterización de nichos de mercado para la producción de prendas de vestir mediante la aplicación de técnicas ancestrales de creación de piezas textiles previamente identificadas. Durante esta etapa, los aprendices realizaron una segmentación del mercado, identificando los tipos de

consumidores en función de sus preferencias y hábitos de consumo de vestuario, con el objetivo de agrupar aquellos con comportamientos similares. Este enfoque permitió entender mejor al público objetivo y desarrollar productos que se ajustaran a las expectativas y gustos específicos de esos grupos poblacionales, incrementando así la probabilidad de éxito en ventas, la satisfacción del cliente y la competitividad en un mercado saturado y en constante evolución.

Resultados

Los tejidos étnicos

Los tejidos étnicos de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia, representan una manifestación significativa de la cultura indígena en la región. Los pueblos indígenas, como los Arhuacos, Wiwas, Koguis y Kankuamos (Espejo, A. Cuervo, 2021), han cultivado una rica tradición de tejido a lo largo de generaciones. En esta investigación, se contactaron a los tres primeros grupos mencionados, cuyas comunidades se encuentran dentro del área de estudio correspondiente al departamento del Magdalena.

Estos tejidos no solo destacan por su belleza en términos de diseño y colores, sino que también poseen un profundo significado cultural y espiritual para estas comunidades. Algunos aspectos destacados de los tejidos étnicos en la Sierra Nevada de Santa Marta incluyen:

Chinchorros: Los chinchorros son hamacas tejidas a mano, altamente valoradas en la región. Utilizadas como camas y asientos, son reconocidas por su comodidad y durabilidad.

Vestimenta: La vestimenta tradicional de las comunidades indígenas de la Sierra Nevada incluye, a menudo, prendas tejidas a mano, tales como mantas, túnicas y gorros ceremoniales. Estas prendas no solo cumplen una función práctica, sino que también poseen significados sagrados que reflejan la filosofía de vida de estas comunidades.

La mochila en los pueblos indígenas de la Sierra Nevada de Santa Marta

La mochila es el elemento que une a los cuatro pueblos de la Sierra Nevada: Arhuacos, Koguis, Wiwa y Kankuamos. Además de su función práctica para transportar alimentos y herramientas, estas mochilas son símbolos significativos de identidad cultural. Suelen presentar diseños geométricos y simbólicos que representan elementos de la naturaleza y la historia de sus comunidades. Se considera que la mochila también refleja la cosmovisión de estos pueblos, representando su manera particular de entender y relacionarse con el mundo.

Hasta donde se sabe, nuestros mayores conciben el mundo en forma de espiral o caracol. El caracol es la base del mundo, así como lo es también de la mochila. Se considera que existen nueve planos hacia arriba y nueve planos hacia abajo. En la parte superior están los dueños, los kakus y las atis. Según esta cosmovisión, el diseño más cercano a la concepción del mundo arhuaco es, por lo tanto, el caracol (Izquierdo, 2011).

Figura 2

Ejemplares de mochila Arhuaca



Nota. Fuente elaboración propia, en el marco del proyecto “De la Sierra a tu cuerpo: Técnicas ancestrales como estrategia formativa para el desarrollo de vestuarios con enfoque bio-étnico”, 2023.

De acuerdo con Natalia Giraldo (2010), en la cosmología arhuaca, el universo fue creado por Serankwa, quien cruza un hilo de pensamiento en forma de espiral a través de los picos nevados o "chundwas" para crear el "corazón" y el "centro" del mundo material: la Sierra Nevada de Santa Marta.

Puntada tras puntada, el tejido de la mochila, elaborado por las mujeres o "gwatis", no solo representa el pensamiento de la mujer, o "kunsumunu a'mia", sino también el útero de La Madre (Izquierdo, 2011).

También se afirma que este es el símbolo principal de la organización del mundo arhuaco y, por ende, de su territorio sagrado, ya que el pensamiento de Serankwa es el huso clavado en la mitad de los picos nevados, gracias al cual se materializó el pensamiento de La Madre en el mundo físico, en forma de un gran caracol o "yo'sa" (Giraldo, 2010).

Según Atis Senen (2011), la mochila expresa la forma en que la mujer plasma su pensamiento. Entre los diseños más característicos de la cultura arhuaca se destaca "Kunsumunu amia" o "Pensamiento de la mujer", el cual comúnmente se elabora en colores blanco y negro, ya que el pensamiento arhuaco busca equilibrar siempre lo negativo y lo positivo.

Figura 3
Mujeres Kogui tejiendo



Nota. Fuente elaboración propia, en el marco del proyecto “De la Sierra a tu cuerpo: Técnicas ancestrales como estrategia formativa para el desarrollo de vestuarios con enfoque bio-étnico”, 2023.

La artesanía textil, y especialmente la mochila, desempeña un papel fundamental en la vida de las comunidades indígenas de la Sierra Nevada de Santa Marta. Estos tejidos no solo tienen un alto valor cultural, sino que también contribuyen a la economía de las comunidades al constituir una fuente de ingresos a través de la venta de artesanías a turistas y en mercados locales e internacionales. Además, los tejidos son de gran importancia en las comunidades étnicas de la Sierra Nevada de Santa Marta por diversas razones:

Expresión cultural: Los tejidos representan una manifestación significativa de la identidad cultural de estas comunidades. A través de los diseños, patrones y colores, las comunidades pueden expresar su herencia cultural, su historia y su cosmovisión. Cada tejido es único y refleja la creatividad y la identidad del tejedor y su comunidad.

Preservación de tradiciones: La tradición del tejido se ha transmitido de generación en generación en estas comunidades. Tejer es una habilidad ancestral que se enseña a los jóvenes, lo que contribuye a la preservación de las tradiciones culturales y al fortalecimiento de los lazos intergeneracionales.

Simbología

Las mochilas étnicas de la Sierra Nevada de Santa Marta, tejidas a mano, a menudo presentan una rica simbología que refleja la cosmovisión y la cultura de estas comunidades. Cada patrón y diseño en las mochilas tiene un significado específico, y a continuación se detallan algunas de las simbologías

comunes que se pueden encontrar en estos tejidos:

Conexión con la naturaleza, dado que muchos de los diseños en las mochilas están relacionados con la naturaleza y representan elementos como montañas, ríos, árboles y animales, reflejando una profunda conexión espiritual que estas comunidades tienen con su entorno natural.

Cosmovisión espiritual, en el que los patrones y diseños pueden representar conceptos espirituales y filosóficos propios de estas culturas, como la dualidad, la armonía, el equilibrio y la conexión entre el mundo material y espiritual.

Historia y tradición, puesto que algunos diseños pueden contar historias o representar eventos importantes en la historia de la comunidad, incluyendo figuras humanas y escenas que transmiten conocimientos y tradiciones de generación en generación.

Protección, dado que algunos patrones tienen un propósito protector y se cree que traen buena fortuna, incluyendo símbolos como ojos, cruces y elementos geométricos que se consideran amuletos contra energías negativas.

Identidad cultural, ya que las mochilas son una parte importante de la identidad cultural de estas comunidades y reflejan la afiliación étnica o el grupo al que pertenece el tejedor.

Mensajes de paz y unidad, fomentando la armonía entre las personas y la naturaleza.

Figura 4

Mochila fique cultura Wiwa



Nota. Fuente elaboración propia. en el marco del proyecto “De la Sierra a tu cuerpo: Técnicas ancestrales como estrategia formativa para el desarrollo de vestuarios con enfoque bio-étnico”, 2023.

Es importante tener en cuenta que la simbología exacta puede variar según la comunidad, la mujer tejedora, el uso que se le dará a la mochila o la persona a quien está destinada. Cada diseño puede tener un significado particular para quien lo crea, y los detalles específicos pueden diferir de una mochila a otra. Estos tejidos representan una forma de comunicación cultural y son una manera de preservar y transmitir la rica herencia de estas comunidades indígenas, de generación en generación.

Acercarse a los conceptos y dinámicas de la elaboración textil en los pueblos originarios de la Sierra Nevada de Santa Marta permitió al equipo de trabajo reconocer los orígenes y la importancia del tejido para la humanidad. A su vez, se realizó una valoración significativa de los procesos orgánicos y sostenibles en el desarrollo e implementación de técnicas, texturas y colores, los cuales pueden inspirar las colecciones de los aprendices. El objetivo es generar producciones con diseños y materiales orgánicos que, por un lado, reconozcan a las culturas ancestrales de la Sierra Nevada de Santa Marta e, innovando en el mercado textil, aprovechen la demanda de prendas que representen la diversidad cultural y ambiental de nuestro territorio.

Es importante recalcar que las colecciones deben estar inspiradas en las prácticas y dinámicas de los pueblos indígenas, pero no ser copias directas de sus diseños y técnicas, con el fin de evitar caer en procesos de apropiación cultural con fines comerciales. Es decir, se debe evitar el uso de elementos culturales de etnias indígenas con fines específicos de mercado sin un proceso de diálogo y retribución hacia las comunidades por este uso. Tal situación nos alejaría del objetivo del proyecto de investigación del cual surge este documento.

1. Identificación de los procesos artesanales de piezas textiles utilizados por las poblaciones étnicas de la Sierra Nevada de Santa Marta.

Los procesos artesanales se refieren a las técnicas que han sido utilizadas a lo largo de generaciones en las comunidades para crear mochilas y otras piezas textiles. En este caso específico, se examinarán los procesos de extracción, teñido, hilado y tejido involucrados en la creación de las mochilas.

Hoy en día, estos procesos han sido refinados y mejorados con el paso del tiempo, alcanzando su forma actual, donde se han evidenciado diferencias significativas, especialmente en los materiales, la técnica de tejido y los colores utilizados. Sin embargo, el acto de tejer mochilas sigue siendo una parte estructural de la cultura de las etnias de la Sierra Nevada de Santa Marta, y está fuertemente vinculado a sus procesos de autorreconocimiento. Como se mencionó previamente, estas mochilas tienen diversos usos tanto cotidianos como ceremoniales.

Extracción de materiales

El acto de tejer mochilas reafirma, desde el inicio del proceso, los usos y costumbres de las comunidades, como la agricultura, que constituye el primer paso para la creación de una mochila. Este proceso incluye la siembra, el cuidado y la recolección de plantas de las cuales se obtienen las fibras textiles, tales como el fique, el algodón, así como los frutos, hojas y árboles utilizados para teñir las fibras.

El algodón es el material más utilizado de forma ancestral, principalmente por los Koguis,

aunque los Arhuacos también elaboran mochilas con este material. Por su parte, los Wiwas y Kankuamos pueden fabricarlas, pero en menor proporción. El algodón posee una connotación espiritual vinculada con la pureza y, a su vez, con los picos nevados, desde los cuales, según su Ley de Origen, se cree que la vida fue creada.

El fique es utilizado principalmente por los Koguis, Wiwas y Kankuamos. Se extrae de la penca de Maguey mediante raspado, seguido de un proceso de lavado y secado.

Figura 5

Extracción del fique



Nota. Fuente elaboración propia, en el marco del proyecto “De la Sierra a tu cuerpo: Técnicas ancestrales como estrategia formativa para el desarrollo de vestuarios con enfoque bio-étnico”, 2023.

Hoy en día, los Arhuacos utilizan lana de sus ovejas, la cual extraen directamente de los animales con la ayuda de una navaja, aunque para muchos de ellos resulta más sencillo comprarla. La lana de oveja es principalmente utilizada por los Arhuacos, mientras que las demás comunidades pueden hacer mochilas con este material, pero actualmente no es representativo de sus culturas. Además, los Arhuacos también fabrican mochilas de lana de alpaca, aunque este material no es común en la Sierra Nevada de Santa Marta, por lo que generalmente es comprado.

En esta investigación se ha encontrado que, en la actualidad, las diferentes culturas incorporan lana o hilo de origen industrial. Por ejemplo, los Koguis utilizan este material para hacer sus mochilas tradicionales, que suelen ser blancas con franjas negras o blancas con franjas negras y rosadas. De manera similar, los Wiwas, Arhuacos y Kankuamos también lo emplean para añadir otros colores y texturas a sus diseños.

Es importante que tanto las fibras como los frutos y hojas utilizadas para el teñido estén limpios. Por lo tanto, parte del proceso consiste en asegurarse de que no contengan impurezas; si es necesario, deben lavarse. De esta manera, se facilita la manipulación de los materiales y se evita que las coloraciones no coincidan con el diseño.

Teñido

El teñido del fique consiste en macerar aproximadamente el doble de material que se va a teñir. Luego, en una olla vieja, se calienta agua, se introduce el fique y, posteriormente, el material macerado. Después, se deja al sol. Al cabo de tres a cinco días, el material se retira y se pone a secar, adquiriendo el color del pigmento que se le asignó.

Este brebaje debe prepararse por la mañana, de manera que, al caer el sol, la fibra pueda retirarse y escurrirse durante la noche. Al día siguiente, se vuelve a introducir en la misma agua y se repite el proceso, según la intensidad del color deseado. Es importante señalar que esta técnica debe realizarse en una olla o recipiente que no se vaya a utilizar posteriormente, ya que tomará el color del tinte.

Entre las diferentes culturas, la técnica es generalmente la misma: aplicar agua caliente al fique con la planta que transferirá el color y esperar el proceso. Sin embargo, existen algunas diferencias en los colores utilizados.

Pigmentos

Los pigmentos provienen de elementos naturales y del entorno cotidiano de las familias que los elaboran, lo que les permite obtener tonalidades que facilitan la formación de figuras con un significado cultural y espiritual profundo. Durante el trabajo de campo, se pudo evidenciar el uso de pigmentos naturales derivados de plantas, cortezas y semillas, como las referenciadas en la Tabla 1.

Tabla 1

Pigmentos naturales

Nombres comunes	Nombre científico	Colores
Cascarillo	Cinchona pubescens	Caoba
Ojo de Huey (Bejuco)	Mucuna pruriens	Grisés, negro
Corazón del matarratón	Gliricidia sepium	Amarillos
Batatilla	Curcuma longaL	Amarillo
Achiote	Bixa Orellana	Anaranjado
Concha de mango	Manguifera indica L.	Marrones
Árbol Brasil	Hematoxylum brasiletto	Rojos, morados, negro, amarillos, anaranjados
Azafrán	Crocus sativus	Anaranjado
Caracolí	Anacardium excelsum	Habano
Guásimo	Guazuma ulmifolia	Marrones
Granadilla	Passiflora ligularis	Rojos

Nota. Fuente elaboración propia, en el marco del proyecto “De la Sierra a tu cuerpo: Técnicas ancestrales como estrategia formativa para el desarrollo de vestuarios con enfoque bio-étnico”, 2023.

El uso y la combinación de estos pigmentos permiten obtener mezclas de colores con diversas tonalidades. Estos pigmentos naturales no solo se emplean con fines estéticos, sino que también desempeñan un papel importante en la cosmovisión de estas culturas, ya que suelen estar vinculados a

creencias espirituales y tradiciones rituales. Además, el uso de pigmentos naturales resalta la relación de estas comunidades con la naturaleza y su compromiso con la sostenibilidad y la preservación de sus tradiciones.

Hilado

Para esta sección se transcribieron parte de las palabras de Yessica Villafañe, indígena Arhuaca de la comunidad de Katansama, quien explica el proceso del hilado con sus propias palabras.

Agarramos la lana y lo desmenuzamos todo para que quede así como livianito para uno poder hilar... Supongamos que ya hicimos todo el proceso, esto va a quedar así, obviamente finito y ya. ¿Qué hacemos? Nosotros, obviamente, lo enrollamos despacito y la jalamos así, lo vamos enrollando. Obviamente, esto se convierte como en esta pelota. Ya está hecho ese proceso. Es cuando llegamos a hilar, obviamente, sacando el hilo a cada lado... Al momento de corchado, ya se convierte en dos, si tú vas a hilar es izquierda a la derecha, es como algo bueno y algo como negativo, siempre tiende hacerse así. (Villafañe, 2024)

Figuras 6

Mujeres Arhuacas hilando con carrumba



Nota. Fuente elaboración propia, en el marco del proyecto “Tejiendo identidad: rescate cultural de técnicas ancestrales como estrategia de apropiación identitaria para la producción textil bio-étnica. Fase 2”, 2024.

Estas mujeres logran, con gran maestría, transformar una fibra en bruto en hilo de forma manual, utilizando un instrumento que recibe varios nombres: carretilla, huso, o más comúnmente, carrumba. Además, llevan a cabo un proceso denominado corchado, que consiste en juntar los hilos girándolos de derecha a izquierda, vinculando los polos positivos y negativos, lo que evita que los hilos se separen. La conformación de una hebra principal única simboliza la unidad que representa el equilibrio de las

polaridades, que, desde su cosmovisión, da origen a lo material.

Tejido

En general, los Arhuacos, Koguis y Wiwas confeccionan sus prendas de vestir utilizando algodón. Después de extraer las fibras de la planta, estas se lavan, se dejan secar y luego se hilan. Posteriormente, con un telar, se teje una pieza alargada y cuadrada, cuya longitud determinará la talla de quien la lleva puesta. Esta pieza completa se utiliza para crear diferentes tipos de vestimenta. Aunque a simple vista estos procesos parecen sencillos, en realidad requieren el desarrollo de habilidades motrices que se perfeccionan a lo largo de los años.

En estas comunidades, generalmente el proceso de tejer la mochila está asignado a las mujeres, mientras que la tarea de elaborar el telar o de extraer las fibras recae en los hombres. Este reparto de roles está en consonancia con las estructuras sociales, costumbres y leyes naturales que rigen sus sociedades. La mochila y la ropa, por lo tanto, representan piezas semánticas fundamentales en la cultura de estos pueblos originarios, y comprenderlas contribuye a resaltar su importancia simbólica, abriendo la posibilidad de crear nuevos enfoques para interactuar con el conocimiento ancestral de la región. No obstante, se ha observado que, en algunos casos, como en la comunidad Wiwa, los hombres también tejen, especialmente gorros ceremoniales blancos, que representan los picos nevados de la Sierra Nevada de Santa Marta.

2. Categorización de nichos de mercado en torno a la producción de prendas de vestir mediante la aplicación de técnicas ancestrales

Como parte del desarrollo del proyecto "De la Sierra a tu cuerpo", los aprendices del programa Tecnólogo en Desarrollo de Colecciones para la Moda visitaron a los pueblos indígenas de la Sierra Nevada de Santa Marta para reconocer sus raíces, inspirarse y aprender alternativas en la creación de tejidos de origen natural. Durante esta experiencia, también escucharon su mensaje sobre la protección de los recursos naturales y lo aplicaron en la creación y desarrollo de colecciones de moda. No obstante, al tratarse de una industria tan competitiva como la moda, los aprendices llevaron a cabo una investigación y categorización de nichos de mercado dentro del marco de sus propuestas de negocio, con el objetivo de identificar los segmentos del mercado potencialmente interesados en adquirir estas piezas. A continuación, se presentan los perfiles de cliente identificados y sus características.

- Eunoia - Priscila Mayo

Idea de Marca: Es una marca de moda que fusiona la herencia cultural de las técnicas ancestrales de la Sierra Nevada de Santa Marta con la elegancia y el estilo moderno, diseñada especialmente para mujeres petite. La marca se enorgullece de su compromiso con la preservación de la cultura indígena y la sostenibilidad, ofreciendo prendas exclusivas que reflejan tanto la tradición como las tendencias actuales, pensadas para mujeres de estatura petite.

Perfil de usuario: Mujer joven de 22 a 25 años, consumidora multicultural y actualizada, para quien su vida profesional tiene un valor fundamental. Busca productos funcionales y prácticos. Pertenecer a los estratos 4 y 5. Este perfil surge de los cambios sociales, económicos y tecnológicos de las últimas décadas, dando origen a un modelo de comportamiento dinámico y en constante evolución. Es una persona original y auténtica, siempre explorando su desarrollo personal, emocional y

profesional.

- **Nayelis Sandoval – Nayelis Sandoval**

Idea de Marca: Este proyecto tiene como objetivo crear conjuntos con un estilo dramático, caracterizados por cortes distintivos en cada prenda, incorporando patronaje mágico y detalles decorativos hechos con técnicas de crochet, inspirados en las tradiciones ancestrales de la Sierra Nevada de Santa Marta. Además, la marca se compromete con la sostenibilidad mediante el uso de upcycling (reciclaje creativo), transformando prendas de segunda mano que estén en buen estado para darles una nueva vida, contribuyendo así a la conservación del planeta.

Perfil del usuario: Este proyecto está dirigido a un consumidor exhibicionista, que busca destacarse y llamar la atención. Este tipo de usuario es excéntrico y no teme arriesgarse con lo último en moda, pero siempre de una manera recargada. A menudo incorpora "rarezas" en su atuendo, mezclando piezas únicas y extravagantes que se ajustan a su estilo personal.

- **Algarín Boutique - Kevin Algarín**

Idea de Marca: La marca Algarín es una firma dedicada a la confección y diseño de ropa urbana exclusivamente para hombres. La marca se enfoca en crear prendas modernas, vanguardistas y adaptadas a la vida en la ciudad. Las prendas Algarín están inspiradas en las tendencias de moda urbana y streetwear, buscando brindar a sus clientes un estilo de vestir que refleje su personalidad cosmopolita y contemporánea. La marca se caracteriza por sus diseños innovadores, combinación de colores llamativos y uso de materiales de calidad que garantizan durabilidad y comodidad. Algarín busca satisfacer las necesidades de hombres jóvenes y urbanos, ofreciendo una propuesta de moda que mezcla estilo, versatilidad y autenticidad.

Perfil de usuario: Pertenece a la clase media, se prepara para ser profesional, le gustan los viajes, las fiestas y los deportes. Tiene entre 18 a 24 años y un estilo propio, le gusta seguir las nuevas tendencias, siempre llevando un toque de su estilo personal. Es una persona que conserva su toque urbano y es muy versátil a la hora de vestir.

- **CafeMiel - Katerin Blanco**

Idea de Marca: CafeMiel es una marca de moda comprometida con la preservación y celebración de la cultura ancestral de las comunidades indígenas de la Sierra Nevada de Santa Marta. Inspirados por las técnicas de teñido tradicionales utilizadas en la creación de las emblemáticas mochilas de la región, hemos fusionado estas prácticas ancestrales con la moda clásica para ofrecer una colección de prendas sostenibles y auténticas.

Cultura Ancestral: Valoramos y respetamos la rica herencia cultural de las comunidades indígenas de la Sierra Nevada de Santa Marta. Visitamos las comunidades indígenas donde nos compartieron sus conocimientos y sus técnicas de teñido tradicionales. La marca busca transmitir una parte de esta esencia garantizando que cada prenda cuente una historia de tradición y resistencia.

Técnicas de Teñido Sostenibles: Nos comprometemos a utilizar métodos de teñido respetuosos con el medio ambiente, empleando tintes naturales y prácticas de producción conscientes. Cada prenda

de CafeMiel es un testimonio de nuestra responsabilidad hacia el planeta.

Estilo: Nuestra moda no solo es sostenible, sino también atractiva y versátil. Cada diseño fusiona elementos tradicionales con toques modernos, lo que hace que nuestras prendas sean apropiadas para cualquier ocasión, ya sea una reunión informal o un evento especial.

Perfil de usuario: Este tipo de consumidor se caracteriza por formar parte de un entorno social altamente competitivo en el que su principal objetivo es ser reconocido, aceptado y validado por los demás. Dedicar una cantidad considerable de recursos, tanto financieros como temporales y emocionales para destacar y sobresalir en este contexto. Su búsqueda de reconocimiento y afirmación influye en sus elecciones de productos, actividades y estilo de vida, orientándose hacia elementos que les permiten proyectar estatus y éxito en su entorno social.

El estilo clásico en moda se caracteriza por la elección de prendas elegantes, de alta calidad y atemporales que transmiten un aire de sofisticación y romanticismo. Este estilo se enfoca en la creación de conjuntos equilibrados y armoniosos mediante la combinación de prendas y accesorios cuidadosamente seleccionados.

3. Aplicación de estas técnicas en la producción de colecciones de moda

El desfile de modas organizado como parte del proyecto De la Sierra a Tu cuerpo fue una exitosa culminación del esfuerzo de los 12 aprendices del Tecnólogo en Creación de Colecciones para la Moda. Cada aprendiz presentó dos modelos de su colección, todos con un enfoque autóctono que fusiona las tradiciones textiles de las comunidades indígenas de la Sierra Nevada de Santa Marta con la modernidad de la moda. En particular, se destacó la importancia de reconectar con las raíces culturales de estas etnias, lo que se simbolizó con un detalle significativo: los modelos desfilaban descalzos, honrando el vínculo profundo con la tierra y las costumbres ancestrales.

El evento se centró en presentar prendas que combinaban técnicas ancestrales de tejido, materiales naturales y diseños modernos, con el fin de dar visibilidad a la riqueza cultural de la región. La moda no solo sirvió como una plataforma para mostrar la creatividad de los aprendices, sino también como una forma de aprecio y respeto por las comunidades indígenas, quienes fueron la fuente de inspiración para estas colecciones.

Las prendas fueron confeccionadas en su mayoría en algodón, lino de algodón orgánico y lana de ovejo haciendo alusión a los materiales predominantes en los vestuarios de las etnias y evitando el uso de materiales no amigables con el medio ambiente.

Para ello, se llevaron a cabo diversas acciones: se prepararon los textiles utilizando la técnica seleccionada, se elaboraron patrones que respondan a los nichos de mercado identificados, se realizó el despiece y corte de los patrones creados para las colecciones y, finalmente, se ensamblaron las prendas.

La inspiración, la investigación, la conceptualización y diseños, el desarrollo de prototipos y la producción de las prendas tuvieron lugar en el marco del presente proyecto, con la intención de llegar al mercado con propuestas innovadoras, con alto contenido cultural y que demuestren que es posible realizar propuestas de moda sostenible cuando se mira hacia lo local. A continuación, se presentan

algunas propuestas.

- **Eunoia - Priscila Mayo**

Colección: Esencia de La Sierra

Universo: Clásico

Segmento: Petite Woman

Inspiración: Vestimenta de la mujer ancestral, la mochila y su simbología

Textiles y fibras: teñido, estampación.

Insumos: Tela de 100% algodón. Lino

Producto: 5 Blusas 5 Pantalones

- **Nayelis Sandoval – Nayelis Sandoval**

Colección: Cosmología ancestral

Universo: StreetWear

Técnicas utilizadas: Tejidos

Inspiración: El tejido de las mochilas

Textiles y fibras: Algodón, lino olán y lana de ovejo.

Producto: 5 Blusas 1 Pantalones 1 corset 1 vestido asimétrico 1 crop top 2 faldas 1 chaleco 2 top.

- **Algarín Boutique - Kevin Algarín**

Colección: Espíritu de la Montaña

Universo: Ropa vanguardista

Segmento: Pantalón hombre

Inspiración: Simbología de la mochila

Técnica: Patchwork

Textiles y fibras: Algodón

Producto: 5 Pantalones 3 Sweter 1 Camisa 1 Sueter tipo polo.

Plan de negocios para jóvenes que le gusta pasar más allá de lo normal, acabados en patchwork, una técnica de confección que consiste en unir piezas de tela de diferentes colores para crear una nueva pieza, demostrando que la moda masculina también puede ser divertida.

- **CafeMiel - Katerin Blanco**

Colección Cumbre Ancestral

Universo: Clásico

Segmento: Mujeres jóvenes

Inspiración: Paisajes montañosos de la Sierra Nevada de Santa Marta

Textiles y fibras: teñido, estampación Shibori.

Insumos: Tela de 100% algodón. Lino

Producto: Vestidos

En lo más profundo de la majestuosa Sierra Nevada de Santa Marta, un tesoro cultural y espiritual espera ser desvelado. En nuestra colección "Altas Cumbres", exploramos la conexión que las culturas indígenas de esta región tienen con las montañas y la tierra que las rodea.

Más allá de la moda, esta colección rinde homenaje al profundo respeto por las tradiciones generacionales, como los tejidos, tintes y las emblemáticas mochilas, que han perdurado a lo largo de los siglos. Las culturas indígenas de la Sierra Nevada de Santa Marta han mantenido una conexión íntima con su entorno natural durante generaciones.

Para ellos, las montañas no son solo paisajes, sino entidades vivas y sagradas que representan su vínculo con la tierra y el cosmos. Nuestra colección captura la esencia de esta relación especial, incorporando teñidos y elementos naturales en cada diseño.

A través de técnicas transmitidas de generación en generación, las comunidades indígenas crean intrincados patrones que cuentan historias de su pasado, su conexión con la naturaleza y su visión del mundo. En esta colección, los tejidos artesanales se convierten en el lienzo de la historia, incorporando símbolos y colores que honran sus raíces culturales.

Colección: Drapeado experimental

Universo: Streetwear

Segmento: mujeres jóvenes

Inspiración: pigmentación de la Sierra Nevada de Santa Marta

Textiles y fibras: algodón teñido, estampación por transferencia de pigmento y técnica Shibori.

Insumos: Tela de 100% algodón. Lino

Producto: Vestidos

Conclusiones

En la actualidad, las comunidades indígenas representan un referente de sostenibilidad, resistencia y riqueza cultural para Santa Marta, el Caribe colombiano, el resto del país y del mundo. Por esta razón, es fundamental reconocer, enaltecer, visibilizar y valorar el significado detrás de cada mochila y tejido, fomentando un intercambio cultural sano y respetuoso que permita la coexistencia en paz y armonía.

Por otro lado, el reconocimiento de nuestras raíces y una mirada hacia lo local posibilitan la creación de una moda emancipadora. En lugar de imitar las tendencias globales industriales que tanto daño han causado al medio ambiente, esta moda busca transmitir un mensaje de conciencia sobre las prendas que usamos, demostrando que la moda también puede ser una apuesta política.

La utilización de texturas, colores y técnicas orgánicas en la elaboración de textiles derivados tiene un gran potencial comercial en diferentes nichos de mercado. Además, la sostenibilidad de las técnicas de producción de materias primas y tejidos, junto con la representación de la gran diversidad cultural de la región, constituyen un valor agregado significativo para la producción textil y su comercialización en mercados locales e internacionales.

En este sentido, las colecciones resultantes de este ejercicio de producción artesanal buscan visibilizar la existencia de estas culturas, sus manifestaciones artísticas y apuestas políticas. Asimismo,

pretenden incentivar los procesos de gestión y protección territorial que adelantan las comunidades indígenas de la Sierra Nevada de Santa Marta, así como fomentar la compra de materiales y accesorios producidos por las comunidades étnicas, creando conciencia del valor artístico y espiritual de cada producto elaborado. De esta forma, más que adquirir una pieza de tejido, se adquiere un elemento que nos permite reconciliarnos con la alteridad y contribuir a la preservación de las culturas ancestrales presentes en el territorio.

Declaración sobre conflicto de interés:

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de interés sobre el artículo.

Referencias Bibliográficas

- Acosta Meza, D. de J. (2021). Extractos naturales ecosostenibles, enseñanza de la química grado décimo I.E. Mateo Pérez, Sampués, Sucre. Colombia. Tecné, Episteme y Didaxis: TED, (Número Extraordinario). <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/15285>
- Alfonso Espejo, A. A., & Cuervo Muñoz, M. F. (2021). Proyecto centro de rescate y memoria cultural. Tesis de pregrado. Universidad Santo Tomás. Tunja. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/35089?show=full>
- Aroca Araújo, A., (2008). Análisis a una Figura Tradicional de las Mochilas Arhuacas. Comunidad Indígena Arhuaca. Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. Boletim de Educação Matemática, 21(30).
- Artesanías de Colombia (2014). Referentes de diseño para la comunidad Arhuaca. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. <https://repositorio.artesantiasdecolombia.com.co/bitstream/001/3854/4/INST-D%202015.%20176.%203.pdf>
- Artesanías de Colombia (2022). Apoyo y fomento a la actividad artesanal de las comunidades o grupos étnicos, como expresión de sus economías propias a nivel nacional. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. https://www.artesantiasdecolombia.com.co/Documentos/Contenido/41250_resumen_ejecutivo_etnicos_septiembre_2022.pdf
- Cacheux, C. M. (2012). Paisaje tejido de la sierra al mar - Palomino. <http://hdl.handle.net/10554/18212>.
- Carmenado, C. (2011). Antropología: Arte y cosmogonía en la mochila Ika: Comunidad Indígena Arhuaca, Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia). Antropología. <http://zesarino2676.blogspot.com/2011/07/antropologia-arte-y-cosmogonia-dela.html>
- Castellanos Gasca, N. L. (2006). Rescate de productos y/o técnicas tradicionales y mejoramiento del producto artesanal actual a partir del perfeccionamiento en el uso de la técnica artesanal Santa Marta, Sierra Nevada. Artesanías de Colombia. <https://repositorio.artesantiasdecolombia.com.co/handle/001/5832>
- Cuenca, A. C. (2009). Proyecto de creación de empresa de diseño de

indumentaria y producción de marcas,
líneas, accesorios y prendas orientadas
al rescate de la diversidad étnica de
Colombia y la región suramericana.
Trabajo de grado. Pontificia
Universidad Javeriana.
<http://hdl.handle.net/10554/4160>.

Horta Prieto, A. M. (2020). Cada cuerpo
contiene el mundo: territorio, cuerpo y
persona entre los iku del sector
suroriental de la Sierra Nevada de
Santa Marta, Colombia.
<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/213411>

Devia, B.; Cardale de Schrimpf, M;
Devia, C. & Niño Izquierdo, C. (2016).
Aproximación al conocimiento de los
colorantes en la comunidad indígena
Ika de la Sierra Nevada de Santa Marta
(departamento del Cesar, Colombia).
Nuevo Mundo Mundos Nuevos.
<http://journals.openedition.org/nuevomundo/69205>.

Horta Prieto, A. M. (2022).
Contribuciones al análisis de la
gobernanza desde el territorio iku y las
prácticas femeninas de cuidado de la
sangre menstrual. Antípoda. Revista
De Antropología Y Arqueología,
1(49), 135-159.
<https://doi.org/10.7440/antipoda49.2022.06>

Giraldo Jaramillo, N. (2010). Camino en
espiral. Territorio sagrado y
autoridades tradicionales en la
comunidad indígena iku de la Sierra
Nevada de Santa Marta, Colombia.
Revista Pueblos y fronteras digital,
5(9), 180-222.

Izquierdo Martínez, D. E. (2016).
Procesos cognitivos a través de la
práctica del tejido en niñas
pertenecientes al pueblo indígena
Arhuaco de la Sierra Nevada de Santa
Marta (Bachelor's thesis, Universidad
de la Sabana).
<http://hdl.handle.net/10818/21906>

Guzmán Martínez, K. del C., Vallejo
Calderón, J., & Sotelo Coronado, L. E.
(2021). Recopilación de técnicas
ancestrales artesanales con potencial de
innovación en sector textil, confección,
diseño y moda en el departamento de
córdoba Colombia. Revista Sennova:
Revista Del Sistema De Ciencia,
Tecnología E Innovación, 6.
<https://doi.org/10.23850/23899573.3494>

Izquierdo Marquez, I. (2019). La mujer
que teje la vida y la memoria iku para
recordar y vivir la cultura desde el
tejido de la mochila. Universidad
de Antioquia.
<https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/19150/1/IzquierdoIvan2019TutuMujerVida.pdf>

Horta Prieto, A. M. (2014). Tejiendo entre
redes diversas: reflexiones a partir de
una etnografía multisituada con los
pueblos indígenas de la Sierra Nevada
de Santa Marta, Caribe Colombiano.
Espaço Ameríndio, Porto Alegre, v.
8, n. 1, p. 135-161.

Izquierdo Pacheco, A. S. (2011). El
Universo Tejido. Agenda Cultural
Alma Máter, (175), 4.
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/almamater/article/view/8605>

Janschitz, Daniela (2013).
Reconstruyendo la concepción y
circulación de la mochila en el caribe
colombiano indígenas, poderes,

- pensamientos del simbolismo hasta la comercialización.
- López, M. M. (2015). El arte de tejer mochilas arhuacas, una experiencia con las mujeres indígenas de la Sierra Nevada de Santa Marta. [Monografía, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/3827>
- Mestre, Y. (2007). Ordenamiento territorial ancestral desde la visión de los cuatro pueblos indígenas (Arhuaco, Kággaba, Wiwa y Kankuamo) de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. Mujeres Indígenas, Territorialidad y Biodiversidad en el Contexto Latinoamericano, 101.
- Moncada-Hernandez, Sandra Guillermina. Cómo realizar una búsqueda de información eficiente: Foco en estudiantes, profesores e investigadores en el área educativa. Investigación educ. médica [online]. 2014, vol.3, n.10, pp.106-115.
- Niño, R. C. (2011). Organización y uso del territorio por la comunidad Indígena Arhuaca de Nabusímake Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia). <http://hdl.handle.net/10554/12440>.
- Pacheco, A. S. I. (2011). El universo tejido. Agenda Cultural Alma Máter, 4-4.
- Parra Vorobiova, R. (2020). Moda étnica: códigos ancestrales y propuestas contemporáneas. DeSignis: Publicación de la Federación Latinoamericana de Semiótica (FELS), (32).
- Perilla Morales, A. (2007). Manual para tinturar fique o maguey con colorantes naturales: mejoramiento tecnológico del proceso tradicional Etnia kankuama Valledupar Cesar. Artesanías de Colombia.
- Ramírez, G., & Rosales, H. (2015). La representación del Poporo en el tejido de la mochila ritual Ika. Nexus, 1(17). <https://doi.org/10.25100/nc.v1i17.705>.
- Reichel-Dolmatoff, G. (1996). Los Kogui de Sierra Nevada. Palma de Mallorca: Bitzoc.
- Reichel-Dolmatoff, G. (1953). Contactos y cambios culturales en la Sierra Nevada de Santa Marta. Revista colombiana de Antropología, 1, 17-122
- Rodríguez Cifuentes, L. A. (2020). Memorias de oficio: Tejeduría Kogui: Sierra Nevada de Santa Marta. Artesanías de Colombia.
- Tayrona, C. I. (2015). Plan de salvaguarda del Pueblo Arhuaco. Confederación Indígena Tayrona, Nabusímake, Colombia.
- Tayrona O.G (2015) Plan de salvaguarda del Pueblo Kogui. Organización Gonawindua Tayrona. Colombia.
- Tayrona OWYBT (2015) Diagnóstico y líneas de acción para las comunidades Wiwa de la Sierra Nevada De Santa Marta (departamentos Cesar, Magdalena y Guajira) en el marco del cumplimiento del auto 004 de 2009. Organización Wiwa Yugumaiun Bunkuanarrua Tayrona, Organización Delegación Wiwa. Valledupar, Colombia.

**NIVEL DE CONOCIMIENTOS Y PRÁCTICAS DE ECOLOGÍA NEONATAL
EN EL PERSONAL DE ENFERMERÍA DE UNA INSTITUCIÓN DE SALUD DE TERCER NIVEL**

**LEVEL OF KNOWLEDGE AND PRACTICES OF NEONATAL ECOLOGY IN THE
NURSING STAFF OF A THIRD LEVEL HEALTH INSTITUTION**

Nini Milena Quintero Ramírez¹ , **Yuris Karina Sánchez García**² , **Yamile Puello Viloria**³ 

¹ Universidad Cooperativa de Colombia, **Email:** nini.quintero@campusucc.edu.co

² Universidad Cooperativa de Colombia, **Email:** yuris.sanchezg@campusucc.edu.co

³ Universidad Cooperativa de Colombia, **Email:** yampue2@hotmail.com

Para citar este artículo: Quintero Ramírez, N. M., Sánchez García, Y. K., & Puello Viloria, Y. (2024). Nivel de Conocimientos y Prácticas de Ecología Neonatal en el Personal de Enfermería de una Institución de Salud de Tercer Nivel. *LOGINN Investigación Científica Y Tecnológica*, 8(2). <https://doi.org/10.23850/25907441.6812>

Recibido: 10 de mayo de 2024

Aceptado: 16 de diciembre de 2024

Publicado en línea: 26 de Diciembre de 2024

Resumen

.....

Palabras clave:

Recién nacido, prematuro, conocimientos, práctica, ecología, enfermería

JEL: I, I1, I12, I19

.....
Keywords:

Premature Newborns, knowledge, Practice, Ecology, Nursing

Los recién nacidos prematuros o de alto riesgo requieren tratamientos e intervenciones de alta complejidad en la unidad de cuidado intensivo neonatal, donde su estancia suele ser prolongada. Durante este tiempo, están expuestos a factores adversos tanto físicos como ambientales, como el ruido, la luz y el posicionamiento, que pueden afectar negativamente su salud, evolución clínica y pronóstico. Si el personal de enfermería cuenta con los conocimientos y aplica prácticas que reduzcan estas agresiones, es posible mejorar la calidad de vida de los neonatos durante su hospitalización. El objetivo de este estudio fue evaluar los conocimientos y prácticas del personal de enfermería sobre ecología neonatal en una institución de salud. Se llevó a cabo un estudio cuantitativo, observacional, descriptivo y de corte transversal. Se emplearon dos instrumentos: una lista de chequeo para evaluar las prácticas del personal de enfermería y un cuestionario diseñado para medir su nivel de conocimientos sobre ecología neonatal. El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS, versión 29. Se encontró que el 77.14% de las enfermeras evaluadas poseían un nivel básico de conocimiento sobre ecología neonatal, mientras que las prácticas implementadas obtuvieron una calificación regular (33.93%). Del total del personal participante, el 94% eran mujeres, con edades comprendidas entre los 45 y 54 años; el 23% eran profesionales y el 77% técnicas que asistían directamente al neonato. Aunque el personal de enfermería demostró conocimientos regulares sobre ecología neonatal, estos no se reflejan consistentemente en sus prácticas. Se identificaron áreas críticas, como la falta de medidas adecuadas para el manejo no farmacológico del estrés y el dolor, la exposición a niveles de ruido superiores a los permitidos y la omisión de medidas para proteger el desarrollo auditivo de los neonatos. Estas deficiencias podrían tener un impacto negativo en el neurodesarrollo de los recién nacidos, lo que resalta la necesidad de reforzar la capacitación y aplicación de estrategias de ecología neonatal en la práctica clínica, ya que a pesar de que el personal de enfermería tiene algún grado de conocimiento de la ecología neonatal, estos no lo aplican.

Abstract

Premature or high-risk newborns require complex treatments and interventions in the neonatal intensive care unit, where their stay is often prolonged. During this time, they are exposed to adverse factors, both physical and environmental, such as noise, light, and positioning, which can negatively affect their health, clinical progress, and prognosis.

If nursing staff possess the knowledge and apply practices to reduce these aggressions, it is possible to improve the quality of life of neonates during their hospitalization. The objective of this study was to evaluate the knowledge and practices of nursing staff regarding neonatal ecology in a healthcare institution. A quantitative, observational, descriptive, cross-sectional study was conducted. Two instruments were used: a checklist to evaluate nursing practices and a questionnaire designed to assess their level of knowledge about neonatal ecology. Statistical analysis was performed using SPSS version 29. The study found that 77.14% of the evaluated nurses had a basic level of knowledge about neonatal ecology, while the practices implemented received a regular rating (33.93%). Of the total participants, 94% were women, aged between 45 and 54 years; 23% were professionals, and 77% were technicians assisting directly with neonates. Although nursing staff demonstrated regular knowledge of neonatal ecology, this was not consistently reflected in their practices. Critical areas were identified, such as the lack of adequate measures for non-pharmacological management of stress and pain, exposure to noise levels above permissible limits, and the omission of measures to protect the auditory development of neonates. These deficiencies could negatively impact the neurodevelopment of newborns, highlighting the need to strengthen training and the application of neonatal ecology strategies in clinical practice. Despite having some degree of knowledge about neonatal ecology, nursing staff do not consistently apply it.

Introducción

La Organización Mundial de la Salud estima que, cada año, nacen aproximadamente 15 millones de niños prematuros en el mundo, una cifra que continúa en aumento debido a múltiples factores. Este crecimiento también se asocia con un incremento en las complicaciones y muertes relacionadas con esta condición en dicha población. Sin embargo, se calcula que hasta tres cuartas partes de estas defunciones podrían prevenirse mediante intervenciones efectivas y de bajo costo (Liang et al., 2024; Matos-Alviso et al., 2020).

Esta realidad ha cambiado significativamente gracias a los avances vertiginosos en neonatología, especialmente en las intervenciones perinatales y neonatales, que han reducido drásticamente la mortalidad en recién nacidos pretérmino y de alto riesgo. En este contexto, el desafío para los profesionales de la salud encargados del cuidado de estos bebés y sus familias no se limita únicamente a garantizar su supervivencia (Miquel Capó, 2016; Nakasone, 2018), sino también a proporcionar una atención que fomente la mejor calidad de vida posible en un entorno seguro (Cuastumal Inguilan et al., 2022).

Sin embargo, los servicios de la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) Neonatal ofrecen un entorno caracterizado por altos niveles de ruido, una iluminación intensa, frecuentes interrupciones del sueño e intervenciones que pueden contribuir indirectamente al dolor y estrés. Además, las superficies de apoyo en estas unidades suelen ser rígidas, lo que, sumado al estado clínico del neonato, favorece la adopción de posiciones prolongadas, como la postura de extensión. La gravedad también contribuye a que el niño se mantenga en esta posición.

Los recién nacidos prematuros y los recién nacidos a término enfermos no son fisiológicamente competentes, y no responden de manera organizada a múltiples estímulos (Miquel Capó, 2016; Correia,

A., & Lourenco, M., 2020), como la interrupción del contacto con la madre. Desde el punto de vista fisiológico, esto incrementa los niveles de alantoína urinaria en el neonato, un marcador de estrés oxidativo (Forde et al., 2020). Además, las condiciones de infraestructura física de estos servicios y los equipos biomédicos, caracterizados por emitir alarmas y ruidos constantes durante su manipulación por parte del personal asistencial, son factores desencadenantes de estrés cardiovascular, neurológico y endocrino, lo que puede resultar en un crecimiento inadecuado (Almadhoob & Ohlsson, 2020; Barra, Marín, & Coó, 2021). Desde el punto de vista neurológico, el estrés oxidativo afecta la mielinización, y, cuando se combina con situaciones clínicas de hipoxia e isquemia, puede provocar necrosis neuronal en diversas regiones cerebrales (Núñez et al., 2018).

Los resultados adversos descritos anteriormente pueden prevenirse promoviendo un ambiente sensorial confortable para el recién nacido (Kahraman, Başbakkal, Yalaz, & Sözmen, 2018). El estrés, uno de los más comunes, se manifiesta y puede evidenciarse a través de señales fisiológicas (Paulo, 2022; Caudillo Díaz, García Campos, & Beltrán Campos, 2019), las cuales deben ser evaluadas por el personal de salud, especialmente por el personal de enfermería, que es el que tiene el contacto más frecuente con los pacientes. De hecho, el mayor número de intervenciones y procedimientos proviene de este personal, por lo que el conocimiento que estos cuidadores sanitarios tengan sobre ecología neonatal y su aplicación en el cuidado de los neonatos es esencial para su confort. Sin embargo, se ha documentado que aún existe una falta de conocimientos sobre este tema y su aplicación dentro de las rutinas en las unidades de cuidados intensivos neonatales (Mooney-Leber, S. M., & Brummelte, S; López Rodríguez, 2021).

Es posible mejorar la evolución y el pronóstico de los neonatos en unidades de cuidados intensivos mediante una mayor flexibilidad en las visitas, siempre que las intervenciones estén orientadas a proporcionar seguridad, confort, adecuado desarrollo, descanso y sueño (Chuang et al., 2019; Hernández, Grillo, & Lovera, 2016). Por otro lado, se ha demostrado que un entorno menos hostil reduce las posibilidades de complicaciones derivadas del estrés neonatal asociado a las características ambientales. Estas mejoras se logran con pequeñas y sencillas acciones de bajo costo y tecnología, pero de alto beneficio (Rubio-Grillo, 2019; García Reza, 2018).

Paradójicamente, en los servicios de neonatología, donde confluyen la tecnología y un personal altamente cualificado que realiza intervenciones complejas en pacientes críticamente enfermos (Lozano-Domínguez et al., 2017), a menudo se pasa por alto la importancia de mantener un ambiente confortable que minimice los estímulos estresantes. Por ello, es necesario determinar qué conocimientos tiene el personal de enfermería sobre ecología neonatal y en qué medida estos conocimientos se aplican en el cuidado de los neonatos en unidades de cuidados intensivos, cuidados intermedios y cuidados básicos neonatales. A partir de los resultados, se deben implementar acciones correctivas, ya que el rol del personal de enfermería es fundamental para cubrir las necesidades de individuos con alto nivel de dependencia y elevado riesgo de complicaciones, especialmente cuando están expuestos a factores externos modificables (Asociación Española de Epidemiología, 2022; Jaramillo Santiago et al., 2018; Salusplay, 2022; Baghlani et al., 2019).

Por ello, se busca establecer los conocimientos y prácticas sobre ecología neonatal que desarrolla el personal de enfermería en una institución de salud en Santa Marta. En consecuencia, se propone una intervención basada en los resultados obtenidos, a través del desarrollo de programas que fomenten la colaboración entre neonatólogos, enfermeras, personal biomédico y expertos en la creación de

ambientes innovadores. Además, se pretende integrar a los padres en el cuidado diario de los neonatos, promoviendo la cercanía y reduciendo el estrés familiar. También se propone utilizar la realidad virtual para entrenar al personal de salud y generar espacios con elementos que fortalezcan el uso de la técnica canguro, mejorando así la calidad del cuidado de enfermería y proporcionando un mayor confort al neonato (Ocampo Higuera, 2018; Romero Daza, Danies Valverde, de la Hoz, & Mendiola Pino, 2018; Branco de Oliveira et al., 2021; Quiroga, 2018).

Materiales y Métodos

Se desarrolló un estudio cuantitativo, observacional, descriptivo y de corte transversal, con el objetivo de determinar los conocimientos y prácticas sobre ecología neonatal del personal de enfermería que labora en los servicios de unidades de cuidados intensivos, intermedios y cuidados básicos neonatales de una institución de salud de tercer nivel en el distrito de Santa Marta, durante el periodo de recolección de datos.

La población objetivo estuvo conformada por enfermeros y auxiliares de enfermería que laboraban en el servicio de Unidad de Cuidados Intensivos Neonatal de la institución de salud. La muestra seleccionada incluyó a 35 participantes que cumplieron con los siguientes criterios de inclusión: 1) tener un contrato continuo con la institución de salud, y 2) proporcionar cuidado directo a neonatos hospitalizados en la UCI. Se excluyeron aquellos participantes que 1) no completaran el cuestionario de conocimientos en su totalidad, y 2) no pudieran cumplir con la aplicación completa de la lista de chequeo.

La información fue recolectada durante un periodo de tres meses en el año 2022, utilizando un cuestionario autoadministrado. Este instrumento constaba de dos secciones. La primera parte indagaba sobre las características sociodemográficas de los participantes, incluyendo sexo, edad, formación académica, tiempo de experiencia profesional y años de experiencia en el servicio. La segunda parte evaluaba los conocimientos en ecología neonatal mediante un instrumento diseñado por los investigadores, basado en los protocolos de mínima manipulación en el recién nacido. Esta sección abarcaba los siguientes temas: 1) definición de ecología neonatal y sus objetivos; 2) protocolo de intervención mínima; 3) consecuencias de la exposición prolongada del neonato a agresiones lumínicas e intervenciones para reducirlas; decibeles tolerados por el recién nacido; afectaciones provocadas por el ruido e intervenciones para disminuirlo; 4) posturas que proporcionan confort y discomfort; 5) finalidad y efectos de la posición supina en el recién nacido, así como dispositivos de soporte; 6) efectos del dolor en el recién nacido; 7) signos de estrés, y 8) medidas farmacológicas y no farmacológicas empleadas en la atención del recién nacido para minimizar el dolor.

Este instrumento fue sometido a una prueba de validez de contenido mediante el juicio de 10 expertos en enfermería con posgrado en neonatología. El análisis arrojó un coeficiente Alpha de Cronbach de 0.94. Para evaluar las respuestas del cuestionario incluidas en el instrumento, se utilizó una escala que clasificaba el grado de conocimiento en ecología neonatal de la siguiente manera:

Tabla N°1.

Escala de Clasificación del grado de Conocimiento

Opciones de Respuesta	Calificación
10 a 11 preguntas correctas	Excelente
7 a 9 preguntas correctas	Bueno
4 a 6 preguntas correctas	Regular
1 a 3 preguntas correctas	Malo

Fuente: elaboración propia

Por otra parte, para evaluar las prácticas del personal de enfermería en ecología neonatal, se utilizó una lista de verificación aplicada mediante observación aleatoria durante los diferentes turnos. Esta lista incluía las siguientes variables:

1. Intervenciones para la reducción del ruido

Ajustar la intensidad de las alarmas sin apagarlas.

Mantener los teléfonos celulares en silencio.

Modular el tono de voz.

Abrir las puertas de las incubadoras únicamente cuando sea necesario.

Evitar colocar objetos como biberones, fonendoscopios, carpetas o monitores sobre las incubadoras.

No hablar en voz alta ni cuchichear cerca de las incubadoras.

2. Disminución de agresiones lumínicas

Colocar protección ocular al neonato.

Cubrir las incubadoras con sábanas o edredones.

Utilizar iluminación tenue en el servicio.

Individualizar la luz para procedimientos específicos.

Crear entornos que simulen ciclos diurnos y nocturnos.

3. Posturas

Fomentar la posición prono y fetal.

Respetar el sueño y el descanso del neonato.

Utilizar colchonetas de agua para prevenir apneas del sueño.

Implementar nidos, rocciers o rollos de contención para proporcionar confort y seguridad al recién nacido.

4. Manejo del dolor y el estrés

Aplicar sacarosa por vía oral.

Usar estímulo táctil y técnicas de sostén.

Hablar con voz suave al neonato.

5. Intervenciones farmacológicas

Administrar medicamentos según sea necesario.

6. Intervenciones no farmacológicas

Implementar medidas como la relajación, tetanalgesia, método canguro (piel con piel), succión no nutritiva y musicoterapia.

Es importante señalar que los participantes evaluados no sabían en qué momento se les estaba observando, lo que permitió evitar cambios en su comportamiento y garantizar que las actividades registradas reflejaran sus rutinas habituales de cuidado. Los resultados de la aplicación de este instrumento se interpretaron mediante una escala tipo Likert, que incluyó los siguientes ítems: excelente, bueno, regular y malo. (Ver Tabla No. 2).

Tabla N°2.

Escala de Clasificación de Aplicación de actividades

Intervenciones	Calificación
Realiza las actividades en 7 a 6 observaciones	Excelente
Realiza las actividades en 4 a 5 observaciones	Bueno
Realiza las actividades en 1 a 3 observaciones	Regular
Realiza las actividades en 3 a 0 observaciones	Malo

Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta a los aspectos éticos, se obtuvo el aval de la institución de salud y el consentimiento informado de los participantes, quienes firmaron el documento correspondiente. De acuerdo con la Resolución 8430 de 1993, el estudio fue clasificado como de riesgo mínimo. El análisis estadístico se realizó utilizando el programa SPSS, versión 29, aplicando tanto estadística descriptiva como inferencial para explorar posibles relaciones entre las variables estudiadas.

Resultados

Participaron de manera voluntaria un total de 35 profesionales, entre enfermeras y auxiliares de enfermería, a quienes se les aplicaron instrumentos para evaluar sus conocimientos sobre ecología neonatal y sus prácticas, como se detalla en la Tabla No. 3.

Tabla N°3.

Antecedentes Sociodemográficos

Variable	Descripción	Porcentaje
Sexo	Femenino	94%
	Masculino	6%
Grupo de edad	25.34	31%
	35.44	26%

NIVEL DE CONOCIMIENTOS Y PRÁCTICAS DE ECOLOGÍA NEONATAL EN EL PERSONAL DE ENFERMERÍA DE UNA INSTITUCIÓN DE SALUD DE TERCER NIVEL

Nini Quintero Ramírez
Yuris Karina Sánchez García
Yamile Puello Vilorio

	45-54	46%
Tiempo laborado	Menor de 1 año	0 %
	1-2 años	13%
	3-4 años	14%
	5- 6 años	40%
	Más de 6 años	37%
Experiencia laboral	Menor de 1 año	0%
	1-2 años	0%
	3-4 años	20%
	5- 6 años	17%
	Más de 6 años	63%
Nivel Educativo	Universitario	23%
	Técnico	77%
Formación Académica	Diplomado	31%
	Curso	12%
	Ambos	14%
	Ninguno	43%

Fuente: Elaboración propia

En la muestra estudiada se observaron diferencias significativas. En cuanto al sexo, se evidenció un predominio de la población femenina en el cuidado inmediato del recién nacido, representando el 94% de la muestra, mientras que la población masculina correspondió al 6%. Respecto a la edad del personal de enfermería, el 43% tenía entre 45 y 54 años, el 31% entre 25 y 34 años, y el 26% entre 35 y 44 años.

Los resultados obtenidos indican que, en su mayoría, el personal de enfermería está compuesto por personas adultas. Las edades promedio reportadas se concentran principalmente entre los 25 y 34 años, mientras que el menor porcentaje corresponde al rango de 45 a 54 años. En relación con el tipo de personal, el 23% (8) son enfermeras y el 77% (27) auxiliares de enfermería. Respecto al tiempo de experiencia laboral en el servicio de neonatos, el 40% (14) ha trabajado entre 5 y 6 años, el 37% (13) más de 6 años, el 14% (5) entre 3 y 4 años, y el 9% (3) entre 1 y 2 años.

Por otra parte, los resultados obtenidos muestran que, en su mayoría, el personal de enfermería tiene una antigüedad laboral en el servicio de neonatos de entre 5 y 6 años. En segundo lugar, se encuentra el grupo con más de 6 años de experiencia, mientras que el menor porcentaje corresponde al personal con un tiempo laboral de entre 1 y 2 años. En cuanto a la experiencia laboral total en el servicio de neonatos, el 63% (22) del personal cuenta con más de 6 años, el 20% (7) tiene entre 3 y 4 años, y el 17% (6) posee entre 5 y 6 años de experiencia.

En cuanto al entrenamiento recibido en Ecología Neonatal, el 43% (15) del personal no ha recibido capacitación educativa, el 31% (11) ha sido entrenado a través de Diplomados, el 14% (5) ha recibido entrenamiento mediante ambas estrategias, Diplomados y cursos, y el 12% (4) ha sido capacitado a través de cursos.

Tabla N°4.

Conocimiento Sobre Ecología Neonatal

Calificación	Opciones de Respuesta	Resultado por participante	Porcentaje
Excelente	10 a 11 preguntas correctas	0	(0%)
Bueno	7 a 9 preguntas correctas	8	(22.86%)
Regular	4 a 6 preguntas correctas	27	(77.14%)
Malo	1 a 3 preguntas correctas	0	(0%)

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla No. 4 se puede observar que los resultados obtenidos en las preguntas relacionadas con el grado de conocimiento sobre ecología neonatal indican que la mayoría de los participantes obtuvieron una calificación regular, con un total de 27 enfermeros. En segundo lugar, se encuentra una calificación buena, con un total de 8 enfermeros. Esto evidencia que aún existe una brecha significativa que debe mejorarse, aunque también se observa un grupo con cierto nivel de conocimiento, que aún no alcanza la excelencia. En este sentido, los resultados sugieren que es necesario continuar fortaleciendo los conocimientos en este ámbito.

Tabla N°5.

Práctica Sobre Ecología Neonatal

Actividad	Excelente	%	Bueno	%	Regular	%	Malo	%
Manejo del ruido	2	5.71	6	17.14	15	42.86	12	34.29
Manejo del dolor	3	8.57	21	60.00	11	31.43	0	0.00
Manejo de la Iluminación	8	22.86	6	17.14	8	22.86	13	37.14
Manejo de la postura	0	0.00	11	31.43	6	17.14	18	51.43
Estimulación	0	0.00	14	40.00	18	51.43	3	8.57
Reconoce signos del estrés	9	25.71	0	0.00	8	22.86	18	51.43
Humedad	1	2.86	24	68.57	10	28.57	0	0.00
Intervenciones farmacológicas. No-Farmacológicas para aliviar el dolor	1	2.86	6	17.14	19	54.29	9	25.71
TOTAL		8		31.43		33.93		26.07

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, en la Tabla No. 5 se observa el porcentaje obtenido en relación con las prácticas de ecología neonatal. El resultado excelente fue variable, con el porcentaje más alto del 25,71% en el reconocimiento de signos de estrés, y el porcentaje más bajo del 0% en actividades como estimulación y manejo de la postura. Esto indica que un porcentaje mínimo del personal de enfermería alcanza competencias regulares en sus prácticas, lo que evidencia la necesidad de mejorar las prácticas evaluadas.

En el resultado correspondiente a la categoría "Bueno", se observó una mayor variabilidad, siendo el porcentaje más alto del 68,57% en el manejo de la humedad, lo que indica buenas competencias en esta área. Sin embargo, en prácticas como el reconocimiento de signos de estrés, no se evidenció la realización de la intervención por parte del personal de enfermería, lo que resalta prácticas críticas que requieren atención y capacitación. La mayoría de los resultados se obtuvieron en la categoría "Regular", con porcentajes que varían entre el 51,43% en estimulación y manejo de la postura, y el 17,14% en manejo del dolor y manejo de la postura. Esto indica que el personal tiene competencias regulares en sus prácticas, pero existe un margen considerable para mejorar sus habilidades y elevar los estándares de calidad del cuidado.

En los resultados de la categoría "Malo", se presentaron porcentajes significativos en varias prácticas, como en el manejo de la postura con un 51,43% y el reconocimiento de signos de estrés, también con un 51,43%, lo que indica prácticas graves que deben abordarse con prontitud. La ausencia de respuestas en las prácticas para el manejo del dolor y la humedad es positiva; sin embargo, se deben continuar implementando estrategias de mejora continua.

Este análisis sugiere que existen áreas significativas de mejora, especialmente en el manejo del dolor, la estimulación y el reconocimiento de signos de estrés, donde el personal de enfermería necesita más capacitación y recursos para mejorar su desempeño. El manejo del ruido y la humedad son relativamente mejores, pero aún presentan oportunidades para ajustes y optimización.

Discusión

Este estudio examina los conocimientos y las prácticas sobre ecología neonatal del personal de enfermería en una institución de salud, con el objetivo de evaluar la calidad de la atención brindada. A lo largo de los años, se han desarrollado nuevas metodologías para ofrecer una atención humanizada al neonato, buscando mejorar la calidad del cuidado y reducir las secuelas en su neurodesarrollo. Asimismo, se persigue optimizar los resultados neuroconductuales, prevenir trastornos conductuales, daños sensoriales y patologías, considerando diversas intervenciones y aspectos ambientales en las unidades de cuidados intensivos (Cedeño Escalona et al., 2022; Castañeda Rivillas et al., 2020).

El presente estudio estableció que el rango de edad predominante en la atención de los recién nacidos fue de 45 a 50 años, similar al estudio de Miranda (2022), que reportó un rango de edades entre 30 y 58 años en esta condición. Sin embargo, en los resultados de la investigación de Sate et al. (2023), el rango de edad predominante fue de 39 años o menos, con un 48,3%. Es importante destacar que la población femenina predominó en nuestro estudio, lo cual es similar a los resultados del estudio de Khasanah, Rustina, Wanda y Luthfa (2024), donde la totalidad de la muestra estuvo compuesta por mujeres.

Se determinó que solo el 23% del personal es profesional de enfermería, mientras que el 77% son auxiliares, lo que evidencia una baja presencia de profesionales de enfermería y sugiere que la atención directa es mayormente brindada por personal técnico. Este hallazgo coincide con el estudio de Peña (2014), que también reporta que el personal técnico predomina en cuanto al nivel académico, seguido por los profesionales de enfermería, lo cual es consistente con los resultados de nuestro grupo de estudio.

A partir de las prácticas realizadas por el personal de enfermería, se ha observado la necesidad de llevar a cabo investigaciones que evalúen el nivel de conocimientos y prácticas del personal de salud. Este tipo de estudios es fundamental para mejorar el entorno en las unidades de cuidados intensivos y favorecer el neurodesarrollo de los pacientes, quienes debido a su condición deben permanecer hospitalizados durante largos períodos. En este sentido, Sate et al. (2023) destacan la importancia del profesional de enfermería en relación con los conocimientos, prácticas y actitudes en las estrategias que contribuyan a disminuir los efectos nocivos a corto y largo plazo en el desarrollo de los neonatos (Acosta & Mendoza, 2019).

Hechavarría et al. (2018) destacan la importancia de intervenciones clave, como el control postural y la estimulación neurosensorial, para el neurodesarrollo de los neonatos. Estas prácticas requieren un conocimiento especializado por parte del personal de enfermería. La experiencia en el servicio demuestra que aquellos con más de seis años de práctica poseen una mayor habilidad para mejorar el entorno en la UCIN, lo que ha sido verificado mediante la observación. Estos profesionales son conscientes de la relevancia de sus acciones y del conocimiento en ecología neonatal, lo que impacta positivamente en el desarrollo neurológico del recién nacido.

En cuanto a la cualificación del talento humano de enfermería en Ecología Neonatal, el 43% de los participantes mencionan que no han recibido formación sobre el tema y, por lo tanto, desconocen al respecto. Mientras tanto, el 31% cursaron diplomados. Esto se compara con lo señalado por López y Zegarra (2019), quienes informaron que el 50% de las enfermeras presentan un nivel bajo de conocimiento, mientras que el otro 50% posee un nivel alto en cuanto al neurodesarrollo del prematuro y las estrategias para disminuir el estrés y las secuelas asociadas a la hospitalización. En cuanto a la práctica, el 33.93% de los profesionales la implementan de forma regular.

En cuanto a los conocimientos sobre Ecología Neonatal, la mayoría del personal de atención al cuidado respondió de manera regular, con un 77.14%, lo cual no es favorable para la seguridad y el cuidado de los recién nacidos. Además, la experiencia del personal en el área neonatal, la edad del personal de enfermería y el conocimiento sobre la definición de Ecología Neonatal, los protocolos de intervención de mínima manipulación, la exposición a la luz, y las medidas no farmacológicas para manejar el dolor, estrés y estimulación, son factores clave para ofrecer una atención holística al neonato. Este hallazgo es similar al estudio de San Martín, Valenzuela y Daus (2018). Sin embargo, Cabezas et al. (2017) destacan que la experiencia laboral del personal de enfermería, junto con los estudios realizados en neonatología, son factores determinantes que influyen en el nivel de conocimiento sobre Ecología Neonatal y en la frecuencia con que se implementan actividades para mejorar el entorno en las UCIN.

Es importante precisar que el personal asistencial aplica de manera regular las prácticas relacionadas con la ecología neonatal, reportando un 33.93% en las intervenciones directas en el neonato, como colocar objetos sobre la incubadora (42.86%) y no cubrir los oídos del bebé (34.29%). Estos hallazgos son similares a los reportados por Garrido y Carrillo (2017) en su estudio sobre el ruido y el entorno de cuidado, donde se observa que los niveles de ruido son superiores a los recomendados. Al comparar las intervenciones de enfermería con el estudio de Acevedo et al. (2017), se identifican varias acciones del personal que alteran el microambiente y, por ende, el neurodesarrollo del neonato, como las conversaciones entre los empleados que aumentan los decibeles de manera continua o intermitente, el uso de alarmas de monitores, la exposición a luz intensa, y las intervenciones frecuentes

sin la implementación de medidas farmacológicas o no farmacológicas.

Por otro lado, los resultados de la observación mostraron que el personal no reconoce adecuadamente los signos de estrés ni maneja correctamente la iluminación y el ruido. Esto contrasta con los hallazgos de Romero et al. (2018), quienes señalan que el personal de salud posee conocimientos sobre las decisiones de cuidado humanizado, tales como la adecuada iluminación, el control del ruido, la temperatura correcta y el respeto por los horarios de vigilia y sueño. Además, los profesionales aplican estas prácticas de manera integral para mejorar el bienestar de los neonatos.

Las prácticas de enfermería relacionadas con las medidas no farmacológicas para el manejo del dolor y los signos de estrés neonatal obtuvieron rangos deficientes, lo cual resulta alarmante, ya que afecta directamente la calidad de la atención brindada a los neonatos. Además, esto pone en duda el nivel de conocimiento sobre Ecología Neonatal, como lo han señalado Quintero et al. (2021).

De manera similar al estudio de Peña et al. (2014), que reporta que el 65.1% del personal de enfermería tiene un desempeño inferior en los cuidados de los recién nacidos de alto riesgo, se observa que la mayoría del personal tiene una experiencia laboral de entre 5 y más de 6 años. Este hallazgo es contradictorio con el estudio de Soto & Veramendi (2017), que resalta una similitud en las características del conocimiento sobre el manejo del dolor de los recién nacidos, reportado por los profesionales de enfermería, quienes aplican intervenciones farmacológicas y no farmacológicas. Además, estos resultados coinciden con los de Torres et al. (2022), quienes indican que el tiempo laboral superior a 3 años también influye en la aplicación adecuada de estas prácticas.

Los datos obtenidos en relación con la intervención ante los signos de estrés en los neonatos, tales como la frecuencia cardíaca y respiratoria aumentada, cambios en la coloración y saturación periférica, extensión exagerada y mantenida de los brazos y piernas, salivación excesiva, fruncimiento del ceño, giro de la cabeza ante el estímulo, desvío de la vista, apretamiento de los labios y la presencia de hipo, muestran que el personal reacciona de manera deficiente ante estos estímulos. En contraste, Zurita et al. (2020) resaltan la urgente necesidad de implementar la escala de dolor, ya que el personal solo utiliza la observación para identificar el estrés causado por el dolor o por el impacto ambiental (Santamaría, Polo & Tovar, 2023).

Conclusiones

En síntesis, se puede concluir que los conocimientos y las prácticas sobre Ecología Neonatal en el personal de enfermería de la institución de salud muestran un balance regular. Se destacan distinciones relevantes, como la aplicación insuficiente de medidas no farmacológicas para el manejo del estrés y el dolor, así como la exposición a niveles elevados de ruido, que superan los límites permitidos. Además, se observa la falta de intervención para cubrir los oídos de los neonatos, lo que podría alterar su desarrollo auditivo e impactar negativamente en su neurodesarrollo.

Por otro lado, es importante destacar que algunos miembros del personal reciben entrenamiento en Ecología Neonatal, lo que demuestra que no es ajeno el conocimiento sobre el tema dentro del equipo asistencial. En este sentido, resulta fundamental diseñar estrategias con metodologías y protocolos actualizados que se alineen con la evolución del desarrollo en la Ecología Neonatal, para abordar adecuadamente las necesidades de los neonatos y su entorno, con el objetivo de mejorar y

garantizar la excelencia en su neurodesarrollo.

De igual manera, es importante ser exigentes para fortalecer la cultura de la asistencia, promoviendo el uso de técnicas basadas en el conocimiento de la Ecología Neonatal. Es necesario implementar intervenciones pedagógicas obligatorias que enseñen y capaciten al personal encargado de los neonatos, recordando que estos pacientes se encuentran en un estado de vulnerabilidad desde su proceso de gestación, con posibles herencias congénitas, condiciones biológicas específicas o situaciones adversas en su entorno. Se sugiere desarrollar y fortalecer programas de capacitación enfocados en estrategias de Ecología Neonatal, así como realizar evaluaciones periódicas para medir las competencias del personal asistencial en el cuidado del neonato. Además, es fundamental crear equipos interprofesionales que trabajen de manera conjunta para asegurar prácticas seguras en la atención al neonato.

Declaración sobre conflicto de interés

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de interés sobre el artículo.

Referencias Bibliográficas

- Acevedo, D., Rico Becerra, J. I., López Martínez, Á., Harillo Acevedo, D., Rico Becerra, J. I., & López Martínez, Á. (2017). La filosofía de los cuidados centrados en el desarrollo del recién nacido prematuro (NIDCAP): una revisión de la literatura. *Enfermería Global*, 16(48), 577-589. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1695-61412017000400577&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Acosta Rodríguez, A. L. & Mendoza Rojas, V. C. (2019). Abordaje del recién nacido con alteraciones del desarrollo sexual. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud*, 51 (4), 333-342. <https://doi.org/10.18273/revsal.v51n4-2019007>
- Almadhoob, A., & Ohlsson, A. (2020). Sound reduction management in the neonatal intensive care unit for preterm or very low birth weight infants. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2020(1). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010333.pub3/full>
- Asociación Española de Epidemiología. (2022). La familia integrada en los cuidados monografía: Ficare del Servicio de Neonatología, Hospital Universitario La Paz, Madrid. <https://riseinfamily.eu/wp-content/uploads/2022/12/MONOGRFIA-.pdf>
- Baghlani, R., Hosseini, M. B., Safaiyan, A., Alizadeh, M., & Arshadi Bostanabad, M. (2019). Neonatal intensive care unit nurses' perceptions and knowledge of newborn individualized developmental care and assessment program: A multicenter study. *Journal of Neonatal Nursing*, 25(1), 32-39. https://journals.lww.com/jnmr/fulltext/2019/24020/neonatal_intensive_care_unit_nurses__perceptions.6.aspx

- Barra, L. C., Marín, P. A., & Coó, S. (2021). Cuidados del desarrollo en recién nacidos prematuros: Fundamentos y características principales. *Revista Chilena de Pediatría*, 92(1), 2695 - 2706. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/andesped/v92n1/2452-6053-andesped-andespediatr-v92i1-2695.pdf>
- Branco de Oliveira, A., Assis Brito, M., Ribeiro da Costa, G., Soares e Silva, J., & Astrês Fernandes, M. (2021). Atención de enfermería en la unidad de cuidado intensivo neonatal desde la perspectiva de las enfermeras. *Revista Cubana de Enfermería*, 37(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03192021000200006
- Cabezas Ávila, S. L., Castañeda Cifuentes, Y. H., García Morales, A., Rincón Colorado, C. Y., & Argote, L. A. (s.f.). Conocimientos y prácticas de enfermería sobre ecología neonatal en dos unidades de cuidado intensivo en hospitales de III y IV nivel. <https://www.hgm.gov.co/loader.php?Servicio=Tools2&ITipo=descargas&Funcion=descargar&idFile=844>
- Caudillo Díaz, T., García Campos, M., & Beltrán Campos, V. (2019). Estrés en el neonato prematuro: una revisión de la literatura. *Enfermería Global*. <https://www.enfermeria21.com/revistas/aladefe/articulo/303/estres-en-el-neonato-prematuro-una-revision-de-la-literatura/>
- Carrillo Esper, R., Carrillo Córdova, D., Carrillo Córdova, L., & Carrillo Córdova, J. (2017). Ruido en la Unidad de Cuidados Intensivos: el silencio en la Unidad de Cuidados Intensivos es la mejor terapia. *Medicina Internacional México*, 33(6), 339-348. <https://www.scielo.org.mx/scielo.php>
- Castañeda Rivillas, S. M., Zapata Posada, J. J., Agudelo Peláez, M., & Restrepo Valderrama, J. (2020). Atención, experiencias y lugar de la familia en unidades de cuidado neonatal de Antioquia, Colombia. https://www.sergas.es/Asistencia-sanitaria/Documents/1180/1ESTHER_CABANES_HUM.pdf
- Cedeño Escalona, T., Ramos Espinosa, Y., Montero Aguilera, A., Ferrer Montoya, R., & Cedeño Esturo, M. (2022). Efectividad del proceso de atención de enfermería en la supervivencia del recién nacido menor de 1500 gramos. *MULTIMED*, 26(6), e2569. <https://revmultimed.sld.cu/index.php/mtm/article/view/2569/2561>
- Clasificación completa de diagnósticos de Enfermería NANDA 2018-2020. (n.d.). <https://www.salusplay.com/blog/clasificacion-enfermeria-nanda-2018-2020/>
- Correia, A., & Lourenço, M. (2020). Promoción del sueño en unidades de cuidados intensivos neonatales: Scoping review. *Enfermería Global*, 19(57), 527-549. <https://scielo.isciii.es/pdf/eg/v19n57/1695-6141-eg-19-57-527.pdf>
- Chuang, L. J., Wang, S. H., Ma, M. C., Lin, C. N., Chen, C. L., & Huang, M. C. (2019). A modified developmental care bundle reduces pain and stress in preterm infants undergoing examinations for retinopathy of prematurity: A randomised controlled

trial. *Journal of Clinical Nursing*, 28(3–4), 545–559.

Cuastumal Inguilan, R. A., Bosquez Garcia, N. A., Guerrero Martinez, E. A., & Jaraiseh Abcarius, M. (2022). Neonatología moderna en cuidados intensivos. *RECIMUNDO*, 6(2), 494–500.

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8448473.pdf>

Cuidados centrados en el Neurodesarrollo del recién nacido prematuro hospitalizado. (s.f.).

<http://www.revistaenfermeriacyl.com/index.php/revistaenfermeriacyl/article/viewFile/177/148>

Daus, M. (2018). Enfermería neonatal, intervención y estimulación temprana: un camino conjunto para el cuidado del crecimiento y el desarrollo. ResearchGate.

https://www.researchgate.net/profile/Mariana-Daus/publication/325631445_Enfermeria_neonatal_intervencion_y_estimulacion_temprana_un_camino_conjunto_para_el_cuidado_del_crecimiento_y_el_desarrollo/links/5b19a7e10f7e9b68b428ae78/Enfermeria-neonatal-intervencion-y-estimulacion-temprana-un-camino-conjunto-para-el-cuidado-del-crecimiento-y-el-desarrollo

Forde, D., Deming, D. D., Tan, J. C., Phillips, R. M., Fry-Bowers, E. K., Barger, M. K., & et al. (2020). Oxidative stress biomarker decreased in preterm neonates treated with kangaroo mother care. *Biological Research for Nursing*, 22(2), 188–196. <https://doi.org/10.1177/1099800420906239>

García Reza, C. (2018). Intervenciones de enfermería en neonatos con presión positiva continua. Investigación en Enfermería Imagen y Desarrollo, 20(1), 65–74. [https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/IE/20-1%20\(2018-I\)/145254388010/](https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/IE/20-1%20(2018-I)/145254388010/)

García Reza, C., Mejía Flores, M. A., Guadarrama Pérez, L., & Gómez Martínez, V. (2018). Intervenciones de enfermería en neonatos con presión positiva continua. Investigación en Enfermería: Imagen y Desarrollo, 20(1). Pontificia Universidad Javeriana.

[https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/IE/20-1%20\(2018-I\)/145254388010/](https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/IE/20-1%20(2018-I)/145254388010/)

Garrido Galindo, A. P., Camargo Caicedo, Y., & Velez Pereira, A. M. (2017). Nivel de ruido de una unidad de cuidado intensivo neonatal en Santa Marta - Colombia. *Colombian Medical Journal*, 48(3), 120–125. https://www.researchgate.net/publication/292342489_Nivel_de_ruido_en_unidades_de_cuidado_intensivo_de_un_hospital_publico_universitario_en_Santa_Marta_Colombia

Hechavarría, L., Cruz, U., Hernández, M., & López, M. (2018). Protocolo de atención temprana a los neonatos con neuro-desarrollo de alto riesgo. *Revista Cubana de Pediatría*, 90(1), 12. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1560-43812018000100012

Hernández, N. L., Grillo, M. H. R., & Lovera, A. (2016). Estrategias para el cuidado del desarrollo y el cuidado

neonatales centrado en la familia. *Investigación y Educación en Enfermería*, 34(1), 104–112. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-53072016000100012&lng=en&nrm=iso&tlng=es

Jaramillo Santiago, X., Osorio Galeano, S., & Salazar Blandón, D. (2018). Calidad del cuidado de enfermería: Percepción de padres de recién nacidos hospitalizados en unidad neonatal. *Investigación y Educación en Enfermería*, 36(1). <https://doi.org/10.17533/udea.iee.v36n1e08>

Kahraman, A., Başbakkal, Z., Yalaz, M., & Sözmen, E. Y. (2018). The effect of nesting positions on pain, stress and comfort during heel lance in premature infants. *Pediatrics and Neonatology*, 59(4), 352–359. <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2017.06.004> Paulo B. <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2017.11.010>

Khasanah, N. N., Rustina, Y., Wanda, D., & Luthfa, I. (2024). Experiencias de enfermeros en la facilitación del vínculo precoz entre madres y bebés prematuros: un estudio cualitativo multicéntrico. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 32, e4199. <https://doi.org/10.1590/1518-8345.7034.4199>

Liang, X., Lyu, Y., Li, J., Li, Y., & Chi, C. (2024). Global, regional, and national burden of preterm birth, 1990–2021: a systematic analysis from the global burden of disease study 2021. *Eclinicalmedicine*, 76.

<https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/preterm-birth>

López Rodríguez, V. (2021). Intervention strategies in the neonatal ICU: A physiotherapeutic approach. *Revista Cienc Salud*, 19(1). <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/cienciassalud/a.10629>

Lozano-Domínguez, M. M., Macías-Solórzano, C. G., & Vargas-Aguilar, G. M. (2017). Importancia del cuidado de enfermería en la atención del recién nacido crítico. *Dominio de las Ciencias*, 3(4), 780–795. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6325491&info=resumen&idioma=SPA>

López Baca, C., & Zegarra Tapia, P. (2019). Nivel de conocimiento y práctica del cuidado de la enfermera en el neurodesarrollo del prematuro. Hospitales de la ciudad de Chimbote, 2018. Universidad Privada Antenor Orrego. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/5219>

Martín, D. S., Valenzuela, S., Huaiquian, J., Luengo, L., Martín, D. S., Valenzuela, S., et al. (2017). Dolor del recién nacido expuesto a procedimientos de enfermería en la unidad de neonatología de un hospital clínico chileno. *Enfermería Global*, 16(48), 1–23. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1695-61412017000400001&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Matos Alviso, L. J., Reyes Hernández, K. L., López Navarrete, G. E., Reyes Hernández, M. U., Aguilar Figueroa, E.

S., Pérez Pacheco, O., Reyes Gómez, U., López Cruz, G., Flores Morillón, B. C., & Quero Hernández, A. (2020). A la prematuridad: Epidemiología, causas, consecuencias, primer lugar de mortalidad y discapacidad. *Medigraphic*.

<https://www.medigraphic.com/pdfs/saljalisco/sj-2020/sj203h.pdf>

Miquel Capó, R. N. I. (2016). Intervenciones enfermeras sobre el ambiente físico de las Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales. *Enfermería Intensiva*, 27(3), 96–111.10.1016/j.enfi.2016.01.002

Miranda, D. N. (2022). Competencias profesionales del personal de enfermería en la atención de la madre y el recién nacido: estudio comparativo en los servicios de Neonatología y Obstetricia. *Salud, Ciencia y Tecnología*, 2(48).
<https://doi.org/10.56294/saludcyt202248>

Mooney Leber, S. M., & Brummelte, S. (2017). Neonatal pain and reduced maternal care: Early-life stressors interacting to impact brain and behavioral development. *Neuroscience*, 342, 21–36.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2016.07.029>

Nakasone, O. (2018). Manejo neonatal del prematuro: Avances en el Perú. *Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia*, 64(3), 181-185.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2304-51322018000300015&script=sci_arttext

Núñez, A., Benavente, I., Blanco, D., Boix, H., Cabañas, F., Chaffanel, M., et al. (2018). Estrés oxidativo en la asfixia perinatal y la encefalopatía hipóxico-isquémica. *Anales de Pediatría (English Edition)*, 88(4), 228.e1-228.e9.

<https://www.analesdepediatria.org/es-estres-oxidativo-asfixia-perinatal-encefalopatia-articulo-S1695403317302060>.

Ocampo Higuera, S. (n.d.). Red Latinoamericana de Pediatría y Neonatología: Revista oficial de la Red Latinoamericana de Pediatría y Neonatología. <https://www.rlpn.org/>

Paulo, B. (2022). Artículo Original. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*. www.eerp.usp.br/rlae.

Peña Dávila, L. E., Martínez Garduño, M. D., Cárdenas Becerril, L., & Cruz Bello, P. (2014). Evaluación de las intervenciones de enfermería en la manipulación mínima al recién nacido prematuro.
http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/58141/EVALUACION_DE_LAS_INTERVENCIONES%20DE_ENFERMERIA_EN_LA_MANIPULACION_MINIMA.pdf?sequence=1

Quintero Ramírez, N., Sánchez García, Y., Toncel, Y. & Reales Hernández, L. (2021). Estimulación táctil kinestésica: abordaje desde enfermería. *Revista de la Universidad Cooperativa de Colombia*.
<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/365ab9cb-8223-4f73-9a93-551be2ed30c4/content>

Quiroga, A. (2018). Cuidado centrado en la familia en la unidad de neonatología: una filosofía de cuidado que no se puede postergar. *Revista Enfermería Neonatal*, 27:4-10.

<https://riu.austral.edu.ar/bitstream/handle/123456789/1067/Revista%20Enfermer%c3%ada%20Neonatal.%20Agosto%202018%3b%20274-10.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Romero Daza, A., Danies Valverde, J., de la Hoz, G., & Mendiola Pino, I. (2018). Iniciativas de cuidados humanos en neonatología: Nuevo desafío práctico de enfermería. *Cultura del Cuidado Enfermería*, 15(1), 15–22. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7200828>

Santamaría, N., Polo, D., & Tovar, M. (2023). Dolor en recién nacidos: una revisión de la literatura. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 52(2), 717-727. <http://www.scielo.org.co/scielo.php?s>

San Martín, D., Valenzuela, S., Huaiquian, J., & Luengo, L. (2017). Dolor del recién nacido expuesto a procedimientos de enfermería en la unidad de neonatología de un hospital clínico chileno. *Enfermería Global*, 16(48). https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1695-61412017000400001

Sate, M. R., Andrés, P., Gómez, P. F., & Cometto, M. C. (2023). Perfil y competencias críticas del profesional de enfermería en las unidades de cuidado intensivo neonatal. *Revista Fund SAMIN*. <https://www.revista.fundasamin.org.ar/perfil-y-competencias-criticas-del->

[profesional-de-enfermeria-en-las-unidades-de-cuidado-intensivo-neonatal/](#)

Soto Hilario, J. D., & Veramendi Villavicencios, N. G. (2017). Conocimiento y aplicación de cuidados ante el dolor neonatal. *Opción*, 33(84), 536-556. Universidad del Zulia. <https://www.redalyc.org/journal/310/31054991019/html/>

Torres Lara, A. V., Bastidas Barahona, A. D., Jiménez Franco, S. P., & Vines Menéndez, C. V. (2022). Intervenciones no farmacológicas como coadyuvantes para prevenir o tratar el dolor neonatal. *Recimundo*, 6(2), 501-507. [https://doi.org/10.26820/recimundo/6.\(2\).abr.2022.501-507](https://doi.org/10.26820/recimundo/6.(2).abr.2022.501-507)

Zurita Núñez, J., Paredes Pallo, K., Rueda García, D., & Méndez Padilla, D. (2020). Evaluación del dolor como un indicador del estado de salud del neonato. *Archivos de Medicina (Manizales)*, 20(1), 156-163. <https://doi.org/10.30554/archmed.20.1.3407.2020>

**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL CONSUMIDOR EN ESTABLECIMIENTOS
MINORISTAS DEL MUNICIPIO DE PALMIRA: IMPACTO DEL LABORATORIO RETAIL EN
ESTRATEGIAS DE EXHIBICIÓN**

**CONSUMER BEHAVIOR ANALYSIS IN RETAIL SETTINGS OF PALMIRA: IMPACT OF
THE RETAIL LABORATORY ON DISPLAY STRATEGIES**

Brian Mauricio Márquez Mejía ¹ 

¹ Servicio Nacional de Aprendizaje (Sena). Regional Valle, Colombia. **Email:** bmmarquez@misena.edu.co

Para citar este artículo: Márquez Mejía, B. M. (2024). Análisis del Comportamiento del Consumidor en Establecimientos Minoristas del Municipio de Palmira: Impacto del Laboratorio Retail en Estrategias de Exhibición. LOGINN Investigación Científica Y Tecnológica, 8(2). <https://doi.org/10.23850/25907441.6787>

Recibido: 19 de julio de 2024

Aceptado: 25 de Noviembre de 2024

Publicado en línea: 10 de Diciembre de 2024

Resumen

.....
**Palabras
clave:**
Comportamiento
del
consumidor,
tecnología de
Eye tracking,
establecimientos
minoristas,
estrategias de
exhibición,
mercadeo en
retail.

JEL
M, M3, O3
.....

Este artículo se enfoca en la caracterización detallada del comportamiento del consumidor en establecimientos minoristas en Palmira, Valle del Cauca, utilizando tecnología de Eye tracking. Basado en un marco teórico que incluye modelos como AIDA (Atención, Interés, Deseo y Acción) y teorías contemporáneas de merchandising, el estudio examina cómo el Eye tracking puede ofrecer una visión más profunda y precisa de los patrones de compra y atención del consumidor. La metodología utilizada es de tipo mixto, combinando datos cuantitativos obtenidos mediante el seguimiento ocular con análisis cualitativos de las percepciones y preferencias de mercaderistas, jefes de piso, supervisores, administradores y gerentes de puntos de venta, además de consumidores del retail. Los resultados destacan la relevancia crítica de la disposición del producto y las estrategias de exhibición en la influencia de las decisiones de compra. El Eye tracking permite identificar patrones de atención, mostrando que los productos situados a la altura de los ojos y en zonas estratégicas de las góndolas reciben una mayor atención. Se concluye que las estrategias de colocación deben ser cuidadosamente diseñadas para maximizar la visibilidad y la atracción del producto. Las líneas futuras de investigación sugieren la exploración de cómo otras tecnologías avanzadas, como inteligencia artificial y análisis de big data, podrían complementar el análisis del comportamiento del consumidor y optimizar aún más las estrategias de marketing en el sector retail.

Keywords:

Consumer
behavior, Eye
tracking
technology,
retail
establishments,
display
strategies,
retail
marketing

Abstract

This article focuses on the detailed characterization of consumer behavior in retail establishments in Palmira, Valle del Cauca, using Eye tracking technology. Based on a theoretical framework that includes models such as AIDA (Attention, Interest, Desire and Action) and contemporary merchandising theories, the study examines how eye tracking can offer a deeper and more accurate view of consumer purchasing and attention patterns. The methodology used is mixed, combining quantitative data obtained through eye tracking with qualitative analysis of the perceptions and preferences of merchandisers, floor managers, supervisors, administrators and point of sale managers, as well as retail consumers. The results highlight the critical relevance of product layout and display strategies in influencing purchasing decisions. Eye tracking allows us to identify patterns of attention, showing that products located at eye level and in strategic areas of the shelves receive greater attention. It is concluded that placement strategies must be carefully designed to maximize the visibility and attraction of the product. Future lines of research suggest exploring how other advanced technologies, such as artificial intelligence and big data analytics, could complement consumer behavior analysis and further optimize marketing strategies in the retail sector.

Introducción

En el dinámico ámbito del comercio minorista, la capacidad para comprender y anticipar el comportamiento del consumidor se ha convertido en un elemento clave para garantizar la competitividad y la rentabilidad de las empresas. El eye tracking o seguimiento ocular se destaca como una herramienta poderosa en este contexto, ya que permite capturar los movimientos visuales inconscientes de los individuos e inferir sus intenciones y procesos cognitivos mientras interactúan en entornos comerciales complejos (Tobii, 2019).

Esta tecnología ofrece una perspectiva detallada sobre cómo los consumidores perciben y responden a diversos estímulos visuales, facilitando la identificación de patrones de atención, fijación y navegación en los puntos de venta. De esta forma, el eye tracking no solo optimiza la experiencia del cliente, sino que también proporciona a las empresas información valiosa para diseñar estrategias más efectivas y personalizadas.

Este estudio se enmarca en la investigación aplicada llevada a cabo en el Centro de Biotecnología Industrial del SENA, ubicado en Palmira, Valle del Cauca, Colombia. Su objetivo principal es caracterizar el sector minorista en Palmira mediante la implementación y adaptación de un laboratorio de simulación del sector retail, que permita validar la metodología de eye tracking en un entorno específico.

La investigación se centra en analizar cómo esta tecnología puede optimizar la eficacia de los puntos de venta, particularmente en aspectos como el merchandising, el comportamiento del comprador y las estrategias de empaque (Herradón, 2016). Al aplicar el eye tracking en un entorno simulado, el estudio busca generar insights valiosos que promuevan la competitividad y rentabilidad de las empresas locales. Los datos obtenidos facilitarán el ajuste de estrategias de marketing y exhibición, maximizando el impacto visual y la efectividad de los puntos de venta en el mercado regional.

Desde una perspectiva teórica, este estudio se sustenta en diversas corrientes académicas relevantes. En primer lugar, se toma en cuenta la teoría del merchandising, definida por la AMA (1987), que destaca la importancia de aplicar técnicas efectivas en la presentación y disposición de productos para maximizar la rentabilidad en los puntos de venta.

Adicionalmente, se emplea el modelo AIDA (Atención, Interés, Deseo y Acción), desarrollado por Lewis (1986), como marco conceptual para comprender las etapas que atraviesa el consumidor, desde la exposición inicial a un producto hasta la toma de decisión de compra, informando así la interpretación de los datos obtenidos mediante Eye tracking (VidalPRO Digital, 2019).

Asimismo, se analiza la teoría de las "zonas calientes" y "zonas frías" en las góndolas comerciales, propuesta por Palomares (2005), que resalta cómo las áreas de mayor y menor atención visual pueden influir en las estrategias de ubicación de productos y el diseño de espacios en los puntos de venta. Este enfoque teórico se complementa con la aplicación práctica de tecnologías avanzadas, como el eye tracking, que permite medir de forma precisa y objetiva la atención del consumidor en tiempo real, proporcionando datos cruciales para la toma de decisiones estratégicas (Arbulú, 2013).

Además, este estudio se contextualiza dentro del concepto de Economías Emergentes, entendido

como el conjunto de actividades que transforman ideas en bienes y servicios accesibles para comunidades populares y campesinas, promoviendo la innovación y la creatividad en sectores estratégicos como el retail (Restrepo, 2013). Este enfoque no solo busca fortalecer la competitividad empresarial, sino que también contribuye al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente aquellos relacionados con la educación de calidad, el crecimiento económico y la innovación.

En el contexto del sector retail en Colombia, el estudio realizado por Amézquita y Patiño (2011) proporciona un análisis integral de las ventajas y desventajas que este mercado presenta para grandes minoristas, proveedores y consumidores. El informe subraya que una de las principales fortalezas del sector radica en la capacidad de las grandes cadenas comerciales para ofrecer una amplia vitrina de exhibición de productos. Este acceso a un elevado volumen de clientes potenciales resulta crucial para el éxito comercial, especialmente considerando que las tres principales cadenas de retail en Colombia operan más de 400 puntos de venta a nivel nacional.

Entre los beneficios destacados se encuentran la incorporación de desarrollos tecnológicos avanzados, la alta calidad de los productos comercializados y la estabilidad financiera que ofrecen las grandes cadenas, lo que respalda el cumplimiento en los pagos a sus proveedores. Además, cadenas extranjeras como Casino y Carrefour han promovido las exportaciones de productos colombianos y los puntos de retail han evolucionado para convertirse en centros de entretenimiento, satisfaciendo tanto necesidades materiales como sociales de los consumidores.

Sin embargo, también se identifican desventajas significativas. Los términos de pago extendidos, que pueden variar de 30 a 120 días, y las exigencias de primeros pedidos gratuitos, pueden representar desafíos para los proveedores que deben mantener altos niveles de capital de trabajo. Además, la necesidad de realizar importantes inversiones en espacios de venta, tecnología y software para gestionar pedidos y promociones puede ser un obstáculo considerable.

El informe también aborda las prácticas restrictivas de la competencia en el sector, destacando la entrada de nuevos actores y la posible existencia de prácticas restrictivas verticales, donde las grandes cadenas imponen condiciones que pueden limitar la competencia y la equidad en las negociaciones con los proveedores. La investigación sugiere que, aunque la alta concentración del mercado y la entrada de nuevos competidores pueden ofrecer beneficios al consumidor final, también existe la necesidad de una vigilancia constante para evitar prácticas que podrían perjudicar a los proveedores y afectar la competencia en el sector.

Este estudio no solo busca aportar conocimientos significativos al campo del comportamiento del consumidor y estrategias de mercado en el Retail local, sino que también pretende fomentar la adopción de tecnologías avanzadas dentro del tejido empresarial de Palmira y su zona de influencia, promoviendo un crecimiento económico sostenible y equitativo en la región.

Metodología

La presente investigación es de naturaleza mixta, pues no sólo se basa en estrategias metodológicas de orden cuantitativo a partir de la medición que propicia la herramienta de Eye tracker, sino que, además, considera la evaluación cualitativa de la percepción de las personas estudiadas a partir de encuestas y cuestionarios, los cuales serán susceptibles a interpretación hermenéutica, con base en los referentes teóricos. Los procesos de la investigación son los siguientes.

1. Procedimiento de la investigación

1.1 Recopilación de la Información

En colaboración con el equipo de investigación, se definió el diseño metodológico para la validación de la información. Como resultado, se llevó a cabo la realización de encuestas dirigidas a consumidores, mercaderistas y administradores en el punto de venta, lo que permitió cruzar datos y realizar análisis más profundos.

1.2 Análisis de la Información

Análisis de la información obtenida en los diferentes formatos comerciales al Retail para conocer la aplicabilidad de la metodología Eye tracking y los requerimientos del modelo tecnológico que requiere el sector.

1.3 Retail simulado

Adaptación de un recinto simulado de Retail con nuevas tecnologías para estabilizar el modelo de Eye tracking

2. Población general del Proyecto

La población objetivo del proyecto incluye personas del CBI (beneficiados por parte de la formación integral), de Universidades locales (con quienes se puede realizar proyectos de co-investigación) y empresas del sector Retail de Palmira (hacia quienes van dirigido, centralmente, el estudio).

2.1 Población – muestra de la Investigación para conocer Situación actual del Retail en Palmira

La población a quien va dirigida el estudio es: (1) los mercaderistas, Jefe de Piso, Supervisor, Administrador y Gerente de punto de venta (Cañaveral, Comfandi, el Rendidor, Grupo éxito, La gran Colombia, Mercapava, Olimpica), 110 mercaderistas-Impulsadoras y 38 administradores de Punto de Venta-jefes de Piso y (2) consumidores de los Retail con un 95% de confianza y un error del 5%. La muestra se distribuye de la siguiente forma: 384 consumidores, esto, de acuerdo con la población identificada.

2.2 Tipo de muestreo usado

Muestreo Aleatorio Simple (MAS). El MAS es el procedimiento base para todos los métodos de muestreo; es decir, por más complejo que sea el diseño del método de muestreo para abordar una situación en particular, siempre recurrirá de alguna forma al MAS. Por tanto, para el entendimiento de este tipo de muestreo, supongamos que se tiene un conjunto de grande de unidades, cuyo tamaño es representado por N (Población) donde se quiere extraer un subgrupo de un tamaño n (Muestra). De tal forma, se quiere utilizar la siguiente regla para extraer el subgrupo deseado: garantizar que todos los posibles subgrupos de tamaño n de dicha población, tengan la misma oportunidad (probabilidad) de ser seleccionados (Cochran & Díaz, 1980; Klinger, 2011).

Considerando los anteriores aspectos, se tiene el siguiente esquema para seleccionar la muestra de clientes, colaboradores y mercaderistas en Palmira.

- Se realiza un muestreo aleatorio simple para cada grupo (clientes, colaboradores y mercaderistas)
- Se realiza corrección por población finita si es necesario $(n_0/N) > 5\%$
- La proporción P utilizada es del 0.5 obteniendo la máxima variabilidad.
- El error δ se trabajó con 0,05 y 0,05
- El nivel de significancia Z es del 95% equivalente a 1,96

La expresión del tamaño de muestra para estimar la proporción de personas con una característica C, es la siguiente:

$$n_0 = \frac{Z^2 PQ}{\delta^2} \quad n = \frac{n_0}{n + \frac{n_0}{N}}$$

- n_0 es la aproximación al tamaño de muestra
- n es la muestra con corrección por población finita
- N es el número total de estudiantes por municipio

Por otro lado, la metodología utilizada por Montaña Vargas y Machado Sandoval (2017) en su estudio sobre el merchandising en tiendas de barrio de la Comuna 5 de Villavicencio combina enfoques cuantitativos y cualitativos para ofrecer un análisis integral. Este trabajo adopta una metodología exploratoria y descriptiva, diseñada para investigar aspectos poco estudiados del merchandising en un contexto específico.

Los investigadores aplicaron encuestas cuantitativas, cuyos datos fueron analizados con el software SPSS, para obtener información precisa sobre las prácticas y percepciones de los tenderos. De forma complementaria, realizaron observaciones cualitativas que contextualizan y enriquecen los hallazgos cuantitativos, logrando así una comprensión más profunda del fenómeno estudiado.

Este enfoque metodológico, que integra fuentes primarias y secundarias, permite una evaluación detallada de las prácticas de merchandising. Además, ofrece una perspectiva holística que puede adaptarse para estudios en otros contextos y regiones del sector retail.

En el presente estudio, la selección de la muestra se realizó cuidadosamente para garantizar la validez de los resultados, considerando un margen de error del 5 % y un nivel de confianza del 95 %. Para los clientes, se partió de una población total de 2,505 personas, y mediante cálculos estadísticos se determinó que una muestra de 334 individuos sería adecuada para obtener una representación confiable de sus comportamientos y percepciones.

El cálculo del tamaño de la muestra se basó en la fórmula estadística para poblaciones grandes, la cual tiene en cuenta la variabilidad del comportamiento del consumidor y asegura un nivel aceptable de precisión en los resultados obtenidos.

En cuanto al personal administrativo y directivo, cuya población es de 38 personas, se optó por una muestra por conveniencia debido al tamaño limitado de la población. Esta técnica permite incluir a todos los disponibles, facilitando la obtención de datos exhaustivos sobre sus perspectivas y toma de decisiones.

Para los mercaderistas, de una población de 154, se empleó también un muestreo por

conveniencia, seleccionando a 110 individuos que accedieron a participar. Este enfoque fue adoptado para maximizar la recolección de información relevante sobre las prácticas laborales y el entorno de trabajo de los mercaderistas, dado que la disponibilidad de participantes es crucial para obtener una visión detallada y representativa de la situación actual en el sector retail.

2.3. Metodología y Muestra para el Estudio de Comportamiento del Consumidor utilizando Tecnología Eye Tracking

2.3.1. Metodología

El estudio emplea tecnología Eye Tracking para analizar el comportamiento del consumidor en establecimientos minoristas, utilizando mapas de calor como herramienta principal. Los mapas de calor permiten visualizar de manera gráfica las áreas de mayor y menor atención visual, proporcionando datos valiosos sobre cómo los consumidores interactúan con los productos y el espacio en el punto de venta (Harris & Turok, 2017). Esta metodología ofrece una perspectiva detallada sobre las estrategias de exhibición y su impacto en la toma de decisiones de compra.

La metodología empleada en este estudio combina técnicas avanzadas de recolección y análisis de datos para obtener una comprensión integral del comportamiento del consumidor en el sector retail. Entre estas técnicas, se utiliza un dispositivo de eye tracking, que permite capturar y registrar de manera precisa los movimientos oculares y los tiempos de fijación en distintas áreas del punto de venta.

Este dispositivo facilita la identificación, con alta resolución, de los patrones de atención visual, revelando qué zonas del punto de venta atraen mayor interés y cómo los consumidores navegan por los espacios de exhibición (TOBII, 2019). La información obtenida mediante el eye tracking es clave para evaluar la efectividad de las estrategias de merchandising y diseño de exhibición, gracias a su capacidad para cuantificar el tiempo que los consumidores dedican a diferentes productos y secciones (Duchowski, 2007).

Además de los datos cuantitativos obtenidos mediante el eye tracking, la investigación se complementa con entrevistas cualitativas realizadas a un grupo seleccionado de participantes clave: mercaderistas, jefes de piso, supervisores, administradores y gerentes de puntos de venta, así como a consumidores. Estas entrevistas proporcionan una comprensión más profunda y contextualizada del comportamiento del consumidor, además de recoger las percepciones de los profesionales del retail sobre las estrategias de exhibición.

Los insights cualitativos ofrecen una perspectiva holística que enriquece la interpretación de los datos cuantitativos, al proporcionar contexto a los patrones observados y revelar factores subyacentes que podrían influir en las decisiones de compra y la efectividad de las estrategias de merchandising. La integración de ambas metodologías garantiza una evaluación exhaustiva y matizada del impacto de las técnicas de exhibición en el comportamiento del consumidor.

Figura 1

Dispositivo Eye tracking para el análisis del empaque de "Paketón"



Nota. elaboración propia

2.3.2. Muestra

Para determinar el tamaño de la muestra, se sigue una metodología rigurosa basada en la literatura existente. Según Martínez (2000), el tamaño ideal para estudios piloto es de entre 30 y 50 participantes. Cochran (1980) y Klinger (2011) sugieren la aplicación de técnicas de muestreo estadístico para garantizar la representatividad de la muestra.

En este estudio, se utiliza el muestreo aleatorio simple (MAS) con corrección por población finita, cuando es necesario. La varianza se estima a partir de un estudio piloto realizado en colaboración con la Universidad Eafit, en el Laboratorio MercaLAB, con una desviación estándar de 15 segundos al cuadrado y un margen de error de 3 segundos. El cálculo del tamaño de muestra se realiza con un nivel de significancia Z del 90% (1.65), usando la siguiente fórmula:

$$n_0 = \frac{Z^2 S^2}{\delta^2} = \frac{1.65^2 15^2}{3^2} = 68.0625 \quad n = \frac{n_0}{n + \frac{n_0}{N}}$$

- n_0 es la aproximación al tamaño de muestra

Para ajustar a una población finita de 120 participantes, se corrige a:

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}} = \frac{68.0625}{1 + \frac{68.0625}{120}} = 43.42$$

Por lo tanto, se establece que el tamaño de muestra necesario para obtener resultados con un error de 3 segundos y un nivel de confianza del 90% es de 44 participantes.

Resultados y Discusión

Los resultados del sondeo realizado a los mercaderistas de Palmira evidencian una fuerte dependencia de métodos tradicionales y mensajería instantánea para la comunicación interna. Un 51 % de los mercaderistas reportó el uso de planillas de papel y WhatsApp como principales medios de comunicación, lo que refleja una baja integración de herramientas tecnológicas. Esta falta de adopción de tecnologías modernas puede limitar la eficiencia operativa y la capacidad de respuesta ágil, aspectos fundamentales en el dinámico entorno del retail (Kotler & Keller, 2016).

La American Marketing Association (AMA) subraya la relevancia de una comunicación efectiva en la gestión de marketing, señalando que la implementación de herramientas tecnológicas avanzadas podría mejorar significativamente los procesos internos y la competitividad empresarial (AMA, 1987).

3.1. Evaluación de categorías y ubicación de marca

En relación con la evaluación de categorías y la ubicación de marca, la mayoría de los mercaderistas (88 %) evalúa las categorías de productos basándose principalmente en las ventas. Si bien este enfoque es útil, puede resultar limitado si no se complementa con otros indicadores de desempeño, como la satisfacción del cliente y la percepción del valor del producto (Aaker, 2014).

Respecto a la ubicación de la marca, el 29 % de los mercaderistas posiciona sus productos junto a la competencia, mientras que el 21 % los sitúa en zonas calientes. Estas estrategias pueden incrementar tanto la visibilidad como las ventas de los productos (Luomala, 2002). La teoría de la diferenciación de Levitt (1980) destaca la importancia de diferenciarse de la competencia para captar la atención del consumidor y fomentar la lealtad hacia la marca.

3.2. Negociaciones y estudios de monitoreo

El 43 % de los mercaderistas negocia espacios adicionales en los lineales por periodos de 1 a 3 meses, lo que refleja una flexibilidad en la gestión del espacio que podría ser mejor aprovechada mediante el uso de herramientas tecnológicas avanzadas (Sorensen, 2016). No obstante, el 83 % de los fabricantes no realiza estudios de usabilidad utilizando tecnología de eye tracking, y el 65 % de los mercaderistas recurre a la observación directa para monitorear a los clientes.

La baja adopción de tecnologías como el eye tracking limita la capacidad de obtener insights profundos sobre el comportamiento del consumidor, los cuales son fundamentales para desarrollar estrategias de marketing más efectivas (Wedel & Pieters, 2008).

3.3. Entrevistas a personal administrativo

Las entrevistas a jefes de piso, supervisores, administradores y gerentes de puntos de venta revelan que el 28.6 % de los puntos de venta no evalúan las categorías para verificar la efectividad de la asignación de los lineales. El 71.4 % de ellos evalúa la efectividad de las categorías a través de las ventas, mientras que el 42 % no utiliza software para la gestión de categorías. Esto sugiere una oportunidad significativa para mejorar la gestión del retail mediante el uso de tecnologías emergentes (Zentes, Morschett, & Schramm-Klein, 2007).

Además, el 97 % de los retailers no realiza estudios de usabilidad utilizando tecnología de eye

tracking, y el 60 % lleva a cabo estudios de monitoreo de clientes mediante observación directa. Esto destaca la baja adopción de tecnologías avanzadas que podrían mejorar la comprensión y gestión del comportamiento del consumidor (Huddleston & Minahan, 2011).

3.4. Creación del Laboratorio de Retail

En los últimos años, el sector retail en Colombia ha experimentado una notable transformación, destacándose el crecimiento acelerado de cadenas como D1 y Ara. En 2022, D1 reportó un aumento en las ventas del 40.33 %, mientras que Ara alcanzó un impresionante 61.56 %, superando significativamente a gigantes establecidos como Éxito, que incrementó sus ventas en un 21.85 % (Henao, 2023).

Esta dinámica de expansión y la adopción de modelos de descuento duro reflejan un cambio profundo en las preferencias de los consumidores y en las estrategias de competencia en el mercado minorista colombiano.

En este contexto competitivo, el "Retail Laboratory" del CBI Sena Palmira se erige como un pilar fundamental para la formación profesional integral en el sector. Este laboratorio ofrece a los aprendices una capacitación avanzada en el uso de tecnologías de vanguardia, como el Eye Tracking, para analizar patrones de fijación ocular y atención visual en entornos de retail. La aplicación práctica de estos conocimientos en colaboraciones con importantes cadenas de tiendas, como D1 y Ara, permite a los futuros profesionales desarrollar habilidades directamente aplicables a las tendencias actuales del mercado.

El "Retail Laboratory" no solo proporciona una formación técnica avanzada, sino que también asegura que los programas educativos del Sena se mantengan a la vanguardia de las tendencias emergentes en el sector. La integración de Sennova en este proceso educativo garantiza el acceso a recursos financieros, apoyo técnico y metodológico, y una actualización constante de los contenidos formativos. Este enfoque permite que los egresados del Sena estén altamente capacitados para enfrentar los desafíos de un sector retail en constante evolución y para contribuir efectivamente al desarrollo económico y social.

La experiencia práctica adquirida en el laboratorio, junto con el conocimiento teórico avanzado, permite a los aprendices implementar estrategias de merchandising y exhibición con eficacia en entornos reales, como lo demuestran los proyectos exitosos realizados en colaboración con cadenas de tiendas. Este tipo de formación integral no solo mejora la preparación profesional de los aprendices, sino que también fortalece la competitividad del sector retail en Colombia, asegurando que las empresas puedan adaptarse y prosperar en un entorno de mercado cada vez más dinámico y exigente.

Es así como, para cumplir con uno de los objetivos de la investigación, se estableció el "Retail Laboratory" en el aula 209 del CBI SENA Palmira, una instalación diseñada específicamente para realizar pruebas de usabilidad utilizando tecnología de eye tracking. Este laboratorio, que simula un entorno de retail o minimercado de 84 m², está equipado con tecnología avanzada, incluyendo dos puntos de pago con sistema POS, cámaras para la generación de mapas de calor, dispositivos de conteo de personas, neurosensores y un tablero digital interactivo.

Desde su apertura en 2019, el laboratorio ha tenido un impacto significativo en la formación de aproximadamente 1,800 aprendices, brindando una experiencia práctica esencial para enfrentar los

retos del sector retail con habilidades tecnológicas actualizadas.

El "Retail Laboratory" se alinea estrechamente con el Proyecto Educativo Institucional (PEI) del SENA, que busca integrar metodologías basadas en proyectos y el uso de tecnología avanzada en el proceso de formación (PEI, 2013). El PEI del SENA promueve un enfoque educativo que va más allá de la teoría, enfocándose en ofrecer a los aprendices experiencias prácticas y reales que les permitan aplicar sus conocimientos en entornos simulados que replican el mercado laboral actual.

La implementación de este laboratorio es una manifestación concreta de esta filosofía, permitiendo a los aprendices experimentar de primera mano cómo las tecnologías emergentes, como el eye tracking, influyen en la toma de decisiones de los consumidores y en las estrategias de merchandising.

La creación y modernización del "Retail Laboratory" ha sido posible gracias a la inversión significativa proveniente de proyectos financiados por Sennova. Entre estos se encuentran el proyecto "Dinámica del merchandising y packaging en el retail según los patrones del comportamiento visual de los consumidores SGPS-3568" del año 2019, que recibió una inversión de \$50,000,000; el proyecto "Modernización y actualización tecnológica para el laboratorio retail con la tecnología Eye tracker SGPS-5739" del año 2020, con un financiamiento de \$250,000,000; y el proyecto "Eye tracking: herramienta de neuromarketing para identificar preferencias determinantes de la compra en entornos minoristas CAP-00028" del año 2022, con un valor interno de \$70,000,000.

Estos fondos han permitido no solo la adquisición de tecnología avanzada, sino también la actualización continua del laboratorio, asegurando que los aprendices estén capacitados con las herramientas más modernas y relevantes para el sector.

El "Retail Laboratory" del CBI Sena Palmira representa una herramienta clave en la formación de los aprendices, destacando por su impacto positivo en la calidad de las habilidades y conocimientos adquiridos. Este laboratorio, dotado con tecnología avanzada como el Eye Tracking, permite a los estudiantes realizar un análisis exhaustivo del comportamiento del consumidor mediante la observación de patrones de fijación ocular y atención visual. Esta metodología proporciona una perspectiva precisa sobre cómo los consumidores interactúan con los productos, permitiendo a los aprendices adaptar sus estrategias de merchandising y exhibición a las necesidades reales del mercado.

La capacitación en el "Retail Laboratory" no se limita a la teoría; los aprendices tienen la oportunidad de aplicar sus conocimientos en entornos de retail simulados que replican las condiciones del mercado real. Esta experiencia práctica es crucial para desarrollar competencias técnicas que se alinean con las demandas actuales del sector. Además, las colaboraciones con importantes cadenas de tiendas como ARA, Éxito, Olímpica y Mercapava amplían aún más el impacto del laboratorio, proporcionando a los estudiantes una visión directa de las prácticas y exigencias del sector. Esta exposición a entornos profesionales reales refuerza la formación integral de los futuros profesionales, asegurando que adquieran habilidades que no solo cumplen con los estándares académicos, sino que también se ajustan a las expectativas del mercado laboral.

La integración de Sennova en el proceso formativo juega un papel fundamental al garantizar que los programas de formación se mantengan a la vanguardia de las tendencias del mercado y las tecnologías emergentes. Sennova proporciona recursos financieros y apoyo técnico que permiten actualizar los programas educativos con las últimas innovaciones. Este respaldo asegura que los

aprendices del Sena estén bien preparados para enfrentar los desafíos del sector retail, contribuyendo al desarrollo económico y social de sus comunidades.

El "Retail Laboratory" se alinea con los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, que busca fortalecer la formación profesional integral en Colombia. Este plan promueve la creación de ambientes educativos que combinan la teoría con la práctica, garantizando que los estudiantes adquieran habilidades relevantes y actualizadas. En este contexto, el "Retail Laboratory" no solo mejora la calidad de la formación recibida por los aprendices, sino que también contribuye al objetivo más amplio de preparar a los futuros profesionales para desempeñarse con éxito en un entorno económico dinámico y en constante evolución. Así, el laboratorio se convierte en una pieza esencial en la estrategia del Sena para ofrecer una educación que responda eficazmente a las necesidades del mercado y apoye el desarrollo sostenible del país (Lemos, 2023).

Figura 2

Laboratorio Retail Sena CBI Palmira



Nota. Elaboración propia.

3.5. Análisis de Punto de Venta y Góndola

3.5.1. Categoría de Dulces

En el análisis de la categoría de dulces, se registraron un total de 378 fijaciones visuales, acumulando un tiempo de atención de 131.87 segundos por parte de los participantes. Este segmento del estudio revela patrones de comportamiento visual que son cruciales para optimizar la colocación de productos y maximizar las ventas en el punto de venta.

Particularmente, el área de interés principal fue el producto "gomitas Trululu, Gusanos Ácidos", que capturó 46 fijaciones con un tiempo de atención total de 14.93 segundos. Este dato es especialmente significativo porque demuestra cómo la colocación estratégica de productos en áreas visualmente atractivas puede captar y mantener la atención del consumidor. La prominencia de este producto en la góndola sugiere que los clientes son atraídos por presentaciones coloridas y ubicaciones de fácil acceso, lo que está en línea con estudios previos que subrayan la eficacia de las zonas calientes en la estrategia de merchandising (Chandon et al., 2009).

El hallazgo sobre "gomitas Trululu, Gusanos Ácidos" indica que los productos colocados a la altura de los ojos y en las áreas de mayor tráfico visual tienden a recibir más atención. Esta observación

respalda la teoría de que las zonas calientes, o áreas dentro de la tienda que reciben más atención visual, son críticas para la estrategia de colocación de productos. Además, la atracción hacia productos coloridos y visualmente distintivos como las gomitas sugiere que el diseño del empaque juega un papel crucial en la captación de la atención del consumidor.

El análisis detallado de las fijaciones y el tiempo de atención también revela la influencia del empaque y la presentación del producto en la decisión de compra. Los productos que no solo están bien ubicados, sino que también cuentan con un empaque atractivo, tienen una ventaja competitiva significativa. En este caso, la elección de colores vivos y el diseño llamativo de "gomitas Trululu, Gusanos Ácidos" resultó ser efectivo para atraer la mirada del consumidor, lo que subraya la importancia del diseño gráfico en el marketing de productos en el punto de venta.

Este análisis proporciona una comprensión más profunda de cómo los consumidores interactúan visualmente con los productos en un entorno minorista, y cómo las estrategias de merchandising pueden optimizarse para mejorar la efectividad de la colocación de productos. Además, estos resultados pueden ser utilizados para ajustar las estrategias de marketing y presentación de productos, con el objetivo de maximizar la visibilidad y, en última instancia, las ventas en la categoría de dulces. (Chandon et al., 2009).

Figura 3
Góndola Categoría de Dulces



Nota. Elaboración propia

3.5.2. Góndola de Snacks

En el análisis de la góndola de snacks, se observó un total de 182 fijaciones con un tiempo de

atención acumulado de 64.08 segundos. Entre las marcas destacadas, "De Todito" capturó 29 fijaciones y un tiempo de atención de 8.44 segundos, mientras que "Margarita" obtuvo 28 fijaciones, pero con un tiempo de atención más prolongado de 10.95 segundos. Estos datos revelan una correlación importante entre la cantidad de fijaciones y el tiempo de exploración visual con la rentabilidad del lineal. La diferencia en el tiempo de atención, a pesar de tener un número similar de fijaciones, sugiere que "Margarita" pudo haber tenido un impacto visual más atractivo o una mejor ubicación en el lineal, lo cual influyó en una mayor retención de la atención del consumidor. Estos hallazgos respaldan la hipótesis de que la eficacia del merchandising y la disposición de los productos pueden influir significativamente en el comportamiento de compra del consumidor y, por ende, en la rentabilidad de las ventas, conforme a lo señalado por Rayner (1998).

Figura 4
Góndola de Snacks



Nota. Elaboración propia

3.5.3. Análisis de Empaque

En el análisis detallado del empaque de "Paketón Papas Margarita sabor natural," se observó que la cara frontal del empaque fue un punto focal significativo para los consumidores, registrando un total de 42 fijaciones con un tiempo de atención acumulado de 15.09 segundos. Dentro de esta área, la sección específica que destacaba las "Papas" fue la más atractiva visualmente, capturando 24 fijaciones y un total de 8.32 segundos de atención. Estos hallazgos ponen de manifiesto la influencia crítica del diseño del empaque en la atracción y retención de la atención del consumidor.

La prominencia de la imagen de las papas y otros elementos visuales en la cara frontal del empaque parece activar los primeros pasos del modelo AIDA (Atención, Interés, Deseo y Acción), que

es fundamental para guiar al consumidor desde el reconocimiento del producto hasta la decisión de compra. El diseño de empaque juega un rol crucial en captar la atención (A), generar interés (I), y potencialmente fomentar el deseo (D) y la acción (A) de compra. Los colores vibrantes, las imágenes atractivas y la claridad de la información en el empaque no solo aumentan la visibilidad del producto, sino que también facilitan una conexión emocional con el consumidor, un aspecto crucial para la fidelización de la marca (Barry & Howard, 1990).

Además, el análisis sugiere que los elementos visuales estratégicamente ubicados en el empaque, como la imagen central de las papas, no solo atraen la mirada de los consumidores, sino que también logran mantener su interés, lo cual es crucial para influir en las decisiones de compra en el punto de venta. Este fenómeno subraya la importancia de un diseño de empaque bien planificado y ejecutado, que no solo destaque en un entorno competitivo, sino que también comunique de manera efectiva los atributos del producto y sus beneficios.

En conclusión, el diseño del empaque se presenta como una herramienta de marketing poderosa y esencial para influir en el comportamiento de compra del consumidor, convirtiéndose en una consideración estratégica clave para las marcas en el sector de alimentos y bebidas.

Figura 5

Análisis del empaque de "Paketón"



Nota. Elaboración propia

Conclusiones

La investigación demuestra que, en los establecimientos minoristas de Palmira, los factores como la disposición del producto y las estrategias de exhibición son determinantes clave en el

comportamiento del consumidor. Utilizando el modelo AIDA (Atención, Interés, Deseo, Acción) y teorías de merchandising, se ha comprobado que la ubicación estratégica de los productos no solo capta la atención de los consumidores, sino que también influye significativamente en su decisión de compra. Los datos obtenidos mediante tecnología de Eye tracking muestran que el (75%) de los consumidores tienden a fijarse primero en los productos colocados a nivel de los ojos y en puntos de alta visibilidad, validando así la importancia de las técnicas de merchandising en el sector retail.

El sector retail en Palmira se caracteriza por una alta competitividad y una gran diversidad de establecimientos que buscan captar la atención del consumidor mediante diversas estrategias de marketing. La combinación de análisis cuantitativos y cualitativos ha permitido identificar que, además de la disposición de los productos, factores como el ambiente de la tienda, el servicio al cliente y la presentación visual juegan un papel crucial en la experiencia de compra del consumidor.

Los mercaderistas, jefes de piso, supervisores, administradores y gerentes de puntos de venta han proporcionado insights valiosos que reflejan la dinámica actual y los desafíos que enfrenta el sector retail en esta región. Por ejemplo, el 68% de los encuestados menciona que el ambiente de la tienda influye significativamente en su satisfacción de compra.

Los hallazgos sugieren que la adopción de tecnologías avanzadas, como el Eye Tracking, puede ofrecer a los minoristas una ventaja competitiva al proporcionar una comprensión más detallada del comportamiento del consumidor. Se recomienda que los minoristas en Palmira consideren integrar estas tecnologías con otros métodos de análisis de datos para desarrollar estrategias de marketing más efectivas y personalizadas. Además, explorar la incorporación de inteligencia artificial y análisis de big data podría permitir a los minoristas adaptarse dinámicamente a los cambios en el comportamiento del consumidor y mejorar la eficiencia de sus estrategias de exhibición y disposición de productos.

Los resultados estadísticos indican que el 80% de los consumidores estaría más inclinado a realizar una compra si perciben que la tienda utiliza tecnologías avanzadas para mejorar su experiencia de compra.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Centro de Biotecnología Industrial SENOVA Palmira (Valle) por financiar el proyecto del laboratorio de Retail, ya que sin su apoyo no habría sido posible llevar a cabo esta evaluación de nuevas metodologías para analizar el comportamiento de los consumidores emergentes.

Expresamos nuestra gratitud a todos los mercaderistas, jefes de piso, supervisores, administradores, gerentes de puntos de venta y consumidores que participaron en este estudio, aportando su tiempo y valiosas perspectivas.

Finalmente, un agradecimiento muy especial a nuestras familias por su incondicional apoyo y paciencia durante el desarrollo de este proyecto. Su amor y comprensión han sido fundamentales para la culminación de este trabajo.

Declaración sobre conflicto de interés:

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de interés sobre el artículo.

Referencias Bibliográficas

- Aaker, D. A. (2014). Aaker on Branding: 20 Principles That Drive Success. Morgan James Publishing.
- American Marketing Association (AMA). (1987). Diccionario de Marketing de American Marketing Association. Recuperado el 10 de septiembre de 2019, de <https://www.ama.org/the-definition-of-marketing/>
- Amézquita, L., & Patiño, Y. (2011). Estudio Económico del Sector Retail en Colombia. SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO. Recuperado el 10 de septiembre de 2019, de http://www.sic.gov.co/recursos_user/documentos/promocion_competencia/Estudios_Economicos/Estudio%20economico%20Retail.pdf
- Arbulú, M. (2013). Potenciando el alcance del análisis publicitario con la técnica de eye tracking: desarrollo de un software para la evaluación del impacto publicitario. Recuperado el 10 de septiembre de 2019, de http://redmarka.net/ra/usr/39/1498/redmarka_n11_pp125_136.pdf
- Barry, T. E., & Howard, D. J. (1990). A review and critique of the hierarchy of effects in advertising. International Journal of Advertising, 9(2), 121-135.
- Braidot, N. (2009). Néstor Braidot. Recuperado el 10 de septiembre de 2019, de <https://braidot.com/tag/neuromarketing>
- Chandon, P., Hutchinson, J. W., Bradlow, E. T., & Young, S. H. (2009). Does in-store marketing work? Effects of the number and position of shelf facings on brand attention and evaluation at the point of purchase. Journal of Marketing, 73(6), 1-17.
- Cochran, W. G. (1980). Sampling Techniques (3ra ed.). Wiley.
- Cochran, W., & Díaz, E. (1980). Técnicas de muestreo. México: Compañía Editorial Continental.
- Duchowski, A. T., & Duchowski, A. T. (2017). Eye tracking methodology: Theory and practice. Springer.
- Harris, J., & Turok, I. (2017). Retail Design and Technology: From Research to Practice. Routledge.
- Henao, D. A. O. (Ed.). (22 de julio de 2023). En 2022, las ventas de D1 y Tiendas Ara crecieron a un mayor ritmo que las del Éxito. larepublica. <https://www.larepublica.co/especiales/quien-es-quien-en-los-negocios/tiendas-d1-y-ara-incrementaron-sus-ventas-40-33-y-61-56-respectivamente-3663119>
- Hernández, I., Ospina, L., Londoño, J., & Tello, C. (2019). Economía naranja o economía creativa: Una discusión conceptual respecto a la Ley 1834 de 2017. Fundación Universidad Externado de Colombia.
- Herradón, A. M. C. (2016). MF2185_3 Políticas de marketing: MF2185_3 Certificado de profesionalidad. Ra-Ma Editorial.

Huddleston, P., & Minahan, S. (Eds.). (2011). Consumer Behaviour: Women and Shopping. Business Expert Press.

Klinger, R. (2011). Notas de Clase sobre muestreo estadístico. Facultad de Ingeniería. EIIE-2011. Universidad del Valle. Santiago de Cali, Colombia.

Klinger, R. (2011). Statistical Methods for Sampling. Springer.

Lemos, S. L., & Rubiano, M. C. C. (2023). El Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026: Colombia, Potencia Mundial de la Vida. Revista Fasecolda, (189), 64-69.

Levitt, T. (1980). Marketing Success Through Differentiation-of Anything. Harvard Business Review. Recuperado el 10 de septiembre de 2019, de <https://hbr.org/1980/01/marketing-success-through-differentiation-of-anything>

Martínez, J. (2000). Metodología de la Investigación. McGraw-Hill.

Montaño Vargas, J. P., & Machado Sandoval, A. V. (2017). Diagnóstico Sobre la Aplicabilidad del Merchadising en las Tiendas de Barrio de la Comuna 5 de la Ciudad de Villavicencio.

IMPORTANCIA DEL RECONOCIMIENTO REAL DE LOS ACTIVOS BIOLÓGICOS EN LOS ESTADOS FINANCIEROS.

IMPORTANCE OF THE ACTUAL RECOGNITION OF BIOLOGICAL ASSETS IN THE FINANCIAL STATEMENTS.

Paola Fabiola Pérez Méndez ¹ , Norma Constanza Varela Cerquera ² 

¹ Centro de logística y promoción ecoturística Santa Marta. Colombia., **Email:** pperezm@sena.edu.co

² Centro de logística y promoción ecoturística Santa Marta. Colombia., **Email:** varela@sena.edu.co

Para citar este artículo: Pérez Méndez, P. F., & Varela Cerquera, N. C. LA Importancia del reconocimiento real de los activos biológicos en los estados financieros. LOGINN Investigación Científica Y Tecnológica, 8(2). <https://doi.org/10.23850/25907441.6327>

Recibido: 05 de abril de 2024

Aceptado: 15 de octubre de 2024

Publicado en línea: 5 de Noviembre de 2024

Resumen

.....
Palabras clave:

contabilidad,
financiera,
activos
biológicos.

JEL: M4,
M11, N5,
L16, P42,
Q17

El presente artículo de investigación tiene como objetivo explicar la importancia del reconocimiento real de los activos biológicos dentro del funcionamiento de entidades cuya actividad económica tenga relación con actividades agropecuarias, argumentando su pertinencia y viabilidad, razones que se podrán visualizar y expandir a cada uno de los procesos del área contable y financiera, haciendo mención a la postura de varios autores que han investigado sobre el tema y como esos hallazgos pueden llegar a construir un conocimiento propio, preciso, eficaz, con un impacto social eminente, aplicable a los procesos de la entidad objeto de estudio, la metodología utilizada en la investigación es aplicada, con un enfoque cuantitativo y cualitativo; con diseño no experimental de tipo descriptivo y de campo, está dirigida a identificar y obtener información necesaria para reconocer y medir los activos biológicos existentes en el Centro Acuícola de Gaira (CAAG), generando un impacto positivo cuantitativa y cualitativamente en la información que se convierte en insumo en la toma de decisiones, cabe resaltar, que este artículo es producto de la ejecución del proyecto de investigación denominado: "Reconocimiento y medición de activos biológicos como fuente de valor agregado en los estados financieros", aprobado en la convocatoria interna Sennova (Sistema de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico del Servicio nacional de aprendizaje) 2022.

Abstract

.....
Keywords:

accounting,
financial,
biological
assets.

The objective of this research article is to explain the importance of the real recognition of biological assets within the operation of entities whose economic activity is related to agricultural activities, arguing its relevance and viability, reasons that can be visualized and expanded to each of the processes of the accounting and financial area, mentioning the position of several authors who have researched on the subject and how these findings can be found they can build their own, precise, effective knowledge, with an eminent social impact, applicable to the processes of the entity under study, the methodology used in The research is applied, with a quantitative and qualitative approach; With a non-experimental descriptive and field design, it is aimed at identifying and obtaining the necessary information to recognize and measure the biological assets existing in the Gaira Aquaculture Center (CAAG), generating a positive impact on the biological. quantitatively and qualitatively in the information that becomes input in decision-making, it should be noted that this article is the product of the execution of the research project called: "Recognition and measurement of biological assets as a source of added value in financial statements", approved in the internal call Sennova (Research, Innovation and Technological Development System of the National Learning Service) 2022.

Introducción

Para iniciar el análisis de activos biológicos, es pertinente referirse a la Norma Internacional de Contabilidad (NIC) 40, que define estos activos como organismos vivos, tales como animales o plantas, que se emplean en operaciones agrícolas. La actividad agrícola, a su vez, se define como el conjunto de acciones llevadas a cabo por una entidad con el fin de gestionar la transformación biológica y la recolección de activos biológicos para diversos propósitos, entre los que se incluyen la venta de dichos activos o su conversión en productos agrícolas u otros tipos de activos biológicos. (Actualícese 2020).

Desde la NIC 40, los activos biológicos son organismos vivos utilizados en operaciones agrícolas. La actividad agrícola se define como la gestión de la transformación biológica y la recolección de estos activos para diversos fines, como la venta o su conversión en productos agrícolas. Esta definición formaliza la importancia de los activos biológicos en la contabilidad y reconoce su papel en las actividades económicas.

Por otro lado, se presenta una definición más accesible, que los describe como seres vivos o plantas utilizados en el proceso productivo de una empresa con actividades agrícolas. Esta perspectiva simplificada resalta la relevancia de los activos biológicos en el contexto empresarial y productivo.

Al mencionar la diversificación histórica de estos activos, se sugiere una mirada más amplia sobre su evolución y su impacto en la actividad económica a lo largo del tiempo. Este llamado a la reflexión invita a considerar cómo los activos biológicos han sido una parte fundamental de la actividad humana desde tiempos antiguos hasta la actualidad, adaptándose y evolucionando junto con las prácticas agrícolas y económicas.

Sin embargo, desde una definición más sencilla y propicia se pueden decir que los activos biológicos, son aquellos seres vivos o plantas que hacen parte del proceso productivo de una empresa cuya actividad económica principal tenga relación con procesos agrícolas, teniendo en cuenta este concepto, resulta necesario hacer un recuento de la diversificación que ha tenido a lo largo de la historia.

Generalmente en las empresas que se han dedicado a actividades agrícolas, ganaderas y similares, esos seres vivos que anteriormente definimos como activos biológicos se reconocían en su momento en los informes financieros como inventarios o como propiedad planta y equipo, esta connotación debido a la realidad económica que circunscribe este tipo de activos no era la adecuada, dado que, dentro de los mismos informes se requiere una clasificación particular, con el fin de establecer criterios adecuados de medición de acuerdo con la naturaleza de cada activo. (Figueroa 2.007)

Teniendo en cuenta lo anterior, existía la necesidad de una clasificación específica de los activos biológicos en los informes financieros de empresas dedicadas a actividades agrícolas, ganaderas y similares, anteriormente estos activos eran reconocidos como inventarios o propiedad planta y equipo, sin embargo, esta connotación no era precisa debido a la naturaleza de los activos biológicos y sus requerimientos de medición.

En primer lugar, se destaca que los activos biológicos tienen características únicas que los diferencian de otros tipos de activos. A diferencia de los activos físicos como maquinaria o terrenos, los seres vivos están sujetos a procesos biológicos y naturales que influyen en su valor y su tratamiento

contable. Estos activos pueden experimentar cambios en su valor debido a factores como el crecimiento, la reproducción o las condiciones ambientales, lo cual requiere un enfoque de medición específico.

Además, se menciona que la connotación de inventarios o propiedad planta y equipo no refleja adecuadamente la realidad económica de los activos biológicos. Los inventarios generalmente se refieren a bienes tangibles destinados para la venta o para ser consumidos en el proceso de producción, mientras que la propiedad planta y equipo son activos físicos utilizados en la operación del negocio a largo plazo. Sin embargo, los activos biológicos no siempre se ajustan a estas categorías, ya que su valor puede variar considerablemente antes de su cosecha o venta, y su ciclo de vida puede ser diferente al de otros activos físicos.

Por lo tanto, una clasificación particular de los activos biológicos en los informes financieros es necesaria para establecer criterios adecuados de medición, esta clasificación permitiría tener en cuenta las características específicas de estos activos, como su ciclo de vida, su valoración en función de la edad o etapa de desarrollo, y los riesgos asociados con su gestión. De esta manera, se garantiza una presentación más puntual de la situación financiera de la empresa y se facilita la toma de decisiones informadas por parte de los usuarios de los estados financieros

Basándonos en la necesidad de abordar un apartado especial en los informes financieros que corresponda a los activos biológicos, es imperativo adherirse a las directrices establecidas en la Norma Internacional de Contabilidad (NIC) 41. Esta norma proporciona pautas detalladas sobre cómo reconocer, medir y revelar los activos biológicos en los estados financieros. Se reconoce que la producción agropecuaria posee una singularidad dentro del panorama económico, dado que el proceso de transformación de un cultivo en desarrollo o el engorde de un animal implica valorarlos a precios de mercado en un punto específico del proceso, aunque aún no hayan sido objeto de transacciones con terceros. Por consiguiente, la NIC 41 aborda preguntas cruciales como: ¿cuándo deben ser reconocidos en los estados financieros?, ¿Qué valor debe asignárseles? y ¿Cómo se deben manejar las diferencias de valor entre valoraciones sucesivas? (Helguera, L., Lanfranco, B., & Majó, E. 2005)

Considerando estos interrogantes, es esencial examinar minuciosamente cada aspecto de la normativa para desarrollar herramientas que garanticen la representación adecuada en los estados financieros de los beneficios económicos derivados de los procesos de transformación y gestión asociados a los activos biológicos, la necesidad de reconocer la especificidad de la producción agropecuaria en el ámbito contable. La transformación de cultivos en desarrollo o el engorde de animales implica valorarlos a precios de mercado en puntos específicos del proceso, incluso si aún no han sido objeto de transacciones con terceros. Este enfoque resalta la importancia de considerar no solo el valor presente de los activos biológicos, sino también su potencial futuro y los riesgos asociados con su desarrollo.

El no hacer una adecuada aplicación de esta norma en los procesos contables y financieros de una entidad, implica en primera instancia, no ir en sincronía con el objetivo máximo de la contabilidad: “Tomar decisiones”, aunque la acción se podría ejecutar, no sería bajo escenarios reales y enfocados a traducir unas operaciones en cifras y en análisis cualitativos, al respecto en Perú se adelantó un estudio investigativo en donde se analizó la incidencia de la mala aplicación de la NIC 41, La investigación abordó el problema de la aplicación deficiente de la Norma Internacional de Contabilidad (NIC) 41, junto con la falta de conocimiento sobre las actualizaciones del plan contable relacionadas con el registro adecuado de los activos biológicos. Los objetivos fueron identificar las actualizaciones

pertinentes, analizar su cumplimiento y determinar su efectividad. Se argumentó que una aplicación adecuada de la NIC 41 conduciría a una contabilidad precisa, lo que permitiría comprender el estado económico y financiero de la empresa. (Díaz 2020)

Los resultados indicaron la existencia de actualizaciones contables, aunque su cumplimiento no era óptimo. Además, se encontró que el desempeño de las actualizaciones era parcial en el registro de actividades. Esto subraya la importancia de cumplir con los estándares contables para garantizar la veracidad de la información financiera.

Los resultados de la investigación revelan una situación preocupante en cuanto a la aplicación de la Norma Internacional de Contabilidad (NIC) 41 y la actualización del plan contable en relación con los activos biológicos. Es evidente que existe una brecha entre la normativa establecida y su implementación efectiva en las prácticas contables de las empresas. Esta discrepancia puede tener implicaciones significativas en la precisión de la información financiera y, por ende, en la toma de decisiones tanto internas como externas.

La identificación de actualizaciones contables indica que el marco normativo está en constante evolución para adaptarse a los cambios en el entorno empresarial y económico. Sin embargo, el hecho de que el cumplimiento de estas actualizaciones no sea óptimo sugiere que las empresas pueden enfrentar desafíos para mantenerse al día con las regulaciones y aplicarlas de manera efectiva en sus operaciones contables.

Además, el hallazgo de que el desempeño de las actualizaciones contables es parcial en el registro de actividades resalta la complejidad y la importancia de la gestión adecuada de los activos biológicos. Estos activos pueden tener características únicas que requieren un tratamiento contable específico, lo que subraya la necesidad de una comprensión profunda de la NIC 41 y su aplicación práctica.

En última instancia, la investigación resalta la necesidad de un mayor énfasis en la capacitación y el seguimiento continuo para garantizar el cumplimiento efectivo de las normativas contables. Las empresas deben invertir en recursos humanos y tecnológicos para garantizar que su contabilidad refleje con precisión la realidad económica y financiera de la organización, lo que a su vez contribuirá a la transparencia y la confianza en los informes financieros.

De acuerdo con el escenario anterior, resulta necesario resaltar que la aplicación efectiva de la Norma Internacional de Contabilidad (NIC) 41 en los procesos contables y financieros de las entidades es fundamental para garantizar la precisión y la transparencia en la información financiera. El no adherirse adecuadamente a esta norma puede tener consecuencias negativas tanto para la empresa como para sus partes interesadas.

El análisis detallado de los hallazgos de investigación, especialmente el estudio realizado en Perú, resalta la brecha existente entre la normativa contable y su implementación efectiva en la práctica empresarial. Esto subraya la necesidad de un mayor énfasis en la capacitación y el seguimiento continuo para garantizar el cumplimiento efectivo de las normativas contables.

Además, se enfatiza la importancia de la precisión contable en la toma de decisiones tanto internas como externas. Una contabilidad precisa proporciona una visión clara y confiable del estado financiero de la empresa, lo que es esencial para la toma de decisiones informadas y la gestión eficaz

de los recursos.

Por lo tanto, es crucial que las empresas inviertan en recursos humanos y tecnológicos para garantizar que sus prácticas contables estén alineadas con los estándares internacionales y reflejen con precisión la realidad financiera de la organización. Solo así se podrá fortalecer la transparencia, la confianza y la credibilidad en los informes financieros, contribuyendo así al éxito y la sostenibilidad a largo plazo de la empresa

Ahora bien, En Colombia, la agricultura representa un pilar fundamental en la economía nacional. Sin embargo, la gestión contable de este sector ha enfrentado desafíos significativos, especialmente en lo que respecta a la medición de los activos biológicos de acuerdo con las Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF). Este tema ha sido objeto de análisis y debate por parte de diversos profesionales encargados de la preparación de información financiera.

Según las opiniones recabadas de estos preparadores, se ha llegado a la conclusión de que existen obstáculos latentes que dificultan la medición precisa de los activos biológicos. Uno de los principales desafíos radica en la dificultad para medir la transformación de estos activos a lo largo de todas sus etapas productivas. Esto se debe a la naturaleza dinámica y variable de los procesos biológicos, lo que dificulta establecer valores precisos en cada etapa del ciclo de producción.

Además, otro desafío importante es la falta de precios de referencia confiables en todo momento. Esto se debe en parte a la informalidad que caracteriza a ciertos aspectos de la agricultura en Colombia, lo que dificulta la recopilación de datos y la sistematización de fuentes de información necesarias para realizar mediciones precisas de los activos biológicos.

La gestión contable de los activos biológicos en el sector agrícola colombiano se enfrenta a dificultades significativas, que van desde la medición precisa de la transformación de estos activos hasta la disponibilidad de datos confiables para realizar mediciones precisas. Estos desafíos requieren de un enfoque integral y estratégico para superarlos y garantizar una gestión contable efectiva y transparente en este importante sector económico. (Maldonado 2018).

El análisis de las dificultades en la gestión contable de la agricultura en Colombia, específicamente en la medición de activos biológicos bajo las Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF), plantea una reflexión profunda sobre los desafíos que enfrentan las empresas y los profesionales contables en este sector. La agricultura, como un pilar importante de la economía colombiana, requiere una atención especial en términos de contabilidad para garantizar una gestión financiera precisa y transparente.

La identificación de estas dificultades, basada en la experiencia práctica de los preparadores de información financiera, recalca la complejidad y la necesidad de adaptación de las normativas contables a la realidad específica de la agricultura. La imposibilidad de medir la transformación de los activos biológicos en todas sus etapas productivas y la falta de precios de referencia consistentes debido a la informalidad en la sistematización de las fuentes de información son solo algunos de los desafíos señalados.

Esta situación plantea interrogantes importantes sobre cómo mejorar la gestión contable en el sector agrícola. ¿Qué medidas pueden tomar las empresas y los profesionales contables para superar estas dificultades y cumplir con los estándares establecidos por las NIIF? ¿Cómo pueden adaptarse las

normativas contables para abordar de manera más efectiva las particularidades de la agricultura?

Una reflexión argumentativa invita a considerar la necesidad de un enfoque colaborativo entre el sector público, el sector privado y los organismos reguladores para abordar estas cuestiones. Es crucial fomentar la capacitación y el intercambio de conocimientos entre los profesionales contables del sector agrícola para mejorar la comprensión y la aplicación de las normativas contables. Además, es necesario promover la investigación y el desarrollo de herramientas y metodologías específicas para la medición de activos biológicos que se ajusten a las particularidades del sector agrícola colombiano.

Teniendo en cuenta lo anterior, estas dificultades pueden ser el punto de partida para liderar estrategias en este sector de tipo estadísticas que puntualicen en un marco referente para las empresas que tienen como actividad económica principal la agricultura y poder hacer estimaciones más acertadas y aproximadas a la realidad que se desea en la información financiera a revelar, que sea el insumo para la toma de adecuadas decisiones gerenciales, buscando posicionamiento en el mercado y por ende un crecimiento económico, impactando de manera positiva el patrimonio empresarial.

Por otro lado, el concepto de activos biológicos a nivel local ya adopta una posición socio ambiental además de la financiera, puesto que, algunos autores han venido investigando sobre el aporte que el desarrollo sostenible le puede dar al ejercicio de una actividad agropecuaria en una empresa que cuya que se dedica a la explotación de los recursos naturales, entendiéndose el concepto de desarrollo sostenible de manera sencilla como la capacidad de preservar los recursos naturales para las generaciones futuras, tal es el caso de Hacienda Villa Isabella sas, ubicada en el municipio de Sabana de Torres, departamento de Santander, se hizo una aproximación a la valoración de los activos biológicos, teniendo en cuenta factores externos como las bondades que el entorno natural le puede aportar al proceso de transformación y mantenimiento del activo biológico, además como se involucra cada proceso en el impacto ambiental que le puede ocasionar a ese mismo ambiente, esa así como desde el área financiera de una empresa se pueden manejar directrices socioambientales cuyo norte sea el reconocimiento de los activos biológicos desde una perspectiva más social, atendiendo las demandas de algunos otros usuarios de la información, como miembros de comunidades o entidades de control del área ambiental. (Gómez Herreño, F. M., & Mantilla Pinilla, E. 2019).

De acuerdo con lo anterior, desde el área financiera de una empresa se pueden establecer directrices socioambientales que reconozcan los activos biológicos desde una perspectiva más social, atendiendo las demandas de diversos usuarios de la información, como miembros de comunidades locales y entidades de control ambiental. Esto implica un enfoque más holístico y responsable en la gestión de los recursos naturales, que va más allá de la mera maximización del valor financiero de los activos, además es importante considerar el impacto socioambiental de las actividades empresariales, especialmente en sectores como la agricultura y la ganadería, donde la relación con el entorno natural es directa y significativa, adoptar una perspectiva socioambiental en la gestión de activos biológicos no solo contribuye a la sostenibilidad a largo plazo de las empresas, sino que también promueve la preservación de los recursos naturales y el bienestar de las comunidades locales, el reconocimiento del papel del desarrollo sostenible en la preservación de los recursos naturales para las generaciones futuras es fundamental para abordar los desafíos ambientales y sociales asociados con esta actividad.

El ejemplo de Hacienda Villa Isabella SAS ilustra cómo es posible valorar los activos biológicos considerando no solo su aspecto financiero, sino también su contribución al entorno natural y su impacto ambiental. Esto demuestra la importancia de integrar consideraciones socioambientales en las decisiones financieras y operativas de las empresas, reconociendo el valor intrínseco de los recursos

naturales y su importancia para el bienestar de las comunidades locales y el equilibrio ecológico, adoptando una perspectiva socioambiental en la gestión de activos biológicos, que no solo beneficia a las empresas en términos de sostenibilidad a largo plazo y reputación corporativa, sino que también contribuye al cumplimiento de las expectativas de diversos grupos de interés, como comunidades locales y entidades de control ambiental. Es crucial seguir avanzando en esta dirección, promoviendo prácticas empresariales responsables que armonicen el desarrollo económico con la conservación del medio ambiente y el bienestar social

Sin embargo, existen ciertos matices en el proceso operativo de la implementación de un marco normativo que apunta a la razonabilidad y la unificación de criterios para que todos los países hablen un mismo idioma financiero, siendo Colombia un país cuyo crecimiento económico tiene una estrecha relación con las actividades económicas agrícolas, se hace necesario, la implementación de métodos, ajustar el sistema contable de los activos biológicos para cumplir con las normas internacionales de contabilidad, con el fin de mejorar la competitividad y simplificar las transacciones comerciales con naciones extranjeras. (Corredor 2020).

El autor plantea la necesidad de implementar un marco normativo que busque la razonabilidad y la unificación de criterios en la contabilidad, con el fin de mejorar la competitividad y simplificar las transacciones comerciales en el contexto de las actividades económicas agrícolas en Colombia. Sin embargo, se pueden ampliar varios aspectos para profundizar en esta argumentación:

Importancia de la armonización contable internacional: Se puede destacar la importancia de que todos los países sigan un mismo conjunto de normas contables para facilitar la comparabilidad de los estados financieros entre empresas de diferentes países. Esto no solo mejora la transparencia y la confianza en los mercados financieros, sino que también reduce los costos y la complejidad de la contabilidad para las empresas que operan a nivel internacional.

Impacto económico de las actividades agrícolas en Colombia: Es crucial resaltar la relevancia económica de la agricultura en Colombia y su estrecha relación con el crecimiento económico del país. Las actividades agrícolas representan una parte significativa del PIB y son fundamentales para el empleo y la generación de ingresos en muchas regiones del país. Por lo tanto, mejorar la gestión contable en este sector puede tener un impacto positivo en la economía nacional en su conjunto.

Necesidad de ajustar el sistema contable de activos biológicos: Dado que Colombia tiene una economía agrícola importante, es crucial que el sistema contable del país esté alineado con las normas internacionales, especialmente en lo que respecta a la contabilización de activos biológicos. Esto garantizará que las empresas colombianas puedan competir en igualdad de condiciones en los mercados internacionales y cumplir con los requisitos contables de sus socios comerciales extranjeros.

Mejora de la competitividad y simplificación de transacciones comerciales: Al adoptar normas internacionales de contabilidad para los activos biológicos, las empresas colombianas pueden mejorar su competitividad al aumentar la confianza de los inversionistas y socios comerciales internacionales. Además, la armonización contable facilitará las transacciones comerciales al eliminar barreras y costos asociados con la reconciliación de diferentes estándares contables.

En resumen, la implementación de normas internacionales de contabilidad para activos biológicos en Colombia no solo contribuirá a la mejora de la competitividad y la simplificación de las transacciones comerciales, sino que también fortalecerá la transparencia y la confianza en los mercados financieros, impulsando así el crecimiento económico y el desarrollo sostenible del país.

Apoyando el argumento anterior, se puede inferir que Durante siglos, la agricultura en Colombia ha sido un motor clave de desarrollo económico. Sin embargo, en las últimas décadas, una serie de eventos a nivel mundial han revitalizado su importancia en la agenda global. La globalización, la integración de cadenas de valor, los avances tecnológicos e institucionales, las preocupaciones ambientales y el aumento en los precios de los productos agrícolas han contribuido a este cambio de paradigma.

Este renovado enfoque reconoce que la agricultura tiene la capacidad de desempeñar múltiples funciones en el desarrollo de los países. Más allá de su papel tradicional en la producción de alimentos y materias primas, la agricultura ahora se reconoce como un impulsor del crecimiento económico, promotor de la sostenibilidad ambiental, catalizador en la reducción de la pobreza y el hambre, y defensor de la equidad y la seguridad alimentaria.

Además, se destaca que la agricultura no solo es crucial para garantizar la disponibilidad de alimentos y materias primas, sino que también desempeña un papel fundamental en la nutrición y la salud de las personas. Además, su contribución a la generación de energía sostenible es cada vez más relevante en un mundo que busca alternativas más limpias y renovables, la agricultura no solo es un sector económico vital, sino que también es una fuerza transformadora con impactos significativos en el bienestar humano, la salud ambiental y el desarrollo sostenible a nivel global (R Junguito, JJ Perfetti, A Becerra - 2014)

En la región costera del Caribe colombiano, la agricultura desempeña un papel relevante en el panorama económico de las empresas. Ubicada al norte de Colombia, esta área goza de una posición geográfica privilegiada que facilita el comercio internacional a través del mar Caribe. La economía local se caracteriza por su diversificación, abarcando sectores como la agricultura, la ganadería, la minería, la industria, el turismo y el transporte marítimo.

Durante las últimas dos décadas, se han observado cambios significativos en la estructura económica de la región. Mientras que las actividades agropecuarias e industriales han experimentado una disminución relativa en su importancia, la minería y los servicios han experimentado un crecimiento notable, incrementando su contribución a la producción nacional. En particular, las ciudades de Barranquilla y Cartagena son centros industriales importantes en la región, aunque la actividad industrial tiende a ser poco diversificada y tiene escasas conexiones con la minería y la agricultura.

Este panorama económico sugiere una transformación en curso en la región costera del Caribe colombiano, con un cambio en la estructura productiva hacia sectores como la minería y los servicios. Sin embargo, la agricultura continúa siendo un pilar importante de la economía local, proporcionando empleo y contribuyendo a la seguridad alimentaria y al desarrollo sostenible de la región.(MM Aguilera-Díaz, Y Reina-Aranza 2013)

La descripción de la agricultura en la región Caribe revela un panorama variado y en constante evolución. Aunque la agricultura ha desempeñado un papel significativo en la economía regional a lo largo de la historia, se observa que en las últimas dos décadas ha perdido peso relativo frente a otros sectores económicos, como la minería y los servicios. Esta disminución puede atribuirse a diversos factores, como cambios en las políticas gubernamentales, la introducción de nuevas tecnologías y la competencia de otros sectores.

A pesar de esta tendencia, la agricultura sigue siendo uno de los pilares económicos de la región Caribe, junto con la ganadería y otras actividades económicas. La diversidad de cultivos y la riqueza de los recursos naturales de la región ofrecen oportunidades para la producción agrícola, tanto para el consumo interno como para la exportación. Sin embargo, es importante tener en cuenta los desafíos que enfrenta el sector agrícola, como la variabilidad climática, la disponibilidad de tierras y agua, y la competencia internacional.

En este contexto, es fundamental implementar políticas y estrategias que promuevan el desarrollo sostenible de la agricultura en la región Caribe, fomentando la innovación, la diversificación de cultivos, la adopción de prácticas agrícolas sostenibles y el acceso a mercados internacionales. Además, es necesario fortalecer la colaboración entre el sector público y privado, así como invertir en infraestructuras y capacitación para los agricultores locales. De esta manera, se puede impulsar el crecimiento económico y mejorar la calidad de vida de las comunidades rurales en la región Caribe.

A nivel local, los activos biológicos que forman parte de la actividad agrícola representan un componente fundamental en la economía del departamento, especialmente en la región del Magdalena, con foco en Ciénaga y sus alrededores. Desde finales del siglo XIX hasta principios del siglo XX, surgieron diversas empresas con la intención de impulsar y fortalecer económicamente esta zona agrícola, centrándose en cultivos como el tabaco, el cacao y el banano.

La región bananera del Magdalena ha sido testigo de una diversidad dinámica de iniciativas empresariales, principalmente a nivel local, donde se destacan las redes y empresas de carácter familiar. Los empresarios agrícolas de este período fueron pioneros en el desarrollo de la industria bananera en Colombia, con la consolidación de esta actividad exportadora en las primeras décadas del siglo XX. Este proceso estuvo impulsado por múltiples factores, incluyendo la iniciativa empresarial, políticas estatales que favorecían la inversión mediante la concesión de tierras y exenciones fiscales, y la implementación de economías de escala en la producción y distribución de la fruta.

A pesar del importante impulso económico generado por la actividad bananera durante varias décadas en el departamento del Magdalena, no logró alcanzar el mismo nivel de desarrollo económico regional que la actividad cafetera en otros departamentos de Colombia. Esto se debió a diversos fenómenos que marcaron la diferencia entre ambos sectores, como las condiciones climáticas, las políticas gubernamentales, las infraestructuras de transporte y las dinámicas socioeconómicas locales. Aunque la actividad bananera no alcanzó el mismo nivel de prominencia que la cafetera, sigue siendo un pilar importante en la economía regional y continúa contribuyendo al desarrollo y la diversificación del sector agrícola en el Magdalena. (Viloria 2009)

A continuación, es esencial proporcionar contexto sobre el área de investigación de este estudio, que se centra en el Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira, una entidad afiliada al Servicio Nacional de Aprendizaje en la región del Magdalena. Este centro tiene como objetivo brindar capacitación en una variedad de campos, que incluyen la producción pecuaria, ganadería, agricultura, medio ambiente, alimentos, desarrollo de software, turismo y salud, entre otros. Está ubicado en el departamento del Magdalena (Sena 2024), cuya economía se fundamenta en una variedad de actividades que incluyen la agricultura, la ganadería, el turismo y la actividad portuaria. Se cultivan una diversidad de productos tales como algodón, arroz, banano, palma africana, tabaco y diversos frutales. En cuanto a la ganadería, se lleva a cabo de forma extensiva con propósitos de cría, ceba y levante. Además, la pesca se practica tanto en las ciénagas como en el mar, y se ha observado un incremento en la creación de unidades

productivas relacionadas con estas actividades durante el año 2022.

Esta situación es de particular relevancia para el estudio que se está llevando a cabo, dado que los activos biológicos representan una parte considerable en los estados financieros de las empresas en esta región. La comprensión de cómo estas actividades económicas impactan en la gestión y contabilidad de los activos biológicos es esencial para entender el panorama financiero y económico de la región del Magdalena.. (Cámara de comercio del Magdalena 2022).

En la actualidad la entidad objeto de estudio, no ha clasificado adecuadamente sus activos biológicos en sus informes financieros, ya que no se han registrado contablemente. Solo se contabiliza en la cuenta de inventarios lo relacionado con los productos obtenidos del crecimiento o cría de los activos, principalmente con propósitos de control, sin considerar las características individuales de cada uno. El proyecto de investigación titulado "Reconocimiento y medición de activos biológicos como fuente de valor agregado en los estados financieros" se planteó con la finalidad de reconocer los activos biológicos en el Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira (CAAG) y analizar cómo dicho reconocimiento puede tener un impacto positivo en los informes financieros que debe presentar el centro.

La situación descrita en el Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira (CAAG) es un ejemplo claro de cómo una deficiencia en la clasificación de los activos biológicos puede tener un impacto significativo en la presentación de los informes financieros y, por ende, en la toma de decisiones dentro de la entidad. Esta situación plantea una reflexión argumentativa sobre la importancia de reconocer y medir adecuadamente los activos biológicos en el ámbito contable y financiero.

En primer lugar, es crucial reconocer que los activos biológicos representan una parte importante del patrimonio de muchas empresas, especialmente en el sector agroindustrial y acuícola. Estos activos no solo tienen un valor financiero, sino que también contribuyen al valor social, ambiental y económico de la empresa y de la comunidad en general. Por lo tanto, clasificar adecuadamente estos activos en los informes financieros es fundamental para reflejar con precisión la verdadera situación económica de la entidad.

Además, una clasificación inadecuada de los activos biológicos puede llevar a una subestimación del valor de la empresa y a una falta de transparencia en la presentación de los informes financieros. Esto puede afectar la capacidad de la empresa para obtener financiamiento, negociar contratos y realizar inversiones estratégicas, lo que a su vez puede limitar su crecimiento y desarrollo a largo plazo.

Por otro lado, el reconocimiento y la medición adecuados de los activos biológicos pueden proporcionar una serie de beneficios, tanto para la empresa como para sus stakeholders. Esto incluye una mejor comprensión del valor de los activos, una mayor transparencia en la presentación de los informes financieros, una mayor confianza por parte de los inversores y una mejor capacidad para evaluar el desempeño financiero y operativo de la entidad.

En conclusión, la situación del CAAG resalta la importancia de abordar de manera proactiva y efectiva la clasificación de los activos biológicos en los informes financieros. Esto requiere un enfoque integral que considere tanto los aspectos contables y financieros como los sociales, ambientales y económicos de estos activos. Solo mediante un enfoque integrado y transparente se puede garantizar una gestión financiera sólida y sostenible que contribuya al crecimiento y desarrollo de la empresa y de la comunidad en su conjunto.

Es necesario traer a colación que inicialmente este proyecto de investigación se había diseñado con el objeto de estudio como el Centro de Logística y Promoción ecoturística del Magdalena (CLPEM), sin embargo, este objeto de estudio no cuenta con activos biológicos dentro de sus estados financieros, por tal motivo, en otra fase de este proyecto de investigación se adhiere este nuevo objeto de estudio (Perez 2021)

Además, se utilizó una metodología de investigación que combinó tanto enfoques cuantitativos como cualitativos para abordar de manera integral el tema en cuestión. Se decidió seguir un diseño de investigación no experimental, específicamente descriptivo y de campo, con el fin de obtener una comprensión profunda y detallada de los aspectos relevantes relacionados con los activos biológicos en el contexto estudiado, este enfoque permitió recopilar datos tanto cuantitativos como cualitativos, lo que proporcionó una visión más completa y holística de la situación. Además, al optar por un diseño de investigación de campo, fue posible recolectar información directamente en el entorno real donde se desarrollan las actividades relacionadas con los activos biológicos, lo que añadió credibilidad y relevancia a los resultados obtenidos. (Lozada 2014), con el propósito de identificar y recopilar la información necesaria para reconocer y medir los activos biológicos presentes en el Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira (CAAG).

Inicialmente, se llevó a cabo un proceso de investigación exhaustivo con el objetivo de identificar los posibles activos biológicos presentes en el centro, enfocándose inicialmente en el sector de plantaciones. Sin embargo, conscientes de la importancia de una perspectiva integral, se planificó una segunda fase para incluir en el análisis a los animales vivos que pudieran ser considerados como activos biológicos.

Durante este proceso de levantamiento, se realizó un análisis comparativo detallado entre la situación actual del centro y un escenario ideal, que sirvió como referencia para evaluar los resultados obtenidos. Esta comparación proporcionó una base sólida para generar una discusión constructiva sobre las potenciales ventajas de implementar políticas claras en relación con la clasificación adecuada de los activos biológicos.

Es importante destacar que, durante estas deliberaciones, se enfatizó la importancia de un reconocimiento asertivo de los activos biológicos, fundamentado en la normativa aplicable y en las mejores prácticas de contabilidad. Se argumentó a favor de una clasificación precisa y transparente de estos activos, destacando la necesidad de alinear los procedimientos contables con las regulaciones vigentes para garantizar una gestión financiera sólida y transparente.

Este proceso de investigación y análisis no solo permitió identificar y evaluar los activos biológicos presentes en el centro, sino que también generó una reflexión profunda sobre la importancia de una clasificación precisa y coherente de estos activos, en línea con las normativas y estándares contables aplicables..

Metodología

Tipo de estudio

El tipo de estudio es descriptivo y exploratorio, ya que busca reconocer, medir y clasificar los activos biológicos (plantaciones, cultivos, animales) en un entorno agrícola específico. La fase inicial

de reconocimiento exhaustivo y el análisis cualitativo y cuantitativo sugieren un enfoque que explora y describe en detalle las características de los activos biológicos en un contexto real.

El tipo de estudio también puede ser clasificado como investigación aplicada, ya que busca solucionar un problema práctico relacionado con la correcta clasificación, reconocimiento y medición de activos biológicos en el contexto agrícola, con el objetivo de mejorar la gestión financiera en ese sector.

La investigación aplicada se manifiesta en este caso porque los resultados obtenidos tienen una utilidad inmediata para mejorar la transparencia y precisión de los estados financieros de empresas agrícolas, basándose en normativas contables específicas como la NIC 41 y las NIIF para PYMES.

Técnicas de investigación

Observación directa: Se menciona el reconocimiento físico de las áreas donde se ubican las plantaciones y el diálogo con expertos, lo que implica una observación en el campo.

Revisión de registros: Se utilizan datos históricos y normativos para la clasificación y análisis de los activos biológicos.

Entrevistas o consultas a expertos: El diálogo con expertos sugiere la inclusión de entrevistas cualitativas o consultas informales.

Medición cuantitativa: Se realizó un proceso de medición detallada de los activos biológicos, incluyendo aspectos numéricos para su reconocimiento en estados financieros.

Diseño y enfoque

El diseño del estudio es no experimental y transversal, dado que no se manipulan variables y los datos se recolectan en un momento determinado, aunque el estudio involucra observaciones en diversas fases del proceso agrícola. El enfoque es mixto, ya que incluye tanto análisis cualitativos (evaluación de espacios y características de activos biológicos) como cuantitativos (medición y análisis de dichos activos en términos financieros).

Forma de análisis

La forma de análisis involucra un análisis descriptivo, tanto de las características físicas y ambientales de los activos biológicos como de su clasificación financiera, conforme a normativas contables como la NIC 41 y las NIIF para PYMES. Adicionalmente, se emplea un análisis crítico sobre los desafíos en la aplicación de estas normas en el contexto latinoamericano, lo que indica un enfoque también analítico-reflexivo.

En resumen, el estudio sigue un enfoque metodológico mixto, con un diseño descriptivo transversal y utiliza técnicas tanto cualitativas como cuantitativas para el análisis de los activos biológicos en un entorno agrícola específico.

Introducción a las fases del estudio

Considerando la discusión previa, se implementaron una serie de fases con el fin de abordar la tesis propuesta en esta investigación. Para comenzar, se dio inicio a un proceso de reconocimiento detallado de las áreas específicas donde tiene lugar la cría y el desarrollo de los activos biológicos en

cuestión.

Fase 1: Reconocimiento y recolección de datos

En esta fase inicial se realizó una recolección minuciosa de datos para identificar exhaustivamente, tanto en términos cualitativos como cuantitativos, los activos que cumplen con los criterios para ser considerados biológicos. Esta etapa incluyó:

- Evaluación de espacios y condiciones ambientales.
- Revisión de registros.
- Observación directa.
- Diálogo con expertos para obtener una comprensión completa de las características y alcance de los activos biológicos presentes

Además, se llevó a cabo un análisis de la diversidad de especies y cultivos para determinar su idoneidad en base a criterios especializados y normativas pertinentes.

Fase 2: Medición y clasificación de activos biológicos

Posteriormente, se procedió al reconocimiento y medición de dichos activos en cumplimiento del objetivo general del proyecto. Esto permitió:

- Identificar y clasificar los activos biológicos en el área de estudio.
- Comprender su naturaleza, evolución y contribución a la actividad agrícola local.

Este enfoque no solo proporcionó una visión detallada sobre la gestión de los activos biológicos, sino que también sirvió para:

- Establecer bases sólidas para la clasificación, reconocimiento y medición de los activos biológicos en los estados financieros.
- Reflexionar sobre las implicaciones de una gestión inadecuada en la toma de decisiones empresariales y la transparencia financiera.

Desafíos normativos en la clasificación de activos biológicos

Existen perspectivas que atribuyen la incorrecta clasificación de los activos biológicos en los estados financieros de empresas latinoamericanas a posibles deficiencias en las normas contables vigentes. Se argumenta que las normativas generales no se ajustan adecuadamente a las especificidades del sector agrícola, lo que dificulta su implementación en la región.

Normativas como la NIC 41 y la Sección 34 para PYMES han supuesto avances importantes, pero aún persisten desafíos para su correcta aplicación en América Latina.

Descripción de las áreas de estudio

- Área 1: Plantaciones perennes de mango

La primera fase del estudio incluyó la inspección de un área con dos subáreas que albergan plantaciones de mangos, con aproximadamente veinte años de crecimiento. Estas plantaciones generan

dos cosechas anuales, comercializadas en el Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira. Los aprendices, bajo la dirección de expertos, asumen roles de gestión y administración de recursos. Sin embargo, el costo de los productos no se refleja adecuadamente en los estados financieros debido a la falta de clasificación contable conforme a las NIC y NIIF para PYMES.

- Área 2: Cultivos temporales y revitalización de palma de aceite

Existe una segunda área dedicada a cultivos temporales, como tomate Cherry, berenjena y pimentón. Esta área es gestionada por aprendices, mientras que en la parte trasera se encuentra una plantación de palma de aceite que ha sufrido deshidratación. Actualmente, se lleva a cabo un proyecto de revitalización de la palma, dirigido por instructores y aprendices.

- Área 3: Inclusión de animales vivos

La tercera fase del proyecto incluye la cría de animales vivos como ganado, cabras, gallinas ponedoras y cerdos. Esta área será considerada en una segunda fase del proyecto de investigación.

Resultados

El trabajo de campo realizado por el semillero de investigación del Centro de Logística y Promoción Ecoturística (CLPE) del Magdalena permitió obtener información clave sobre los activos biológicos del Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira (CAAG). Esta información fue comparada con los estados financieros actuales, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 1
Identificación y clasificación de activos biológicos del CAAG

Ítem	Nombre	Descripción	ubicación	Nombre biológico	Cantidad	Observaciones
1	Árbol de Mango de Azúcar	Cultivo perenne	Sector 1	Mangifera indica	277	Plantados hace más de 20 años
2	Árbol de Mango de Azúcar	Cultivo perenne	Sector 2	Mangifera indica	205	200 kg de producción por árbol
3	Planta de tomate	Cultivo de ciclo corto	Sector 3	Tomate, Cherry	72	3 meses para dar frutos
4	Planta de tomate	Cultivo de ciclo corto	Sector 3	Lio grande	2	4 meses para dar frutos
5	Planta de Berenjena	Cultivo de ciclo corto	Sector 3	Solanum melongena	95	4 meses para dar frutos
6	Planta de ají pimentón	Cultivo de ciclo corto	Sector 3	Capsicum annum	107	Proceso de crecimiento

Nota. Fuente: Elaboración propia

Levantamiento de información en el CAAG

El levantamiento de información fue posible gracias a la colaboración de aprendices e instructores líderes, quienes organizaron varias rondas de conteo físico. El objetivo principal fue garantizar la precisión y verificación de los datos para reflejar fielmente la realidad del centro. Esta recopilación de datos permitió establecer criterios sólidos para el reconocimiento y medición de los activos biológicos dentro de los estados financieros.

En esta tabla se resume el levantamiento de información encontrado de acuerdo con un trabajo de campo realizado en las instalaciones del Centro acuícola y Agroindustrial de Gaira (CAAG), con ayuda de aprendices e instructores líderes se programaron varias rondas de conteo físico con distintos grupos de aprendices, con el fin, de obtener datos verificados y acordes con la realidad, esas observaciones y características relacionadas en la tabla darán la luz necesaria para poder obtener los criterios de reconocimiento y medición dentro de los estados financieros de cada uno de los activos biológicos descritos, obteniendo una información real que sea óptima para la toma de decisiones, propendiendo el crecimiento de la unidad Sena Empresa, donde los aprendices se involucran con los procesos propios de una empresa real.

La información recopilada se basa en un exhaustivo trabajo de campo llevado a cabo en las instalaciones del Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira (CAAG). En colaboración con aprendices e instructores líderes, se implementaron diversas rondas de conteo físico con grupos específicos de aprendices. El objetivo principal era garantizar la obtención de datos precisos y verificados que reflejen fielmente la realidad del centro.

Estas actividades de observación directa permitieron identificar y documentar una serie de características esenciales, las cuales se presentan de manera detallada en la tabla adjunta. Estas observaciones proporcionan la información necesaria para establecer criterios sólidos de reconocimiento y medición en los estados financieros, especialmente en lo que respecta a los activos biológicos mencionados.

La precisión de estos datos es fundamental para respaldar la toma de decisiones informadas. Además, esta iniciativa no solo contribuye al desarrollo de la unidad Sena Empresa, sino que también brinda a los aprendices la oportunidad de involucrarse activamente en los procesos operativos propios de una empresa real. Esta experiencia práctica fortalece su formación y fomenta su participación activa en el crecimiento y éxito de la organización.

El levantamiento de información realizado en el Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira (CAAG) representa un paso significativo hacia la mejora de la gestión de activos biológicos y, en última instancia, hacia la toma de decisiones financieras más sólidas. La colaboración entre aprendices, instructores líderes y personal del centro ha permitido obtener datos precisos y verificados, fundamentales para establecer criterios de reconocimiento y medición confiables en los estados financieros.

La inclusión de los aprendices en este proceso no solo ha enriquecido su formación práctica, sino que también ha fortalecido su comprensión de los aspectos operativos y financieros de una empresa real. Además, esta iniciativa refleja el compromiso del Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira (CAAG) con la excelencia en la gestión de sus recursos biológicos y con el desarrollo integral de sus colaboradores.

Con una base de datos sólida y confiable, la unidad Sena Empresa está mejor posicionada para impulsar su crecimiento y para tomar decisiones estratégicas que impulsen su éxito a largo plazo. Este trabajo de campo no solo ha sido un ejercicio de recopilación de datos, sino también un testimonio del compromiso del CAAG con la mejora continua y con la formación profesional integral de los aprendices, capacitados y comprometidos con la gestión responsable de los recursos naturales.

Figura 1

Clasificación grafica de los sectores de los activos biológicos

SECTOR 1	SECTOR 2	SECTOR 3
		
Cultivo perenne	Cultivo perenne	Cultivo de ciclo corto

Nota. La figura representa los sectores específicos de levantamiento de la información que se tomó como insumo para el reconocimiento y medición de los activos biológicos

Importancia del reconocimiento y medición en los estados financieros

Los datos recopilados, presentados en la Tabla 1, permiten establecer criterios clave de reconocimiento y medición para su inclusión en los estados financieros. Estas observaciones brindan la información necesaria para una toma de decisiones informada que promueva el crecimiento de la unidad *Sena Empresa*, donde los aprendices se involucran activamente en procesos operativos y financieros.

Aplicación del valor razonable

Es necesario que los informes financieros del CAAG reconozcan sus activos biológicos utilizando el criterio de medición del valor razonable, el cual se considera más dinámico y funcional. Este método de medición se refiere al valor al que un activo puede ser intercambiado en el mercado abierto entre partes interesadas e informadas, lo que garantiza transparencia y precisión en la presentación de los activos.

Tabla 2

Valor razonable estimado de los activos biológicos del CAAG

Ítem	Nombre	Cantidad	Valor razonable (COP) por unidad	Valor total estimado (COP)
------	--------	----------	-------------------------------------	----------------------------

1	Árbol de Mango de Azúcar	482	\$	500,000.00	\$	241,000,000.00
2	Planta de tomate (Cherry)	72	\$	15,000.00	\$	1,080,000.00
3	Planta de Berenjena	95	\$	20,000.00	\$	1,900,000.00
4	Planta de ají pimentón	107	\$	18,000.00	\$	1,926,000.00

Fuente: Ministerio de Agricultura de Colombia, elaboración propia.

Sugerencias para los estados financieros del CAAG

Se recomienda incluir el consolidado de los activos biológicos con su respectivo valor razonable en los estados financieros del CAAG. Esto proporcionará mayor transparencia y exactitud, además de fortalecer las decisiones estratégicas y financieras. Como referencia, el Ministerio de Agricultura puede proporcionar datos técnicos actualizados para determinar el valor razonable de los activos.

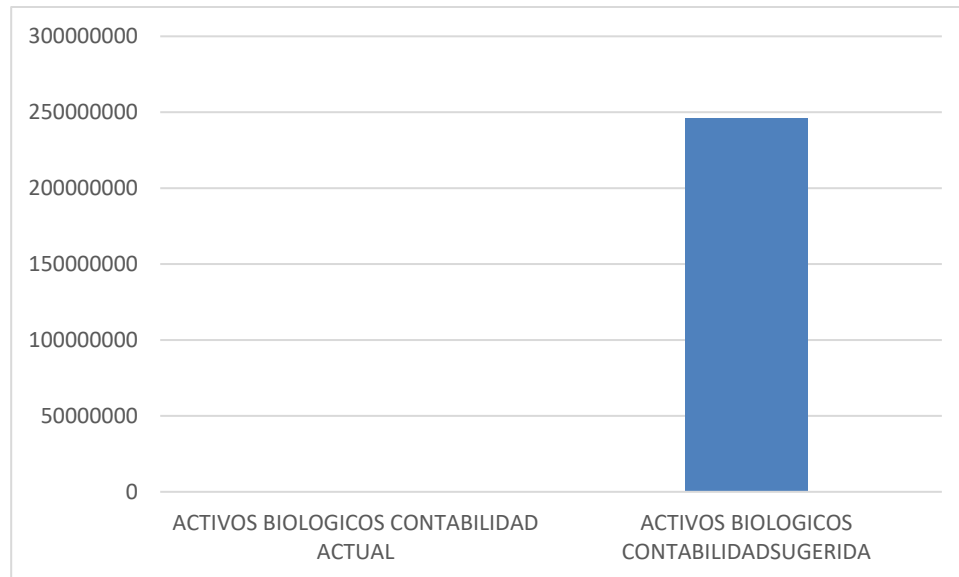
A partir de lo descrito anteriormente, resulta necesario sugerir que dentro de los informes financieros financieros del Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira (CAAG), se deben reconocer sus activos biológicos, teniendo en cuenta el criterio de medición del valor razonable, dado que, El valor razonable se considera una base de medición que, aunque presenta mayor complejidad, resulta ser más dinámica y funcional en diversas aplicaciones financieras. Este concepto se refiere al monto al que se puede intercambiar un activo o liquidar un pasivo en una transacción llevada a cabo de manera voluntaria entre partes interesadas y bien informadas. Es decir, el valor razonable refleja el precio que se acordaría en el mercado abierto entre un comprador y un vendedor con suficiente conocimiento sobre el activo o pasivo en cuestión, sin que ninguna de las partes esté bajo presión para actuar, lo que garantiza que la transacción sea realizada en condiciones normales y transparentes (Figueroa 2.007).

A pesar de su complejidad, el valor razonable es descrito como dinámico y funcional. Esto significa que puede adaptarse rápidamente a cambios en el mercado y es útil en múltiples contextos financieros. Su dinamismo permite que refleje las condiciones actuales del mercado de manera más precisa, mientras que su funcionalidad lo hace aplicable a una variedad de situaciones, tales como valoración de activos, auditorías y reportes financieros, reflejando un valor aterrizado con la realidad actual, nutriendo los estados financieros con información específica para la toma de decisiones futuras en cuanto a mantenimiento, inversión y adquisición de los activos biológicos.

Como referente para tener en cuenta para medir los activos biológicos al valor razonable, es necesario apoyarse en instituciones que se dediquen hacer estudios técnicos en cuanto a costos de este tipo de activos, para el caso de Colombia un referente puede ser el ministerio de agricultura, a través de estos datos se puede efectuar el reconocimiento de los activos biológicos del Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira (CAAG), en tal sentido se propone que para los estados financieros del siguiente cohorte se adhiera el consolidado de los activos biológicos hallados en el levantamiento de la información con su respectivo valor razonable, sustentados en la información publicada por el ministerio de agricultura de la última vigencia fiscal corriente.

Comparación de estados financieros con y sin la inclusión de activos biológicos

Figura 2
Medición activos biológicos CAAG



Nota. El grafico representa una comparación de cifras contables sobre los activos biológicos

La recomendación de incluir el consolidado de los activos biológicos con su valor razonable en los estados financieros no solo mejora la transparencia y la exactitud de los reportes, sino que también fortalece la toma de decisiones estratégicas y financieras del CAAG. Al adoptar esta práctica, el CAAG podrá presentar una imagen más fiel de su situación financiera, lo que es crucial para la gestión eficiente y la rendición de cuentas.

En resumen, la propuesta de apoyarse en el Ministerio de Agricultura para la valoración de los activos biológicos y su inclusión en los estados financieros representa una mejora significativa en la metodología de medición y reporte del CAAG. Esta acción no solo proporciona una mayor confiabilidad en los datos presentados, sino que también facilita una mejor planificación y gestión de los recursos biológicos, alineándose con las mejores prácticas contables y financieras.

Discusión

Reconocimiento y medición de activos biológicos

Los resultados obtenidos permiten discutir con la postura de otros autores que también han investigado esta temática. El hallazgo más representativo se relaciona con el reconocimiento y medición de activos biológicos, que actualmente no forman parte de los informes financieros del Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira (CAAG), aunque deberían estar enmarcados en la normatividad vigente.

Posturas de otros autores

Algunos investigadores consideran la normativa como una guía importante, aunque sugieren ajustes necesarios para abordar con más precisión los procesos biológicos de ciertos cultivos, como el durazno, que comparten similitudes con las condiciones encontradas en el área de estudio. Marcolini (2015) propone la modificación de los términos de la normativa local y una revisión detallada de los procesos de desarrollo a largo plazo de cada activo biológico, con el objetivo de garantizar un reconocimiento de costos más adecuado, tanto en términos cuantitativos como de oportunidad.

Propuesta de modificación normativa

En este contexto, se propone la modificación de los términos de la normativa local para adaptarlos mejor a las particularidades de cada cultivo y a los ciclos de vida biológicos específicos. Este enfoque implica una revisión detallada de los procesos de desarrollo a largo plazo de cada activo biológico, con el objetivo de garantizar un reconocimiento de costos más preciso y oportuno.

Desafíos de la normativa internacional

Este autor aboga por una perspectiva que reconozca la importancia de considerar las particularidades de cada activo biológico y los ciclos de vida de largo plazo asociados. Estos aspectos, aunque pueden estar contemplados en la normativa internacional en su estado actual, podrían no ser abordados de manera exhaustiva o detallada.

Revisión de la práctica contable

Teniendo en cuenta lo anterior, se destaca que los resultados obtenidos desafían la postura de otros autores. El resultado más representativo se relaciona con el reconocimiento y medición de activos biológicos, que actualmente no forman parte de los informes financieros del CAAG, a pesar de estar contemplados por la normativa vigente. Esto sugiere que existe una discrepancia entre la práctica contable actual y las normativas establecidas.

Perspectivas sobre la normativa vigente

Algunos autores consideran la norma internacional como un referente, pero también hacen recomendaciones modificatorias a la normativa vigente. Marcolini (2015) sugiere reformar los términos de la legislación local para examinar de manera más precisa los procedimientos de crecimiento de cada activo biológico a largo plazo. Según su sugerencia, esta revisión es esencial para alcanzar una identificación adecuada de los gastos, abordando tanto su dimensión numérica como su relevancia temporal.

Reflexiones sobre la contabilidad de activos biológicos

Este análisis plantea varias reflexiones interesantes. En primer lugar, resalta la importancia de alinear la práctica contable con las normativas vigentes, lo que puede requerir ajustes y modificaciones en los procedimientos contables existentes. Además, subraya la necesidad de considerar las particularidades de cada activo biológico y su proceso de desarrollo a largo plazo al momento de reconocer y medir los costos asociados.

Implementación del sistema de costos ABC

Entre las metodologías recomendadas, se encuentra el sistema de costos ABC, que permite establecer costos específicos por actividades y compararlos con los determinados por las normas internacionales de contabilidad. Valencia (2020) destaca que, en la mayoría de los casos, el costo razonable es superior al determinado por cada una de las actividades. Una adecuada sincronización entre la metodología y la normatividad podría dar buenos resultados en el reconocimiento y medición de los activos biológicos.

Comparación con normas internacionales

El sistema de costos ABC se ha establecido como una herramienta útil en la gestión de costos, especialmente en empresas agrícolas, ya que ofrece una asignación más precisa de costos a las actividades relacionadas con el cultivo, cría o mantenimiento de los activos biológicos. Esto permite una mayor transparencia y precisión en los estados financieros.

Desafíos en la implementación de NIC

A pesar de los beneficios del sistema de costos ABC, la implementación de las normas internacionales de contabilidad (NIC) en el sector agrícola presenta desafíos, especialmente porque muchas empresas siguen las directrices de la normativa anterior, como COLGAP (Principios de Contabilidad Generalmente Aceptados, Decreto N° 2649/93). López (2021) señala que esta situación no favorece la importancia de la medición y reconocimiento de activos biológicos defendida en este análisis.

Capacitación y procedimientos para la implementación de NIC

Para lograr una adecuada implementación de las NIC, es necesario que las empresas del sector capaciten a su personal sobre las actualizaciones en contabilidad y establezcan procedimientos, políticas y estándares uniformes para clasificar y medir los activos biológicos (Viscarra, 2022). Esto promoverá una mayor comparabilidad en la medición de los activos biológicos y fortalecerá la gestión financiera.

Importancia del reconocimiento de activos biológicos

Finalmente, se subraya la necesidad de un plan de trabajo que demuestre la importancia del reconocimiento de los activos biológicos en los estados financieros del CAAG. Además, se destaca que la implementación de las NIC y la sincronización con metodologías como el sistema de costos ABC pueden traer beneficios significativos tanto a la entidad como a sus aprendices.

Conclusión

La investigación presenta un análisis detallado sobre la gestión contable de los activos biológicos en el contexto agrícola, destacando la importancia de su correcta clasificación y reconocimiento en los estados financieros. Se parte de una definición precisa de activos biológicos y se examina su evolución histórica en los informes financieros, evidenciando la necesidad de una clasificación específica para reflejar su naturaleza y características únicas.

Se hace referencia a la Norma Internacional de Contabilidad (NIC) 41 como la guía fundamental para el reconocimiento, medición y revelación de los activos biológicos en los estados financieros. Sin embargo, se observa una brecha entre la normativa establecida y su implementación efectiva en las prácticas contables de las empresas, lo que puede comprometer la precisión de la información financiera y la toma de decisiones.

Los resultados de la investigación resaltan la importancia de cumplir con los estándares contables para garantizar la veracidad de la información financiera, así como la necesidad de una mayor capacitación y seguimiento continuo en este ámbito. Además, se subraya la complejidad y la importancia de la gestión adecuada de los activos biológicos, que requieren un tratamiento contable específico debido a sus características particulares.

A nivel local, se evidencian dificultades en la gestión contable de los activos biológicos en empresas latinoamericanas, atribuidas a la falta de adaptación de las normas contables a las particularidades del sector agrícola. Se destaca la necesidad de implementar estrategias y políticas claras para una correcta clasificación y reconocimiento de los activos biológicos, lo que contribuiría a una presentación más precisa de los estados financieros y facilitar la toma de decisiones gerenciales. Presentando el caso específico del Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira, donde se identifica una falta de clasificación adecuada de los activos biológicos en los informes financieros. A través de un enfoque metodológico integral, se propone reconocer y medir estos activos de manera efectiva, lo que podría tener un impacto positivo en la presentación de los informes financieros de la entidad.

La gestión adecuada de los activos biológicos en el contexto agrícola es fundamental para garantizar la transparencia y precisión en la presentación de los estados financieros. Esta investigación ha puesto de manifiesto las dificultades y desafíos que enfrentan las empresas, especialmente en América Latina, en la aplicación efectiva de las normativas contables relacionadas con los activos biológicos.

La brecha entre la normativa establecida y su implementación efectiva refleja la necesidad de un mayor compromiso por parte de las organizaciones y los profesionales contables para adaptarse y cumplir con los estándares internacionales. Es esencial que las empresas inviertan en capacitación y recursos tecnológicos para garantizar una aplicación adecuada de las normas contables y una gestión eficaz de los activos biológicos.

La implementación de políticas claras y estrategias específicas para la clasificación y reconocimiento de los activos biológicos es crucial para mejorar la calidad de la información financiera y facilitar la toma de decisiones gerenciales. Esto implica no solo una comprensión profunda de las normativas contables, como la NIC 41, sino también una evaluación continua de las prácticas contables y su alineación con los estándares internacionales.

El caso del Centro Acuícola y Agroindustrial de Gaira ilustra la importancia de abordar de manera integral la gestión contable de los activos biológicos. A través de un enfoque metodológico riguroso, se propone reconocer y medir estos activos de manera efectiva, lo que no solo mejoraría la presentación de los informes financieros de la entidad, sino que también podría tener un impacto positivo en su desempeño operativo y su contribución al desarrollo económico y sostenible de la región. Por otro lado, la incorporación del consolidado de los activos biológicos con su valor razonable en los estados financieros del CAAG no solo es una medida que mejora la transparencia y la exactitud de los informes, sino que también fortalece significativamente la toma de decisiones estratégicas y financieras.

dentro de la organización. Esta práctica no solo proporciona una representación más precisa de la situación financiera del CAAG, sino que también es fundamental para una gestión eficiente y una rendición de cuentas efectiva.

La propuesta de contar con el respaldo del Ministerio de Agricultura para la valoración de los activos biológicos y su inclusión en los estados financieros representa un avance significativo en la metodología de medición y reporte del CAAG. Al adoptar esta acción, la organización puede garantizar una mayor confiabilidad en los datos presentados, lo que a su vez facilita una planificación más efectiva y una gestión más óptima de los recursos biológicos disponibles.

Además, alinearse con las mejores prácticas contables y financieras mediante la inclusión de los activos biológicos en los estados financieros permite al CAAG mantenerse actualizado y competitivo en un entorno empresarial en constante cambio. Esta medida no solo mejora la credibilidad de los informes financieros, sino que también fomenta una cultura de responsabilidad y transparencia en la gestión de los recursos, lo que contribuye en última instancia a la sostenibilidad y el éxito a largo plazo del CAAG.

En última instancia, esta investigación destaca la necesidad de un compromiso continuo por parte de las empresas, los profesionales contables, los reguladores y otros actores relevantes para promover una gestión transparente y responsable de los activos biológicos en el sector agrícola. Solo mediante una colaboración concertada y un esfuerzo conjunto se podrá avanzar hacia una contabilidad más precisa y una toma de decisiones más informada en beneficio de todas las partes interesadas.

En conclusión, la investigación resalta la necesidad de abordar de manera rigurosa y precisa la gestión contable de los activos biológicos en el contexto agrícola, lo que contribuiría a una presentación más transparente y precisa de la información financiera, impulsando así la toma de decisiones informadas y el desarrollo sostenible del sector.

Además, se podría resaltar la importancia de la colaboración entre diferentes actores para abordar los desafíos identificados en la gestión contable de los activos biológicos en el sector agrícola, destacando los siguientes:

Coordinación entre empresas, reguladores y profesionales contables: Es esencial establecer canales de comunicación efectivos entre las empresas agrícolas, los organismos reguladores y los profesionales contables para abordar los desafíos en la gestión contable de los activos biológicos. Esto permitiría compartir mejores prácticas, identificar áreas de mejora y colaborar en la implementación efectiva de las normativas contables.

Desarrollo de recursos educativos y programas de capacitación: Para garantizar una aplicación efectiva de las normas contables relacionadas con los activos biológicos, es necesario desarrollar recursos educativos y programas de capacitación dirigidos tanto a profesionales contables como a empresarios agrícolas. Estos programas podrían incluir talleres, seminarios web, materiales educativos y cursos de formación específicos sobre la NIC 41 y otras normativas relevantes.

Inversión en tecnología y sistemas de información: La implementación de sistemas de información contable y tecnologías avanzadas podría facilitar la gestión de los activos biológicos y mejorar la precisión de la información financiera. Las empresas agrícolas podrían considerar la adopción de software especializado en contabilidad agrícola que permita el seguimiento detallado de

los activos biológicos y la generación de informes financieros precisos.

Promoción de la responsabilidad ambiental y la sostenibilidad: Además de cumplir con las normativas contables, las empresas agrícolas deberían promover prácticas comerciales responsables y sostenibles que contribuyan a la conservación del medio ambiente y al desarrollo económico de las comunidades locales. Esto podría incluir la implementación de prácticas agrícolas sostenibles, la reducción del uso de agroquímicos y la adopción de tecnologías agrícolas innovadoras que minimicen el impacto ambiental.

Fomento de la investigación y el desarrollo: Es fundamental promover la investigación y el desarrollo en el campo de la contabilidad agrícola para abordar los desafíos emergentes y desarrollar soluciones innovadoras. Esto podría implicar la colaboración entre instituciones académicas, empresas del sector agrícola y organismos gubernamentales para financiar proyectos de investigación aplicada y desarrollar herramientas y metodologías que mejoren la gestión contable de los activos biológicos.

Alianzas estratégicas y redes de colaboración: Establecer alianzas estratégicas entre empresas agrícolas, organismos reguladores, instituciones educativas y profesionales contables puede crear redes de colaboración efectivas. Estas alianzas permitirían compartir recursos, conocimientos y experiencias, así como desarrollar iniciativas conjuntas para abordar los desafíos en la gestión contable de los activos biológicos. Además, podrían facilitar la identificación de mejores prácticas y la promoción de estándares de excelencia en la contabilidad agrícola.

Innovación tecnológica: La inversión en tecnología y sistemas de información especializados en contabilidad agrícola puede mejorar significativamente la gestión de los activos biológicos. La implementación de sistemas de información integrados y herramientas de análisis de datos avanzadas puede facilitar el seguimiento preciso de los activos biológicos, la generación de informes financieros detallados y la identificación de tendencias y patrones importantes para la toma de decisiones estratégicas.

Compromiso con la sostenibilidad: Las empresas agrícolas deben comprometerse con prácticas comerciales sostenibles que promuevan la conservación del medio ambiente y el desarrollo económico de las comunidades locales. Esto implica adoptar enfoques de gestión responsables que minimicen el impacto ambiental y social de las operaciones agrícolas, así como la implementación de prácticas agrícolas sostenibles que fomenten la biodiversidad, la conservación del suelo y el uso eficiente de los recursos naturales.

En resumen, el abordaje amplio y colaborativo de los desafíos en la gestión contable de los activos biológicos en el sector agrícola requiere la combinación de esfuerzos de múltiples partes interesadas, incluyendo empresas, reguladores, profesionales contables, instituciones educativas, investigadores y comunidades locales. Al trabajar juntos para promover la capacitación, la innovación, la sostenibilidad y la investigación aplicada, se puede avanzar hacia una contabilidad agrícola más precisa y responsable, que contribuya al desarrollo sostenible del sector y al bienestar de todas las partes interesadas involucradas.

Declaración sobre conflicto de interés:

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de interés sobre el artículo.

Referencias Bibliográficas

- Actualicese. (2020). Activos biológicos: definición y ejemplos. 2022, noviembre 20, de actualicese.com. Sitio web: <https://actualicese.com/activos-biologicos-definicion-y-ejemplos/#:~:text=Los%20activos%20biológicos%2C%20de%20acuerdo,desarrollo%20de%20una%20actividad%20agr%C3%ADcola.>
- Aguilera-Díaz, M. M., Reina-Aranza, Y., Orozco-Gallo, A. J., Yabrudy-Vega, J., & Barcos-Robles, R. (2013). Composición de la economía de la región Caribe de Colombia. Ensayos Sobre Economía Regional; No. 53.
- Cámara de Comercio de Santa Marta para el Magdalena, 2022. Balance de la Creación de empresas en el Magdalena. Abril- Junio del 2022. Recuperado en <https://www.ccsm.org.co/servicioempresariales/servicios-ofertasempresariales/estudios-economicos.html>
- Corredor Marroquin, F. (2020). Implementación de la NIC 41 AGRICULTURA en el Registro Contable de las Empresas Agrícolas Colombianas: Implicaciones y Beneficios. Revista GEON (Gestión, Organizaciones y Negocios).
- Díaz Vásquez, M. F. (2020). Aplicación de la NIC 41 y actualización del plan contable general empresarial para el registro y reconocimiento óptimo de activos biológicos en una empresa agrícola.
- Figuerola, V. M. (2007). Los activos biológicos: un nuevo concepto, un nuevo criterio contable. Tec Empresarial, 1(3), 10-16.
- Gallegos Gallegos, L. F. (2018). Métodos para la valoración contable de activos biológicos.
- Gómez Herreño, F. M., & Mantilla Pinilla, E. (2019). Contabilidad y Sostenibilidad Ambiental en la Empresa Agropecuaria “Una Aproximación a un Caso de Valoración de Activos Biológicos de la Hacienda Villa Isabela SAS”. In Vestigium Ire, 12(1), 118-144. Recuperado a partir de <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ivestigium/article/view/1694>
- Helguera, L., Lanfranco, B., & Majó, E. (2005). Valorización de Activos Biológicos y Productos Agrícolas. Revista del Plan Agropecuario Nro, 113(4).
- Junguito, R., Perfetti, J. J., & Becerra, A. (2014). Desarrollo de la agricultura colombiana.
- López, C., & Dayan, L. (2021). Reconocimiento de los activos biológicos y su respectiva medición según las normas internacionales de información financiera
- Lozada, J. (2014). Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e industria. CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica, 3(1), 47-50.
- Maldonado, N. M. R., García, F. C., & Moreno, C. A. O. (2018). Dificultades en la medición de los activos biológicos en Colombia. Contabilidad y Negocios, 13(26), 21-37.

Marcolini, S., Verón, C. S., Goytia, M., Mancini, C., & Radi, D. (2015). Reconocimiento contable de los costos de activos biológicos: el caso planta de duraznos: the plant peach's case. *Saberes*, 7(2), 00-00.

Marrufo, R., & Cano, A. (2021). Tratamiento contable de los activos biológicos y los productos agrícolas. *Visión de futuro*, 25(2), 0-0.

Pérez, V. B. (2021). Construcción de un indicador financiero ambiental cómo herramienta de medición de los activos biológicos reportados en los estados financieros. Santa Marta, Colombia: Sena.

Sena 2024. <https://www.sena.edu.co/es-co/regionales/zonaCaribe/Paginas/Magdalena.aspx>

Valencia, T. M. O., Narváez, V. P. M., & Córdova, J. F. D. (2020). Reconocimiento y valoración de activos biológicos en el sector ganadero aplicando costos ABC. *CIENCIAMATRIA*, 6(2), 490-520.

Viloria-de-la-Hoz, J. (2009). Historia empresarial del guineo: Empresas y empresarios bananeros en el departamento del Magdalena, 1870-1930. *Cuadernos de Historia Económica y Empresarial*; No. 23.

Vizcarra, G., & Angnelinna, M. (2022). Medición de activos biológicos y su reconocimiento dentro del marco de las NIC en empresas agrícolas.

EL PUERTO MARÍTIMO: CORAZÓN DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

THE SEA PORT: HEART OF THE ENERGY TRANSITION

Alexander Eslava Sarmiento ¹ 

¹ Universidad Nacional de Colombia, Colombia, **Email:** laeslavas@unal.edu.co

Para citar este artículo: Eslava Sarmiento, A. (2024). El Puerto Marítimo: Corazón de la Transición Energética. LOGINN Investigación Científica Y Tecnológica, 8(2). <https://doi.org/10.23850/25907441.6783>

Recibido: 13 de agosto de 2024

Aceptado: 25 de noviembre de 2024

Publicado en línea: 9 de Diciembre de 2024

Resumen

Palabras

clave:

Transición
Energética,
Puertos
Marítimos,
Gases Efecto
Invernadero,
Descarboniza
ción,
Energías
Renovables,
Hidrógeno
Verde.

JEL: F18,
L92, M14,
Q42

Los puertos marítimos del mundo desempeñan un papel fundamental en la descarbonización de la economía mundial, al ser nodos logístico-comerciales clave dentro de la cadena global de suministro e impulsores de la cadena global de valor. En este contexto, la Organización Marítima Internacional ha adoptado una resolución que insta a los puertos a fomentar la cooperación voluntaria con la industria naviera para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) provenientes de los buques. En las próximas décadas, se prevé que los puertos marítimos se transformen en centros energéticos de relevancia internacional. Este cambio implicará que las administraciones portuarias y los operadores de terminales trabajen de manera conjunta en la expansión de infraestructuras, la modernización de equipos y la implementación de tecnologías disruptivas asociadas a la Industria 4.0. Estas acciones estarán orientadas a mitigar el cambio climático global y facilitar la transición energética. Esto, con el objeto de alimentar equipos portuarios, suministrar y exportar «Bunker Green» a los buques de nueva tecnología que recalán en sus costas. Un puerto marítimo moderno, es un puerto que cumple con los requisitos ambientales actuales: “Cero Emisiones” indiscutiblemente el “Corazón de la Transición Energética”. El concepto conlleva la implementación de un sistema de suministro de energía inteligente, altamente eficiente, de fuentes de renovables, amigables con el medio ambiente, carentes de emisiones de GEI.

Abstract

Keywords:

Energy
Transition,
Sea Ports,
Greenhouse
Gas,
Decarboniza
on,
Renewable
Energy,
Green
Hydrogen

The world's seaports play a fundamental role in the decarbonization of the global economy, being key logistics-commercial nodes within the global supply chain and drivers of the global value chain. In this context, the International Maritime Organization has adopted a resolution urging ports to encourage voluntary cooperation with the shipping industry to reduce greenhouse gas (GHG) emissions from ships. In the coming decades, seaports are expected to become energy centers of international relevance. This change will imply that port administrations and terminal operators work together on the expansion of infrastructure, the modernization of equipment and the implementation of disruptive technologies associated with Industry 4.0. These actions will be aimed at mitigating global climate change and facilitating the energy transition. This, with the aim of powering port equipment, supplying and exporting “Bunker Green” to new technology ships that call on its coasts. A modern seaport is a port that meets current environmental requirements: “Zero Emissions” indisputably the “Heart of the Energy Transition”. The concept involves the implementation of an intelligent, highly efficient energy supply system, from renewable sources, friendly to the environment, devoid of GHG emissions.

Introducción

Los puertos marítimos desempeñan un papel crucial en la transición energética proyectada hacia 2050, consolidándose como el eje central de este proceso. Tanto los buques como los puertos son elementos fundamentales para la economía global, ya que forman parte integral de la cadena global de suministro y la cadena global de valor (CGV). Actualmente, más del 93 % del comercio mundial transita a través de estas infraestructuras estratégicas. En línea con el crecimiento económico global y el aumento del transporte marítimo, la competencia entre puertos ha aumentado. La gobernanza de los puertos también ha cambiado.

Al mismo tiempo, la perspectiva está cambiando, de puertos como nodos de transporte independientes a puertos como elementos de sistemas de cadenas impulsadas por el valor y elementos de clúster portuario independientes pero interdependientes (Anas S. Alamoush, Fabio Ballini & Aykut I. Ölçer, 2024; Lu, B., 2024). Como centros de las CGV los puertos pueden facilitar la mejora ambiental (Ramos, S.J., & Yilmaz, U., 2023; Ramsay, W., Fridell, E. & Michan, M., 2023). a través de cuatro funciones: (1) como propietarios, al proporcionar tierras e infraestructura básica; (2) como reguladores, al fijar tarifas, estándares ambientales y planificación espacial; (3) como operadores de flotas propias, equipos e infraestructura básica; (4) como administradores comunitarios, al tener la capacidad de reunir las partes interesadas para mejorar la colaboración y el desempeño del mismo.

Un puerto se concibe como multifacético si lo constituye los siguientes alcances (Russo, F. & Musolino, G., 2024): (1) ser sitio particular de actividad económica; (2) ser nodo en redes de transporte e industrias; (3) ser redes heterogéneas de variados actores; (4) estar integrado por actores individuales (administración portuaria, gobernanza, autoridad portuaria). El primer alcance subraya que no hay puertos iguales. La ubicación geográfica y las actividades económicas in situ tienen implicaciones para las oportunidades y desafíos de los puertos en la transición a la sostenibilidad. El segundo implica que se necesita un conocimiento detallado de sus redes para evaluar la viabilidad de diferentes soluciones en ubicaciones portuarias específicas. El tercer alcance dirige la atención a las sinergias, los intereses en competencia y los horizontes temporales, y la necesidad de coordinación y codesarrollo. El cuarto sugiere que la administración portuaria es un actor clave tanto por derecho propio como en términos de coordinación de otros actores (Anas S. Alamoush, et al, 2024; Lun, Y.H.V., Lai, Kh., Cheng, T.C.E. & Yang, D., 2023).

En consecuencia, se comprende cómo surgen diferentes patrones y proporcionan nuevo conocimiento de los puertos como actores locales, integrados en un entorno donde tanto los factores institucionales como geográficos ejercen una fuerte influencia en sus estrategias y alcances en la transición energética. De hecho, los puertos como centros en la transición energética hacia 2050 podrían convertirse en las próximas décadas en centros energéticos de proporciones internacionales.

El término “Centros Energéticos” (CE) se refiere a la transformación de los grandes puertos, esenciales para el comercio global, en puertos energéticos sostenibles. En este sentido, los puertos como futuros “Centros de Descarbonización” (Zografakis, H., Henderson, N., Rigden Green, A., Mace-Kokota, D. & Turner KC, J.M., 2023) anticipan una transformación que incluirá la electrificación directa e indirecta de sus operaciones, las industrias ubicadas en sus cercanías, los buques marítimos y el transporte interior.

Dado que los puertos concentran múltiples sectores industriales, están llamados a convertirse en

pioneros de la transición energética, consolidándose como el núcleo de este proceso. A nivel general, un centro energético puede definirse como “una unidad donde se pueden convertir, acondicionar y almacenar múltiples portadores de energía, funcionando como una interfaz entre diferentes infraestructuras y/o cargas energéticas” (Lind, M., Haraldson, S., Lehmacher, W., Raza, Z., Forsström, E., Astner, L., Bentham, J.B., Fu, X., Suroto, J. & Zuesongdam, P., 2023).

La transición de los puertos hacia su rol como CE está influenciada por un panorama más amplio de desarrollos exógenos. El creciente conocimiento y la mayor conciencia sobre el cambio climático global (CCG), sus impactos y sus implicaciones, han generado un impulso significativo. Los escenarios energéticos predominantes han influido profundamente en las políticas energéticas y de transporte, promoviendo la reducción de los sectores basados en combustibles fósiles y facilitando la adopción de alternativas de bajas y cero emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

El concepto de “Actividades Relacionadas con los Puertos” es amplio y engloba diversos tipos de operaciones (Lind, M., Haraldson, S., Carson-Jackson, J., Gardeitchik, J., Singh, S., Zuesongdham, P., Morton, R., Pettersson, S., Pernia, O. & Larsen, S.E., 2021). Tradicionalmente, estas actividades se asocian con la facilitación de: (a) la llegada y salida de buques; (b) servicios de ayuda a la navegación y separación del tráfico marítimo; (c) tareas de practica, remolque y amarre; (d) uso de atracaderos, muelles, silos, tanques e instalaciones de carga; (e) descarga, almacenamiento y distribución de mercancías; y (f) logística y gestión de la cadena de suministro.

Sin embargo, el desarrollo y la operación de actividades energéticas, como la producción de hidrógeno verde mediante electrólisis o el aprovechamiento de energía solar y eólica dentro de las zonas portuarias, suelen percibirse como menos tradicionales en el ámbito portuario. En este contexto, los puertos marítimos están llamados a desempeñar un papel fundamental en la promoción de tecnologías más limpias, vectores energéticos verdes y conceptos logísticos innovadores aplicados al transporte marítimo (Alamouh, A.S., et al., 2024; Otaki, T. & Shaw, R., 2024).

Además, estas innovaciones tendrán un impacto significativo en las operaciones portuarias, tales como la transferencia de carga y el almacenamiento, así como en los modos de transporte interior, incluyendo el transporte por carretera, ferrocarril y vías lacustres o fluviales. Todo ello con el propósito de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y avanzar hacia un modelo de transporte más sostenible.

Gases Efecto Invernadero (GEI)

La crisis del cambio climático global (CCG), causada principalmente por las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), se está agravando, generando incendios forestales masivos, huracanes, sequías, inundaciones y un aumento del nivel del mar, con impactos significativos sobre millones de personas. Para mitigar el CCG y reducir las emisiones de GEI, todas las industrias deben alinearse con el objetivo del Acuerdo de París, que establece limitar el aumento de la temperatura global muy por debajo de 1,5 °C.

Las emisiones de GEI provenientes del transporte marítimo y portuario no son una excepción, ya que contribuyen significativamente al CCG. Por ello, la descarbonización del transporte marítimo se ha convertido en una prioridad (Alamouh, A.S., et al., 2024; Dere, C., 2023; Kumar, M., & Sharma, S., 2024; Sugimura, Y., 2023). Este proceso lidera la agenda de mediano plazo de la industria marítima e influirá de manera decisiva en las inversiones estratégicas y en la planificación de los próximos años.

Aunque el transporte marítimo se considera eficiente en términos de emisiones por unidad de carga transportada, sus emisiones de GEI lo posicionan como el tercer mayor emisor a nivel global. En este contexto, las emisiones generadas en los puertos representan aproximadamente el 5 % del total de las emisiones del transporte marítimo, lo que en algunos puertos podría equivaler al 50 % de sus emisiones totales.

La Organización Marítima Internacional (OMI) adoptó una resolución que insta a los puertos de todo el mundo a fomentar la cooperación voluntaria con la industria naviera para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de los buques. En este contexto, la contribución de los puertos a la descarbonización del transporte marítimo puede justificarse por diversas razones. En primer lugar, los puertos reaccionan e implementan regulaciones de descarbonización (Ghosh, B., 2024; Dere, C., 2023a; Dere, C., 2023b; Tsiulin, S., & Reinau, K.H., 2023), especialmente las disposiciones supranacionales de la OMI. En segundo lugar, los puertos contribuyen a los esfuerzos de sostenibilidad y a la implementación del concepto de puerto verde.

En tercer lugar, los puertos mejoran la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (ODS), en particular el objetivo 13 (mitigación del cambio climático) y el objetivo 7 (uso de energía renovable). En cuarto lugar, los puertos contribuyen a la responsabilidad social corporativa y responden a la presión de las partes interesadas marítimas, el público y la comunidad, y de las Organizaciones No Gubernamentales (ONG) ambientalistas. En quinto lugar, los puertos marítimos son los más interesados en mitigar el CCG porque este pone en peligro la infraestructura y las operaciones de los mismos. Por último, los puertos mejoran la confianza en sus negocios y la “imagen” de reputación verde, mientras que al mismo tiempo gestionan la seguridad energética y la eficiencia (reducción de costos).

Estudios (Akyar, D.A., & Ceylan, B.O., Celik, M.S., 2023) revelan que el 15 % de las emisiones de los buques se producen cuando los buques están parados, en fondeo o atracado en puerto, por lo que la intensidad podría llegar a ser tres veces mayor que cuando los buques están navegando. No obstante, las medidas de Interfaz Buque-Puerto (Anas S. Alamoush, et al, 2024; Raza, Z., & Singh, S., 2023) contribuye a la reducción del 1 % de las emisiones GEI del transporte marítimo, además del 3% mediante el suministro de energía en tierra «Onshore Power Supply», (OPS), lo que equivale a 30 Megatoneladas (30 millones de toneladas) de emisiones de CO₂ del transporte marítimo internacional.

Se argumenta que la reducción de las emisiones de GEI del transporte marítimo puede exceder el porcentaje de reducción en la Interfaz Buque-Puerto, considerando que los puertos tienen un papel clave en la mejora ambiental y en la ecologización de las cadenas de transporte y de la CGS y la CGV. No obstante, las emisiones portuarias de GEI son grandes teniendo en cuenta que hay miles de puertos en todo el mundo. Sin embargo, no es superior a la emitida por el transporte marítimo y terrestre en las zonas portuarias. La intensidad de las emisiones de los buques en los puertos aumenta hasta cinco veces más en comparación con las emisiones en navegación, que podrían alcanzar el 5 % o incluso hasta el 15 % de las emisiones totales de GEI del transporte marítimo (Biswajit Ghosh, 2024; Dere, C., 2023a; Dere, C., 2023b), lo que representa diez veces más que las emisiones de la operación portuaria.

De otro lado, las operaciones portuarias implican la interacción con cadenas de transporte como vías navegables interiores, embarcaciones nacionales y oceánicas, y transporte terrestre como camiones, ferrocarriles y locomotoras (Anas S. Alamoush, et al, 2024; Renken, K. & Petersen, M.,

2023). La mayoría de estas actividades dependen de combustibles fósiles y también consumen enormes cantidades de energía, generando así considerables emisiones de GEI. Y, dado que la carga manipulada en los puertos debe transportarse al interior del continente, el transporte terrestre portuario también genera altas emisiones de GEI (Akyar, D.A. et al, 2023).

Se prevé que el comercio marítimo experimente un incremento significativo, lo que conllevará un aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del transporte marítimo en un rango estimado del 50 % al 250 % para 2050. Este crecimiento también afectará las emisiones portuarias de GEI, impulsadas por la creciente demanda de servicios portuarios y transporte terrestre asociado.

Esta tendencia intensifica el cambio climático global (CCG) y, en consecuencia, el calentamiento global, generando efectos adversos como inundaciones, huracanes, sequías, aumento del nivel del mar y alteraciones en los patrones de circulación oceánica. Además, estas condiciones contribuyen al deterioro de la infraestructura portuaria y afectan negativamente las operaciones.

En este contexto, la reducción de las emisiones de GEI en los puertos sigue siendo un desafío considerable debido a la alta intensidad energética requerida para sus actividades. La transición hacia operaciones más sostenibles en los puertos y la adopción de tecnologías limpias serán esenciales para mitigar estos impactos y contribuir a la lucha contra el cambio climático.

Las regulaciones para mitigar el cambio climático, ya sean nacionales, regionales o internacionales, se aplican a los puertos de todo el mundo (Ghosh, B., 2024; Dere, C., 2023a; Dere, C., 2023b; Urban, F., Nurdawati, A., & Harahap, F., 2024). Aunque los puertos reconocen las externalidades ambientales asociadas a sus actividades, su papel en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) es crucial para alcanzar el objetivo del Acuerdo de París de limitar el aumento de la temperatura global a entre 1,5 °C y 2 °C.

Para cumplir con este objetivo, todos los sectores, incluido el transporte marítimo, deben avanzar en su descarbonización. Las partes interesadas, las comunidades locales y los clientes marítimos demandan con creciente insistencia la reducción de las emisiones portuarias de GEI, lo que aumenta la presión sobre los puertos para demostrar su compromiso ambiental y fortalecer su credibilidad en este ámbito. En consecuencia, los puertos están sometidos a un riguroso escrutinio respecto a sus acciones frente al cambio climático (Alamouh, A.S., et al., 2024; Ramos, S.J., et al., 2023).

Para mantener sus licencias de operación y responder a estas demandas, los puertos han desarrollado e implementado políticas portuarias verdes destinadas a reducir las emisiones totales. Estas políticas no solo refuerzan su responsabilidad social corporativa, sino que también mejoran su reputación ecológica, incrementando la confianza de las partes interesadas.

A través de medidas de eficiencia energética, los puertos han logrado disminuir su huella de carbono, mejorar la seguridad energética y reducir los costos asociados al consumo de energía (Alamouh, A.S., et al., 2024; Lun, Y.H.V., et al., 2023). Estas iniciativas son reconocidas como pilares fundamentales para la planificación y el desarrollo de puertos verdes y sostenibles, que desempeñan un papel clave en la transición hacia un futuro más respetuoso con el medio ambiente.

Así, los puertos marítimos “Corazón de la Transición Energética” están reduciendo sus emisiones de GEI utilizando diversas medidas técnicas y operativas, como la electrificación y la hibridación de los equipos de manipulación de carga, y medidas de eficiencia energética (Peggy Shu-

Ling Chen, Hongjun Fan, Hossein Enshaei, Wei Zhang, Wenming Shi, Nagi Abdussamie, Ta-kashi Miwa, Zhuohua Qu & Zaili Yang, 2023). De hecho, el papel de los puertos en la reducción de las emisiones de GEI no sólo se limita a las operaciones portuarias, también abarca los buques oceánicos y el transporte terrestre interior y la CGS.

En este contexto, los puertos facilitan y apoyan la reducción de las emisiones de GEI del transporte marítimo, junto con la regulación supranacional de la OMI. Esto refuerza el compromiso de la OMI (estrategia inicial de GEI) de reducir a la mitad las emisiones de GEI del transporte marítimo internacional para 2050 en comparación con 2008, al tiempo que se intenta eliminarlas por completo (Anas S. Alamoush, et al, 2024; Raza, Z., et al, 2023). Además, la OMI adoptó una resolución que fomentaba la cooperación voluntaria de los puertos de los estados miembros para facilitar la reducción de las emisiones de GEI del transporte marítimo.

Centros Energéticos

Actualmente, el papel de los puertos marítimos se percibe como más amplio que el de simplemente centros de transbordo, ya que se reconoce cada vez más su importancia como los llamados Centros Energéticos (CE). Este nuevo papel se destaca en el nuevo enfoque de la Economía Circular hacia la “Economía Azul” (Biswajit Ghosh, 2024; Dere, C., 2023a; Dere, C., 2023b; Tsiulin, S., et al, 2023; Zubavichus, R. & Kharitonov, M., 2023): su futuro reside en desarrollar sistemas integrados de electricidad, hidrógeno y otros combustibles renovables y bajos en carbono. De hecho, los puertos pueden gestionar y administrar el suministro de combustibles alternativos “Bunker Green” y proporcionar la infraestructura necesaria para su abastecimiento.

Por tanto, la visión más progresista de los puertos del futuro es la de centros energéticos integrados para el transporte marítimo y terrestre, que faciliten la distribución de energía (abastecimiento de combustible y carga), así como la producción y conversión de combustibles y vectores de energía (Zhe Wang, Bo Dong, Jinjun Yin, Mingyu Li, Yulong Ji & Fenghui Han., 2024). Debido a que operan en la intersección entre el transporte terrestre y marítimo, y albergar actores industriales de uso intensivo de energía, los puertos tienen una posición ventajosa para convertirse en centros de generación, conversión y distribución de energía renovable.

A medida que avance la descarbonización del transporte marítimo, las instalaciones habituales para el abastecimiento de combustibles convencionales se complementarán o reemplazarán gradualmente con instalaciones para el abastecimiento y carga de gases licuados o combustibles a base de hidrógeno durante los próximos 25 años (Anas S. Alamoush et al, 2024). Esto requerirá inversiones adicionales en instalaciones e infraestructuras de almacenamiento, ya que la menor densidad energética de los combustibles alternativos también puede requerir un mayor número de instalaciones de abastecimiento de combustible, y los buques tendrán que repostar combustible con mayor frecuencia.

Esto puede conducir a la descentralización de los centros de combustible (Oleksiy Melnyk, Oleg Onishchenko, Svitlana Onyshchenko, Nadiia Yaremenko, Eduard Maliuha, Iryna Honcharuk & Oleksii Shamov, 2024), creando oportunidades para modernizar o desarrollar la infraestructura de abastecimiento de combustible en los países y puertos que hasta ahora no han tenido una participación significativa (o nula) en esto. Con nuevas oportunidades comerciales y de desarrollo relacionadas con la transición energética en el transporte marítimo, dichos puertos pueden ingresar al mercado global de combustibles búnkeres de cero emisiones. Parece obvio, que la descarbonización del transporte marítimo sin la participación activa de los puertos sea imposible de lograr, ya que tanto los puertos

como el transporte marítimo están intrínsecamente entrelazados.

Por tanto, para que los puertos se transformen en esta dirección es necesario que se produzcan cambios sustanciales tanto en estos como entre los usuarios de los mismos (Biswajit Ghosh, 2024; Dere, C., 2023a; Dere, C., 2023b; Lu, B., 2024; Lun, Y.H.V. et al, 2023); los puertos pueden implementar diversas medidas para abordar cuestiones relacionadas con el clima y la energía, como proporcionar combustibles alternativos o mejorar la eficiencia energética en las operaciones portuarias. En ausencia de impulsores sólidos (exigencias regulatorias), es poco probable que muchos puertos proporcionen combustibles alternativos con bajas o nulas emisiones de carbono, dada la alta complejidad de esta medida. Sin embargo, con una atención cada vez mayor a las emisiones de GEI y al CCG, es posible que se produzcan cambios. Otras medidas, como un uso más eficiente de la energía en los puertos, pueden implicar una baja complejidad de implementación.

Evidentemente, los puertos toman medidas técnicas y operativas para reducir las emisiones de GEI del transporte marítimo con el suministro de energía en tierra (OPS) o con la facilitación del arribo virtual y el sistema de amarre automático (Iris, Çağatay & Lam, Jasmine Siu Lee., 2019). Los puertos facilitan la descarbonización del transporte marítimo adoptando medidas técnicas y operativas en la “Interfaz Buque-Puerto”. Las medidas incluyen (Biswajit Ghosh, 2024; Dere, C., 2023a; Dere, C., 2023b): (1) suministro de energía a partir de luz LED, energía solar, fotovoltaica y eólica sistemas de recuperación de calor residual, almacenamiento de energía (baterías y supercondensadores) fuentes renovables y sistemas de carga de baterías para buques eléctricos; (2) suministro de combustible como GNL, amoníaco, metanol e hidrógeno, (3) facilitación de la llegada virtual del transporte marítimo, atraque justo a tiempo y reducción de la velocidad de los buques, mediante la utilización del intercambio electrónico de datos, PortCDM y otras tecnologías digitales; (4) reducción del tiempo de respuesta de los buques (inactivo), a través de la asignación de atraques, asignación y programación de patios, sistema de operación y automatización de terminales de contenedores, sistemas automatizados de amarre y las operaciones «mid-stream»; (5) prestación de servicios diversos como limpieza de cascos y pulido de hélices y bombas eléctricas en tierra.

Medidas Técnicas y Operativas Para Reducir Emisiones GEI

Desde hace más de una década, algunos puertos marítimos vienen tomando medidas para contribuir a la descarbonización y a la reducción de GEI. Para tal, implementando cambios que afectan a los propios puertos e industrias asentadas dentro de la zona portuaria (Alamoush, A.S., Dalaklis, D., Ballini, F., & Olcer, A.I., 2023); Iris, Çağatay, et al, 2019). Entre otras, se tienen: reducir las velocidades en los canales de navegación; planes de incentivos para los buques (diferenciación de derechos portuarios); operaciones de manipulación de carga más automatizadas y eficaces; mejora de la coordinación y sincronización entre buques y puertos (arribo “Justo a Tiempo” de los buques); suministro de energía para buques en tierra; suministro de bunker alternativo (hidrógeno verde); reducción de los tiempos de respuesta en el atraque; implementación de programas de incentivos que faciliten el ahorro de combustible dentro del puerto; inversión en tecnologías y equipos de manipulación ecológicos en grúas, montacargas y remolques; desarrollo de conexiones intermodales hacia y desde el interior del puerto.

Las actividades inmediatamente enunciadas, se relacionan con operaciones multidireccionales, con medidas técnicas operativas. Esto, con el objeto de reducir las emisiones de GEI. A continuación, se detallan algunas de ellas:

Ahorro de Energía. Iluminación LED, uso de energía solar, fotovoltaica y eólica (rotores «Flettner»), tecnologías de eficiencia energética, accesorios para suministro de energía en tierra (OPS), sistemas de recuperación de calor residual (ciclo Rankine de vapor, ciclo Rankine orgánico, ciclo Kalina), almacenamiento de energía (baterías y supercondensadores) (Anas S. Alamoush, et al, 2024; Lun, Y.H.V., et al, 2023).

Interfaz Buque-Puerto. La interfaz mejora de la eficiencia operativa y reduce las emisiones de los buques que hacen escala en los puertos; a través del suministro de energía en tierra OPS, (Alamoush, A.S., et al, 2023; Iris, Çağatay, et al, 2019), bunkering de combustibles alternativos (hidrógeno verde (H₂), metanol, amoníaco, biocombustibles); electrificación de equipos, hibridación; empleo de energía renovable para proporcionar electricidad verde (energía solar, eólica, oceánica y geotérmica). La magnitud de las emisiones de GEI del transporte marítimo en la zona portuaria es alta; sin embargo, el potencial para reducir las emisiones de los buques depende de la frecuencia con la que estos vuelvan a visitar los puertos; cuanta más escala haga un buque, más fácil será facilitar su reducción de emisiones. Los buques se conectarían a OPS proporcionados por una red portuaria local, mientras sus motores y calderas auxiliares están apagados. El potencial de OPS para reducir los GEI es alto (Alamoush, A.S., et al, 2023), y depende de la fuente de electricidad. El mejor resultado es cuando la red depende de energías renovables o, una combinación: eólica o hidráulica o solar y eólica. En general, el suministro de OPS puede reducir el CO₂ de los buques entre un 48 % y un 70 %.

Tecnología Planchado en Frío «Cold Ironing». También conocida como conexión a tierra, o potencia marítima alternativa, y es el proceso de proporcionar en tierra energía eléctrica a un buque en el muelle, mientras que los motores principales y auxiliares se apagan. Por lo general, poco después de que un buque llega a un puerto y atraca, el generador principal se apaga mientras el generador auxiliar diésel se enciende para suministrar energía para comunicaciones, iluminación, ventilación, manejo de carga y otras actividades (Anas S. Alamoush, et al, 2024; Czermański, E. & Cirella, G.T., 2022). El generador auxiliar utiliza combustible barato y de baja calidad, lo que resulta en una baja eficiencia del combustible, altas pérdidas y altas emisiones de GEI, creando un importante efecto de “Chimenea Flotante” en el mar.

Una medida importante para reducir las emisiones durante el atraque es utilizar la energía de tierra para suministrar electricidad al buque en lugar de utilizar los motores auxiliares a bordo. La tecnología «Cold Ironing» se refiere a la práctica de apagar el generador auxiliar diésel del propio buque y utilizar el sistema de energía en el muelle para proporcionar electricidad al buque (Brundu, B. & Carboni, S., 2024; Innes, A. & Monios, J., 2018; Czermański, E., et al, 2022). De esta manera se puede lograr la electrificación desde la costa hasta el buque. Los estudios han demostrado que el uso de tecnología de «Cold Ironing» reduce las emisiones portuarias globales en un 10 %. Sin embargo, los efectos de la reducción de emisiones varían significativamente entre los diferentes puertos debido a diferencias de políticas y variaciones en los estándares de cobro en diferentes países y regiones.

De hecho, cuando los cruceros están atracados, se requiere una gran cantidad de electricidad para las actividades de los pasajeros, lo que hace que la demanda de energía en tierra sea más urgente. Un estudio analizó casos de cruceros en tres regiones diferentes y encontró que el uso de energía terrestre puede reducir en promedio las emisiones de gases de efecto invernadero en un 30 % (Alamoush, A.S., et al, 2023; Brundu, B., et al, 2024; Innes, A., et al, 2018; Santiago, J.I.P., Gutiérrez, D.D. & Fernández, R.P., 2024). En Noruega, Francia y Brasil, los puertos de cruceros redujeron las emisiones de CO₂ en un 99,5, 84,9 y 85,3 %, respectivamente (Santiago, J.I.P., et al, 2024), mediante el uso de tecnología de energía «Cold Ironing»

Medidas de Equipamiento. Implican el cambio físico o la sustitución de equipos antiguos por tecnologías limpias y nuevas desde el punto de vista energético (remolcadores, equipo de manipulación de carga («Cargo Handling Equipment», (CHE)) (Lun, Y.H.V., et al, 2023). La sustitución de equipos terminales propulsados por diésel minimiza el consumo de energía y las emisiones de CO₂ (electrógenos en grúas RTG).

Electrificación de Equipos Logísticos. Los puertos marítimos suministran amplios servicios logísticos a los buques atracados a través de una variedad de diferentes tipos de equipos logísticos, incluidas grúas de muelle, grúas de patio, cintas transportadoras y vehículos de transferencia (apiladores retráctiles, carretillas pórtilco y carretillas elevadoras). Tradicionalmente, estos equipos logísticos se accionaban casi todos manualmente. En la actualidad, se ha automatizado con el objeto de mejorar la eficiencia y reducir los costos laborales (Anas S. Alamoush, et al, 2024; Iris, Çağatay, et al, 2019; Czernański, E., et al, 2022). Las fuentes de energía para estos dispositivos también se han diversificado. En consecuencia, la electrificación de los equipos logísticos en los grandes puertos es una tendencia irreversible; pronto se convertirán en una realidad, lo que ayudará a promover el desarrollo ecológico y con bajas emisiones de CO₂ o en los puertos marítimos.

Medidas Energéticas. Implica el suministro de energía limpia mediante combustibles limpios, suministro de energía alternativa o la utilización de energía renovable. El hidrógeno verde (H₂) se utiliza en dispositivos de pilas de combustible (Anas S. Alamoush, et al, 2024; Biswajit Ghosh, 2024; Czernański, E., et al, 2022; Dere, C., 2023a; Dere, C., 2023b) y el amoníaco se utiliza como combustible para embarcaciones domésticas, ferries, vehículos y generación eléctrica. El hidrógeno se considera combustible renovable si se genera a partir de electricidad renovable. Los puertos marítimos pueden utilizar combustibles renovables y generación de biomasa.

Redes Inteligentes (RI). Una red inteligente es un sistema automatizado centralizado que gestiona el flujo de energía desde la red a los consumidores de electricidad y desde los consumidores a la red, utilizando sensores y monitores de tecnologías de la información y a la Industria 4.0 (Anas S. Alamoush, et al, 2024; Czernański, E., et al, 2022; Lun, Y.H.V., et al, 2023). La RI aprovecha el potencial de las energías renovables, reduce el CO₂ e integra en la red sistemas de almacenamiento de energía en CHE y baterías de vehículos.

Central Eléctrica Virtual (CEV). Subdivisión de la RI, controla y proporciona decisiones racionales sobre cuándo utilizar instalaciones de generación de energía, como generadores de energía renovable, generadores convencionales o plantas combinadas de calor y energía. Los puertos son un potencial para CEV ya que aumenta la seguridad energética y la utilización de energías renovables, disminuyendo así las emisiones totales de GEI (Anas S. Alamoush, et al, 2024; Iris, Çağatay, et al, 2019).

Isla de Energía (Microrred). Construye una entidad única que controla los recursos energéticos distribuidos; puede conectarse y desconectarse de la red principal para funcionar tanto en modo conectado a la red como en modo isla. La microrred aumenta la penetración de la energía renovable e integra el almacenamiento de esta, la cogeneración y otros generadores de respaldo con el potencial de controlar la oferta frente a la demanda. De este modo, la energía portuaria podría suministrarse de forma independiente en “Modo Isla”. Estudios (Anas S. Alamoush, et al, 2024; Czernański, E., et al, 2022; Iris, Çağatay, et al, 2019; Lun, Y.H.V., et al, 2023) revelan que el 75 % de la demanda de electricidad de un puerto puede agregarse a la red cuando una microrred controle la energía solar y

eólica y el almacenamiento en baterías.

Digitalización. Soluciones digitales que identifican, monitorean y agregan valor a los datos (teledetección, Internet de las cosas (IoT), análisis Big Data), en busca de la eficiencia operativa (flujos logísticos inteligentes) y el cuidado del medio ambiente (reducción del consumo de combustible); reducción del tiempo de respuesta con el empleo de navegación electrónica, con el intercambio electrónico de datos con otros puertos, con la integración de sistemas de comunidades portuarias (Lun, Y.H.V., et al, 2023) y ventanillas únicas; uso de Big Data, Blockchain, Internet de las Cosas (IoT), Gemelos Digitales (proporcionan información sobre la demanda de energía y permiten comprobar escenarios alternativos, la ubicación óptima de la infraestructura energética para reducir las pérdidas de transmisión y la aplicabilidad de transferencia de energía dentro del área portuaria durante los períodos de máxima demanda), Drones, Ciberseguridad y conectividad de banda ancha a Internet a través de comunicaciones móviles y satelitales (Stahlbock, R., Heilig, L., Cammin, P. & Voß, S., 2020).

Software de Optimización. Enrutamiento meteorológico, optimización de rutas, optimización de trimado, recopilación y análisis de datos sobre el consumo de combustible; análisis de datos avanzados (Big-Data) e Inteligencia Artificial (IA) para la optimización del consumo de energía (redes neuronales artificiales).

Sistema de Operación y Automatización de Terminales de Contenedores «Container Terminal Automation and Operation System», (TOS). La automatización de CHE aumenta la eficiencia del terminal portuario, reduce los costos y las emisiones GEI utilizando «Automated Guided Vehicles», (AGV) y grúas para contenedores «Ship-to-Shore», (STS) automatizadas, grúas apiladoras y carretillas pórtico. TOS es un software de optimización que planifica, gestiona y monitorea las operaciones «Cargo Handling Equipment», CHE. La optimización del equipo terminal reduce los cambios adicionales de contenedores, las distancias de viaje y los desequilibrios de peso, y minimiza los levantamientos innecesarios (Anas S. Alamoush, et al, 2024; Czernański, E., et al, 2022; Iris, Çağatay, et al, 2019; Lun, Y.H.V., et al, 2023). TOS analiza cuestiones operativas cruciales, como el problema de asignación de atracaderos y patios, el problema de despacho de camiones y los procesos auxiliares. El problema de la asignación de atraques y la programación del equipo de astillero se analizan en las medidas de Interfaz Buque-Puerto. La optimización de la superficie de la terminal reduce el consumo de energía y las emisiones de CO₂ aproximadamente un 70 % (Anas S. Alamoush, et al, 2024).

Cambio Modal. Implementar transporte intermodal, trasladar la carga por ferrocarril, barcazas y por transporte marítimo de corta distancia aumenta la eficiencia de los puertos y terminales. Reduce las emisiones de GEI, ya que el transporte de carga por ferrocarril reduce las emisiones de CO₂ y se considera económico y ambientalmente superior al transporte de carga en camiones (Alamoush, A.S., et al, 2023; Anas S. Alamoush, et al, 2024). El concepto de autopistas de los mares, enlaces ferroviarios y puertos secos agilizan las operaciones logísticas y mejorar la eficiencia operativa. Estos esfuerzos tienen un impacto directo en la reducción de CO₂. Los puertos secos y terminales interiores, mejoran los flujos de carga y minimizan el tiempo de respuesta de los buques y camiones.

Abastecimiento de Combustible Alternativo «Bunker Green». Los puertos marítimos pueden participar activamente en la reducción de las emisiones de GEI del transporte marítimo al contar con infraestructura de abastecimiento de combustible alternativo (Biswajit Ghosh, 2024; Dere, C., 2023a; Dere, C., 2023b) o tanques móviles de abastecimiento de combustible. El agua fría de las instalaciones

de regasificación del puerto se utiliza para refrigeración y el calor residual de la central eléctrica se utiliza para alimentar la unidad de regasificación. Aun así, existen cuestiones de seguridad, suministro y mercado que los puertos que desarrollan dicha infraestructura deben abordar y tener en cuenta.

Energía Renovable. La energía renovable incluye fuentes como la solar, eólica, mareomotriz, undimotriz y geotérmica, entre otras (Anas S. Alamoush, et al, 2024; Brundu, B. & Carboni, S., 2024; D. Pivetta, C. Dall'Armi, P. Sandrin, M. Bogar & R. Taccani, 2024; Magdy Tawfik, Ahmed S. Shehata, Amr Ali Hassan & Mohamed A. Kotb., 2023). A diferencia de los combustibles fósiles, la energía renovable tiene una tasa de regeneración rápida y no produce emisiones de GEI. Es una herramienta tecnológica importante para lograr puertos bajos en CO₂. En los últimos años, el uso de energías renovables en los puertos marítimos se ha generalizado cada vez más. La literatura técnica, ha estudiado la importancia de la energía renovable en el establecimiento de puertos bajos en CO₂. En efecto, considera el porcentaje de energía procedente de recursos renovables como un importante índice de rendimiento clave (KPI) para puertos inteligentes sostenibles.

No obstante, la planificación y disposición de las energías renovables en los puertos sigue siendo un área que requiere mayor estudio. Tomando como referencia las energías fotovoltaica y eólica, las más utilizadas, se debe garantizar que los lugares seleccionados para la instalación de paneles fotovoltaicos dispongan de suficiente radiación solar. La energía fotovoltaica suele instalarse en los tejados, por lo que es fundamental evaluar los requisitos de carga para los sistemas de energía fotovoltaica distribuidos, especialmente en los tejados de grandes almacenes y edificios en zonas portuarias de nueva construcción.

Según Alamoush, A.S., et al. (2023), Pivetta, D.C., et al. (2024) y Lun, Y.H.V., et al. (2023), la instalación de aerogeneradores en puertos debe considerar múltiples factores, incluyendo las condiciones cambiantes del mar, los rangos de selección reservados para las líneas de eje, los anchos navegables de los canales de entrada, las distancias de seguridad entre fondeaderos y canales de navegación, así como la escala de los fondeaderos. Además, es esencial respetar las distancias de seguridad entre los fondeaderos y los límites de los parques eólicos.

Con el ajuste de la escala portuaria, se vuelve igualmente necesario adaptar el diseño de las infraestructuras de energía renovable. Este diseño debe ser seguro, eficiente y económicamente viable, garantizando que las soluciones energéticas implementadas en los puertos respondan tanto a los desafíos técnicos como a las demandas de sostenibilidad.

Hidrógeno Verde (H₂). Los puertos marítimos son zonas que cuentan con energía renovable y con abundante recurso hídrico. La energía renovable (solar, eólica) se puede utilizar para electrolizar agua para producir y utilizar H₂ libre de contaminación y cero emisiones GEI (Biswajit Ghosh, 2024; D. Pivetta, C., et al, 2024; Dere, C., 2023a; Dere, C., 2023b; Enjiang Zhou, Xiao Liu, Zhihang Meng, Song Yu, Jinxiu Mei & Qiang Qu, 2023; Gan, S., 2022; Inal, O.B., Zincir, B. & Dere, C., 2022; Pellegrini, L.A., Spatolisano, E., Restelli, F., De Guido, G., de Angelis, A.R. & Lainati, A., 2024). La energía del H₂ se puede aplicar a muchos escenarios en los puertos, como desplazamientos, vehículos de transporte, maquinaria de carga y descarga portuaria «Cargo Handling Equipment». De igual forma, el H₂ en los puertos marítimos se puede suministrar como combustible «Bunker Green» a buques y/o exportarlo, y/o distribuirlo a interior del país con el objeto de cubrir la demanda energética. Como fuente de energía limpia sin emisiones contaminantes y sin emisiones de GEI, la energía del hidrógeno se ha convertido en el foco de la promoción de la energía limpia.

Reducción del Tiempo de Respuesta del Buque «Ship Turnaround Time», (TAT). La reducción del TAT en los puertos marítimos depende del horario de apertura de las terminales, las operaciones de estiba, la disponibilidad de atraques y la eficiencia del CHE. La eficiencia de CHE disminuye las emisiones de TAT y CO₂. Investigaciones recientes revelan que al reducir el TAT en un 30 %, consecuentemente lo harán las emisiones de CO₂ en un 37 %. Por el contrario, cuando la TAT aumenta un 30%, las emisiones de CO₂ aumentarían anualmente un 30,7 %. Reducir el TAT de una a cuatro horas produce un ahorro de energía del 2 al 8 % (Anas S. Alamoush, et al, 2024; Alamoush, A.S., et al, 2023). De similar importancia, indican las investigaciones, la mayor emisión de GEI proviene de los buques portacontenedores.

La reducción del tiempo de espera puede mejorarse mediante políticas portuarias de servicios alternativos. Normalmente, los buques atracan por orden de arribo, lo que aumenta el TAT total. Los puertos marítimos pueden facilitar la reserva de atraque antes del arribo, es decir, un amarre garantizado al arribo «Berth on Arrival», (BOA) y reserva mediante previa cita (Pivetta, C., et al, 2024, examinaron las emisiones y el consumo de combustible de dichas políticas). De igual manera, la reducción del TAT se puede lograr mediante el intercambio de información (tecnologías de la información y la comunicación (TIC)), intercambio electrónico de datos (EDI), ventanilla única, sistema comunitario portuario y gestión del tráfico marítimo, además de agilizar el despacho de buques y estandarizar documentos.

Asignación de Atracaderos-Asignación y Programación de Patios. Los puertos marítimos pueden reducir el TAT de los buques portacontenedores optimizando sus operaciones empelando los siguientes modelos de simulación (Lun, Y.H.V., et al, 2023): Problema de Asignación de Atraques «Berth Allocation Problem», (BAP), que planifica el tiempo de atraque de estos y el espacio de los muelles con antelación; Problema de Asignación de Grúa de Muelle «Quay Crane Assignment Problem», (QCAP), que determina el número de grúas para un buque; Problema de Programación de Grúa de Muelle «Quay Crane Scheduling Problem», (QCSP) para el horario de trabajo de las grúas, para la asignación y programación patio CHE.

Sistemas Automatizado de Amarre «Automated Mooring Systems», (AMS). Estudios recientes indican que los buques ganan 1,5 horas con el proceso de amarre automatizado, lo que reduce tiempo de operación de atraque a sólo unos pocos segundos. En consecuencia, reduce el TAT (Lun, Y.H.V., et al, 2023). El sistema utiliza ventosas (sistemas magnéticos o de vacío) controladas remotamente y accionadas hidráulicamente. Cuando el buque se acerca al atracadero, las plataformas se adhieren al cuerpo a baja velocidad y luego lo succionan hacia el muelle. Luego, el buque se fija al muelle, monitoreando constantemente la eficiencia del vacío/imanes, notificando a la tripulación en caso de averías o errores. La instalación de amarre automatizado AMS se considera costosa, pero promete altos retornos en el uso de mano de obra y el impacto ambiental; Se estima la reducción de CO₂ en alrededor del 76 % en comparación con el método convencional. Normalmente, para el amarre tradicional, los buques utilizan la energía de los motores, lo que implica el uso de combustible, mientras que el amarre automatizado ahorra consumo.

Arribo «Virtual Virtual Arrival», (VA)-Atraque Justo A Tiempo, (JAT). Los puertos al aprovechar el potencial del VA y reunir a todas las partes interesadas facilitan el intercambio de información (Lun, Y.H.V., et al, 2023). Esta medida mejora el atraque JAT, la reducción de la velocidad de los buques y la navegación lenta, genera hasta 27 % de ahorro en el consumo de combustible.

Reducción Velocidad del Buque «Vessel Speed Reduction», (VSR). Los puertos al gestionar e incentivar la VSR, donde los buques reducen la velocidad al acercarse a los puertos, reduce el consumo de combustible y, por tanto, las emisiones GEI (Alamouch, A.S., et al, 2023; Chunlai Yu, Haolun Ding, Hao Zhu, Jinda Zhu, Yancheng Liu, Siyuan Liu, Qinjin Zhang & Haohao Guo, 2024:). La VSR puede reducir las emisiones de CO₂ entre un 8 % y un 20 %. Los buques pueden hacerlo voluntaria u obligatoriamente a 10-12 nudos. Reducir la velocidad un 10 % disminuye el consumo de combustible en entre un 15 % y un 20 %, y una reducción del 20 % disminuye el consumo de combustible en un 40 % y el CO₂ en un 7%. Investigaciones recientes revelan que reducir la velocidad en vías navegables de 24 a 8 nudos reduce el CO₂ en un 48 %. Combinando VSR con OPS, las emisiones de los buques se pueden reducir entre un 71 % y un 91 % dentro del puerto.

Casco-Hélice. Dispositivos de ahorro de energía, estabilizadores, timón «becker», proa bulbosa, revestimiento de casco, robots de limpieza de casco «grooming», modificación de la hélice, electrificación de la propulsión mediante un sistema de propulsión «pod», técnicas de seguimiento del rendimiento del casco, lubricación por aire. Estudio revelan que el uso de energía por tonelada-milla disminuirá entre un 35 % y un 40 % en promedio para 2050 en todas las rutas marítimas proyectadas (Iris, Çağatay, et al, 2019), debido a la aplicación de medidas de eficiencia energética, mejoras en el casco-hélice, maquinaria y reducción de velocidad.

Servicios Misceláneos. Los puertos pueden ofrecer otras medidas que contribuyan a la eficiencia operativa y energética de los buques: sistemas de transporte respetuosos con el medio ambiente, limpieza de casco y pulido de hélices, uso de compresores para limpiar el hielo de los muelles, bombas de electricidad en tierra para líquidos a granel.

Integración de la Ciudad Portuaria. El puerto puede cooperar con la ciudad para lograr diversas medidas de mitigación climática (González-Laxe, F., Picatoste, X., López-Arranz, A., 2023), a través de la economía circular, desarrollando interacciones entre la ciudad y la industria en la gestión de residuos, con los procesos de reciclaje y reutilización de calor, vapor y CO₂.

Corredores Marítimos Verdes (CMV). El objetivo principal es catalizar la transición energética mediante el desarrollo de corredores marítimos verdes (CMV). Estos corredores consisten en una red de puertos y rutas marítimas dedicadas al uso de combustibles alternativos, como el "Bunker Green", caracterizados por bajas o nulas emisiones de carbono. En este sistema, los participantes comparten los costos y beneficios asociados al empleo de estos combustibles, lo que incentiva su adopción.

Además de reducir de manera inmediata las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), los CMV impulsan el desarrollo regulatorio y fomentan la inversión en embarcaciones, infraestructura y producción de "Bunker Green", al proporcionar una mayor certeza sobre la demanda (Ghosh, B., 2024; Pivetta, D.C., et al., 2024; Dere, C., 2023a; Dere, C., 2023b; Zhou, E., et al., 2023; Gan, S., 2022; Inal, O.B., et al., 2022; Pellegrini, L.A., et al., 2024). Una vez establecida la infraestructura necesaria para los CMV, esta puede extenderse a rutas adyacentes, acelerando la descarbonización más allá del corredor inicial.

La Organización Marítima Internacional (OMI) ha definido un marco ambicioso para estos corredores verdes, estableciendo como meta que, para 2030, al menos el 5% de la energía utilizada en el transporte marítimo internacional provenga de tecnologías, combustibles y/o fuentes de energía con emisiones nulas o casi nulas de GEI, con el objetivo aspiracional de alcanzar el 10%.

Transición Energética

Los puertos marítimos no son sólo un nodo digital y de transporte, por el contrario, se están convirtiendo cada vez más en centros energéticos en el ecosistema energético global. En promedio, el 40% de las mercancías que pasan por los puertos están relacionadas con la energía. Los «Clusters» industriales se ubican regularmente en los puertos y sus alrededores, lo que apunta a posibles sinergias y oportunidades de cocreación (Anas S. Alamoush, et al, 2024; D. Pivetta, C., et al, 2024; Lun, Y.H.V., et al, 2023). Los puertos marítimos son nodos centrales para el acoplamiento sectorial y la integración de sistemas energéticos, ya que albergan y prestan servicios a múltiples industrias, incluidas las de petróleo y gas, transporte marítimo, transporte por carretera, ferrocarriles, turismo de cruceros, manufactura y suministro de energía eólica marina.

La producción y distribución de energía es el corazón de la descarbonización y la transición energética. La descarbonización del transporte requiere que todas las partes interesadas se alineen, incluso colaboren y tomen medidas. La reducción de las emisiones de GEI requiere activar variedad de facilitadores de la descarbonización en la Cadena Global de Valor (CGV) (Alamoush, A.S., et al, 2023; Alves De Moura, D. & Botter, R.C., 2020). De hecho, los puertos marítimos desempeñan papel importante en la transición energética; en la sincronización a lo largo de la CGV del transporte al ayudar a la fluidez del flujo de mercancías al reducir los tiempos de espera/inactividad, los costos y las emisiones de GEI.

La sincronización requiere el intercambio de datos, digitalización de extremo a extremo a gran escala, así como la adopción de todos los facilitadores disponibles y relevantes de la descarbonización. Los puertos deben ser proactivos si quieren contribuir a un ecosistema de transporte sostenible para aprovechar las oportunidades que presenta la transición. Necesitan medir y cuantificar la eficiencia energética para apoyar las decisiones sobre estrategias energéticas y reducir eficazmente el consumo de energía. Los puertos pueden generar nuevas ganancias por arrendamiento o ingresos mediante la venta de energía.

Dicha estrategia energética debería abarcar todas las operaciones y servicios portuarios como guía para toda la comunidad portuaria, incluidos los clientes que utilizan los puertos como nodos de transporte, digitales y energéticos (Alves De Moura, et al, 2020; D. Pivetta, C., et al, 2024; Lun, Y.H.V., et al, 2023). Esto implica que la misma influya, en diversos grados, en las estrategias de los actores que operan dentro del puerto y aquellos que lo visitan, incluidos los operadores de terminales, las compañías navieras y los operadores terrestres de camiones/trenes, así como propietarios beneficiarios de carga. De hecho, todas las decisiones de inversión y asociación relacionadas con los puertos y la energía deben respaldar el interés mutuo y estar alineadas con la estrategia general de la administración portuaria. Para tal, los puertos deben evaluar sus necesidades energéticas actuales y las emisiones CO₂ de sus propios activos y operaciones dentro del área portuaria. Esto, con el propósito de desarrollar medidas para reducción de la huella de carbono en la zona portuaria.

Una de las medidas para que los puertos marítimos mejoren la eficiencia energética y garanticen que sus propias necesidades dentro del área portuaria se satisfagan de manera sostenible es el cambio de los combustibles fósiles a soluciones energéticas sostenibles (combustibles alternativos; electricidad verde generada a partir de fuentes renovables). Electrificación baja en carbono para grúas, apiladores retráctiles, motores primarios, remolcadores, carretillas elevadoras y la flota de vehículos del puerto contribuye a una reducción de la huella de carbono. A nivel mundial, algunos puertos marítimos instalan iluminación LED e inteligente en las instalaciones y dentro de la zona portuaria. Los puertos

pueden adquirir electricidad verde de empresas energéticas y, alternativamente, producir su propia energía renovable mediante inversiones en energía solar y eólica (Biswajit Ghosh, 2024; D. Pivetta, C., et al, 2024; Dere, C., 2023a; Dere, C., 2023b; Enjiang Zhou, et al, 2023; Gan, S., 2022; Inal, O.B., et al, 2022; Pellegrini, L.A. et al, 2024). La adopción de tales medidas resulta en ahorros sustanciales de gastos operativos, incluida la reducción de las emisiones de CO₂ y una menor contaminación acústica, lo que contribuye a los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de las Naciones Unidas.

La mayoría de los puertos marítimos se integran de múltiples operadores, arrendamientos y terminales independientes dentro de su área portuaria (Ju, H., et al, 2024; Lun, Y.H.V., et al, 2023). Al crear o aprovechar, junto con otras partes interesadas, plataformas colaborativas, incentivos regulatorios y asociaciones, la administración (autoridad portuaria, gobernanza) logra mejorar la alineación-sincronización de los esfuerzos de descarbonización en múltiples áreas y cadenas de suministro (Alamouh, A.S., et al, 2023). Esto, con el objeto de lograr la reducción efectiva de GEI. Para tal, implementar hojas de ruta conjuntas con otros puertos, operadores y Proveedores de Servicios Logísticos (3-PL-4PL-5PL-6PL), establecer infraestructura planificando e invirtiendo en capacidad de red, y desarrollando procesos logístico-portuarios compartidos para una gestión eficiente del tráfico entre terminales y actores en la comunidad portuaria.

Un factor crítico de éxito para generar impulso en la colaboración con los numerosos actores portuarios independientes es la transparencia y el diálogo activo con la comunidad portuaria. Esto se puede lograr compartiendo digitalmente hojas de ruta, medidas y actividades actualizadas entre los actores. Invitar a los actores portuarios a compartir una visión conjunta o una imagen objetivo conjunta para el puerto con emisiones netas de carbono cero o climáticamente neutral es una herramienta, a futuro, de potencial valor.

En la transición energética, los puertos marítimos suministrarán y facilitarán energía sostenible para los transportistas (marítimos y terrestres) que operan a través de sus puertos (Anas S. Alamouh, et al, 2024; Lun, Y.H.V., et al, 2023). Para ello, necesitarán desarrollar capacidades apropiadas. La administración portuaria (autoridad portuaria, gobernanza) facilitará el abastecimiento de combustibles alternativos (amoníaco verde, hidrógeno verde, metanol verde) y ofrecer electricidad verde en tierra a los buques mientras están atracados. De igual manera, proporcionar estaciones de carga y estaciones de combustible alternativo (biogás licuado, hidrógeno verde) para vehículos pesados de carga que transportan mercancías hacia y desde los puertos, y electrificación del ferrocarril con electricidad sin emisiones de carbono o con bajas emisiones de carbono.

De hecho, la economía de escala desempeña un papel clave en la eficiencia energética, ya que los terminales que realizan menos de 100.000 movimientos de contenedores al año consumen más del doble del diésel por contenedor que los terminales con más de 500.000 movimientos (Gan, S., 2022). Los contenedores refrigerados consumen la mayor parte de la energía eléctrica y su eficiencia depende en gran medida de la infraestructura para transmitir energía a las terminales (Anas S. Alamouh, et al, 2024; Lun, Y.H.V., et al, 2023) y no de la eficiencia con la que la administración portuaria maneja este tipo de carga.

Así, varios estudios revelan que los equipos portuarios que más combustible consumen son las grúas de muelle (70 % del consumo total; Enjiang Zhou et al, 2023; Frauke Urban et al, 2024; Raza, Z., et al, 2023), y el transporte entre zonas portuarias (30 %; Enjiang Zhou et al, 2023; Frauke Urban et al, 2024; Raza, Z., et al, 2023). Desde el punto de vista eléctrico, las grúas de muelles y contenedores frigoríficos (43 y 37 %; Enjiang Zhou et al, 2023; Frauke Urban et al, 2024; Raza, Z., et al, 2023)

consumen la mayor parte de la energía, mientras que el resto (20 %; Enjiang Zhou et al, 2023; Frauke Urban et al, 2024; Raza, Z., et al, 2023) se utiliza en edificios administrativos.

Más allá del suministro de energía limpia, los puertos marítimos apoyan la transición energética y la descarbonización de los mismos con llegadas JAT y prácticas de gestión de franjas horarias, que logran tener impacto significativo en el nivel de emisiones en el área portuaria, incluidas los terminales. Esta reducción es significativa en todo el flujo logístico de carga de un extremo a otro (Anas S. Alamoush, et al, 2024; Lun, Y.H.V., et al, 2023).

Un paso importante es abordar activamente con los procesos de tráfico portuario (digitalización e intercambio de información), con el fin de permitir llegadas JAT. Esto incluye compartir marcas de tiempo estimadas y reales entre los actores portuarios y los buques. Trabajar deliberadamente con los procesos portuarios, como la gestión del tráfico, tiene el potencial de permitir ahorros de energía y reducciones de GEI en el flujo de carga de extremo a extremo, superando considerablemente los ahorros que se pueden lograr con medidas que solo afectan las emisiones dentro del área geográfica de la zona portuaria.

En efecto, los puertos marítimos facilitan la transición energética de múltiples maneras, incluyendo:

Como propietarios e inversores, pueden optimizar la planificación espacial con el objeto de garantizar que haya terrenos e infraestructura básica relevante disponibles para facilitar los proyectos energéticos.

Como “reguladores” (Alamoush, A.S., et al, 2023), la administración portuaria (autoridad portuaria, gobernanza) desarrolla y aprovecha tarifas e incentivos para apoyar medidas bajas o nulas en CO₂, mejorando los estándares ambientales y de seguridad para facilitar la producción, el almacenamiento, el abastecimiento y transporte de combustibles alternativos.

Los puertos marítimos pueden crear procesos, con apoyo digital, que ayuden a otras partes interesadas a ser más eficientes (energéticamente), independiente de cambiar a fuentes de energía bajas o nulas en carbono. A través de procesos eficientes y aplicaciones digitales y tecnológicas apropiadas, los puertos marítimos pueden ayudar a minimizar las emisiones de CO₂, directamente mediante el suministro de electricidad renovable (Biswajit Ghosh, 2024; D. Pivetta, C., et al, 2024; Dere, C., 2023a; Dere, C., 2023b; Enjiang Zhou, et al, 2023; Gan, S., 2022; Inal, O.B., et al, 2022; Pellegrini, L.A. et al, 2024); para contenedores refrigerados e indirectamente, garantizando que esos contenedores se conecten a tiempo para que sus embarques no se echen a perder.

Los puertos marítimos como “facilitadores/socios de colaboración” pueden iniciar colaboraciones, asociaciones y consorcios comerciales con un amplio espectro de actores involucrados en el ecosistema de transporte y energía para alinear los objetivos climáticos (Alves De Moura, et al, 2020), predecir las necesidades energéticas y desarrollar proyectos relacionados con la energía para la producción, almacenamiento y transporte de combustibles con bajas o nulas emisiones de CO₂.

Los puertos marítimos con potencial energético lograrán expandir la comunidad portuaria invitando a actores “Energéticos” y monitoreando/rastreando los flujos de generación/consumo de energía (Anas S. Alamoush, et al, 2024; Lun, Y.H.V., et al, 2023) a través de: (a) Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC):), Sistemas de Transporte Inteligentes (STI), Sistema de

Comunicación e Identificación de Vehículos, Sistema de Posición Global (SPG), Sistema de Información Geográfica (SIG), Telemática, Wi-Fi, Tecnología 5G (mayor capacidad y velocidad de datos, menor latencia, mayor conectividad de dispositivos, menores costos, calidad más consistente); (b) tecnologías disruptivas de la Industria 4.0 (Ju, H., Zeng & Q., Chu, X., 2024 Stahlbock, R., et al 2020): Blockchain, Vehículos Autónomos (VA), Vehículos Aéreos no Tripulados (Drones), Robots de Reparto, Gemelos Digitales, Inteligencia Artificial (IA), Aprendizaje Automático (AA), Internet de las Cosas (IoT), Internet de la Industria (IoTT), Internet Físico (IP), Internet de los Servicios (IoS), Realidad Aumentada, Realidad Virtual, Sistemas Ciberfísicos, Big-Data, Gamificación, Computación en la Nube Computación Cognitiva, Ciberseguridad, otras.

Descarbonización

Aunque la industria naviera se prepara para cumplir con las regulaciones internacionales de descarbonización, el papel de los puertos marítimos es crucial en este cambio de paradigma (Alamoush, A.S., et al., 2023; Alamoush, A.S., Olçer, A.I., & Ballini, F., 2022; Ateyah Alzahrani, Ioan Petri, Yacine Rezgui, Ali Ghoroghi, 2021).

Los puertos marítimos deben abordar sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), incluidas aquellas generadas por el transporte marítimo, en cumplimiento de los compromisos establecidos en el Acuerdo de París, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kioto. Asimismo, deben considerar las directrices de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, el Convenio Internacional para la Prevención de la Contaminación por los Buques (MARPOL) y la Estrategia de la Organización Marítima Internacional (OMI) sobre GEI.

En consecuencia, existe un marco normativo amplio y diverso para la reducción de emisiones de GEI, aplicable tanto al transporte marítimo como a las actividades portuarias. Este marco incluye regulaciones y políticas internacionales, supranacionales, regionales, nacionales y locales que deben ser consideradas e implementadas tanto por el público como por la administración portuaria (autoridades portuarias y gobernanza).

La administración portuaria, como reguladores, implementan dichas disposiciones promulgando regulaciones pertinentes, haciéndolas jurídicamente vinculantes y supervisando su cumplimiento. Las regulaciones internacionales que abordan las emisiones del transporte marítimo son multifacéticas (D. Pivetta, C., et al, 2024). Si bien la OMI regula las emisiones del transporte marítimo, incluidos los GEI, los estados rectores del puerto garantizan el cumplimiento de los buques ante las autoridades marítimas nacionales. De igual importancia, se han establecido varios marcos de políticas (iniciativas) para facilitar la reducción de las emisiones atmosféricas de los buques: Iniciativa Mundial Portuaria sobre el Clima, EcoPorts de la Organización Europea de Puertos Marítimos y el Programa Mundial de Sostenibilidad Portuaria.

Si bien los buques implementan medidas técnicas y operativas para disminuir su huella de carbono, las regulaciones para reducir las emisiones del transporte marítimo, específicamente los GEI, son fundamentales para internalizar el costo de dichas emisiones (Alamoush, A.S., Olçer, et al, 2022; Alves De Moura, et al, 2020). La utilización de diferentes medidas, incluida la implementación de regulaciones, reduciría las emisiones de GEI hasta en un 75 % para 2050 (OMI) y, por tanto, los buques podrían cumplir los objetivos de la estrategia inicial de GEI de la OMI. Si bien los puertos marítimos son fundamentales en la aplicación e implementación de las regulaciones, la cultura geopolítica de la

administración portuaria influye en la implementación de las regulaciones.

En efecto, el poder regulatorio de la autoridad portuaria es diferente de un puerto a otro y su poder discrecional ambiental tiene límites. De hecho, los puertos de Europa están a la vanguardia en la implementación en comparación con los puertos no descentralizados de Asia y África (Alamouh, A.S., et al, 2023; Alamouh, A.S., Olçer, et al, 2022; Alves De Moura, et al, 2020). En consecuencia, cuando los puertos promulgan regulaciones locales más estrictas, esto puede tener un impacto en la competencia portuaria; por tanto, la regulación uniforme es más eficaz que la regulación unilateral, y debido a los problemas y variaciones antes mencionados en los modelos de negocios y la administración portuaria, es necesario otro enfoque administrativo como lo son los incentivos. De hecho, el tipo de incentivos iniciados por la industria marítimo-portuaria se basan principalmente en índices ambientales que contribuyen a la reducción de las emisiones de GEI (de Vries, A., Werner, G., Wijnhuizen, E., Toom, V., Bovens, M. & Hulscher, S., 2024; Elkafas, A.G., & Seddiek, I.S., 2024):

Índice Ambiental de Buques (IAB). El IAB fue iniciado por la Iniciativa Mundial Portuaria sobre el Clima y la Organización Internacional de Puertos. Los puertos pueden registrarse como proveedores de incentivos para los buques que hayan sido certificados registrando su consumo de combustible y emisiones al aire. Por tanto, el índice tiene una puntuación que va de 0 a 100. Según la puntuación, los puertos ofrecen incentivos como reducciones porcentuales de las tasas portuarias, aunque los cálculos porcentuales difieren de un puerto a otro.

Premio Verde (PV). Es una iniciativa privada que se estableció en Rotterdam para promover incentivos, la seguridad del transporte marítimo y la protección del medio ambiente en los Países Bajos y más allá. En particular, el PV involucra la seguridad y el desempeño ambiental de los buques petroleros, químicos y graneleros. Los buques limpios y seguros se certifican cuando van más allá de las regulaciones y estándares internacionales vigentes (Alamouh, A.S., Olçer, et al, 2022, Alves De Moura, et al, 2020). En términos de contaminación del aire, los armadores deben hacer un inventario del nivel actual de emisiones de sus buques y luego demostrar que han implementado medidas para disminuir ese nivel. Son pocos los puertos del mundo que ofrecen incentivos basados en el Acuerdo General

Índice de Envío Limpio (IEL). Fundado por autoridades públicas y dirigido por partes interesadas del transporte marítimo (organización sin fines de lucro) en Gotemburgo, Suecia, además de importadores y exportadores de carga. El IEL lo utilizan a menudo los transportistas que pueden comparar la eficiencia del combustible de sus transportistas de carga. De este modo, el IEL reduce la huella ambiental de las cadenas de suministro de importadores y exportadores (Alamouh, A.S., Olçer, et al, 2022; Alves De Moura, et al, 2020; de Vries, A., et al, 2024; Elkafas, A.G., et al, 2024). En menor medida, los puertos utilizan IEL. El índice es una herramienta abierta en línea que califica los buques y las empresas navieras según criterios ambientales con certificación (de una a cinco estrellas); a favor de derechos portuarios diferenciados desde el punto de vista medioambiental.

Calificación de Emisiones de GEI (CE GEI): es una iniciativa lanzada por Carbon War Room, una organización sin fines de lucro con sede en EE. UU., en cooperación con RightShip. RightShip es una empresa de investigación de antecedentes independiente que proporciona información en línea sobre el diseño de los buques y la eficiencia energética y clasifica los buques oceánicos en términos de clasificación de emisiones de GEI. La calificación varía desde A como el mejor hasta G como el menos eficiente, según el índice de diseño de embarcaciones existente.

Programa Medioambiental Green Marine (GM): un programa de certificación medioambiental para la industria marina norteamericana (EE.UU. y Canadá). Este esquema de ecoetiquetado certifica a los buques, puertos, terminales y astilleros que cada año logran un mejor desempeño ambiental en relación con la reducción de emisiones al aire (contaminantes del aire y GEI), la contaminación del agua, el ruido e indicadores de desechos/basuras (Alamoush, A.S., Olçer, et al, 2022; Alves De Moura, et al, 2020). Las reducciones de GEI del transporte marítimo se pueden calificar según criterios de cinco niveles. El criterio más alto, el criterio cinco, se alcanza cuando la reducción media anual de la intensidad de GEI alcanza una reducción del 2% en comparación con 2008.

Así, la adopción de los esquemas de incentivos por parte de los puertos, como proveedores de incentivos, y el número de buques certificados, son muy limitados en comparación con el número total de buques y puertos en el mundo. En 2017, 28 de los 100 principales puertos del mundo, en términos de volumen total de carga (Toneladas Métricas) y volúmenes de contenedores (TEU) manejados, emplearon incentivos financieros para descarbonizar el transporte marítimo. Algunos de los puertos más pequeños de la Unión Europea también aplican estos incentivos (Arnone, M. & Crovella, T. (2023; Alves De Moura, et al, 2020; de Vries, A., et al, 2024; Elkafas, A.G., et al, 2024). De igual manera, el número de buques certificados que califican para recibir incentivos también es bajo, lo que es resultado de problemas asociados con puntajes bajos. No obstante, si bien muchos buques no pueden cumplir con los requisitos de los programas de incentivos, las administraciones portuarias aún pueden utilizar los incentivos como programas de marketing y una herramienta para aumentar la conciencia ambiental del transporte marítimo.

En consecuencia, la descarbonización portuaria va a depender de pioneros, seguido de una rápida adopción por parte del resto de la misma (Alamoush, A.S., Olçer, et al, 2022). La industria marítimo-portuaria es variada y compleja, y la implementación de soluciones de descarbonización será un gran desafío. En primer lugar, los combustibles alternativos aún no están ampliamente disponibles; se espera que los suministros estén dispersos a nivel mundial y difieran en disponibilidad, escala y precio en las próximas décadas. Esto deja a las partes interesadas de toda la industria inseguras sobre en qué combustibles invertir (Biswajit Ghosh, 2024; Dere, C., 2023a; Dere, C., 2023b; Enjiang Zhou, et al, 2023; Gan, S., 2022; Inal, O.B., et al, 2022; Pellegrini, L.A. et al, 2024). En segundo lugar, la introducción de combustibles alternativos requerirá cooperación en toda la Cadena Global de Valor, con productores de combustible, armadores, aseguradoras, navieras, puertos y propietarios, operadores de embarcaciones trabajando colaborativamente en un nuevo paradigma para la industria marítimo-portuaria.

Comentarios

Los puertos marítimos, aunque contaminan considerablemente menos que los buques, se están convirtiendo en un desafío en tiempos de globalización y expansión urbana. Además de contribuir a la economía global como importantes centros de la Cadena Global de Suministro y la Cadena Global de Valor, generan alto impacto ambiental debido a las actividades y servicios relacionados con la carga; operaciones que impactan negativamente en la calidad del aire, el agua, el suelo, el nivel de ruido y la vida urbana en el entorno local. En consecuencia, atraviesan importantes desafíos debido a la globalización y al aumento del volumen de negocios. Obligando a la administración portuaria y a los operadores de los terminales a trabajar en la ampliación de áreas, modernización de equipos y cumplir con las nuevas normas en materia de Cambio Climático Global y transición energética.

El puerto marítimo, es el “Corazón de la Transición Energética”, ya que tiene el doble beneficio medioambiental y económico, a través de un considerable ahorro energético, dado que en la transición existen varias opciones energéticas hacia un consumo y producción más sostenible en los puertos. Desde las tecnologías de generación solar y eólica (en tierra y mar), pasando por el hidrógeno verde (H₂), la biomasa, la energía de las olas y la generación de electricidad de costa a buque, hasta el desarrollo de comunidades de energías renovables.

De los puertos marítimos se esperan cambios importantes camino hacia la transición energética, es decir, la transformación de las emisiones de CO₂ relacionadas con la energía para limitar el Cambio Climático Global. Las emisiones GEI, junto con la ciberseguridad, se están convirtiendo en los nuevos y grandes retos de la industria portuaria. Sin embargo, la transición hacia fuentes de energía renovables y más eficientes no es la prioridad, lo es, y lo seguirá siendo la rentabilidad. La transición energética, que poco a poco se está convirtiendo en una tendencia, posee una variedad de oportunidades de negocio y una posibilidad alejada del modelo de negocio tradicional basado en el volumen, como el desarrollo de «Clusters».

A menudo se pasa por alto la complejidad de la transición energética para los puertos marítimos porque implica una estrategia de gestión totalmente nueva e integrada: (1) cambio hacia fuentes de energía alternativas y/o renovables, por tanto, construcción de infraestructura específica y participación en diferentes mercados; (2) establecimiento de una nueva red, planes de inversión contables y estrategia de recuperación de la inversión; (3) apoyo de las autoridades regionales con regulación de políticas. Cualquier transición hacia fuentes alternativas de energía renovables es compleja. Además, la administración portuaria, por lo general, no puede influir directamente en los terminales cuando se trata de mejoras de infraestructura.

Los puertos marítimos pueden ofrecer incentivos y subvenciones a quienes no contaminan, en un intento de compensar el costo de la adopción de diversas tecnologías y medidas (descuentos en las tasas portuarias). También ofrecer recompensas (no monetarias), como políticas de asignación de plazas verdes. Teniendo en cuenta los desincentivos, los puertos marítimos pueden cambiar las tarifas o derechos portuarios aplicados a los buques contaminantes. De manera similar, los puertos podrían participar en futuras medidas basadas en el mercado, que son necesarias para abordar el impacto ambiental del transporte marítimo. Las medidas son sistemas de comercio de emisiones GEI (límite de emisiones) o impuestos sobre los combustibles fósiles. Además, los puertos pueden firmar acuerdos voluntarios con buques contaminantes para reducir sus emisiones GEI dentro de las áreas portuarias (reducir la velocidad antes de ingresar al puerto). De igual manera, pueden firmar acuerdos obligatorios con los arrendatarios y operadores portuarios, como en los requisitos de concesiones y licencias para operar, dentro de los cuales incluyen términos para adoptar medidas para reducir los GEI; la colaboración con sectores adyacentes es imprescindible.

Conclusiones

La Organización Marítima Internacional (OMI) ha adoptado una estrategia de reducción de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que busca descarbonizar los buques para el año 2050 o en fechas cercanas. Este objetivo ambicioso requiere esfuerzos sin precedentes y acciones urgentes por parte de los puertos marítimos para satisfacer las necesidades de la industria, proporcionando instalaciones de abastecimiento de combustibles alternativos como hidrógeno verde (H₂), metanol, amoníaco y biocombustibles.

Los puertos tienen la capacidad de consolidarse como centros energéticos no solo para las operaciones marítimas y fluviales, sino también para el interior del continente. En este contexto, la transición energética no es opcional, sino un camino inevitable que los puertos marítimos deben recorrer.

La transición energética en los puertos marítimos es un motor crucial para mitigar el Cambio Climático Global. Este proceso implica transformar a los puertos de grandes consumidores de energía dependientes de combustibles fósiles a consumidores eficientes de combustibles verdes y energías renovables. Al mismo tiempo, los puertos deben evolucionar para convertirse en centros energéticos capaces de producir, almacenar, suministrar y distribuir combustibles alternativos, tanto para alimentar sus propios equipos como para abastecer de combustibles verdes («Bunker Green») a los buques.

Esta transformación tiene como objetivo facilitar la transición energética en la Cadena Logística Global de Transporte, la Cadena Global de Suministro y, en última instancia, en la Cadena Global de Valor, promoviendo así un desarrollo sostenible a nivel global.

Un puerto marítimo moderno no es solo un nodo digital para el transporte intermodal, sino también un núcleo central para el acoplamiento sectorial y la integración de sistemas energéticos. Además, es un elemento clave de la economía global, con un impacto significativo en las condiciones ambientales y el entorno social de la región donde se ubica.

Un puerto marítimo moderno debe cumplir con los requisitos ambientales actuales, convirtiéndose en un “Puerto Cero Emisiones”, lo que lo posiciona como el “Corazón de la Transición Energética”. Este concepto implica la implementación de un sistema inteligente de suministro energético que permita tanto el consumo como la distribución de energía proveniente exclusivamente de fuentes renovables, amigables con el medio ambiente y libres de emisiones de GEI.

Este enfoque no solo transforma los puertos en actores clave de la sostenibilidad global, sino que también redefine su rol como impulsores de la economía verde y el desarrollo sostenible.

Declaración sobre conflicto de interés

El autor del presente documento manifiesta ser independiente con respecto a instituciones financiadoras y de apoyo, y que durante la redacción del manuscrito no han recibido ningún tipo de financiamiento y no han incidido intereses o valores distintos a los que usualmente tiene la investigación. De igual manera, el autor declara que no tiene ningún conflicto de interés sobre el artículo.

Referencias Bibliográficas

- Akyar, D.A., & Ceylan, B.O., Celik, M.S. (2023). A Comprehensive Review on Sustainability and Energy Management of Seaports. In: Sogut, M.Z., Karakoc, T.H., Secgin, O., Dalkiran, A. (eds) Proceedings of the 2022 International Symposium on Energy Management and Sustainability . ISEMAS 2022. Springer Proceedings in Energy. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-30171-1_27
- Alamouh, A.S., Dalaklis, D., Ballini, F., & Olcer, A.I. (2023). Consolidating Port Decarbonisation Implementation: Concept, Pathways, Barriers, Solutions and Opportunities. Sustainability 15. <https://doi.org/10.3390/su151914185>
- Alamouh, A.S., Olçer, A.I., & Ballini, F. (2022). Ports' Role in Shipping Decarbonisation: A Common Port Incentive Scheme For Shipping Greenhouse Gas Emissions Reduction. Clean. Logist. Supply Chain 3, 100021. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2021.100021>
- Alves De Moura, D. & Botter, R.C. (2020). Essential Factors for the Implementation of Sustainable Port Logistics Operations. In: Carreño Moreno, V., Vega Saenz, A., Carral Couce, L., Saravia Arenas, J. (eds) Proceeding of the VI International Ship Design & Naval Engineering Congress (CIDIN) and XXVI Pan-American Congress of Naval Engineering, Maritime Transportation and Port Engineering (COPINAVAL). CIDIN COPINAVAL 2019 2019. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-35963-8_36
- Anas S. Alamouh, Fabio Ballini & Aykut I. Ölçer. (2024). Management of Stakeholders Engaged In Port Energy Transition, Energy Policy, Volume 188, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2024.114074>
- Arone, M. & Crovella, T. (2023). The Role of Green Finance in Supporting Maritime Sustainable Development. In: Walker, T., Turtle, H.J., Kooli, M., Nikbakht, E. (eds) Fintech and Sustainability. Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-40647-8_4
- Ateyah Alzahrani, Ioan Petri, Yacine Rezgui, Ali Ghoroghi. (2021). Decarbonisation of Seaports: A Review and Directions for Future Research, Energy Strategy Reviews, Volume 38, <https://doi.org/10.1016/j.esr.2021.100727>
- Biswajit Ghosh. (2024). Potential of Hydrogen in Powering Mobility and Grid Sectors, Towards Hydrogen Infrastructure, Elsevier, Pages 349-376, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-95553-9.00063-7>
- Brundu, B. & Carboni, S. (2024). Cold Ironing: An Analysis of Policies and Its Implementation in Europe with a Focus on the Italian Context and the Future Prospects in Sardinia. In: Gervasi, O., Murgante, B., Garau, C., Taniar, D., C. Rocha, A.M.A., Faginas Lago, M.N. (eds) Computational Science and Its Applications – ICCSA 2024 Workshops. ICCSA 2024. Lecture Notes in Computer Science, vol 14823. Springer, Cham.

https://doi.org/10.1007/978-3-031-65329-2_20

Cardoso, A., Robaina, M. & Matias, J. (2023). Research on Potential Usage of Residual Biomass in Marine Ports. In: Gonçalves dos Reis, J.C., Mendonça Freires, F.G., Vieira Junior, M. (eds) Industrial Engineering and Operations Management. IJCIEOM 2023. Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, vol 431. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-47058-5_8

Chunlai Yu, Haolun Ding, Hao Zhu, Jinda Zhu, Yancheng Liu, Siyuan Liu, Qinjin Zhang & Haohao Guo. (2024). Overview of Ship Shore Power Automation Docking Methods. In: Cai, C., Qu, X., Mai, R., Zhang, P., Chai, W., Wu, S. (eds) The Proceedings of 2023 International Conference on Wireless Power Transfer (ICWPT2023). ICWPT 2023. Lecture Notes in Electrical Engineering, vol 1158. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-0873-4_35

Czermański, E. & Cirella, G.T. (2022). Energy Transition in Maritime Transport: Solutions and Costs. In: Cirella, G.T. (eds) Human Settlements. Advances in 21st Century Human Settlements. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-4031-5_5

D. Pivetta, C. Dall'Armi, P. Sandrin, M. Bogar & R. Tacconi. (2024). The Role of Hydrogen as Enabler of Industrial Port Area Decarbonization, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 189, Part B, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113912>

de Vries, A., Werner, G., Wijnhuizen, E., Toom, V., Bovens, M. & Hulscher, S. (2024). Energy Transition Subsidies. In: Justice in Climate Policy. Research for Policy. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-59427-4_4

Dere, C. (2023a). Hydrogen as a Transition Fuel in Marine Engines. In: Sogut, M.Z., Karakoc, T.H., Secgin, O., Dalkiran, A. (eds) Proceedings of the 2022 International Symposium on Energy Management and Sustainability. ISEMAS 2022. Springer Proceedings in Energy. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-30171-1_58

Dere, C. (2023b). Hydrogen Fueled Engine Technology, Adaptation, and Application for Marine Engines. In: Zincir, B., Shukla, P.C., Agarwal, A.K. (eds) Decarbonization of Maritime Transport. Energy, Environment, and Sustainability. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-1677-1_4

Elkafas, A.G., & Seddiek, I.S. (2024). Techno-Economic and Environmental Analysis for the Application of Renewable Energy Sources in Seaports. Environ Sci Pollut Res 31, 37862–37876 <https://doi.org/10.1007/s11356-024-33816-7>

Enjiang Zhou, Xiao Liu, Zhihang Meng, Song Yu, Jinxiu Mei & Qiang Qu. (2023). Hydropower Station Scheduling With Ship Arrival Prediction and Energy Storage. Sci Rep 13, 18969 <https://doi.org/10.1038/s41598-023-45995-3>

- Frauke Urban, Anissa Nurdiawati & Fumi Harahap. (2024). Sector Coupling for Decarbonization and Sustainable Energy Transitions in Maritime Shipping In Sweden, *Energy Research & Social Science*, Volume 107, <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103366>
- Gan, S. (2022). Alternative Fuel for Ship Propulsion. In: Cui, W., Fu, S., Hu, Z. (eds) *Encyclopedia of Ocean Engineering*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-6946-8_249
- González-Laxe, F., Picatoste, X., López-Arranz, A. (2023). Challenges for Port Cities in the New Geopolitical Scenario. In: Leal Filho, W., Dinis, M.A.P., Moggi, S., Price, E., Hope, A. (eds) *SDGs in the European Region. Implementing the UN Sustainable Development Goals – Regional Perspectives*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17461-2_86
- Inal, O.B., Zincir, B. & Dere, C. (2022). Hydrogen as Maritime Transportation Fuel: A Pathway for Decarbonization. In: Agarwal, A.K., Valera, H. (eds) *Greener and Scalable E-fuels for Decarbonization of Transport. Energy, Environment, and Sustainability*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-8344-2_4
- Innes, A. & Monios, J. (2018). Identifying the Unique Challenges of Installing Cold Ironing at Small and Medium Ports -The Case of Aberdeen, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Volume 62, Pages 298-313, <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.02.004>
- Iris, Çağatay & Lam, Jasmine Siu Lee. (2019). A Review of Energy Efficiency in Ports: Operational Strategies, Technologies and Energy Management Systems, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Elsevier, vol. 112(C):170-182. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.04.069>
- Ju, H., Zeng & Q., Chu, X. (2024). Cooperative Investment Strategies of Ports and Shipping Companies In Blockchain Technology. *Oper Res Int J* 24, 32 <https://doi.org/10.1007/s12351-024-00839-4>
- Kumar, M., Sharma, S. (2024). Renewable Energy and Sustainable Transportation. In: Sobti, R.C. (eds) *Role of Science and Technology for Sustainable Future*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-0710-2_22
- Strategies for Coordinated Environmental Governance of Port Groups Based on Green Technology. In: *The Sustainable Development of Port Group*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-2378-2_8
- Lun, Y.H.V., Lai, Kh., Cheng, T.C.E. & Yang, D. (2023). New Technology Development in the Shipping Industry. In: *Shipping and Logistics Management*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-26090-2_17
- Magdy Tawfik, Ahmed S. Shehata, Amr Ali Hassan & Mohamed A. Kotb. (2023). Renewable Solar and Wind Energies On Buildings For Green Ports in Egypt. *Environ Sci Pollut Res* 30,

47602–47629 (2023).
<https://doi.org/10.1007/s11356-023-25403-z>

Mikael Lind, Sandra Haraldson, Jillian Carson-Jackson, Jan Gardeitchik, Sukhjot Singh, Phanthian Zuesongdham, Richard Morton, Stefan Pettersson, Oscar Pernia & Steen Erik Larsen. (2021). Ports as Multidimensional Hubs. In: Lind, M., Michaelides, M., Ward, R., Watson, R.T. (eds) Maritime Informatics. Progress in IS. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-72785-7_3

Mikael Lind, Sandra Haraldson, Wolfgang Lehmacher, Zeeshan Raza, Ellinor Forsström, Linda Astner, Jeremy B. Bentham, Xiuju Fu, Jimmy Suroto & Phanthian Zuesongdam. (2023). Towards Ports as Energy Nodes: Strengthening Micro Energy Systems. In: Lind, M., Lehmacher, W., Ward, R. (eds) Maritime Decarbonization. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-39936-7_25

Oleksiy Melnyk, Oleg Onishchenko, Svitlana Onyshchenko, Nadiia Yaremenko, Eduard Maliuha, Iryna Honcharuk & Oleksii Shamov (2024). Innovative Technologies for the Maritime Industry: Hydrogen Fuel as a Promising Direction. In: Boichenko, S., Zaporozhets, A., Yakovlieva, A., Shkilniuk, I. (eds) Modern Technologies in Energy and Transport. Studies in Systems, Decision and Control, vol 510. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-44351-0_3

Otaki, T. & Shaw, R. (2024). Global Hydrogen Energy: Potentials and Challenges. In: Shaw, R., Silva, K.,

Chollacoop, N. (eds) Energy, Sustainability and Resilience. Disaster Risk Reduction. Springer, Singapore.
https://doi.org/10.1007/978-981-97-4174-8_10

Peggy Shu-Ling Chen, Hongjun Fan, Hossein Enshaei, Wei Zhang, Wenming Shi, Nagi Abdussamie, Takashi Miwa, Zhuohua Qu & Zaili Yang. (2023). A Review on Ports' Readiness to Facilitate International Hydrogen Trade, International Journal of Hydrogen Energy, Volume 48, Issue 46, Pages 17351-17369,
<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2023.01.220>

Pellegrini, L.A., Spatolisano, E., Restelli, F., De Guido, G., de Angelis, A.R. & Lainati, A. (2024). Green H2: One of the Allies for Decarbonization. In: Green H2 Transport through LH2, NH3 and LOHC. SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-66556-1_1

Ramos, S.J., & Yilmaz, U. (2023). Energy Transition and City–Port Symbiosis in Biomass Import–Export Regions. Marit Econ Logist 25, 406–428
<https://doi.org/10.1057/s41278-022-00238-6>

Ramsay, W., Fridell, E. & Michan, M. (2023). Maritime Energy Transition: Future Fuels and Future Emissions. J. Marine. Sci. Appl. 22, 681–692.
<https://doi.org/10.1007/s11804-023-00369-z>

Raza, Z., & Singh, S. (2023). Decarbonizing the Maritime Industry: Current Environmental Targets and Potential Outcomes. In: Lind, M., Lehmacher, W., Ward, R. (eds)

- Maritime Decarbonization. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-39936-7_2
- Renken, K. & Petersen, M. (2023). How a Value Chain Approach Plays Out in Maritime Decarbonization. In: Lind, M., Lehmacher, W., Ward, R. (eds) Maritime Decarbonization. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-39936-7_11
- Russo, F. & Musolino, G. (2024). Environmental Challenges and Measures in Ports. In: Ksibi, M., et al. Recent Advances in Environmental Science from the Euro-Mediterranean and Surrounding Regions (4th Edition). EMCEI 2022. Advances in Science, Technology & Innovation. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-51904-8_203
- Santiago, J.I.P., Gutiérrez, D.D. & Fernández, R.P. (2024). Decarbonization Actions in the Cruise Sector. EUROMED Area. In: Carral, L., et al. Proceedings of the IV Iberoamerican Congress of Naval Engineering and 27th Pan-American Congress of Naval Engineering, Maritime Transportation and Port Engineering (COPINAVAL), COPINAVAL ICNE 2022 2023. Springer Series on Naval Architecture, Marine Engineering, Shipbuilding and Shipping, vol 17. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-49799-5_64
- Stahlbock, R., Heilig, L., Cammin, P. & Voß, S. (2020). Blockchain in der Maritimen Logistik. In: Fill, HG., Meier, A. (eds), Blockchain. Edition HMD. Springer Vieweg, Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-28006-2_12
- Sugimura, Y. (2023). Relationship Between Port Governance and Climate Change Action. In: Climate Change Countermeasures in Ports Toward Carbon Neutrality. Sustainable Development Goals Series. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-34394-0_2
- Tsiulin, S., & Reinau, K.H. (2023). How to Reduce Emissions in Maritime Ports? An Overview of Cargo Handling Innovations and Port Services. In: Arai, K. (eds) Intelligent Systems and Applications. Inte-IliSys 2022. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 542. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16072-1_22
- Zhe Wang, Bo Dong, Jinjun Yin, Mingyu Li, Yulong Ji & Fenghui Han. (2024). Towards a Marine Green Power System Architecture: Integrating Hydrogen and Ammonia as Zero-Carbon Fuels for Sustainable Shipping, International Journal of Hydrogen Energy, Volume 50, Part B, Pages 1069-1087, <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2023.10.207>
- Zografakis, H., Henderson, N., Rigden Green, A., Mace-Kokota, D., & Turner KC, J.M. (2023). Decarbonize Shipping or Decarbonize International Maritime Trade: The Present Contractual Framework and the Need for a New Contractual Architecture. In: Lind, M., Lehmacher, W., Ward, R. (eds) Maritime De-carbonization. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-39936-7_16
- Zubavichus, R. & Kharitonov, M. (2023). Energy Storage and Consumption

Management as Elements of the Green Port Concept. In: Kostrikova, N. (eds) Energy Ecosystems: Prospects and Challenges. EcoSystConfKlgut 2022. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 626. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-24820-7_5