



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Cali

**APLICACIÓN DE UNA HERRAMIENTA MULTICRITERIO PARA LA
SELECCIÓN DE PROVEEDORES SOSTENIBLES EN UNA EMPRESA DE
FABRICACIÓN DE TELAS VINÍLICAS**

Programa de Maestría en Ingeniería

Presentado por:

Abraham Suarez Borrero
John Jairo Pepicano Mosquera

Dirigido por:

Jonny Jair Pantoja Diaz, Ingeniería Industrial, Msc.

Pontificia Universidad Javeriana Cali
Facultad de Ingeniería y Ciencias
Diciembre de 2025

Aplicación de una herramienta multicriterio para la selección de proveedores sostenibles en una empresa de fabricación de telas vinílicas.

Abraham Suarez Borrero¹, John Jairo Pepicano Mosquera¹

¹Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Javeriana, Cali, Colombia.

Resumen

Este artículo presenta los resultados obtenidos de la aplicación del método de análisis jerárquico como herramienta multicriterio para la evaluación y selección de proveedores en una empresa dedicada a la fabricación de telas vinílicas. Los criterios de evaluación fueron definidos a partir de un estudio exhaustivo del sector y validados por un panel de expertos, lo que permitió establecer una estructura de decisión robusta y coherente con las condiciones reales del mercado. Los resultados obtenidos evidencian la efectividad del enfoque propuesto para identificar la alternativa óptima de proveedor, además de ofrecer una metodología sistemática, aplicable y replicable en procesos similares de selección de proveedores para distintos insumos dentro de la organización objeto de estudio.

Palabras clave: Toma de decisiones multicriterio, análisis jerárquico de procesos, selección de proveedores, sostenibilidad, industria textil.

Abstract

This article presents the results obtained from applying the hierarchical analysis method as a multi-criteria tool for the evaluation and selection of suppliers in a company dedicated to the manufacture of vinyl fabrics. The evaluation criteria were defined based on an exhaustive study of the sector and validated by a panel of experts, which allowed establishing a robust decision structure consistent with real market conditions. The results obtained show the effectiveness of the proposed approach to identify the optimal supplier alternative, in addition to offering a systematic, applicable and replicable methodology in similar supplier selection processes for different inputs within the organization under study.

Keywords: Multi-criteria decision-making, hierarchical process analysis, supplier selection, sustainability, textile industry.

1. Introducción

La industria textil es uno de los sectores de mayor impacto económico y social a nivel mundial. Sin embargo, también es uno de los más cuestionados debido a los efectos negativos que genera en el medio ambiente y la sociedad [1]. Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la industria textil es responsable de aproximadamente el 10% de las emisiones globales de carbono, superando incluso a la industria aérea y naviera combinadas [2]. Este panorama ha generado un creciente interés por parte de consumidores, empresas y gobiernos en promover prácticas más sostenibles dentro de la cadena de suministro textil [3]. En particular, el sector de la fabricación de telas, utilizado extensamente en la producción de materiales para la industria de la moda, el mobiliario y la automotriz [4], puesto que enfrenta retos específicos debido a la alta demanda de recursos no renovables y los impactos ambientales derivados de la utilización de productos químicos y la generación de residuos difíciles de reciclar.

En este sentido, la selección de proveedores sostenibles emerge como un factor clave para garantizar que las cadenas de suministro sean eficientes, responsables y alineadas con los objetivos de sostenibilidad. Según datos del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia, más del 70% de las empresas en el país reconocen la importancia de adoptar prácticas sostenibles, pero solo una minoría ha

logrado implementarlas de manera efectiva en toda su cadena de suministro [5].

El proceso de selección de proveedores implica la evaluación simultánea de múltiples factores que abarcan no solo aspectos económicos, como los costos, la calidad y la capacidad de entrega, sino también dimensiones asociadas a las prácticas ambientales, sociales y de gobernanza (ESG) de los proveedores [6]. En este contexto, las metodologías de decisión multicriterio se han consolidado como herramientas eficaces para apoyar procesos de toma de decisiones complejos, al permitir la evaluación y comparación sistemática de alternativas con base en diversos criterios de forma integrada [7]. No obstante, la aplicación de enfoques multicriterio orientados a la selección de proveedores sostenibles en la industria textil, particularmente en el segmento de fabricación de telas vinílicas, continúa siendo un campo de investigación limitado y poco documentado.

Algunos estudios han abordado el uso de herramientas multicriterio en la gestión de cadenas de suministro sostenibles, destacándose el trabajo de [8], que explora la integración de criterios ambientales en la evaluación de proveedores dentro de sectores industriales. Además, investigaciones como las de [9] han identificado los desafíos de implementar sistemas de selección sostenible en industrias con impactos ambientales significativos, como la textil y la del plástico. Otros

estudios, como el de [10], han propuesto enfoques híbridos que combinan el método AHP con algoritmos de optimización para la selección de proveedores, mientras que [11] utiliza el AHP difuso para manejar la incertidumbre en las decisiones de selección de proveedores. También se destacan los modelos basados en técnicas de inteligencia artificial, como los de [12], que integran aprendizaje profundo con AHP, mejorando la eficiencia en la fabricación textil, y los modelos de evaluación basados en la teoría neutrosófica propuesta por [13], que permiten manejar la ambigüedad en las decisiones de selección.

Por otro lado, investigaciones recientes como las de [14] han desarrollado modelos de toma de decisiones multicriterio, utilizando FAHP-TOPSIS para la selección de proveedores sostenibles en el sector textil. Otros trabajos, como el análisis bibliométrico de [15], exploran la evolución de la investigación sobre la selección sostenible de proveedores mediante métodos multicriterio, proporcionando una visión integral de las tendencias en este campo. Finalmente, [16] aplican un modelo adaptado de AHP y AFD para la selección de proveedores en la industria textil, validado mediante un caso práctico, lo que demuestra la efectividad de estos enfoques en la toma de decisiones para empresas textiles que buscan mejorar la sostenibilidad en su cadena de suministro.

El presente estudio tiene como objetivo aplicar una herramienta de apoyo

multicriterio para la selección de proveedores sostenibles en una empresa dedicada a la fabricación de telas vinílicas, a través de un análisis integral que incorpore criterios ambientales, sociales y económicos, con el fin de optimizar el proceso de toma de decisiones y garantizar que la selección de proveedores cumpla con los estándares de sostenibilidad. Además, se pretende identificar los beneficios potenciales que este enfoque puede generar, tanto para la empresa en términos de reducción de riesgos y costos, como para la sociedad, al fomentar prácticas empresariales responsables.

La importancia de esta investigación radica en la necesidad urgente de integrar criterios sostenibles en la cadena de suministro del sector textil, que ha sido señalado como uno de los más contaminantes a nivel global [2].

2. Metodología

La industria de las telas vinílicas se enfrenta actualmente a presiones crecientes para adoptar prácticas sostenibles, tanto por la regulación ambiental como por las demandas del mercado. La elección de proveedores que cumplan con criterios de sostenibilidad no solo de costo o calidad es clave para garantizar un suministro responsable y competitivo.

El método AHP (Analytic Hierarchy Process), desarrollado por [17], permite descomponer decisiones complejas en una estructura jerárquica de criterios,

subcriterios y alternativas, facilitando la evaluación cuantitativa de factores cualitativos y la obtención de un resultado objetivo y consensuado.

Para el desarrollo del caso de estudio, las actividades se ejecutaron en fases sucesivas, descritas a continuación:

Fase 1. Contextualización del problema

En esta etapa se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura sobre la selección sostenible de proveedores, con el fin de identificar buenas prácticas, enfoques metodológicos y tendencias recientes en la toma de decisiones multicriterio. Posteriormente, se delimitó el alcance de la evaluación conforme a las necesidades específicas de la empresa, asegurando su alineación con la estrategia de sostenibilidad corporativa.

Se conformó un comité evaluador multidisciplinario, responsable de participar en todo el proceso decisorio. De manera paralela, se definieron los criterios iniciales de evaluación de proveedores, integrando dimensiones económicas, ambientales, sociales y técnicas, esenciales para garantizar una selección equilibrada y sostenible.

Asimismo, se identificó la materia prima a evaluar mediante un análisis de Pareto de las compras realizadas durante el año 2024, determinando su porcentaje de participación en el presupuesto total de adquisición de materias primas. El análisis evidenció que los plastificantes representaron el 23,3% del presupuesto

anual, constituyéndose como la materia prima prioritaria para la evaluación.

Posteriormente, se aplicó un nuevo análisis de Pareto para seleccionar los proveedores que concentraban el 80 % del presupuesto de compras de plastificantes, tal como se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Proveedores de plastificantes seleccionados.

Proveedor	Compras (millones USD)	% Participación	% Participación acumulada
EASTMAN CHEMICAL LTD.	4,67	25%	25%
LG CHEM AMERICA	3,01	16%	41%
LANXESS SALES	2,81	15%	56%
ZHENJIANG UNION	2,52	14%	70%
LANXESS DEUTSCHLAND	1,35	7%	77%
SAMI INC.	1,26	7%	84%

Fase 2. Definición del objetivo y criterios de evaluación

El objetivo principal de esta fase fue seleccionar el proveedor más competitivo y sostenible, considerando los criterios establecidos por el comité evaluador con base en su experiencia y conocimiento del sector. Para el objeto de estudio, los expertos definieron siete criterios de evaluación, orientados a valorar aspectos técnicos, operativos y de sostenibilidad:

- Sistema de calidad implementado.
- Cumplimiento de especificaciones técnicas.

- Entrega del certificado de análisis.
- Cumplimiento del tiempo de entrega.
- Cumplimiento de la cantidad ordenada.
- Atención a reclamos.
- Asesoría técnica.

Fase 3. Evaluación por expertos

En esta etapa, los criterios definidos fueron ponderados por el comité evaluador mediante el método Analytic Hierarchy Process (AHP), aplicando la técnica de comparación por pares y utilizando la escala fundamental de [18] presentada en la Tabla 2.

Tabla 2. Escala de valoración de Saaty.

Escala numérica	Escala verbal	Descripción
1	Igual importancia	Ambos criterios son igualmente importantes.
3	Importancia moderada	La experiencia favorece ligeramente al criterio A sobre B.
5	Importancia grande	La experiencia favorece fuertemente al criterio A sobre B.
7	Importancia muy grande	El criterio A es considerablemente más importante que B.
9	Importancia extrema	La superioridad del criterio A sobre B está fuera de toda duda.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios	Matizan los niveles anteriores.

Fuente: [19]

De forma complementaria, se realizó la evaluación comparativa de los seis proveedores en función de los siete criterios establecidos. Cada proveedor fue calificado con base en información verificable y evidencia empírica, así como en el juicio experto del comité evaluador.

Fase 4. Selección del proveedor óptimo

Las calificaciones obtenidas fueron ponderadas conforme a los pesos relativos derivados del modelo AHP, permitiendo determinar la puntuación global de cada proveedor. La priorización se efectuó aplicando la siguiente relación matemática:

$$P_i = \sum_{j=1}^n (w_j * x_{ij}) \quad (1)$$

Donde:

P_i representa la puntuación total del proveedor i ,
 w_j el peso asignado al criterio j , y
 x_{ij} la calificación del proveedor i en dicho criterio.

El resultado permite establecer un ranking de proveedores, identificado como más idóneo aquel con la mayor puntuación global. Este procedimiento asegura que la decisión sea objetiva, transparente y alineada con las prioridades estratégicas de la organización.

Finalmente, para garantizar que las comparaciones realizadas entre los criterios y proveedores sean consistentes, se calcula la Razón de Consistencia (RC). Esta se determina utilizando las siguientes ecuaciones:

- **Índice de Consistencia (CI):**

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (2)$$

Donde λ_{max} es el autovalor principal de la matriz de comparación y n es el número de criterios.

- **Razón de Consistencia (CR):**

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3)$$

Donde RI es el índice de consistencia aleatoria, que depende del número de criterios n .

El modelo AHP es considerado consistente si $CR < 0,10$. Si el CR es mayor, es necesario revisar y ajustar los juicios realizados.

3. Resultados

Resultados del proceso AHP para la selección de proveedores

El proceso de evaluación y selección de proveedores se desarrolló mediante la aplicación del Método de Jerarquía Analítica (AHP), el cual permitió estructurar el problema de decisión en niveles jerárquicos y cuantificar los juicios subjetivos de expertos en una escala numérica. En este estudio participaron cuatro expertos con experiencia comprobada en gestión de abastecimiento, control de calidad y logística industrial, cuyas valoraciones constituyeron la base para determinar los pesos de los criterios y la priorización de los proveedores evaluados.

Paso 1: Definición del objetivo general

El objetivo general del proceso de análisis jerárquico fue seleccionar el proveedor más adecuado para el suministro de plastificantes, considerando múltiples criterios técnicos, logísticos y de servicio.

A partir de la revisión de los procesos de abastecimiento de la organización y de la literatura técnica Saaty [17] y Vargas [20], se definieron siete criterios principales que influyen directamente en la toma de decisión:

- Sistema de calidad implementado.
- Cumplimiento de especificaciones técnicas.
- Entrega de certificado de análisis.
- Cumplimiento del tiempo de entrega.
- Cumplimiento de la cantidad ordenada.
- Atención a reclamos.
- Asesoría técnica.

Estos criterios fueron seleccionados por su impacto directo en la confiabilidad del producto, el desempeño logístico y la continuidad operativa, representando los factores más relevantes dentro de la gestión de compras de la empresa.

Paso 2: Definición del árbol de decisión

El árbol jerárquico de decisión se estructuró en tres niveles:

Nivel 1 (Objetivo): Selección del proveedor óptimo.

Nivel 2 (Criterios): Siete criterios definidos previamente.

Nivel 3 (Alternativas): Seis proveedores potenciales:

- Eastman Chemical Ltd.
- LG Chem America, Inc.
- Lanxess Sales Netherlands B.V.
- Zhenjiang Union Chemical Industry Co., Ltd.
- Lanxess Deutschland GmbH.
- SAMI Inc.

Este esquema permitió modelar la decisión de forma estructurada, estableciendo las relaciones jerárquicas entre los objetivos, los criterios y las alternativas. Cada proveedor fue posteriormente evaluado con respecto a los criterios establecidos, siguiendo la metodología comparativa por pares propuesta por Saaty [18].

Paso 3: Definición de los expertos que evalúan el sistema

La evaluación fue realizada por cuatro expertos (E1, E2, E3 y E4) con perfiles complementarios, seleccionados por su experiencia en ingeniería de procesos, control de calidad, logística internacional y gestión de proveedores.

Tabla 3. Definición de los expertos.

Experto	Especialidad	Experiencia relevante
E1	Gestión de calidad	Implementación de sistemas ISO 9001 y evaluación de auditorías internas.
E2	Logística y compras internacionales	Negociación y control de entregas en cadenas de suministro globales.
E3	Ingeniería de procesos	Evaluación técnica de materias primas y cumplimiento de especificaciones.
E4	Control de proveedores	Seguimiento de desempeño y gestión de no conformidades.

Cada experto fue responsable de emitir juicios comparativos por pares entre criterios y entre alternativas, asignando valores conforme a la escala fundamental de Saaty (Ver tabla 2).

El nivel de coherencia de sus matrices fue verificado mediante el Índice de Consistencia (CI) y la Razón de

Consistencia (CR), obteniendo en todos los casos valores $CR \leq 0,1$, lo que asegura la consistencia de los juicios y la validez estadística del modelo.

Paso 4: Evaluación por parte de los expertos

En esta etapa se consolidaron los juicios emitidos por los cuatro expertos, obteniéndose las ponderaciones finales de los criterios y las prioridades relativas de los proveedores.

Las ponderaciones promedio por criterio se detallan en la Tabla 4:

Tabla 4. Evaluación consolidada de los expertos vector prioridades.

Criterio	E1	E2	E3	E4	Promedio Global
Sistema de calidad implementado	0,25	0,16	0,11	0,19	0,18
Cumplimiento de especificaciones	0,31	0,30	0,22	0,21	0,26
Entrega de certificado de análisis	0,12	0,14	0,13	0,19	0,16
Cumplimiento del tiempo de entrega	0,37	0,17	0,17	0,17	0,15
Cumplimiento de cantidad ordenada	0,26	0,17	0,17	0,17	0,14
Atención a reclamos	0,09	0,09	0,08	0,09	0,06
Asesoría técnica	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05

El criterio “Cumplimiento de especificaciones” (0,26) obtuvo el mayor peso relativo, seguido por “Sistema de calidad implementado” (0,18) y “Entrega de certificado de análisis” (0,16).

Esto indica que los expertos priorizan la conformidad técnica y la calidad documentada sobre los factores logísticos o de servicio postventa.

En las comparaciones entre proveedores para cada criterio, las matrices individuales arrojaron valores de razón de consistencia (CR) entre 0,02 y 0,10, todos dentro del límite aceptable, garantizando que los resultados sean estadísticamente válidos y lógicamente coherentes.

Los proveedores líderes por criterio fueron (Ver Tabla 5)

Tabla 5. Proveedores con mejor desempeño en los criterios de evaluación.

Criterio	Proveedor con mejor desempeño	Interpretación
Sistema de calidad implementado	Eastman Chemical Ltd.	Posee certificaciones ISO vigentes y procesos estandarizados.
Cumplimiento de especificaciones	LG Chem America, Inc.	Alta precisión en características técnicas del producto.
Entrega de certificado de análisis	Eastman Chemical Ltd.	Asegura trazabilidad mediante documentación analítica.
Cumplimiento del tiempo de entrega	Eastman Chemical Ltd.	Cumplimiento logístico constante y sin desviaciones.
Cumplimiento de cantidad ordenada	Eastman Chemical Ltd.	Fiabilidad en volúmenes y documentación de despacho.
Atención a reclamos	Eastman Chemical Ltd.	Eficiencia en respuesta y resolución de incidencias.
Asesoría técnica	Eastman Chemical Ltd.	Brinda soporte técnico y asistencia en uso del producto.

A partir de la ponderación entre el peso global de los criterios y el desempeño de cada alternativa, se obtuvo el vector

global de prioridades (Ver Tabla 6), que representa la importancia relativa total de cada proveedor dentro del modelo AHP.

Tabla 6. Calificación de los proveedores y posicionamiento en el ranking.

Proveedor	Ponderación Global	Ranking
Eastman Chemical Ltd.	0,3461	1°
LG Chem America Inc.	0,1704	2°
Lanxess Sales Netherlands B.V.	0,1546	3°
Zhenjiang Union Chemical Industry Co., Ltd.	0,1186	4°
Lanxess Deutschland GmbH	0,1058	5°
SAMI Inc.	0,1048	6°

El proveedor Eastman Chemical Ltd. obtuvo la mayor ponderación global (0,3461), con un margen significativo frente a los demás (diferencia de 0,1757 respecto al segundo). Este resultado refleja su desempeño integral sobresaliente en criterios de calidad, cumplimiento y soporte técnico, posicionándolo como el proveedor más idóneo para la organización según los juicios convergentes de los expertos.

Finalmente, estos resultados demuestran una alta consistencia entre los expertos y una clara tendencia hacia la priorización de proveedores con sistemas de gestión de calidad certificados y cumplimiento técnico verificable. La aplicación del método AHP permitió transformar valoraciones cualitativas en datos cuantitativos, facilitando la toma de decisiones bajo criterios objetivos y medibles.

El análisis de los índices de consistencia ($CR \leq 0,1$) y de los valores de λ_{max} próximos al número de criterios ($\lambda_{max}=7$)

confirma la robustez del modelo y la coherencia de los juicios comparativos.

4. Conclusiones

El estudio demostró la eficacia del método de jerarquía analítica (AHP) como una herramienta robusta y confiable para la selección de proveedores en entornos industriales complejos, donde intervienen criterios múltiples de tipo técnico, logístico, ambiental y de gestión de calidad. La aplicación del modelo permitió estructurar el proceso decisional bajo un enfoque sistémico, transparente y cuantitativamente sustentado, reduciendo la subjetividad inherente a los juicios individuales mediante la agregación de valoraciones expertas consistentes ($CR \leq 0,1$).

Los resultados confirmaron que los factores de cumplimiento de especificaciones técnicas (0,26) y sistema de calidad implementado (0,18) ejercen la mayor influencia en la decisión, consolidando la calidad y la confiabilidad como pilares estratégicos de la relación

proveedor–empresa. En concordancia, Eastman Chemical Ltd. fue identificada como la mejor alternativa (ponderación global de 0,346), gracias a su desempeño superior en los criterios de mayor peso, su cumplimiento logístico y su solidez documental, evidenciando una gestión integral orientada a la excelencia operativa y la sostenibilidad del suministro.

La incorporación de múltiples expertos provenientes de áreas clave como compras, procesos, logística y calidad fortaleció la validez del modelo, al integrar diversas perspectivas institucionales en una única matriz de decisión coherente y trazable. De este modo, el AHP se posiciona como una herramienta de soporte estratégico que contribuye a decisiones más objetivas, alineadas con las metas de eficiencia, competitividad y mejora continua de las organizaciones industriales.

En términos globales, la investigación no solo valida la aplicabilidad del AHP en la gestión de proveedores, sino que también evidencia su potencial para evolucionar hacia esquemas de compras sostenibles, donde la evaluación técnica se complementa con criterios ambientales y sociales.

5. Discusión

La aplicación del método AHP en la selección de proveedores sostenibles dentro de la industria de telas vinílicas permitió revelar tensiones y oportunidades que van más allá del

simple ranking obtenido, uno de los hallazgos más relevantes es la marcada inclinación del panel de expertos hacia criterios técnicos y de calidad, lo cual sugiere que, aunque el estudio se enmarca en una lógica de sostenibilidad, la organización aún se encuentra en una fase de transición donde los parámetros tradicionales de desempeño prevalecen sobre los ambientales y sociales. Esta tendencia ha sido señalada también por investigaciones previas en cadenas de suministro con alta dependencia de insumos químicos, donde se evidencia que la sostenibilidad suele integrarse de forma gradual y subordinada a los factores operativos críticos [21].

Asimismo, la amplia ventaja obtenida por Eastman Chemical Ltd. no solo refleja su fortaleza documental y operativa, sino que también sugiere una posible concentración del riesgo de abastecimiento. En modelos AHP aplicados a la industria textil, otros autores han advertido que la selección del proveedor “dominante” puede conducir a una dependencia excesiva si no se plantea un esquema complementario de diversificación [22], esto es especialmente relevante en productos como plastificantes, cuyos mercados están expuestos a fluctuaciones globales de precio y restricciones regulatorias. Por tanto, aunque el modelo identifica un proveedor óptimo, su implementación estratégica debería considerar escenarios alternativos apoyados en el análisis de sensibilidad del modelo, lo cual permitiría evaluar la estabilidad del ranking ante cambios en los pesos de los criterios.

6. Referencias

- [1] A. Khadaria, A. Kumari, A. Pareek, D. Parekh, and D. Mittal, *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management*, vol. 06, no. 05, Apr. 2022, doi: 10.55041/IJSREM16395.
- [2] ONU, “El impacto de la producción textil y de los residuos en el medio ambiente.” Accessed: Oct. 07, 2025. [Online]. Available: <https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20201208STO93327/el-impacto-de-la-produccion-textil-y-de-los-residuos-en-el-medio-ambiente>
- [3] J. Rita, “The Role of the Supply Chain in Developing Innovation Processes in the Textile Industry,” pp. 53–63, 2024, doi: 10.1007/978-3-031-57804-5_3.
- [4] M. Alimohammadi, A. Salehi, and A. Babaei, “A Comprehensive Review of MCDM Applications in Enhancing Textile Supply Chain Management,” Sep. 2024, doi: 10.20944/PREPRINTS202409.0599.V1.
- [5] MinTIC, “Mincomercio y Colombia Productiva pusieron en marcha el programa Fábricas de Productividad y Sostenibilidad, con una inversión de \$57.700 millones en 2023.” Colombia Productiva. Accessed: Oct. 07, 2025. [Online]. Available: <https://www.colombiaproductiva.com/ptp-comunica/noticias/mas-de-2-250-empresas-seran-mas-productivas-y-sost>
- [6] A. Ulutas, *Engineering Economics*, vol. 30, no. 5, pp. 579–590, 2019, doi: 10.5755/J01.EE.30.5.20546.
- [7] C. N. Wang, V. T. Hoang Viet, T. P. Ho, V. T. Nguyen, and V. T. Nguyen, “Multi-criteria decision model for the selection of suppliers in the textile industry,” *Symmetry (Basel)*, vol. 12, no. 6, Jun. 2020, doi: 10.3390/SYM12060979.
- [8] S. Imran et al., “Assessing the potential of GHG emissions for the textile sector: A baseline study,” *Heliyon*, vol. 9, no. 11, p. e22404, Nov. 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e22404.
- [9] D. Bastidas Paredes, V. A. Quintero Martínez, J. J. Elías Tous, and U. CES, “Implementación de estrategias sostenibles en la industria textil-confección,” May 22, 2025, Universidad CES. Accessed: Oct. 07, 2025. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/10946/9223>
- [10] S. Chakraborty, R. D. Raut, T. M. Rofin, and S. Chakraborty, *International Journal of Business Performance and Supply Chain Modelling*, vol. 15, no. 3, pp. 315–337, 2025, doi: 10.1504/IJBPSM.2025.147103.
- [11] M. B. Ayhan, *International Journal of Managing Value and Supply Chains*, vol. 4, no. 3, pp. 11–23, Sep.

- 2013, doi: 10.5121/IJMVSC.2013.4302.
- [12] Z. He, K. P. Tran, S. Thomassey, X. Zeng, J. Xu, and C. Yi, *J Manuf Syst*, vol. 62, pp. 939–949, Jan. 2022, doi: 10.1016/J.JMSY.2021.03.017.
- [13] R. Şahin and M. Yigider, *Applied Mathematics and Information Sciences*, vol. 10, no. 5, pp. 1843–1852, Dec. 2014, doi: 10.18576/AMIS/100525.
- [14] S. S. Sithi, M. A. Ara, A. T. Dhruvo, A. H. Rony, and M. A. Shabur, *Discover Sustainability*, vol. 6, no. 1, pp. 1–23, Dec. 2025, doi: 10.1007/S43621-025-01206-9/FIGURES/2.
- [15] K. Khulud, I. Masudin, F. Zulfikarijah, D. P. Restuputri, and A. Haris, *Logistics 2023*, Vol. 7, Page 96, vol. 7, no. 4, p. 96, Dec. 2023, doi: 10.3390/LOGISTICS7040096.
- [16] J. M. López Sánchez, M. J. Heredia Roldán, M. E. D. la A. Gurruchaga Rodríguez, and O. Báez Sentíes, *Feglinin*, pp. 14–21, Jun. 2017, doi: 10.70417/GUVUHOJKXT.
- [17] T. L. Saaty and Y. Wind, “Marketing Applications of the Analytic Hierarchy Process,” <https://doi.org/10.1287/mnsc.26.7.641>, vol. 26, no. 7, pp. 641–658, Jul. 1980, doi: 10.1287/MNSC.26.7.641.
- [18] T. L. Saaty, “Decision making with the Analytic Hierarchy Process,” *International Journal of Services Sciences*, vol. 9, pp. 83–98, 2008, doi: 10.1504/IJSSCI.2008.017590.
- [19] H. F. Ocampo-Murillo, M. L. Quintero-Garzón, H. F. Ocampo-Murillo, and M. L. Quintero-Garzón, *Entramado*, vol. 16, no. 2, pp. 24–44, May 2020, doi: 10.18041/1900-3803/ENTRAMADO.2.6436.
- [20] R. V. Vargas, *PMI Global Congress 2010 – North America*, 2010, Accessed: Nov. 09, 2025. [Online]. Available: <https://ricardo-vargas.com/articles/analytic-hierarchy-process-es/>
- [21] K. Govindan, R. Khodaverdi, and A. Jafarian, *J Clean Prod*, vol. 47, pp. 345–354, May 2013, doi: 10.1016/j.jclepro.2012.04.014.
- [22] J. Sarkis and S. Talluri, *Journal of Supply Chain Management*, vol. 38, no. 4, pp. 18–28, Dec. 2002, doi: 10.1111/j.1745-493X.2002.tb00117.x.