

Selección de proveedores con multicriterio basado en el método PROMHETEE Y MEREC.

Selection of suppliers with multicriteria based on the PROMETHEE and MEREC method.

Recibido: 15 de julio de 2023

Aprobado: 12 de noviembre de 2023

Forma de citar: P. Piedra Gallegos, D. Galván Gomez, F. Y. Hernández Villamizar, and F. R. Arencibia-Pardo, "Selección de proveedores con multicriterio basado en el método PROMHETEE Y MEREC", Mundo Fesc, vol. 14, no. 29, pp. 37–52, 2024, doi: 10.61799/2216-0388.1609.

Paola Piedra Gallegos



Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
piedrapaola23@gmail.com
Chihuahua México

Francisco Raúl Arencibia Pardo



Doctor en Proyectos. Magíster en Ingeniería Industrial. Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia

Daniela Galván Gomez



Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
01.galvan.daniela@gmail.com
Chihuahua México

Fanny Yurley Hernández Villamizar



Doctora en Ciencias Gerenciales,
Departamento de Procesos Industriales,
Universidad Francisco de Paula Santander,
Cúcuta – Colombia

***Autor para correspondencia:**

piedrapaola23@gmail.com



Selección de proveedores con multicriterio basado en el método PROMHETEE Y MEREC.

Resumen

La selección de proveedores es un proceso crítico en la gestión de la cadena de suministro, ya que influye directamente en la calidad, costo, y eficiencia de la producción. Para realizar una selección objetiva y eficaz, se pueden emplear métodos multicriterio como PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) y MEREC (Method based on the Removal Effects of Criteria). Estos métodos nos permitirán evaluar y clasificar proveedores considerando múltiples criterios relevantes para la decisión final.

Palabras clave: Multicriterio, selección, decisiones, análisis, tiempo, evaluación, comparaciones, objetivos.

Selection of suppliers with multicriteria based on the PROMETHEE and MEREC method.

Abstract

Supplier selection using multi-criteria methods involves evaluating and ranking suppliers based on various factors to make an informed decision. The MEREC (Method for Ranking Evaluation and Classification) method assesses suppliers by defining criteria, evaluating performance, and classifying them into categories to determine the best fit. On the other hand, the PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations) method compares suppliers using preference functions for each criterion, calculates the degree of preference between them, and aggregates these preferences to rank suppliers. Both methods facilitate systematic and objective decision-making in supplier selection by integrating multiple criteria into the evaluation process.

Key words: Evaluation, Ranking, objective.

Introducción

Aquí veremos la selección de proveedores con multicriterio basado en el método MEREC, donde se deben definir los criterios relevantes, establecer su ponderación, haciendo una recopilación de datos para evaluar a cada uno de los proveedores. Donde compararemos los resultados obtenidos y elegiremos al proveedor que mejor se adapte a los requisitos establecidos y así ayudar a las organizaciones. Al igual, el uso del método multicriterio PROMETHEE nos permitirá una selección más objetiva y efectiva de proveedores, al considerar los criterios más relevantes para las organizaciones. La clasificación de los proveedores estará relacionada con las prioridades de la empresa, ya que esto mejorará su eficiencia y calidad del producto final. La diferencia entre estos métodos es que MEREC utiliza la importancia de los criterios y en base a esa información realiza una eliminación evitando la consideración de información poco relevante. Mientras que el método PROMETHEE se basa en números que nos permite analizar sobre un ranking de los proveedores finales, mediante los criterios ya estipulados por las organizaciones, el cual, nos permitirá un análisis más tolerante. Además, es ampliamente utilizado en áreas como la selección de proveedores, planificación energética y gestión de recursos, entre otros. [1]

En la selección de proveedores utilizando ambos métodos, como PROMETHEE y MEREC ayudará a tomar decisiones basados en ciertos criterios, los cuales están directamente relacionados con las prioridades de las organizaciones.

Marco teórico

En la selección y evaluación de los proveedores se puede llegar a considerar una de las principales estrategias para todas aquellas organizaciones que buscan dejar de lado actividades operativas. En el mercado actual se ha impulsado una nueva tendencia, la cual es poder llegar a convertirse en una alianza a largo plazo con los proveedores seleccionados cuidadosamente. Por lo que este enfoque es más estratégico y por ende busca satisfacer las necesidades inmediatas, también lo que puede influir en este tipo de estrategias, es construir relaciones de confianza mutua, donde cada uno de estos proveedores puede llegar a tomar un papel importante en los desarrollos de proyectos y sobre todo en la mejora continua de los procesos. [2]

Existen algunos métodos MCDM de los cuales MEREC es uno de ellos. En un estudio reciente de 2021, se propuso una novedosa técnica de ponderación objetiva llamada MEREC (método basado en los efectos de eliminación de criterios) para determinar las ponderaciones de los criterios. Con el fin de determinar las ponderaciones, este método aprovecha los cambios en el rendimiento de cada alternativa para cada criterio. [6] Es decir, cuando se ve que un criterio que no es exitoso para la selección de proveedores se procede a realizar una eliminación.

Otro método MCDM es PROMETHHE que es la abreviatura de (método de organización

de clasificación de preferencias para evaluación de enriquecimiento). El cual es un método de clasificación que considera el cálculo en comparación con otros MCDM. En este método se agregan las preferencias en la toma de decisiones entre pares de alternativas para cada criterio, las cuales se irán evaluando. [3]

El método PROMETHEE Y MEREC tendrían una base más a desarrollar en criterios cuantitativo, ya que, al momento de realizar experimentaciones o la realización de un caso, nos ayudaría a identificar los rasgos más a profundidad y tener una decisión más certera al momento de realizar la selección de nuestros proveedores.

El método MEREC proporcionan un enfoque aditivo ya que integra tanto criterios cuantitativos como cualitativos, facilitando una evaluación más equilibrada de los proveedores y reduciendo subjetividad en la toma de decisiones [20]. La combinación de este método no solo optimiza el proceso de selección, si no, que también minimiza el riesgo asociado con decisiones no informadas, lo que es crítico en entorno de negocios competitivos y dinámicos.

Por otra parte, el método PROMETHEE proporciona al menos seis tipos de preferencia, en donde el más utilizado es el de Tipo I. De los estudios más recientes de 2019 donde fue utilizado, explican que este tipo de preferencias es en una función lineal por partes donde su rango toma valores de 0 a 1 y el límite de la derecha es de cero. [3]

Existen tres decisiones importantes relacionadas con el problema de selección de proveedores: ¿qué producto pedir?, ¿en qué cantidades y de que proveedor? y ¿en qué periodos? [4], en el primer punto seleccionar el producto correcto, garantiza que la empresa tenga los insumos adecuados para cumplir con la demanda del mercado o los requerimientos de producción. Un error en esta decisión puede resultar en productos defectuosos o pérdida de competitividad. Por otra parte, y siguiendo con la segunda pregunta, las cantidades afectan los costos de inventario, la flexibilidad de la producción y la relación con el proveedor. Elegir correctamente el proveedor influye en la calidad, el precio, la fiabilidad de las entregas y la sostenibilidad de la relación comercial y, por último, la sincronización en los pedidos evita problemas como la escasez de materiales o el exceso de inventario, ambos costosos para la empresa. La correcta planificación asegura una producción fluida y una mejor administración de los recursos financieros.

Estas decisiones juntas afectan la capacidad de la empresa para operar eficientemente, optimizar costos y mantener un flujo continuo de insumos, lo que es esencial en un entorno de mejora continua, ya que al momento de hacer las revisiones nos ayudaran a tomar decisiones certeras con cada uno de los desarrollos de nuestros proveedores. Es decir, ayudaran a mejorar más a la cadena de suministro.

Tanto el método MEREC como el método PROMETHHE nos ayudaran a optimizar el proceso de selección de proveedores, garantizando que cada una de las decisiones puedan llegar a ser lo más transparente, objetiva y alineada con los principales criterios que se lleguen a establecer. Aquí veremos lo necesario para nuestro proceso con cada uno de los dos métodos en este estudio, los cuales cuenta con los siguientes pasos.

Materiales y Métodos

Método MEREC

- PASO 1: Establecer los criterios de evaluación.
- PASO 2: Analizar y asignar los criterios de evaluación.
- PASO 3: Realizar la evaluación con cada criterio ya establecido para evaluar a nuestros proveedores.
- PASO 4: Realizar el proceso de cálculos con el método MEREC.
- PASO 5: Haremos comparaciones para tomar la mejor decisión.
- PASO 6: Analizaremos cada una de las puntuaciones de los criterios conforme a cada proveedor.
- PASO 7: Revisión, ver el desempeño del proveedor para su selección.

En este método, primero debemos definir una medida para los desempeños de las alternativas. En este estudio, se utiliza una medida logarítmica simple con pesos iguales para calcular los desempeños de las alternativas. Para identificar los efectos de eliminar cada criterio, utilizamos la medida de desviación absoluta. Esta medida refleja la diferencia entre el desempeño general de la alternativa y su desempeño al eliminar un criterio. Los siguientes pasos se utilizan para calcular pesos objetivos por MEREC. [4]

PASO 1: Construir la matriz de decisión. En este paso se construye una matriz de decisión que muestra las calificaciones o valores de cada alternativa en relación con cada criterio. Los elementos de esta matriz se indican mediante x_{ij} y estos elementos deben de ser mayores a cero ($x_{ij} > 0$). Si tenemos valores negativos en la matriz de decisión, se deben transformar en valores positivos utilizando una técnica adecuada. Supongamos que hay n alternativas y m criterios, y la forma de la matriz de decisión es la siguiente:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1j} & \cdots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2j} & \cdots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \cdots & x_{ij} & \cdots & x_{im} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nj} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix}$$

PASO 2: Normalizar la matriz de decisión (N). En este paso, se utiliza una normalización lineal simple para escalar los elementos de la matriz de decisión. Los elementos de la matriz normalizada se denotan por n_{ij} :

Metodología

$$n_{ij}^x = \begin{cases} \frac{\min_k x_{kj}}{x_{ij}} & \text{if } j \in \mathcal{B} \\ \frac{x_{ij}}{\max_k x_{kj}} & \text{if } j \in \mathcal{H} \end{cases}$$

PASO 3: Calcular el rendimiento general de las alternativas (S_i). En este paso se aplica una medida logarítmica con pesos de criterios iguales para obtener los rendimientos generales de las alternativas.

$$S_i = \ln \left(1 + \left(\frac{1}{m} \sum_j |\ln(n_{ij}^x)| \right) \right)$$

PASO 4: Calcular el desempeño de las alternativas eliminando cada criterio. En este

paso, utilizamos la medida logarítmica de manera similar al paso anterior. La diferencia entre este paso y el Paso 3 es que el desempeño de las alternativas se calcula eliminando cada criterio por separado.

$$S'_{ij} = \ln \left(1 + \left(\frac{1}{m} \sum_{k, k \neq j} |\ln(n^x_{ik})| \right) \right)$$

PASO 5: Calcular la suma de las desviaciones absolutas. En este paso, calculamos el efecto de eliminación de (jth) criterio basado en los valores obtenidos en el Paso 3 y el Paso 4.

$$E_j = \sum_i |S'_{ij} - S_i|$$

PASO 6: Determinar los pesos finales de los criterios. En este paso, se calcula el peso objetivo de cada criterio utilizando los efectos de eliminación (E_j) del Paso 5.

$$w_j = \frac{E_j}{\sum_k E_k}$$

Método PROMETHEE

- PASO 1: Identificar y definir criterios de evaluación para la selección de proveedores.
- PASO 2: Asignar los criterios de acuerdo con la importancia para la organización en cuestión.
- PASO 3: Evaluar aplicando el método PROMETHEE a cada proveedor en función de los

criterios ya establecidos.

- PASO 4: Calcular las puntuaciones en función de los criterios (Formulación de matriz).
- PASO 5: Realizar comparativas que nos ayuden a determinar las mejores opciones de los proveedores.
- PASO 6: Realizar un análisis para la validación de los proveedores ya seleccionados.

Para cada criterio, la función de preferencia traduce la diferencia entre las evaluaciones obtenidas por dos alternativas en un grado de preferencia que va de cero a uno. Para facilitar la selección de una función de preferencia específica, Vincke y Brans (1985) propusieron seis tipos básicos: (1) criterio usual, (2) criterio en forma de U, (3) criterio en forma de V, (4) criterio de nivel, (5) criterio en forma de V con criterio de indiferencia y (6) criterio gaussiano. Estos seis tipos son particularmente fáciles de definir. Para cada criterio, se debe determinar el valor de un umbral de indiferencia, q ; el valor de un umbral de preferencia estricto, p ; y el valor de un valor intermedio entre p y q . [5]

PASO 1: Determinación de desviaciones en base a comparaciones por pares.

$$d_j(a, b) = g_j(a) - g_j(b)$$

Donde $d_j(a, b)$, denota la diferencia entre las evaluaciones de a y b en cada criterio.

PASO 2: Aplicación de la función de preferencia.

$$P_j(a, b) = F_j[d_j(a, b)] \quad j=1, \dots, k$$

Donde $P_j(a, b)$, denota la preferencia de la alternativa a con respecto a la alternativa b en cada criterio, en función de $d_j(a, b)$.

PASO 3: Cálculo de un índice de preferencia global o general.

$$\forall a, b \in A, \quad \pi(a, b) = \sum_{j=1}^k P_j(a, b) w_j$$

Donde $\pi(a, b)$ de a sobre b (de 0 a 1) se define como la suma ponderada $p(a, b)$ de cada criterio, y w_j es el peso asociado con el j th criterio.

PASO 4: Cálculos de los flujos de un outranking / rancking parcial de PROMETHEE 1.

$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x) \quad \text{y} \quad \phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(x, a)$$

Donde $\phi^+(a)$ y $\phi^-(a)$ denotan el flujo de clasificación positiva y el flujo de la clasificación negativa para cada alternativa respectivamente.

PASO 5: Cálculo del flujo neto de clasificación superior/ clasificación completa de PROMETHEE 2.

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a)$$

Donde $\phi(a)$ denota el flujo neto de clasificación superior para cada alternativa.

Resultados

En la selección de proveedores utilizando estos dos métodos Multicriterio como MEREC y PROMETHEE han sido de gran ayuda y relevancia debido a la capacidad para lograr optimizar las decisiones en entornos con una extensa variedad de criterios. Por lo que, con este estudio podremos encontrar las siguientes herramientas de análisis.

Herramientas de análisis: MEREC y PROMETHEE son dos enfoques de toma de decisiones multicriterio que aunque ambos se utilizan para evaluar alternativas basadas en un conjunto de criterios ya establecidos, tienen diferencias significativas en su funcionamiento. El objetivo de estos dos métodos es identificar cuales criterios influyen en el desempeño de cada una de las alternativas.

El método PROMETHEE es una herramienta que nos facilitara toda aquella comparación o clasificación de alternativas basándose en preferencias. Este método nos permitirá ordenar los proveedores, además de evaluar como un proveedor se compara con los demás en términos de flujos positivos y negativos, donde un flujo positivo es que tan superior es y un flujo negativo es que tan inferior es. Este método se ha implementado en diversas industrias y se logra adaptar en contextos de selección de portafolios de

proveedores. Un ejemplo de esto es el caso de la metodología PROMETHEE V, que combina decisiones multicriterio con programación matemática para la selección más optima de portafolios de proveedores. [6]

En la aplicación de los modelos TOPSIS y ELECTRE I utilizando información difusa bipolar para el diagnóstico médico introdujeron un enfoque de toma de decisiones en grupo basado en el método VIKOR utilizando números difusos bipolares trapezoidales. Las versiones existentes y las extensiones de la técnica PROMETHEE pueden adoptarse con éxito para examinar los problemas cuando la información se proporciona en forma de valores nítidos o difusos, pero no pueden evaluar los problemas que tienen incertidumbres bipolares. [7]

En cuanto al método MEREC, se enfoca en la determinación más objetiva de los pesos de criterios establecidos en la toma de decisiones. El principio de este método es calcular la importancia de cada criterio en función de cómo puede llegar a afectar el desempeño al ser eliminado. El método MEREC utiliza esta técnica ya que es eficaz en situaciones donde se requiere una evaluación imparcial de los criterios, permitiendo que la elección del proveedor sea en base de datos más objetivos y cuantificables. [8]

MEREC hace que la evaluación sea más manejable al reducir la complejidad, mientras que PROMETHEE ofrece una visión completa y matizada al clasificar a los proveedores a sus puntuaciones con los criterios.

Podríamos decir que en ambos métodos proporcionan una clasificación detallada basada en múltiples criterios, y sus combinaciones ofrecen un enfoque equilibrado para la selección de proveedores, MEREC se centra en una eficiencia objetiva basada en la eliminación de criterios, mientras que PROMETHEE pone más énfasis en las preferencias del tomador de decisiones.

Algunos ejemplos sobre este tipo de estudios es la aplicación de métodos de selección de proveedores de nueva generación en dispositivos médicos. Considerando la insuficiencia de los estudios sobre selección de proveedores. [8] Este es un ejemplo basado en el tema de instrumentos médicos para llevar a cabo el mejor desarrollo en la toma de decisiones en cuanto a este tipo de materiales. Se tomaron diversos puntos para llegar a tomar la mejor decisión donde se descartan todas aquellas posibilidades erróneas de materiales que puedan llegar a ser poco eficientes para el área aeronáutica.

Resultados principales: La importancia de la selección de proveedores tiene un impacto en la cadena de suministro, por lo que esto implica un alto grado de cambio desde la adquisición de materias primas hasta la entrega de los productos terminados a los clientes finales. En la gestión de la cadena de suministros actual, el desempeño de los proveedores potenciales se evalúa a través de múltiples criterios en lugar de tener en cuenta solo un factor como lo es el costo. No existe una evaluación estándar de proveedores, pueden existir algunos métodos de toma de decisiones que se han desarrollado para la ayuda en el proceso de selección. Pero como se mencionó anterior

mente, cada uno de estos dos métodos tiene sus propias ventajas, ya que se utilizarán en la situación que mejor se adapte. [3]

Algunos de los principales resultados en la selección de proveedores utilizando el método PROMTHEE es la clasificación donde los mejores prospectos se destacan basándonos en las preferencias múltiples de cada criterio, además de identificar los flujos positivos y negativos de cada proveedor en comparación con los demás, por último, este método logra ser flexible, ya que permite incorporar tanto criterios cuantitativos como cualitativos dependiendo de las preferencias de la empresa. En cuanto al método MEREC, este método determina de manera más objetiva los pesos de cada criterio en función de su desempeño, por lo que llega a tener una mayor precisión en la identificación de cada uno de los criterios lo que logra ser más relevante para cada empresa y esto ayuda a mejorar la eficiencia operativa.

Conclusiones

La selección de proveedores es un proceso indispensable en la gestión de cadena de suministro, como se ha mencionado anteriormente, la implementación de estos dos métodos tanto MEREC como PROMTHEE nos han demostrado ser beneficiosas en este tipo de situaciones. Ambos métodos nos ayudan a tomar las decisiones más informadas y estratégicas. Basándonos en el método MEREC el cual su desarrollo es más preciso al momento de realizar las evaluaciones con los respectivos criterios hacia los proveedores, nos permite concentrarnos en factores que realmente importan para el desarrollo operativo. Mientras que PROMTHEE tiene un desarrollo más simple, es decir, se basa en los criterios de preferencia al momento de evaluar por lo que nos ofrece una perspectiva más flexible. La combinación de ambos métodos nos puede dar como resultados una amplia selección de proveedores con los objetivos organizacionales más claros, por ende, estas metodologías pueden mejorar la calidad de los insumos y darnos al mismo tiempo mejores resultados tanto financieros como operativos a largo plazo.

Al igual el uso de los métodos multicriterio se ve utilizado en estudios como la evaluaciones de infraestructuras públicas [9], donde es necesario calcular los coeficientes de compensación entre criterios. Otro estudio realizado en 2017 sobre los modelos de decisión multicriterio para la selección de proveedores de materiales de construcción, nos indica que, el desempeño ecológico es un criterio que se debe de considerar, pero que aún no se está considerando, ya que ciertos resultados respaldan que el costo es el criterio de selección de proveedores más significativo. [10]

Sin embargo, ciertas empresas ya han comprendido que el enfoque no solo se enfatiza en el costo como el único criterio, ya que anteriormente la selección de proveedores se basaba en los factores de costo como un enfoque tradicional. [11]

Esto nos demuestra la diversidad con la que cuentan los métodos multicriterio, ya que están formulados para diferentes contextos donde este tipo de procesos se pueden adaptar con bastante facilidad.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones en cuanto a este estudio de selección de proveedores utilizando el método MEREC y PROMETHEE giran en torno a garantizar la objetividad, la flexibilidad y la oportunidad de adaptación al contexto específico de cada empresa. Además, establecer un plan de seguimiento para evaluar el desempeño de los proveedores seleccionados a lo largo del tiempo, facilitará ajustes futuros y asegurará una relación comercial.

Es esencial que comprendamos que, las ponderaciones de los criterios para las evaluaciones de los proveedores dependen en gran medida de las prioridades y estrategias comerciales. [12] En el contexto real de una empresa las ponderaciones asignadas a los criterios de evaluación de los proveedores deben de reflejar las prioridades estratégicas de la empresa como lo es la sostenibilidad, el crecimiento a largo plazo o la reducción de costos. Cuando estas ponderaciones se asignan de manera que no se consideran las partes interesadas como los clientes, empleados o directivos, es probable que los proveedores seleccionados no estén conformes con las metas estratégicas de la empresa.

Aquí las técnicas en toma de decisiones multicriterio nos proporcionan las herramientas necesarias para el proceso cuando hay muchos criterios y alternativas a elegir. [13] Por ende, nos ayudara a eliminar las que no es necesarias y así llegar a tomar la mejor decisión de manera más objetiva. También se realizó un estudio comparativo entre varias técnicas de multicriterio, donde en una empresa de sistemas de aire acondicionado se evaluaron ciertos criterios de acuerdo con la resistencia y precisión de los materiales por lo que esto ayudo a mantener cuales serían las mejores elecciones al momento de realizar el análisis de evaluación. [13]

PROMETHEE bajo las funciones de preferencia de criterios habituales. Se presentan resultados comparables para comprobar el efecto de diferentes funciones sobre la preferencia final. [14] Es decir, de todos los criterios tomados ve cual es la más conveniente para los proveedores al momento de su evaluación. PROMETHEE es un método importante para evaluar alternativas con respecto a criterios en problemas de toma de decisiones multicriterio.

Ante situaciones donde la información sea incompleta o incierta, la teoría de conjuntos difusos nos permite tomar decisiones con razonamiento aproximado. Para superar la incertidumbre que generan las situaciones vagas en la selección de proveedores, utilizamos la "extensión del método PROMETHEE en un entorno difuso" (F-PROMETHEE). [15] Este punto es de gran importancia en situaciones donde se esté aplicando el método y nos auxilie en el desarrollo de nuevas alternativas para el proceso.

Con respecto al método MEREC, se consideran tanto las percepciones de quienes toman las decisiones como la información de la matriz de decisión. [16] Es decir, en este punto para su desarrollo llegamos a tomar en cuenta la evaluación de criterios indispensables de acuerdo con la ponderación de la matriz para la toma de decisiones. Teniendo en cuenta las variaciones, el rendimiento de una alternativa basada en la eliminación de criterios es una nueva perspectiva sobre la determinación de los pesos para cada

criterio.[17] Por lo que, como ya se había mencionado anteriormente lo que realizamos es la verificación de los criterios y para analizar y ver cuales no son indispensables en el proceso y por ende así descartarlos.

Un ejemplo en la utilización del método MEREC, es en una empresa de selección de instrumentos médicos, donde se habla sobre como el método en cuestión es indispensable para la selección de los proveedores, ya que es de suma importancia realizar un análisis sobre el tipo de materiales que los proveedores manejan para estas áreas, realizando ponderaciones de los efectos de eliminación de criterios en la selección de proveedores. [18]

La tendencia es mantener una relación a largo plazo basada en la confianza y el compromiso. Para lograrlo, es necesario reestructurar el proceso de selección de proveedores, incorporar más criterios en la evaluación y tratar de manera adecuada con las preferencias de los tomadores de decisiones. [19]

Agradecimientos

En este apartado agradecemos a Dios y nuestro Docente el Doctor Luis Asunción Pérez Domínguez el cual nos estuvo guiando y explicando paso a paso cada uno de los temas, así como tomarse el tiempo para nuestra preparación y también a Fanny Yurley Hernández Villamizar y Francisco Raúl Arencibia Pardo ya que ellos ayudaron a nuestro proceso para la participación de este importante congreso y revista la cual nos están brindando una gran oportunidad aportando en nuestro desarrollo profesional y abriéndonos puertas. Finalmente agradecemos a nuestras familias y amigos que han sido parte fundamental de nuestro esfuerzo, desarrollo y dedicación en estos años.

Financiamiento

Este trabajo fue financiado y aportado por nuestro Docente Luis Asunción Pérez Domínguez que nos brindó todo el apoyo y la Universidad Autónoma De Ciudad Juárez, así como a Fanny Yurley Hernández Villamizar y Francisco Raúl Arencibia Pardo que nos brindan la oportunidad de trabajar en este proyecto.

Referencias

- [1] «PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications». Accedido: 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.info-na.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-d5817507-20a3-3956-84ce-e1b58e8de973>
- [2] C. Araz y I. Ozkarahan, «Supplier evaluation and management system for strategic sourcing based on a new multicriteria sorting procedure», *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 106, n.o 2, pp. 585-606, abr. 2007, doi: 10.1016/j.ijpe.2006.08.008.
- [3] L. Abdullah, W. Chan, y A. Afshari, «Application of PROMETHEE method for green supplier selection: a comparative result based on preference functions», *J. Ind. Eng.*

Int., vol. 15, n.o 2, pp. 271-285, jun. 2019, doi: 10.1007/s40092-018-0289-z.

- [4] M. Keshavarz-Ghorabae, M. Amiri, E. K. Zavadskas, Z. Turskis, y J. Antucheviciene, «Determination of Objective Weights Using a New Method Based on the Removal Effects of Criteria (MEREC)», *Symmetry*, vol. 13, n.o 4, Art. n.o 4, abr. 2021, doi: 10.3390/sym13040525.
- [5] M. Behzadian, R. B. Kazemzadeh, A. Albadvi, y M. Aghdasi, «PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications», *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 200, n.o 1, pp. 198-215, ene. 2010, doi: 10.1016/j.ejor.2009.01.021.
- [6] F. Zapletal, R. Trumic, y R. Lenort, «MODIFIED PROMETHEE V METHOD FOR SUPPLIER PORTFOLIO SELECTION», *Acta Logist.*, vol. 9, n.o 3, pp. 291-301, sep. 2022, doi: 10.22306/al.v9i3.310.
- [7] M. Akram, Shumaiza, y A. N. Al-Kenani, «Multi-Criteria Group Decision-Making for Selection of Green Suppliers under Bipolar Fuzzy PROMETHEE Process», *Symmetry*, vol. 12, n.o 1, Art. n.o 1, ene. 2020, doi: 10.3390/sym12010077.
- [8] M. Keshavarz-Ghorabae, M. Amiri, E. K. Zavadskas, Z. Turskis, y J. Antucheviciene, «Determination of Objective Weights Using a New Method Based on the Removal Effects of Criteria (MEREC)», *Symmetry*, vol. 13, n.o 4, Art. n.o 4, abr. 2021, doi: 10.3390/sym13040525.
- [9] M. Beuthe y G. Scannella, «Comparative analysis of UTA multicriteria methods», *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 130, n.o 2, pp. 246-262, abr. 2001, doi: 10.1016/S0377-2217(00)00042-4.
- [10] A. E. Cengiz, O. Aytekin, I. Ozdemir, H. Kusan, y A. Cabuk, «A Multi-criteria Decision Model for Construction Material Supplier Selection», *Procedia Eng.*, vol. 196, pp. 294-301, ene. 2017, doi: 10.1016/j.proeng.2017.07.202.
- [11] P. Parthiban, H. A. Zubar, y P. Katarak, «Vendor selection problem: a multi-criteria approach based on strategic decisions», *Int. J. Prod. Res.*, vol. 51, n.o 5, pp. 1535-1548, mar. 2013, doi: 10.1080/00207543.2012.709644.
- [12] W. Ho, X. Xu, y P. K. Dey, «Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review», *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 202, n.o 1, pp. 16-24, abr. 2010, doi: 10.1016/j.ejor.2009.05.009.
- [13] «Application of MEREC in Multi-Criteria Selection of Optimal Spray-Painting Robot». Accedido: 11 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2227-9717/10/6/1172>

- [14] «Application of PROMETHEE method for green supplier selection: a comparative result based on preference functions | Journal of Industrial Engineering International». Accedido: 11 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40092-018-0289-z>
- [15] «Multi Criteria Supplier Selection Using Fuzzy PROMETHEE Method | Springer-Link». Accedido: 11 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-53939-8_2
- [16] M. S. Saidin, L. S. Lee, S. M. Marjugi, M. Z. Ahmad, y H.-V. Seow, «Fuzzy Method Based on the Removal Effects of Criteria (MEREC) for Determining Objective Weights in Multi-Criteria Decision-Making Problems», *Mathematics*, vol. 11, n.o 6, Art. n.o 6, ene. 2023, doi: 10.3390/math11061544.
- [17] M. Keshavarz-Ghorabae, M. Amiri, E. K. Zavadskas, Z. Turskis, y J. Antucheviciene, «Determination of Objective Weights Using a New Method Based on the Removal Effects of Criteria (MEREC)», *Symmetry*, vol. 13, n.o 4, Art. n.o 4, abr. 2021, doi: 10.3390/sym13040525.
- [18] «Journal of Scientific Reports-A » Submission » Supplier selection using the integrated MEREC – CoCoSo methods in a medical device company». Accedido: 11 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://dergipark.org.tr/en/pub/jsr-a/issue/80909/1420728>
- [19] «Supplier Selection Based on the PROMETHEE VI Multicriteria Method | SpringerLink». Accedido: 11 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-19893-9_42
- [20] A. Kumar and A. Singh, "Multi-criteria decision making in supplier selection: A re-view of MCDM methods," *International Journal of Production Research*, vol. 58, no. 17, pp. 5252-5273, 2020. doi: 10.1080/00207543.2020.1726237.