

Análisis del riesgo de la cadena suministro de una Empresa PBO con AHP Difuso

Juan Pablo Zamora Aguas, MSc¹, Cristian Andrés Acevedo Moreno, BSc in Industrial Engineering² y Steban

Mauricio Hernández Bellón, BSc in Industrial Engineering³

¹Universidad De La Salle, Colombia, jpzamora@unisalle.edu.co,

¹Universidad De La Salle, Colombia, acristian57@unisalle.edu.co,

¹Universidad De La Salle, Colombia, hsteban24@unisalle.edu.co

Resumen- *Bajo la multiplicidad de los factores de riesgo y de la subjetividad en los métodos comunes de calificación del riesgo se plantea la aplicación de la técnica combinada Analytic Hierarchy Process (AHP) con lógica difusa, que permita establecer estrategias efectivas en la gestión del riesgo de la cadena de suministro de una empresa basada en proyectos (PBO). Se determina la valoración cualitativa y cuantitativa del riesgo. Se evidencian niveles de vulnerabilidad relacionados con las operaciones de la cadena de suministro que involucran principalmente afectaciones de las operaciones internas y de relacionamiento con los actores de la red. Esta condición resulta en sobrecostos, demoras e imprevistos que impactan el desarrollo de los proyectos, lo que compromete los niveles de desempeño de la organización y su imagen hacia los clientes.*

Palabras Clave-- *Gestión de la cadena de suministro, Gestión del riesgo, Gestión de proyectos, AHP Difuso.*

Abstract- *Under the multiplicity of risk factors and subjectivity in the common methods of risk rating, the application of the Fuzzy-AHP is proposed. It seeks to establish effective strategies for supply chain risk management in a Project-based Organization (PBO). The qualitative and quantitative assessment of the risk is determined. Levels of vulnerability related to supply chain operations are observed, which mainly affect internal operations and relationships with network actors. This situation results in overruns, delays and unforeseen events that impact the development of projects, compromising performance levels of the organization and its image to customers.*

Key Words – *Supply chain management, risk management, project management, Fuzzy-AHP*

I. INTRODUCCIÓN

La globalización, la integración vertical, el ciclo de vida de producto más corto y el incremento de los requisitos del cliente han aumentado los riesgos inherentes asociados con actividades de la cadena de suministro durante los últimos años [1], los riesgos que generalmente afectan las cadenas de suministro se dan debido a errores o falencias en las cantidades, el costo, la calidad y el tiempo [2].

La gestión de riesgos en la cadena de suministro se ha convertido en uno de los principales temas de investigación con los recientes cambios en el desarrollo global de las organizaciones. La gestión de riesgos en la cadena de suministro es indispensable teniendo en cuenta el nuevo

entorno económico e industrial en el que las empresas trabajan actualmente [3]. El riesgo en la cadena de suministro generan impactos que pueden retrasar, interrumpir o disminuir la calidad del material e información que fluye a través de la cadena de suministro [4].

En la gestión del riesgo el análisis cualitativo y cuantitativo es indispensable para la generación de estrategias de tratamiento del riesgo. El análisis cuantitativo es un procedimiento necesario para modelar y dar prioridad a los riesgos identificados [5]. Este énfasis cuantitativo se obtiene a partir de un análisis cualitativo el cual se basa en el criterio de una o de varias personas, quienes tienen amplio conocimiento del desempeño de la organización en todas o la mayoría de sus áreas. La imprecisión de los datos cualitativos del riesgo genera la necesidad de una herramienta que permita generar información precisa de tal manera que facilite el análisis completo del riesgo.

El Proceso Analítico Jerárquico o AHP es una metodología para la toma de decisiones multicriterio (MCDM) [6] y una metodología para el análisis y la cuantificación del riesgo por medio de la comparación entre criterios de los evaluadores, este procedimiento está en predisposición a la subjetividad del evaluador por lo cual se utiliza la metodología de lógica difusa con el fin de mitigar la ambigüedad de dicha subjetividad. La lógica difusa es útil para el procesamiento de las evaluaciones subjetivas y permite la aplicación de modelos matemáticos para el análisis de situaciones de incertidumbre e imprecisión [7]. La lógica difusa permite el uso de variables lingüísticas y es especialmente adecuada para hacer frente a la incertidumbre y la ambigüedad. La teoría de conjuntos difusos puede ser de utilidad para reducir la incertidumbre asociada a las medidas de riesgo [8].

II. METODOLOGÍA

Se determinó que la metodología a utilizar para el análisis cualitativo del riesgo es la matriz de probabilidad e impacto. A partir de la calificación de la probabilidad y el impacto de cada riesgo se realizó el análisis cuantitativo utilizando la metodología de AHP con lógica difusa. Se establecen las siguiente dos etapas:

A. Análisis cualitativo del riesgo

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2017.1.1.165>
ISBN: 978-0-9993443-0-9
ISSN: 2414-6390

La matriz del riesgo permite realizar la clasificación de la severidad del riesgo a partir de la probabilidad y el impacto [9]. Por ejemplo, si la probabilidad es alta y el impacto es catastrófico, la severidad es crítica. De esta manera se utiliza la matriz de probabilidad frente al impacto (ver Tabla 1) para la clasificación respectiva.

TABLA 1
MATRIZ DE PROBABILIDAD E IMPACTO

Matriz de riesgos	Probabilidad			
	Muy baja	Baja	Media	Alta
Catastrófico	Alto	Crítico	Crítico	Crítico
Alto	Medio	Alto	Alto	Crítico
Moderado	Bajo	Bajo	Medio	Medio
Leve	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

En la matriz de probabilidad e impacto se identifican los cuatro niveles de riesgo (Bajo, Medio, Alto, Crítico) a partir de los cuales se establecen las estrategias de respuesta. Se puede observar que el impacto pesa más que la probabilidad esto se debe a que el impacto está directamente relacionado con los efectos del riesgo, por lo tanto, si se presenta un riesgo con probabilidad alta pero su impacto es insignificante la organización puede tolerarlo, de lo contrario si el impacto es muy alto puede tener consecuencias fatales sobre el desarrollo de la organización.

B. Análisis cuantitativo del riesgo

De acuerdo con el procedimiento de la metodología AHP, la comparación pareada requiere de una escala numérica donde se determine las veces que es más importante un criterio sobre otro. Se utiliza la escala numérica compuesta por 9 puntos que describen la intensidad de importancia [6]. Con base en la escala se construye la matriz de comparación pareada en donde se contrastan los criterios.

Aunque la escala de 1 a 9 puntos facilita el proceso de evaluación, no tiene en cuenta la incertidumbre asociada a los juicios humanos [10], por lo cual en la metodología AHP complementada con la técnica conjuntos difusos se integran números difusos a la técnica AHP tradicional. En la metodología AHP se identifican 5 variables lingüísticas (Igual importancia, Importancia moderada, Fuerte importancia, Muy fuerte importancia, Importancia extrema) que hacen referencia al grado de importancia de un criterio sobre otro.

Una variable lingüística en conjuntos difusos está definida por una función de pertenencia. La función de pertenencia de un conjunto o en este caso variable lingüística esta descrita como $\mu(x)$ donde $\mu: x \rightarrow [1,0]$ que representa el grado de pertenencia de la variable x , es decir si $\mu(x) = 1$ entonces x pertenece a la variable lingüística, de lo contrario si $\mu(x) = 0$ entonces x no pertenece a la variable lingüística.

Existen diversas funciones de pertenencia y con ello varias propuestas para la definición de la función de pertenencia que se acomode mejor a la metodología F-AHP.

En la mayoría de investigaciones consultadas los autores han utilizado la función de pertenencia triangular debido a que, como es una función discreta, cuenta con valores fijos que facilitan los cálculos. En (1) se describe la función de pertenencia triangular.

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & \text{Para } x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & \text{Para } a < x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & \text{Para } b < x \leq c \\ 0 & \text{Para } x > c \end{cases} \quad (1)$$

Cada una de las cinco variables lingüísticas están descritas con una función de pertenencia triangular diferente. Con base en la propuesta realizada por [10] se describe cada variable lingüística con su respectiva función de pertenencia (Fig. 1) y de esta manera la escala difusa (ver Tabla 2). La estructura de la escala difusa teniendo en cuenta los límites superiores e inferiores y el valor intermedio es (a, b, c).

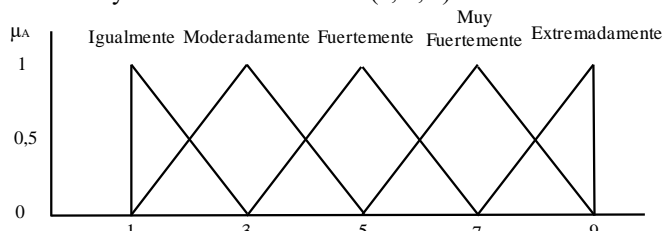


Fig. 1 Función de pertenencia para la escala difusa AHP. [11].

Se consideran los resultados de análisis cualitativo con la matriz de probabilidad frente al impacto, para relacionar la calificación del riesgo y las variables lingüísticas utilizadas en F-AHP (ver Tabla 2), de modo que se lleve a cabo la comparación pareada en el respectivo procedimiento.

TABLA 2
Escala difusa para la metodología AHP.

Escala difusa	Variable lingüística	Explicación
(1,1,2)	Igual importancia	Dos criterios contribuyen igualmente al objetivo
(2,3,4)	Importancia moderada	Criterio con leve importancia sobre otro
(4,5,6)	Fuerte importancia	Criterio con fuerte importancia sobre otro
(6,7,8)	Muy fuerte importancia	Criterio con una muy fuerte importancia sobre otro en el objetivo
(8,9,9)	Importancia extrema	Importancia absoluta de un criterio sobre otro

La comparación pareada entre criterios es la primera etapa del procedimiento de F-AHP, en donde para este caso se comparan los riesgos identificados entre sí, teniendo en cuenta la calificación del riesgo y la variable lingüística F-AHP correspondiente, esto con el fin de obtener el número difuso triangular o (TFM) conocido por sus iniciales en inglés.

Para entender cómo se realiza la comparación pareada entre riesgos haciendo uso de la metodología F-AHP se tiene, como ejemplo, que el riesgo 1 (r1) obtuvo una calificación de

Bajo mientras que el riesgo 2 (r2) tuvo una calificación de Alto, teniendo en cuenta las calificaciones y las variables lingüísticas establecidas para cada caso (ver Tabla 3) se dice que r2 tiene muy fuerte importancia con respecto r1, por lo tanto se toma la escala difusa triangular (6,7,8) y recíprocamente la comparación entre r1 y r2 corresponderá a la escala difusa triangular (1/8,1/7,1/6).

TABLA 3
Comparación entre calificaciones del riesgo

Comparación pareada		
Calificación del riesgo		Variable lingüística F-AHP
Critico	Alto	Fuerte importancia
Critico	Medio	Muy fuerte importancia
Critico	Bajo	Importancia extrema
Alto	Medio	Fuerte importancia
Alto	Bajo	Muy fuerte importancia
Medio	Bajo	Importancia moderada
Igual calificación		Igual importancia

James J. Buckley, Thomas Feuring y Yoichi Hayashi realizaron una recolección de artículos en los cuales se cuestiona el procedimiento propuesto por Saaty para obtener los pesos de los criterios y el uso del cálculo de la media geométrica. De acuerdo con el procedimiento propuesto por Buckley, para obtener la media geométrica de los valores difusos de comparación para cada criterio [12], se calcula mediante el uso de la ecuación (2).

$$\hat{r}_i = \left(\prod_{j=1}^n a_{ij} \right)^{\frac{1}{n}}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Donde \hat{r}_i aun representa valores triangulares. Para obtener el peso de cada criterio se requiere continuar con el procedimiento. Primero se debe encontrar la suma vectorial para cada \hat{r}_i , posteriormente se halla la menor suma vectorial entre las otras sumatorias de los \hat{r}_i y ordene los valores resultantes de las sumatorias de menor a mayor y por último se calcula el peso difuso del criterio i (\hat{w}_i) al multiplicar cada \hat{r}_i por el vector inverso como en (3).

$$\hat{w}_i = \hat{r}_i \times (\hat{r}_1 + \hat{r}_2 + \hat{r}_3 + \dots + \hat{r}_n)^{-1} \quad (3)$$

$$\hat{w}_i = (lw_i, mw_i, uw_i)$$

Teniendo en cuenta que los pesos de los criterios siguen siendo números triangulares difusos, se requiere entonces “desfusificarlos” mediante el método de centro de área de Chou y Chang [12], aplicando la ecuación (4). Por último, al igual que en la metodología AHP se requiere normalizar el vector resultante, como en (5).

$$M_i = \frac{lw_i + mw_i + uw_i}{3} \quad (4)$$

$$N_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^n M_i} \quad (5)$$

El vector resultante corresponde a los pesos normalizados de los criterios evaluados para este caso los riesgos identificados en la cadena de suministro. Este procedimiento se deberá realizar para las categorías de los riesgos y los riesgos de cada categoría.

III. RESULTADOS

Los riesgos son eventos que pueden ocurrir en los procesos de la organización con una incidencia negativa o positiva. Con base a la información recolectada y la caracterización de la cadena de suministro de la empresa se identificaron riesgos que se pueden presentar en la organización. Los riesgos identificados fueron categorizados de manera que se clasifiquen los criterios y subcriterios para la implementación de la metodología F-AHP.

A continuación (ver Tabla 4) se presentan los riesgos identificados por categoría representados con su respectivo código, la probabilidad e impacto determinada por la organización, y el resultado final de la calificación del riesgo de acuerdo con la matriz de probabilidad e impacto.

TABLA 4
Resultados del análisis cualitativo del riesgo

Código	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Calificación
R1	Riesgos operacionales	Baja	Alto	Alto
R11	Riesgo de diseño	Media	Moderado	Medio
R12	Riesgo de interrupciones en las operaciones de producción	Muy baja	Alto	Medio
R13	Riesgo de incumplimiento en las especificaciones técnicas del producto	Muy baja	Catastrófico	Alto
R2	Riesgos de abastecimiento	Baja	Catastrófico	Critico
R21	Riesgo de costos de adquisición	Baja	Catastrófico	Critico
R22	Riesgo de baja calidad del proveedor	Muy Baja	Catastrófico	Alto
R23	Riesgo de desabastecimiento	Muy Baja	Catastrófico	Alto
R24	Riesgo de pérdida de proveedores	Media	Moderado	Medio
R3	Riesgos de demanda	Media	Alto	Alto
R31	Riesgo de competencia	Alta	Moderado	Medio
R32	Riesgo de incumplimiento de pagos del cliente	Muy Baja	Alto	Medio
R33	Riesgo de cambios en las especificaciones del producto	Muy Baja	Catastrófico	Alto
R34	Riesgo de variabilidad en la demanda	Media	Catastrófico	Critico
R4	Riesgos logísticos	Baja	Catastrófico	Critico
R41	Riesgo en las operaciones de los actores logísticos	Baja	Catastrófico	Critico
R42	Riesgo de incumplimiento en tiempos de entrega al cliente	Baja	Catastrófico	Critico
R5	Riesgo Organizacional y gubernamental	Muy Baja	Alto	Medio
R51	Riesgo de sobrecostos en	Baja	Catastrófico	Critico

	los proyectos			
R52	Riesgo de cambios en políticas gubernamentales (reformas, normas y leyes)	Muy Baja	Alto	Medio
R53	Riesgo de seguridad en los canales de información	Muy Baja	Alto	Medio

Teniendo en cuenta los resultados cualitativos (ver Tabla 4) los riesgos específicos que obtuvieron una calificación de crítico son R21, R34, R41, R42 y R51 quienes en este caso tendrían prioridad. Para el riesgo R21 en la organización la probabilidad de ocurrencia es baja ya que el costo de las materias primas en promedio se mantiene constante sin embargo considera un efecto catastrófico ya que puede dar lugar a altos sobrecostos que pueden afectar la utilidad de la organización. Este riesgo existe a causa de la variabilidad de las tasas de cambio las materias primas importadas ya que tienden a subir o a bajar su costo dependiendo del caso.

En el caso del riesgo de variabilidad en la demanda (R34), se considera que para la organización la probabilidad es media ya que la compra de los muebles depende de la economía del país en el cual se encuentre ubicado el cliente esto debido a que si existe un gran flujo de dinero en ese país el inversionista podrá adquirir un mayor número de productos. Sin embargo, en el caso contrario donde la economía del país está en crisis podrían llegar a perder clientes de ese destino y por lo tanto el impacto del riesgo es catastrófico.

Se estima que para la organización el riesgo en las operaciones de los actores logísticos (R41) y el riesgo de incumplimiento en los tiempos de entrega (R42), clasificados como riesgos logísticos, tienen una probabilidad de ocurrencia baja ya que son poco frecuentes las ocasiones donde factores externos han influido en el desplazamiento de los productos hacia puerto o hacia destino, pero esto puede traer como consecuencia retrasos y demoras que terminan por incumplimientos al cliente. Por lo tanto, la organización establece como catastrófico el impacto debido a la pérdida de clientes y como consecuencia reducción en los ingresos de la empresa.

En el riesgo de sobrecostos en proyectos (R51) la organización estimo la probabilidad de ocurrencia como baja a causa de las pocas ocasiones donde la empresa debe responder a costos adicionales en los proyectos, por otro lado, el impacto es catastrófico debido a que la responsabilidad de un sobrecosto es únicamente de la empresa en el caso de que se adquiera por demoras o actividades relacionadas con los acabados del mueble que generan un incremento en el costo del proyecto.

Los resultados de la aplicación de la metodología AHP con lógica difusa se presentan en (Tabla 5) donde se observan los pesos de la comparación pareada entre categorías de riesgo, el peso específico de la comparación pareada de los riesgos específicos de cada categoría y por último el peso

global obtenido de la multiplicación entre el peso de la categoría de riesgo con el peso específico de cada riesgo.

TABLA 5
Resultados del análisis cuantitativo del riesgo

Categoría de riesgo	Riesgo específico	Peso específico	Pesos globales	Porcentaje
Operacional Peso: 0,104882111	R11	0,157183115	0,016485697	1,65%
	R12	0,134295177	0,014085162	1,41%
	R13	0,708521707	0,074311252	7,43%
Abastecimiento Peso: 0,401357651	R21	0,610169074	0,244896026	24,49%
	R22	0,181547307	0,072865401	7,29%
	R23	0,161353684	0,064760535	6,48%
	R24	0,046929936	0,018835689	1,88%
Demanda Peso: 0,095404388	R31	0,070709364	0,006745984	0,67%
	R32	0,06285	0,005996166	0,60%
	R33	0,23917508	0,022818352	2,28%
	R34	0,62726556	0,059843886	5,98%
Logístico Peso: 0,365291308	R41	0,558302415	0,203943019	20,39%
	R42	0,441697585	0,161348288	16,13%
O y G Peso: 0,033064542	R51	0,77391789	0,025589241	2,56%
	R52	0,121851799	0,004028974	0,40%
	R53	0,104230311	0,003446328	0,34%

En el resultado general se observa, con base en los pesos globales, que los riesgos prioritarios para la organización son el riesgo de costos de adquisición (R21), el riesgo en las operaciones de los actores logísticos (R41) y el riesgo de incumplimiento en tiempos de entrega al cliente (R42), de los cuales el primero se encuentra en la categoría de abastecimiento y los otros dos en la categoría de riesgos logísticos que, como se observa en los pesos de las categorías de riesgos (Tabla 5), son las categorías con mayor prioridad. Los procesos de abastecimiento y las operaciones logísticas son eslabones significativos en la cadena de suministro de cualquier empresa, por lo tanto, la vulnerabilidad de la organización en estas áreas puede perturbar a largo plazo el desempeño de la empresa.

En la Tabla 5 se observa que los riesgos que superan el 5% en la priorización son R13, R21, R22, R23, R34, R41 y R42 de los cuales ya se mencionaron los riesgos de alta prioridad R21, R41 y R42. Los otros dos riesgos de abastecimiento, el riesgo de baja calidad del proveedor (R22) y el riesgo de desabastecimiento (R23) también tienen un alto porcentaje en comparación con la mayoría de riesgos. El enfoque en este caso estaría dado para las operaciones de adquisiciones de materias primas e insumos donde los factores externos son los principales causantes de la materialización de estos riesgos, por lo tanto, las estrategias deben estar encaminadas a evitar el riesgo implementando planes que garanticen un desempeño eficaz en los procesos de abastecimiento.

El riesgo de incumplimiento en las especificaciones técnicas del producto, de acuerdo con la metodología, obtiene un peso global de 7,4%, es decir, aunque es un resultado lejano en comparación con los primeros tres riesgos, no pierde importancia teniendo en cuenta que la empresa busca caracterizarse por sus productos de alta calidad y por lo tanto el tratamiento de este riesgo es esencial para el desempeño de

la empresa en el mercado. El riesgo de variabilidad en la demanda (R34) tiene como resultado un peso de 6% e igualmente se caracteriza por ser significativo ya que incide en los ingresos de la organización

IV. Conclusiones

Los resultados reflejan la importancia de la gestión del riesgo en la cadena de suministro para el logro de los objetivos organizacionales en términos de tiempo y costo. Se evidencian áreas en las cuales las PBO pueden ser vulnerables al riesgo, considerando sus características de operación, lo que se constituye en un punto de partida clave para otros estudios en empresas similares.

La metodología AHP Difuso permite a partir de la calificación de los riesgos identificados, analizar y priorizar el riesgo para determinar alternativas adecuadas de tratamiento, reduciendo la subjetividad de los evaluadores.

En los resultados de la investigación se observa que el riesgo de costos de adquisición presenta la mayor prioridad para la organización con un porcentaje del (24,49%). En términos de estrategias de manejo, este riesgo puede ser un referente para otras empresas pequeñas y medianas basadas en proyectos, para la búsqueda de alternativas más eficientes en la cadena de suministro.

Los siguientes riesgos con mayor prioridad corresponden a los riesgos logísticos (R41 y R42) los cuales presentan una clasificación de crítico y sus porcentajes son 20,39% y 16,13% respectivamente. La organización en este caso puede implementar métodos que generen oportunidades de mejora, estrategias de relacionamiento con los actores logísticos, evaluación de mecanismos de coordinación, entre otros que permitan tener un mayor control sobre el manejo de los flujos logísticos.

El mayor impacto al que se encuentra expuesta la organización por eventualidades relacionadas con factores externos, corresponde al riesgo de costos de adquisición, donde su materialización puede afectar la efectividad de los proyectos ya sea por sobrecostos o demoras en el cronograma pudiendo ocasionar impactos directos en la realización de proyectos realizados de forma simultánea.

REFERENCIAS

[1] R. Rajesh and V. Ravi, "Modeling enablers of supply chain risk mitigation in electronic supply chains: A Grey-DEMATEL approach," *Comput. Ind. Eng.*, vol. 87, pp. 126–139, 2015.

[2] D. Xia and B. Chen, "A comprehensive decision-making model for risk management of supply chain," *Expert Syst. Appl.*, vol. 38, no. 5, pp. 4957–4966, 2011.

[3] L. Olivier, G. Angappa, and S. Alain, "Supply chain risk management in French companies," *Decis. Support Syst.*, vol. 52, pp. 828–838, 2012.

[4] S. Chopra and M. S. Sodhi, "Managing risk to avoid supply chain

breakdown," *MIT Sloan Manag. Rev.*, vol. 46, no. 1, pp. 53–61, 2004.

[5] S. K. Mangla, P. Kumar, and M. K. Barua, "Risk analysis in green supply chain using fuzzy AHP approach: A case study," *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 104, pp. 375–390, 2015.

[6] T. L. Saaty, "Decision making with the analytic hierarchy process," *Int. J. Serv. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 83–98, 2008.

[7] B. K. Wong and V. S. Lai, "A survey of the application of fuzzy set theory in production and operations management: 1998-2009," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 129, no. 1, pp. 157–168, 2011.

[8] F. Aqlan and S. S. Lam, "A fuzzy-based integrated framework for supply chain risk assessment," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 161, pp. 54–63, 2015.

[9] D. Fernández and M. Munier, *Bases para la gestión de riesgos en proyectos*. Valencia: Universidad Politecnica de Valencia. Servicio de publicacion, 2014.

[10] M. F. Herrera Umaña and J. C. Osorio Gómez, "Modelo para la Gestión de proveedores utilizando AHP difuso," *Estud. Gerenciales*, vol. 99, pp. 69–88, 2006.

[11] C. A. Yajure, "Comparación de los métodos multicriterio AHP y AHP Difuso en la selección de la mejor tecnología para la producción de energía eléctrica a partir del carbón mineral," *Sci. Tech.*, vol. 20, no. 3, pp. 255–260, 2015.

[12] M. B. Ayhan, "A Fuzzy Ahp Approach For Supplier Selection Problem: A Case Study In A Gearmotor Company," *Int. J. Manag. Value Supply Chain.*, vol. 4, no. 3, pp. 11–23, 2013.