

**PROPUESTA DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES EN UN OPERADOR
LOGÍSTICO 3PL A PARTIR DE UN MÉTODO DE DECISIÓN MULTICRITERIO,
Y UNA METODOLOGÍA DE CLASIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DE
COMPRA PARA EL DESARROLLO DE ESTRATEGIAS ECONÓMICAS Y DE
GESTIÓN**

FREDY DAVID INFANTE GONZALEZ

**UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
E INGENIERÍAS
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

2019

**PROPUESTA DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES EN UN OPERADOR
LOGÍSTICO 3PL A PARTIR DE UN MÉTODO DE DECISIÓN MULTICRITERIO,
Y UNA METODOLOGÍA DE CLASIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DE
COMPRA PARA EL DESARROLLO DE ESTRATEGIAS ECONÓMICAS Y DE
GESTIÓN**

FREDY DAVID INFANTE GONZALEZ

Trabajo de grado para optar el título de
INGENIERO INDUSTRIAL

Director:

JORGE IVAN ROMERO GELVEZ
Docente programa Ingeniería Industrial

**UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
E INGENIERÍAS
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

2019

Contenido

1. RESUMEN.....	6
2. ABSTRACT.....	7
3. INTRODUCCIÓN.....	7
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
Metodología de clasificación de las compras.....	9
Selección de proveedores.....	11
4. JUSTIFICACIÓN.....	11
5. MARCO TEÓRICO.....	13
5.1 Antecedentes.....	13
5.2 Bases teóricas.....	15
Cadena de suministro.....	16
Logística.....	16
Third Party Logistics (3PL).....	17
Análisis de decisiones.....	18
Teoría de decisión multicriterio.....	19
Métodos de decisión multicriterio.....	20
Matriz pareada.....	20
Escala fundamental de Saaty.....	21
Método de la Entropía.....	22
Método de la Entropía modificado.....	23
Método VIKOR.....	23
Gestión de compras.....	25
Clasificación de necesidades de compra.....	25
Categorización de necesidades de compra.....	26
Análisis de Pareto.....	27
Administración del riesgo.....	27
Matriz de Kraljic.....	28
6. OBJETIVOS.....	30
Objetivo general.....	30
Objetivos específicos.....	30
7. METODOLOGÍA.....	31
7.1 Tipo de investigación.....	31
7.2 Métodos de investigación.....	31
7.3 Técnicas de recolección de datos.....	31
7.4 Presentación de la información.....	31
7.5 Cronograma.....	32
7.6 Desarrollo.....	33
7.6.1 Situación actual.....	33

Método de selección de proveedor.....	33
Clasificación de las necesidades de compra.....	34
7.6.2 Recolección de información.....	34
7.6.3 Desarrollo del método de selección de proveedores	36
7.6.3.1 Construcción del modelo en Excel.....	36
Matriz pareada para tres proveedores.....	36
Método de entropía	38
Matriz normalizada	38
Matriz de logaritmos para cada componente (aij).....	39
Definir el parámetro K	39
Matriz $\log(a_{ij}) * (a_{ij})$	39
Cálculo de la entropía y la dispersión	40
Ponderación de los criterios	40
Modelo VIKOR.....	40
Variables directas	40
Mejor f y peor f	41
Selección del proveedor	42
Ventaja comparativa.....	42
Desarrollo de clasificación de las necesidades de compra	43
8. RESULTADOS.....	44
Análisis de Pareto respecto al impacto financiero.....	44
Gráfico análisis de Pareto, órdenes de compra.....	45
Análisis de Pareto respecto al número de órdenes de compra.....	45
Gráfico análisis de Pareto, órdenes de compra.....	46
Categorías AA.....	46
Aplicación matriz de Klaljc	47
Categoría servicios productos AA.....	47
Categoría insumos productos AA	48
Categorías materiales para arreglos locativos productos AA.....	51
Categoría bienestar y otros gastos de personal productos AA	55
Categoría compras de maquinaria, equipos, partes y otros productos AA.....	56
7. CONCLUSIONES	60
8. BIBLIOGRAFÍA.....	61

Lista de tablas

Tabla 1.....	21
Tabla 2.....	21
Tabla 3.....	27
Tabla 4.....	37
Tabla 5.....	37
Tabla 6.....	38
Tabla 7.....	38
Tabla 8.....	38
Tabla 9.....	39
Tabla 10.....	39
Tabla 11.....	40
Tabla 12.....	41
Tabla 13.....	41
Tabla 14.....	41
Tabla 15.....	42
Tabla 16.....	44
Tabla 17.....	45
Tabla 18.....	47
Tabla 19.....	48
Tabla 20.....	51
Tabla 21.....	55
Tabla 22.....	56

Lista de ilustraciones

Ilustración 1.....	29
Ilustración 2.....	37
Ilustración 3.....	45
Ilustración 4.....	46
Ilustración 5.....	48
Ilustración 6.....	51
Ilustración 7.....	54
Ilustración 8.....	55
Ilustración 9.....	59

1. RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivos dar a conocer una metodología para la construcción de una herramienta de selección de proveedores esquemática y objetiva a partir de un método de decisión multicriterio y ser un aporte académico en donde se contrasta la teoría con la práctica. La herramienta de selección pretender ayudar al personal de compras a tomar decisiones cuando se presentan múltiples alternativas y múltiples criterios de selección. A su vez se hará una clasificación de las necesidades de compra, es decir se analizarán los productos comprados por la empresa, con la finalidad de dar prioridad a los productos o servicios más importantes y desarrollar estrategias que permitan una ventaja competitiva y el cumplimiento de su misión.

Se iniciará con una breve introducción en la que se pondrá en contexto al lector acerca de los temas abordados en este trabajo con la finalidad de comprender el planteamiento del problema que se verá en numeral 3. Se construyó un marco teórico que proporciona los fundamentos en los que está basado este trabajo, este marco podrá ser consultado en el numeral 5. Estas herramientas han sido desarrolladas en Excel y serán explicadas en el numeral 7.6.3.1.

En la práctica se encontró que los métodos cuantitativos de decisión multicriterio arrojan soluciones factibles que permiten la selección objetiva de proveedores, también se combinó la ponderación objetiva dada por los métodos de decisión multicriterio con la asignación subjetiva dada por los decisores.

Al realizar la clasificación de las necesidades de compra haciendo uso de un análisis de Pareto, dio como resultado que cinco categorías son las que generan aproximadamente el 80% de los gastos y órdenes de compra totales de la empresa en los últimos diez años, a su vez utilizando la matriz de Kraljic dentro de estas cinco categorías se observó que las necesidades MRO son de vital importancia y deben ser analizadas de manera especial para desarrollarse estrategias, ya que la mayoría de productos se clasificó como productos cuello de botella (numeral 8).

Palabras clave: **Proveedor, multicriterio, abastecimiento, decisión, criterio.**

2. ABSTRACT

The present work has as objectives to present a methodology for the construction of a schematic and objective supplier selection tool based on a multicriteria decision method and to be an academic contribution where theory and practice are contrasted. The selection tool aims to help purchasing staff to make decisions when multiple alternatives and multiple selection criteria are presented. At the same time, a classification of the purchase needs will be made, that is to say, the products purchased by the company will be analyzed, in order to prioritize the most important products or services and develop strategies that allow a competitive advantage and fulfillment of its mission.

It will begin with a brief introduction in which the reader will be put into context about the topics addressed in this work in order to understand the approach of the problem that will be seen in numeral 3. A theoretical framework was constructed that provides the foundations in the that this work is based on, this framework can be consulted in number 5. These tools have been developed in Excel and will be explained in number 7.6.3.1.

In practice it was found that the quantitative methods of multicriteria decision cast feasible solutions that allow objective selection of suppliers, the objective weighting given by the methods of multi-criteria decision given by assigning subjective makers are also combined.

When making the classification of the purchase needs using a Pareto analysis, it resulted that five categories are those that generate approximately 80% of the total expenses and purchase orders of the company in the last ten years, to its After using the matrix Kraljic within these five categories it was observed that the MRO needs are vital and should be analyzed in a special way to develop strategies, since most products are classified as bottleneck product (item 8).

Keywords: Supplier, multicriteria, supply, decision, criterion.

3. INTRODUCCIÓN

La empresa OM es un operador logístico que lleva aproximadamente 35 años en el sector. Actualmente la empresa está pasando por un cambio de marca al ser adquirida por una multinacional. La visión de la empresa es llegar a posicionarse como una de las empresas líderes en Latinoamérica con un fuerte impacto en Norteamérica. Es por esto que

el área de abastecimiento de la empresa deberá desarrollar estrategias que compaginen con la misión y visión de la empresa y así poder aumentar la ventaja competitiva.

Para el desarrollo de estas estrategias es necesario determinar herramientas que permitan un mejor análisis para la toma de decisiones, ya que es ese el escenario en el que se planean acciones para aprovechar las oportunidades y las fortalezas de área y protegerse de las amenazas y las debilidades. Un factor muy importante para las empresas es el riesgo, y es por ello que las empresas buscan reducirlo. El riesgo de suministro o abastecimiento que las empresas tienen ha sido un dolor de cabeza y es por tal motivo que se han desarrollado técnicas y tácticas que permiten buscar solución ante dicho problema.

La búsqueda de nuevos proveedores o la adquisición de productos o servicios muy específicos genera un nivel alto de riesgo y es responsabilidad del personal de compras y abastecimiento buscar la manera de mitigarlo. Para esto el personal de compras acude a técnicas de selección de proveedores que le permite tomar la mejor decisión y así escoger la fuente de suministro que más se ajusta a sus necesidades.

El campo de la investigación de operaciones ha trabajado en modelos matemáticos que han ido evolucionando con el tiempo para ayudar a los decisores a tomar mejor sus decisiones y así reducir el riesgo de equivocarse. Para muchos este tipo de modelos esquemáticos son considerados de alta complejidad y aunque sus resultados son factibles se opta por modelos más sencillos y quizás baratos, basados en la experiencia y subjetividad del decisor, lo que en muchos casos puede provocar que se asigne una mayor ponderación de una alternativa sobre otra de acuerdo a las emociones y sentimientos del sujeto y no basados en la razón o en la objetividad. Esto en muchos casos puede ir en contra de los propósitos y los planes de un grupo de personas o de grandes organizaciones que depositan su confianza en un decisor. Por lo tanto, se propone para el área de abastecimiento una herramienta basada en la toma de decisiones multicriterio, para tomar decisiones con un mayor grado de objetividad sin dejar a un lado la subjetividad, combinando ambas para obtener resultados mejores y reducir el riesgo.

Por otra parte, las empresas clasifican las necesidades de compra de acuerdo a criterios como, su impacto financiero y al riesgo de suministro que se tiene, con el propósito de diseñar estrategias para cada tipo de bienes. No es lo mismo enfocar todo el esfuerzo en la compra de insumos para una empresa de manufactura que para el material de cafetería, es

por esto que se evalúan estas necesidades y se clasifican para distribuir el esfuerzo, enfocándose en una mayor medida en los bienes que son más importantes para la empresa respecto a los criterios antes mencionados. La finalidad de este trabajo es aportar al área de abastecimientos estas herramientas para que los responsables tomen mejores decisiones.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El área de compras de la empresa OM al igual que en muchas otras empresas de diferentes sectores, es un área crucial para los resultados económicos que pretenden las partes interesadas, principalmente para sus accionistas. Por lo tanto, el director de esta área debe tomar las mejores decisiones respecto a diferentes variables que son fundamentales para alcanzar los rendimientos esperados.

Metodología de clasificación de las compras

La clasificación de las compras es una actividad que permite entender y darle prioridad a la adquisición de productos y/o servicios respecto a otros ya sea para reducir el riesgo de suministro o el impacto financiero, ya que así se logra una mejor administración del presupuesto y el desarrollo de estrategias.

En el área de abastecimiento la clasificación de las compras no se ha realizado con un enfoque estratégico teniendo en cuenta la compra histórica de productos y servicios, debido a la falta de tiempo del personal de abastecimiento. Por lo tanto, esta información es conocida únicamente por los directivos de la empresa. Se pretende que esta clasificación sea conocida directamente por los compradores ya que esto permitirá un mayor entendimiento y mejoramiento en la negociación y relación con proveedores y se priorizará la compra de productos, desarrollándose estrategias para los bienes con mayor importancia para la empresa.

La teoría proporciona herramientas clásicas de clasificación, en este caso lo que se

quiere clasificar son: insumos, materiales, recursos y servicios que la empresa adquiere. El principio de Pareto, es un método bastante utilizada en la clasificación de inventarios dentro de los almacenes, la intención es dar a conocer cómo se puede utilizar para la clasificación de las compras. La matriz de Kraljic y su enfoque estratégico nos permite clasificar las compras de acuerdo a unos parámetros que son de vital importancia (el riesgo y el impacto financiero). Por lo tanto, este trabajo buscará dar respuesta a la siguiente pregunta:

¿Cómo se desarrolla una metodología de clasificación de compras considerándose un enfoque estratégico, y cómo a partir de esta se pueden definir tácticas para el alcance de los objetivos de la empresa?

Selección de proveedores

Tradicionalmente la empresa selecciona sus proveedores realizando una comparación múltiple, aplicando técnicas de ponderación simple y calificación subjetiva, en donde puede existir bastante margen de error, ya que no se cuenta con una comparación sistemática sofisticada de los criterios y de las alternativas con modelos basados en la teoría de decisiones multicriterio.

La teoría de decisiones, y para propósitos de este trabajo, especialmente la teoría de decisiones multicriterio, nos brinda un abanico de modelos y conocimientos que permiten tomar decisiones cuando las alternativas son afectadas por múltiples criterios los cuales hacen complejo elegir de manera lógica la mejor alternativa. Los responsables del área de compras de cualquier empresa, como se mencionó antes, deben tener en cuenta múltiples variables y alternativas que dificultan las actividades de toma de decisiones. Es por esto que surge la siguiente pregunta:

¿Qué ventajas o desventajas proporciona utilizar un método de análisis de decisión multicriterio en la selección de proveedores respecto al método de ponderación tradicional que utiliza el área de abastecimiento y cómo puede contribuir al mejoramiento de la toma de decisiones?

4. JUSTIFICACIÓN

Existe una antigua frase que dice “Si se seleccionan los proveedores correctos, todos los problemas de suministro quedarán resueltos” Es precisamente en la etapa de selección de proveedores que concreta toda la preparación para entender y especificar las necesidades organizacionales (Johnson, Leenders & Flynn, 2012). El ingeniero industrial es el profesional el cuál ha adquirido conocimientos sobre la administración de la cadena de suministro y que le permite comprender, apoyar y mejorar los procesos con el fin de que cada uno de dichos procesos agregue valor al producto o servicio.

Ninguna empresa es autosuficiente y es por esto que necesita de otras empresas, que le suministren los recursos para que pueda continuar operando con normalidad. El área de compras, suministros o abastecimientos es el área que se encarga de adquirir los materiales que necesitan los clientes internos, sirviendo como puente de comunicación con los proveedores.

Como se menciona antes, el ingeniero industrial es un profesional idóneo para administrar los procesos relacionados con las compras, por sus conocimientos multidisciplinarios. Además, por su capacidad de reconocer a todos los procesos de la empresa como subsistemas dentro de un sistema más grande, que deben funcionar de manera coordinada y dirigida hacia los propósitos estratégicos organizacionales. Por lo tanto, el motivo de este trabajo es apoyar el área de abastecimiento, aportando algunos modelos y/o herramientas teóricas, que sirvan para que los responsables de dicha área conozcan, como se puede abordar la selección de proveedores, haciendo uso de un modelo sistemático de valoración multicriterio.

Adicionalmente, se quiere aportar herramientas que faciliten la implementación de estrategias respecto al área de compras, es por esto que es importante que el director de abastecimiento reconozca la importancia de hacer uso de estas herramientas para tomar las mejores decisiones, así como de controlar los recursos y a cuáles se les debe dar mayor prioridad y destinar la inversión, teniendo presente que esto no represente un gasto mayor al presupuesto estipulado. La metodología de clasificación de las compras, que se explicará más adelante, tiene como objetivo en este trabajo, facilitar al director de compras y a los agentes de compras, la comprensión de las necesidades de abastecimiento más importantes, y de las que se debería prestar mayor atención y control.

Por último, lo que se espera, es poder encontrar ventajas y desventajas entre los conceptos teóricos y los que habitualmente la empresa está poniendo en práctica. Rectificar los métodos básicos con los que se realizan estas actividades y ofrecer métodos más precisos, objetivos y con menor variabilidad. También se espera que sirva como aporte académico, al presentar la metodología de como de se debe realizar la implementación de estas herramientas teóricas y cómo funcionan en la práctica.

5. MARCO TEÓRICO

En lo que corresponde a este tema, existen varios estudios previos que se han realizado para la selección de proveedores a partir de modelos de valoración multicriterio, como a su vez se han estudiado algunas técnicas de clasificación de compras que se desarrollarán en este trabajo.

Los siguientes trabajos de investigación, son algunos de los estudios similares, en los cuáles podemos encontrar propuestas metodológicas, así como la definición de conceptos que serán de gran utilidad para apoyar los propósitos de este trabajo, así como para ampliar los conocimientos teóricos.

5.1 Antecedentes

González, A. G., & Ríos, R. G. (2010). Presentaron su trabajo titulado: Aplicación de las técnicas multicriteriales en la evaluación y selección de proveedores. El objetivo fue utilizar los métodos multicriteriales para obtener el ranking de proveedores, utilizando la filosofía de los métodos ELECTRE, específicamente ELECTRE II. Concluyeron que las técnicas multicriteriales permiten seleccionar proveedores, teniendo en cuenta los criterios de calidad establecidos por la organización. Además de proveerle a la empresa una forma rápida de la obtención de estos resultados.

Grajales, Q.A. Serrano, E. D., Von, H.H., & Christine, M. (2013). Presentaron su trabajo titulado: los métodos y procesos multicriterio para la evaluación. El objetivo fue evidenciar las bondades que el método multicriterio otorga en las evaluaciones científicas que sean consistentes con un marco de racionalidad. Concluyeron que la evaluación multicriterio puede ayudar a encontrar soluciones-compromiso entre los diferentes objetivos en conflicto, generalmente ecológicos y económicos.

Herrera Umaña, M. F., & Osorio Gómez, J. C. (2006). Presentaron su trabajo titulado: modelo para la gestión de proveedores utilizando ahp difuso. Con el objetivo de plantear un modelo diseñado para administrar la gestión de proveedores en una organización de tipo comercial y de servicios. Dicho modelo está sustentado en el proceso de

análisis jerárquico difuso (AHP fuzzy), el cual ha demostrado ser muy efectivo en los procesos de toma de decisiones multicriterios. Concluyeron que el modelo se ha implementado en una importante empresa del sector comercial y de servicios de Colombia y los resultados a la fecha han sido satisfactorios. Además, es destacable el hecho de que este modelo podría ser fácilmente aplicable en empresas manufactureras.

Mazo, A. Z., Giraldo, É. Y. G., & Parra, P. A. M. (2011). Presentaron su trabajo titulado: La evaluación de proveedores en la gestión del abastecimiento en las empresas del sector textil, confección, diseño y moda en Colombia. Con el objetivo de investigar estrategias logísticas para el abastecimiento de las PYMES de Itagüí, además de presentar herramientas para la selección y evaluación de proveedores. Concluyeron que el modelo AHP, permite flexibilizar los procesos involucrados en concerniente a proveedores, ya que cuantifica los criterios y comparaciones, facilitando la toma de decisiones.

Fajardo González, H. M. (2018). Presentó su trabajo titulado: Análisis del sector de los operadores logísticos en Colombia, para la creación de un modelo de selección de servicios logísticos utilizando la metodología AHP. Con el objetivo de Analizar el sector de los Operadores Logísticos en Colombia para conocer su evolución, situación actual, identificar tendencias a futuro y proponer un modelo de selección de servicios logísticos. Concluyó que La selección, contratación y evaluación de los servicios logísticos adquiridos es un proceso que debe realizarse con metodologías rigurosas que permitan el análisis cuantitativo y cualitativo de las variables involucradas. Independientemente de la técnica matemática a utilizar, se recomendaría fuertemente la inclusión de variables de tipo cuantitativo y cualitativo, ya que como se observa en esta investigación, existen factores subjetivos que tienen una incidencia significativa en el momento de adoptar la decisión final.

Zuluaga, C. A. C., Gallego, M. C. V., & Urrego, J. A. C. (2011). Presentaron su trabajo de investigación titulado: Clasificación ABC Multicriterio: Tipos de Criterios y Efectos en la Asignación de Pesos. Con el objetivo de presenta una recopilación de criterios útiles para realizar la clasificación ABC del inventario, describe en qué consiste cada uno y cómo puede ser medido. Concluyeron que finalmente, se debe señalar que aunque existe gran variedad de

métodos para realizar una clasificación ABC Multicriterio, su utilidad en la industria disminuirá en la medida en que su complejidad se incremente; ya que a pesar de ofrecer buenas soluciones al problema, es esencial recordar que mientras más sencilla sea su implementación por parte de quien toma las decisiones en una compañía, mayor será el éxito en la puesta en práctica de este tipo de herramientas.z

Pacheco, C., & Shirley, A. (2014). Presentó su trabajo de grado titulado: Propuesta de mejora en la gestión de inventarios para el almacén de insumos en una empresa de consumo masivo. Con el objetivo de diseñar un sistema de gestión de almacenes de una empresa de consumo masivo. Concluyeron que realizar la planificación de las compras sin ningún método o sistema y en base al criterio del jefe de logística, si bien es un método rápido para la ejecución de esta actividad, trae consigo la probabilidad de error. Por ello, la necesidad de implementar una propuesta de mejora en la gestión de inventarios.

Caballero Sotomayor, F. A. (2015). Presentó su trabajo de grado titulado: Aplicación de la matriz de Kraljic para la mejora en la gestión de adquisiciones de un proyecto de alta tensión. con el objetivo de realizar el análisis y proponer mejoras para el departamento de compras de una empresa ejecutora de proyectos eléctricos. Este tipo de proyectos están caracterizados por tener una gran cantidad de ítems (2,000.000 aprox.), por ello se propone clasificar los suministros en cuatro cuadrantes, mediante el uso de la matriz de Kraljic para posteriormente establecer los objetivos, acciones, indicadores y estrategias que se usaran para cada cuadrante.

5.2 Bases teóricas

Para comprender mejor los conceptos mencionados en este trabajo, es importante considerar los aportes teóricos dados por diferentes investigadores a lo largo de la historia. Los fundamentos teóricos que se explicarán a continuación, proporcionan una sólida base de conocimientos, que servirán como guía en el desarrollo metodológico que se establecerá más adelante, además de ejes de referencia para realizar una comparación con los resultados mostrados en la práctica.

Cadena de suministro

La cadena de suministro o red de suministro es uno de los sistemas más importantes de las organizaciones, ya que es allí en donde los productos interactúan con cada proceso antes de llegar a los clientes o consumidores finales. Una cadena de suministro está formada por todas aquellas partes involucradas de manera directa o indirecta en la satisfacción de una solicitud de un cliente (Chopra & Meindl, 2008).

Chopra & Meindl (2008) mencionan lo siguiente:

La cadena de suministro incluye no solamente al fabricante y al proveedor, sino también a los transportistas, almacenistas, vendedores al detalle e incluso a los mismos clientes. Dentro de cada organización como la del fabricante, abarca todas las funciones que participan en la recepción y el cumplimiento de una petición del cliente. Estas funciones incluyen, pero no están limitadas al desarrollo de nuevo producto, la mercadotecnia, las operaciones, la distribución, las finanzas y el servicio al cliente.

Como mencionan Chopra y Meindl, la cadena de suministro abarca una gran variedad de actividades internas y externas a la empresa. Es por tal motivo que con el tiempo surgiera un área encargada de dirigir todas las actividades de la cadena de suministro, la administración de la cadena de suministro.

Logística

Desde el punto de vista empresarial, la logística se refiere a la forma de organización que adoptan las empresas a lo referente al aprovisionamiento de materiales, producción, almacén y distribución de productos. (Gómez, 2013) se menciona además que el concepto de logística ha ido sufriendo transformaciones, el cual se puede diferenciar en tres ámbitos.

- Logística como distribución física, centrándose en la reducción de los costos de transporte.
- La logística como integración de actividades internas, distribución física y fabricación.
- La logística como integración de actividades internas y externas del flujo de materiales en la cadena de suministro en la que se halla integrada la empresa.

Por otro lado, el consejo de dirección logística (CLM, por sus siglas en inglés) da la siguiente definición:

La logística es la parte del proceso de la cadena de suministros que planea, lleva a cabo, controla el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes.¹

Third Party Logistics (3PL)

El operador logístico, también conocido como tercero logístico, lleva a cabo una o más de las actividades relacionadas con el flujo de productos, información y fondos que podrían ser llevados a cabo por la misma compañía. Tradicionalmente el 3PL, se ha enfocado en funciones específicas, tales como transporte, almacenaje y tecnología de la información dentro de la cadena (Chopra & Meindl, 2008).

¹De las normas del Consejo de la dirección logística, a través de la página web del CLM, [http:// www.clm1.org](http://www.clm1.org).

Análisis de decisiones

Cuando las consecuencias de las decisiones alternativas se conocen con alto grado de certidumbre se pueden utilizar algunos modelos matemáticos útiles: programación lineal, programación no lineal, programación entera entre otros, con funciones que especifican las consecuencias de cada combinación de decisiones (Hillier & Liberman, 2010). En muchos casos las decisiones se deben tomar en un entorno de bastante incertidumbre, lo que dificulta la utilización de estos modelos, pues los escenarios futuros presentan bastante variabilidad debido a su naturaleza de aleatoriedad.

Como se pudo observar, hay dos tipos de decisiones, decisiones con certidumbre e incertidumbre. Este trabajo le compete la toma de decisiones bajo certidumbre, ya que los datos se conocen con certeza. Este tipo de decisiones puede ser afectada además por valoraciones subjetivas que pueden generar errores.

Teoría de decisión multicriterio

Para comprender la intención del análisis de decisiones multicriterio, se tiene que comprender previamente el concepto de valoración. Aznar & Guijarro (2012) dan el siguiente concepto:

La valoración es la ciencia aplicada, que tiene como objetivo la determinación del valor de un bien, teniendo en cuenta los elementos de comparación, características o variables explicativas que lo caracterizan, el entorno económico temporal en que se encuentra, mediante la utilización de un método contrastado de cálculo, aplicado por un tasador profesional, y que permita al experto incorporar tanto el conocimiento objetivo y las variables cuantitativas, como el conocimiento subjetivo y las variables cualitativas.

Por lo tanto, se puede comprender el objetivo central del estudio de la decisión multicriterio " universalmente conocida con las siglas MCDM (Multiple Criteria Decision Making) es ayudar a la toma de decisiones en el mundo de la empresa "(Aznar& Guijarro, 2012).

En las palabras de Moreno- Jimenez (1996):

Se entiende por decisión multicriterio, el conjunto de aproximaciones, métodos, modelos, técnicas y herramientas dirigidas a mejorar la calidad integral de los procesos de decisión seguidos por los individuos y sistemas, esto a mejorar la efectividad, eficacia y eficiencia de los procesos de decisión y a incrementar el conocimiento de los mismos (valor añadido al conocimiento).

Es por esto que, para el objetivo de la valoración de alternativas, la teoría de decisiones multicriterio aporta los métodos que permiten su realización.

Métodos de decisión multicriterio.

Aznar & Guijarro (2012) proponen los siguientes métodos basados en la teoría de decisión multicriterio, para abordar todo tipo de valoración desde una perspectiva más completa:

- Método CRITIC
- Método de la Entropía
- Método de la Orden simple
- Programación por metas
- Proceso analítico jerárquico
- Multicriteria Valuation Method (MAVAM)
- Proceso analítico en Red
- Analytic Multicriteria Valuation Method

Matriz pareada

Según Arrow y Raynaud (1986) “Tenemos que admitir que un cerebro normal no está creado para tomar decisiones complejas mediante criterio múltiples: la cantidad de información es demasiado grande como para permitir un tratamiento simultaneo (...) De acuerdo con la experiencia personal, estimamos que cuatro criterios y cuatro alternativas es el máximo de complejidad tratable por el ser humano”.

Para superar esta limitación en la capacidad de procesamiento, Saaty propone realizar comparaciones pareadas entre los distintos elementos, ya que el cerebro humano está perfectamente adaptado a las comparaciones de dos elementos entre sí y para ello plantea la escala fundamental vista anteriormente (Aznar & Guijarro, 2012)

Las comparaciones pareadas de los distintos elementos (criterios entre sí, o bien alternativas con respecto a cada criterio) se pueden realizar utilizando distintos tipos de encuesta, la Tabla 1 recoge una de las posibles.

Tabla 1

Comparación PREGUNTA: Teniendo en cuenta el Criterio 1 que alternativa es mejor y cuanto	Notación
La Alternativa 1 o la Alternativa 2	1/3
La Alternativa 1 o la Alternativa 3	2/1
La Alternativa 2 o la Alternativa 3	5/1

Fuente: Aznar & Guijarro, 2012

Teniendo en cuenta la encuesta de la Tabla se construye una matriz cuadrada $An \times n$

$$A = [a_{ij}]$$

$$1 \leq i, j \leq n$$

donde a_{ij} representa la comparación entre el elemento i y el elemento j a partir de los valores de la escala fundamental.

Escala fundamental de Saaty

Tabla 2

VALOR	DEFINICIÓN	COMENTARIOS
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente al criterio A sobre el B
7	Importancia muy grande	El criterio A es mucho más importante que el B
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B esta fuera de toda duda
2,4,6 y 8	Valores intermedios entre los anteriores, cuando es necesario matizar	
Recíprocos de lo anterior	Si el criterio A es de importancia grande frente al criterio B las notaciones serían las siguientes. Criterio A frente a criterio B 5/1 Criterio B frente a criterio A 1/5	

Fuente: Aznar & Guijarro, 2012

Método de la Entropía

Este método fue propuesto por Zeleny (1982) como un método objetivo de cálculo de los pesos de los criterios. Parte del supuesto de que en un criterio j “la importancia relativa del criterio j en una situación dada de decisión, medida por su peso w_j , está directamente relacionada con la cantidad de información intrínsecamente aportada por el conjunto de las alternativas respecto a dicho criterio. Más concretamente y refiriéndose siempre al criterio j en cuestión, cuando mayor diversidad haya en las evaluaciones (valores) de las alternativas, mayor importancia deberá tener dicho criterio en la decisión final, pues mayor poder de discriminación entre las alternativas posee” (Barba-Romero y Pomerol, 1997).

Se empieza por normalizar por la suma los distintos valores de los criterios.

El cálculo de la entropía del criterio E_j se realiza utilizando la expresión

$$E_j = -K * \sum_i (a_{ij} * \log a_{ij})$$

Siendo $k = \frac{1}{\log m}$, y m el número de alternativas

La entropía calculada es tanto mayor cuanto más similares son las a_{ij} consideradas. Como lo que nos interesa es medir la Diversidad, a partir de E_j , se calcula la diversidad

$$D_j = 1 - E_j$$

Finalmente, la diversidad de cada criterio se normaliza por la suma y se obtiene la ponderación buscada

$$w_j = \frac{D_j}{\sum_j D_j}$$

Los w_j expresan la ponderación o peso de cada uno de los criterios.

Método de la Entropía modificado

En situaciones en las que un tomador de decisiones tiene una ponderación subjetiva a priori λ_j para un atributo, una ponderación de compromiso, w_0^j , que toma en cuenta tanto la preferencia subjetiva del tomador de decisiones como la ponderación objetiva de la entropía del atributo se calcula de la siguiente manera (Bazzazi, A. A., Osanloo, M., & Karimi, B., 2011):

$$w_j^0 = \frac{\lambda_j w_j}{\sum_{j=1}^n \lambda_j w_j}$$

Método VIKOR

El método VIKOR proporciona para el conjunto de alternativas una o varias soluciones de compromiso. El método VIKOR es apropiado para resolver problemas de decisión con criterios en conflicto y no conmensurables, es decir, con distintas unidades, o en el caso de que haya criterios cuantitativos y cualitativos. La solución de compromiso viene determinada como aquella que se encuentra a una distancia más corta de la solución ideal (Opricovic, S., & Tzeng, G. H., 2007).

Para obtener la solución (o las soluciones) de compromiso se siguen los siguientes pasos:

1. Se calculan los mejores, f_i^* , y los peores, f_i^- , valores de cada criterio:

$$\begin{array}{lll} f_i^* = \max_i f_{ij} & f_i^- = \min_i f_{ij} & \text{Si la función } i \text{ representa un beneficio} \\ f_j^* = \min_j f_{ij} & f_j^- = \max_j f_{ij} & \text{Si la función } i \text{ representa un coste} \end{array}$$

2. Se calculan los valores S_j , R_j y Q_j para cada alternativa:

$$\begin{aligned} S_j &= \sum_{i=1}^n w_i \frac{f_i^* - f_{ij}}{f_i^* - f_i^-} \\ R_j &= \max_i \left[w_i \frac{f_i^* - f_{ij}}{f_i^* - f_i^-} \right] \\ Q_j &= v \frac{S_j - S^*}{S^- - S^*} + (1-v) \frac{R_j - R^*}{R^- - R^*} \end{aligned}$$

Donde:

$$S^* = \min_j S_j, S^- = \max_j S_j, R^* = \min_j R_j, R^- = \max_j R_j$$

V toma el valor de 0.5 que corresponde a una situación de consenso, este es introducido como un peso de la estrategia de máxima utilidad, mientras que (1-v) representan la oposición.

3. Ordenamos las alternativas, según los valores de S, R y Q en orden decreciente. Los resultados son tres listas.

Determinamos como solución de compromiso la alternativa, $A^{(1)}$ que es la mejor clasificada según el valor de Q, es decir con valor de Q mínimo, si se satisfacen las dos condiciones siguientes:

a. Condición 1: Ventaja aceptable.

$$Q(A^{(2)}) - Q(A^{(1)}) \geq DQ,$$

donde, $A^{(2)}$ es la segunda alternativa según la clasificación de los valores de Q, y $DQ = \frac{1}{j-1}$, siendo j el número de alternativas.

b. Condición 2: Estabilidad aceptable en el proceso de decisión. La alternativa $A^{(1)}$ debe ser también la mejor clasificada según el listado de valores de S y/o R. Esta solución de compromiso es estable dentro de un proceso de decisión. Si una de las condiciones no es satisfecha, entonces se propone un conjunto de soluciones compromiso, el cual consiste en:

- Alternativas $A^{(1)}$ y $A^{(2)}$ si no es satisfecha la condición 2.
- Alternativas $A^{(1)}, A^{(2)}, \dots, A^{(M)}$, si no es satisfecha la condición 1; $A^{(M)}$ se determina teniendo en cuenta la relación $Q(A^{(M)}) - Q(A^{(1)}) < DQ$. Se considera que estas alternativas están dentro de la "cercanía" a la solución ideal.

Gestión de compras

En el contexto de este trabajo, el concepto de gestión de compras y el de administración de abastecimiento se usarán de manera indistinta. La siguiente descripción sobre la gestión de compras, nos aclara la importancia, que tiene la gestión de compras para las empresas.

El proceso de administración de abastecimiento empieza con el reconocimiento y termina con la supervisión de los proveedores y de las relaciones. Los pasos que lo conforman incluyen: reconocer y describir la necesidad, identificar las fuentes potenciales, seleccionar la fuente o las fuentes, determinar el precio y los términos, dar seguimiento y facilitar, recibir, pagar la factura y supervisar (Johnson et al, 2012). En resumidas palabras, la gestión de compras, se encarga de coordinar las actividades comerciales, con proveedores para mantener el suministro adecuado dentro de la organización.

Por otra parte, las compras se pueden clasificar haciendo uso de diferentes métodos y políticas, dependiendo de las intenciones y necesidades que tenga la empresa con los bienes comprados.

Clasificación de necesidades de compra

La importancia de tener las compras, depende de la necesidad que la empresa tenga, estas necesidades se categorizan para ser comprendidas por separado, bajo unos criterios. Según Johnson et al. (2012) estos criterios, pueden ser estratégicos, tradicionales y actuales adicionales.

Criterios estratégicos: Efecto financiero, riesgo, acceso a nuevas tecnologías, el aseguramiento de suministro en mercados restringidos, el aumento del ingreso, los beneficios competitivos potenciales, la imagen corporativa y otros más.

Criterios tradicionales: Calidad, cantidad, entrega, precio y servicio **Actuales adicionales:** Financieros, riesgo, impacto ambiental, innovación, cumplimiento y transparencia en las regulaciones, factores sociales y políticos.

Adicionalmente Johnson et al. (2012) realizan la siguiente categorización de las necesidades de compra:

Categorización de necesidades de compra

- **Reventa:** Compra de bienes, para posterior venta, con la intención de ganar un beneficio
- **Materias primas y semiprocesadas:** Materiales, e insumos para la producción.
- **Partes, componentes y empaques:** Materiales, que no son producidos por la empresa, y que se decide adquirir de un proveedor.
- **Mantenimiento, reparaciones, refacciones y repuestos (MRO):** Materiales de oficina, tecnologías de información, productos de aseo etc.
- **Capital:** Decisiones de inversión, activos fijos (terrenos, maquinaria, edificios), patentes, propiedad intelectual.
- **Servicios:** Consultoría, cafetería, servicio de comida, mensajería, limpieza, seguridad, mudanzas, inspecciones, mantenimiento, seguridad, etc.
- **Otros:** Compras ocasionales, inusuales:

Considerando lo anterior, las necesidades de compra se pueden clasificar, para tomar decisiones diferentes respecto a los bienes pertenecientes a cada categoría. Cada necesidad tiene diferentes criterios a considerar, como se pudo apreciar previamente.

Análisis de Pareto

Existen herramientas, que posibilitan la clasificación de elementos, de acuerdo a la cantidad y a su valor, para tomar controles y estrategias de acuerdo a sus resultados. La clasificación que más se utiliza en las empresas, para clasificar las compras y los artículos en inventario, se fundamenta en el principio de Pareto, el cuál observo que independiente del país que se estudiara, una pequeña parte de la población controlaba la mayor parte de la riqueza. Esta observación introdujo la curva que lleva su nombre, y la cuál es aplicable a diferentes situaciones.

Por lo general la curva de Pareto se aplica a los artículos comprados, al número de proveedores, a los productos que se mantienen en el inventario y a muchos otros aspectos. Con frecuencia, la curva de Pareto se denomina regla 80-20 o, de una manera más útil, análisis ABC (Johnson et al, 2012).

Tabla 3

Clase	Porcentaje de artículos totales en el inventario	Porcentaje de dinero total invertido en el inventario
A	10	70-80
B	10-20	10-15
C	70-80	10-20

Johnson P.F, Leenders M.R & Flynn A.E (2012). Clasificación ABC [Figura]. Recuperado de Administración de compras y abastecimientos

El cual da como resultado tres clases: A, B y C, cuando se aplica a esta disciplina, como se describe a continuación:

El principio de separación es muy poderoso en la administración de materiales porque permite concentrar los esfuerzos en las áreas que ofrecen beneficios más altos.

Administración del riesgo

En la cadena de suministro los riesgos se pueden clasificar en tres categorías principales:
1) operativo: el riesgo de una interrupción del suministro de bienes o servicios; 2)

financiero: el riesgo de que el precio de los bienes o servicios adquiridos cambie de manera significativa; 3) el riesgo de la reputación (Johnson et al, 2012).

Johnson et al (2012), además proporcionan los pasos del proceso de administración: 1) la identificación y la clasificación de los riesgos, 2) la evaluación del efecto y 3) una estrategia para enfrentarlos.

Una herramienta, que permite la clasificación de las compras en función de alguno o varios de los riesgos identificados, es la matriz de Kraljic, de la cual se explicará a continuación.

Matriz de Kraljic

Es un modelo que agrupa los productos comprados por la empresa en función de dos parámetros: Impacto que tiene la compra en el resultado de la empresa y el riesgo de suministro de dichos productos (Gómez, 2013). Esta matriz permite el establecimiento, respecto a cada elemento o grupo de elementos clasificado.

Kraljic (1983) menciona lo siguiente:

La necesidad de una estrategia de suministro de una empresa depende de dos factores: (1) la importancia estratégica de las compras en términos del valor agregado por línea de productos, el porcentaje de materias primas en los costos totales y su impacto en la rentabilidad, y así sucesivamente; y (2) la complejidad del mercado de suministro medido por la escasez de suministro, el ritmo de la tecnología y / o la sustitución de materiales, las barreras de entrada, el costo o la complejidad logística y las condiciones de monopolio u oligopolio (...)

Para la clasificación de los suministros, se realiza a través de la elaboración de una matriz. La matriz original elaborada por Peter Kraljic es la siguiente:

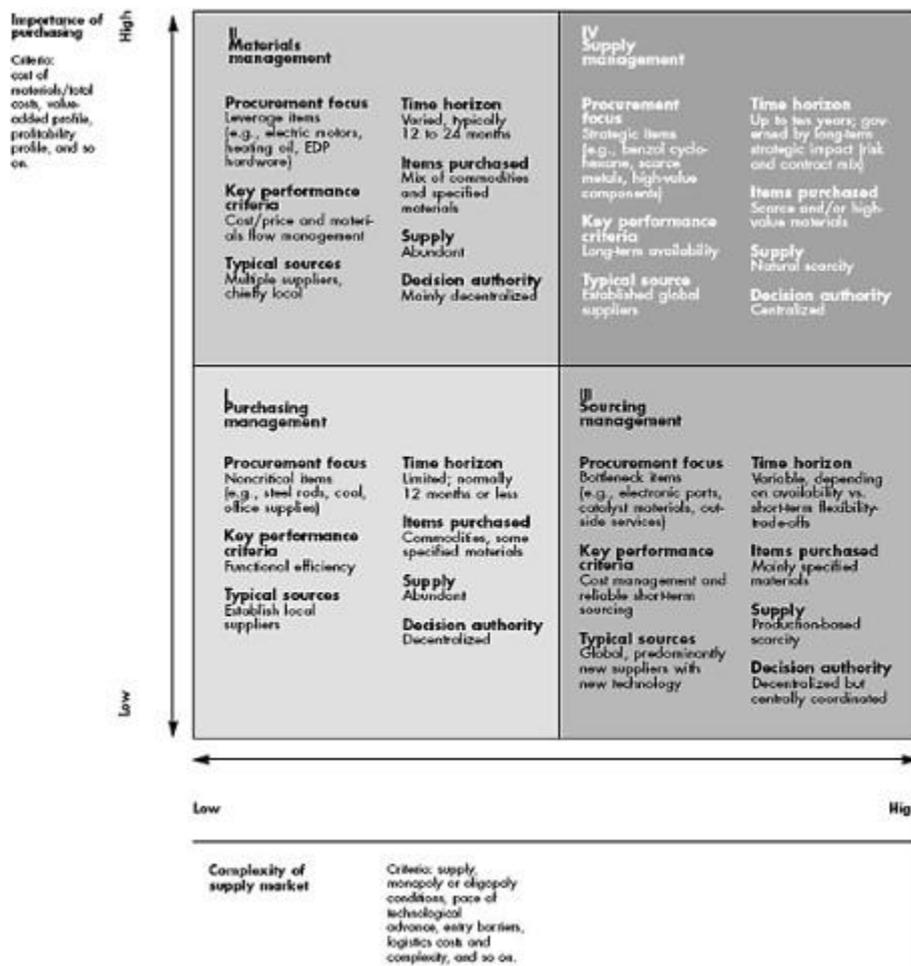


Ilustración 1

Peter Kraljic, "Purchasing Must Become Supply Management", en Harvard Business Review, 1983.

Otros autores han llamado a la matriz de Kraljic, análisis de portafolios o de cuadrantes.

6. OBJETIVOS

Objetivo general.

Proponer una metodología de selección utilizando toma de decisión multicriterio y una metodología de clasificación de necesidades de compra para el área de compra y abastecimiento.

Objetivos específicos.

- Realizar un estado del arte sobre selección de proveedores.
- Seleccionar las herramientas de toma de decisiones multicriterio para la metodología.
- Proponer una metodología para selección de proveedores utilizando toma de decisiones multicriterio.
- Aplicar la metodología en la empresa OM
- Aportar al área de compras y abastecimiento una metodología de clasificación de las necesidades de compra que sirva de herramienta para los agentes de compras, para el desarrollo de tácticas que permitan el alcance de objetivos estratégicos.
- Contribuir a la comunidad académica un estudio que contrasta lo mencionado en la teoría con los resultados de la práctica.
- Conocer las ventajas o desventajas encontradas por los responsables de compras, respecto a las herramientas propuestas.
- Discutir los resultados

7. METODOLOGÍA

7.1 Tipo de investigación

La propuesta investigativa planteada en este trabajo, inicia con una fase de investigación exploratoria, puesto que se realizarán entrevistas, encuestas y consulta de información en las bases de datos de la empresa con el fin de exponer la situación real actual. Posteriormente, se realizará el análisis de los datos para encontrar razones o causas que fundamenten el argumento de desarrollo del proyecto. Después de indagar y obtener resultados con los métodos desarrollados, se discuten los resultados para determinar si la propuesta de solución alcanza los objetivos.

7.2 Métodos de investigación

Se comprenderán los métodos cuantitativos, cualitativos y de carácter inductivos, puesto que se realizara el análisis de datos y cifras, además de considerar las opiniones y experiencias de cada uno de los miembros de la población de estudio; se hará una investigación individual de los hechos para generar conclusiones generales.

7.3 Técnicas de recolección de datos

Cómo se ha mencionado previamente, se realizarán encuestas y entrevistas a los miembros de la población, para recopilar juicios, datos y opiniones que sirvan para formar un panorama general de la situación. Adicionalmente se recogerán datos a partir de fuentes de datos históricas y documentos, para poder analizar la propuesta del proyecto.

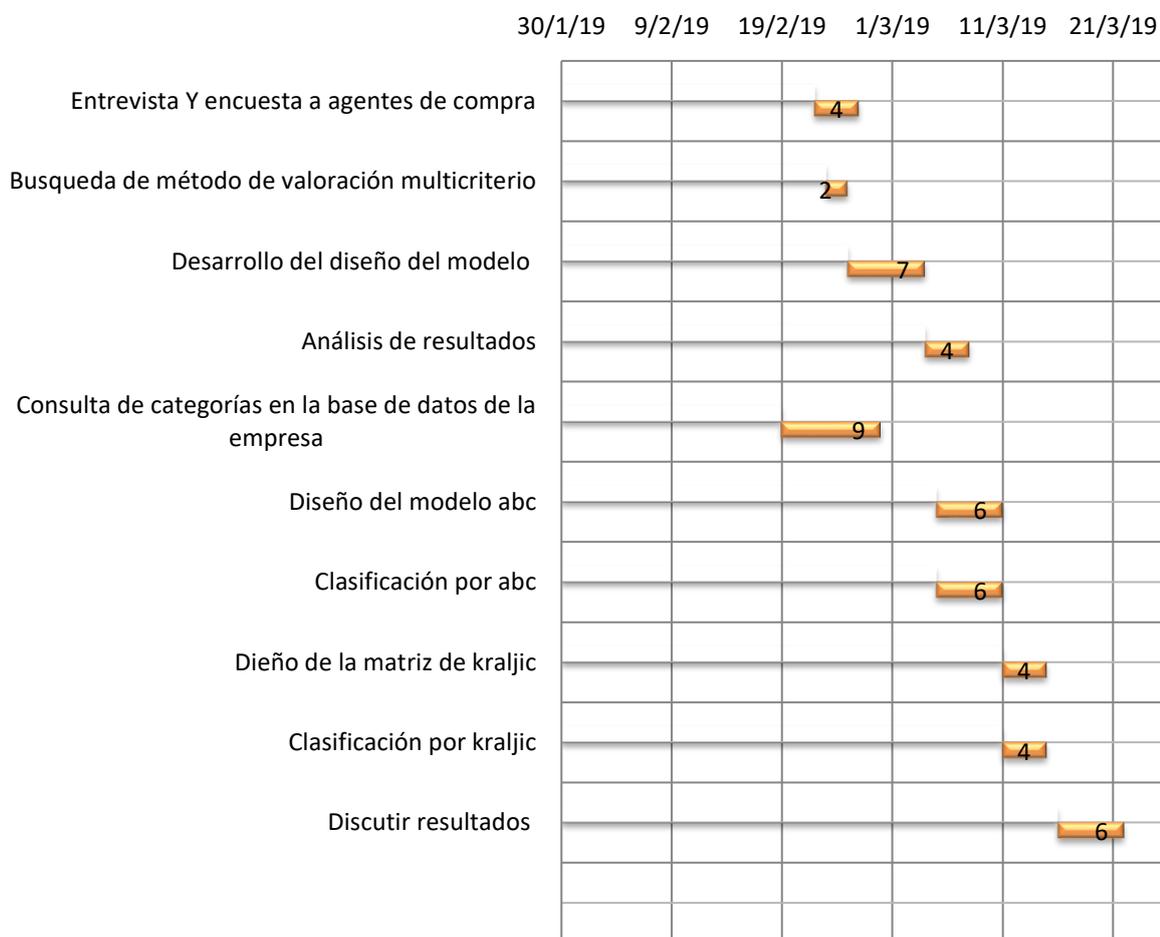
7.4 Presentación de la información

La información obtenida se presentará de forma tabular para realizar el análisis de los datos, se utilizarán matrices y gráficas diseñadas en Excel para inferir y plantear adecuadamente el desarrollo de los modelos de aplicación.

7.5 Cronograma

ACTIVIDAD	FECHA DE INICIO	FECHA FINAL	DURACIÓN
Entrevista Y encuesta a agentes de compra	22/02/2019	26/02/2019	4
Búsqueda de método de valoración multicriterio	23/02/2019	25/02/2019	2
Desarrollo del diseño del modelo	25/02/2019	04/03/2019	7
Análisis de resultados	04/03/2019	08/03/2019	4
Consulta de categorías en la base de datos de la empresa	19/02/2019	28/02/2019	9
Diseño del modelo abc	05/03/2019	11/03/2019	6
Clasificación por abc	05/03/2019	11/03/2019	6
Diseño de la matriz de kraljic	11/03/2019	15/03/2019	4
Clasificación por kraljic	11/03/2019	15/03/2019	4
Discutir resultados	16/03/2019	22/03/2019	6

CRONOGRAMA DEL PROYECTO



7.6 Desarrollo

7.6.1 Situación actual

Se realizó una investigación acerca de la situación actual del área de abastecimiento, realizando preguntas, consultando bases de datos y por medio de la observación minuciosa.

Método de selección de proveedor

Respecto al método que utiliza el área de abastecimiento para seleccionar proveedores nuevos y antiguos, se utiliza como herramienta un método de ponderación lineal basado principalmente en la valoración subjetiva dada por los agentes de compra. Si bien esta herramienta es sencilla y arroja resultados que se acercan a una solución ideal, no es una herramienta sofisticada. Al ser OM una empresa en constante crecimiento, es necesario que los agentes de compra cuenten con una herramienta basada en algoritmos matemáticos más sofisticados que den resultados con un mayor grado de objetividad y exactitud, reduciendo la variabilidad en la toma de decisiones y a su vez el riesgo.

Clasificación de las necesidades de compra

Apoyándose en el sistema ERP, la empresa puede tener un mayor control de los procesos de abastecimiento, ya que este sistema permite administrar requisiciones y órdenes de compra, registrar proveedores, además de estar vinculado con otras áreas de la empresa. Este sistema además permite organizar cada compra dentro de una categoría. Aunque el sistema permite agrupar los productos con características similares. Dentro del área y para conocimiento de los agentes de compra, no se cuenta con una clasificación de las necesidades de compra con un sentido estratégico que permita mejorar la toma de decisiones.

7.6.2 Recolección de información

Como se mencionó previamente, se abordarán dos problemas encontrados en el área de abastecimiento, la selección de proveedores a partir de un método objetivo de decisión multicriterio, y la clasificación de las necesidades de compra para el desarrollo de estrategias.

Para el desarrollo del método de selección de proveedores, primero se hizo una encuesta al área de abastecimiento para determinar los criterios más relevantes para cada categoría de compras al momento de seleccionar proveedores. En donde se concluyó que los agentes de compras en general al momento de seleccionar un proveedor tienen en cuenta los siguientes criterios:

- Tiempo de entrega
- Precio
- Experiencia del proveedor en el sector
- Garantía
- Concepto del área que realizó la solicitud

A partir del protocolo del área de abastecimiento, en donde se describe la metodología y los lineamientos que debe seguir el personal de abastecimiento, indica que el número mínimo de proveedores que se deben comparar es de tres. El número máximo de proveedores para comparar es arbitrario y depende del agente de compras, comúnmente el número máximo de proveedores es de seis.

Para la clasificación de las necesidades de compra, se consultó sistema ERP (SIGA) de la empresa que permite realizar registro de las ordenes de compras y en general la gestión de los procesos del área de abastecimiento de la empresa, se extrajo información acerca de las categorías de necesidades de compra. Actualmente la empresa clasifica sus compras en 17 categorías.

- Servicios
- Arriendo
- Insumos
- Compra de maquinaria, equipo, partes y otros
- Materiales para arreglos locativos
- Bienestar y otros gastos de personal
- Terrenos
- Honorarios
- Implementos de seguridad industrial
- Dotación
- Elementos de papelería
- Publicidad
- Bienes muebles
- Implementos de aseo
- Suscripciones y afiliaciones
- Suministros de cafetería
- Equipos de circuito cerrado de televisión

7.6.3 Desarrollo del método de selección de proveedores

Al determinarse los criterios de selección de proveedores quedo en evidencia que cuatro de los cinco criterios tomados en cuenta son de carácter cuantitativo. Estos criterios deberán ser ponderados a partir de métodos cuantitativos de toma de decisiones multicriterio como lo son el método de Entropía y VIKOR. Para el caso del criterio cualitativo se desarrolló una matriz pareada para cuantificar la opinión subjetiva del decisor respecto a ese criterio. Los modelos fueron desarrollados en Excel (ANEXO 1) y se dejarán como herramienta exclusivamente del área de abastecimiento. Se realizaron cuatro plantillas para tres y hasta seis proveedores.

7.6.3.1 Construcción del modelo en Excel

Para el desarrollo del modelo, se tomó como base la plantilla actual que maneja el área y se rediseño para poder aplicar los métodos de Entropía y VIKOR. Se utilizó dentro del mismo modelo una matriz pareada para cuantificar el concepto del área experta o solicitante respecto a cada uno de los proveedores. La comparación por pares se hizo teniendo como referencia la confianza que genera el proveedor en la persona que realiza la solicitud de compra o en el experto. Se construyó el mismo modelo para cada número de proveedores a comparar (3-6 proveedores). En este trabajo únicamente se mostrará modelo para tres proveedores, los demás podrán ser consultados en el Anexo 1.

Matriz pareada para tres proveedores

Para poder cuantificar la opinión del experto, es deseable realizar una encuesta por pares y registrar los datos obtenidos en la matriz pareada, de acuerdo a una escala de calificación propuesta por Saaty.

CONCEPTO DEL ÁREA/PERSONA EXPERTA

¿Cuál proveedor le genera mayor confianza?

PROVEEDOR	Extremadamen te mayor	Mucho mayor	Moderadamen te mayor	Igual	Moderadamen te mayor	Mucho mayor	Extremadamen te mayor	PROVEEDOR
ELECTROINDUSTRIALES SJ	0	1	0	0	0	0	0	INTERNACIONAL DE ELECTRICOS
INTERNACIONAL DE ELECTRICO	0	0	0	0	0	1	0	ELECTRICOS HR
ELECTROINDUSTRIALES SJ	0	0	0	1	0	0	0	ELECTRICOS HR

JUSTIFICACIÓN:

Elaborado por:

Ilustración 2

Fuente: Elaboración propia en Excel.

Tabla 4

Calificación área experta			Escala de cal	DESCRIPCIÓN
P(A) vs P(B)			1	P(A) Y P(B) son iguales
P(A)	P(B)	Puntaje	3	P(A) Es moderadamente mejor que P(PB)
P(1)	P(2)	5	5	P(A) Es mucho mejor que P(B)
P(2)	P(3)	1/5	7	P(A) Es extremadamente mejor que P(B)
P(1)	P(3)	1		
SU CALIFICACIÓN ES COHERENTE			1/3	P(B) Es moderadamente mejor que P(PA)
			1/5	P(B) Es mucho mejor mejor que P(A)
			1/7	P(B) Es extremadamente mejor que P(A)

Fuente: Elaboración propia en Excel.

Haciendo uso de las fórmulas en Excel los datos quedan registrados como se puede ver en la siguiente matriz:

Tabla 5

	P(1)	P(2)	P(3)
P(1)	1	5	1
P(2)	1/5	1	1/5
P(3)	1	5	1
	2,2	11	2,2

Fuente: Elaboración propia en Excel

A continuación, se calcula el vector propio:

Tabla 6

	P(1)	P(2)	P(3)	Wi
P(1)	4/9	4/9	4/9	45%
P(2)	0	0	0	9%
P(3)	4/9	4/9	4/9	45%

Fuente: Elaboración propia

Al calcular el vector propio, se determinan la ponderación para cada una de las alternativas respecto al criterio de confianza.

Método de entropía

Para realizar la ponderación de los criterios, ya teniendo todos los valores cuantitativos se aplica el método de la Entropía. Se organizan los valores en una matriz de comparación:

Tabla 7

Proveedor	CRITERIOS				
	Precio	Garantía	Concepto area experta	Tiempo Entrega	Experiencia
ELECTROINDUSTRIALES SJ	59500	10	0,454545455	15	25
INTERNACIONAL DE ELECTRICOS	29750	9	0,090909091	20	30
ELECTRICOS HR	83300	8	0,454545455	25	25

Fuente: Elaboración propia en Excel

Matriz normalizada

Posteriormente se normalizan por la suma los valores.

Tabla 8

aij (Matriz normalizada)	Precio	Garantía	Concepto area experta	Tiempo Entrega	Experiencia
ELECTROINDUSTRIALES SJ	0,34482759	0,37037037	0,454545455	0,25	0,3125
INTERNACIONAL DE ELECTRICOS	0,17241379	0,33333333	0,090909091	0,33333333	0,375
ELECTRICOS HR	0,48275862	0,2962963	0,454545455	0,416666667	0,3125

Fuente: Elaboración propia en Excel

Matriz de logaritmos para cada componente (aij)

Tabla 9

A cada valor aij normalizado se calcula su logaritmo.

log(aij)	Precio	Garantia	Concepto area experta	Tiempo Entrega	Experiencia
ELECTROINDUSTRIALES SJ	-0,462398	-0,43136376	-0,342422681	-0,602059991	-0,50514998
INTERNACIONAL DE ELECTRICOS	-0,76342799	-0,47712125	-1,041392685	-0,477121255	-0,42596873
ELECTRICOS HR	-0,31626996	-0,52827378	-0,342422681	-0,380211242	-0,50514998

El resultado es una matriz que contiene valores negativos.

Definir el parámetro K

Para calcular el parámetro K, se utiliza la ecuación $k=1/\log(n)$

$$k = \frac{1}{\log(3)} = 2.096 , n = 3$$

Matriz log(aij) * (aij)

Se multiplica cada elemento aij de la matriz normalizada por la matriz de logaritmos dando como resultado la siguiente matriz:

Tabla 10

log(aij)*aij	Precio	Garantia	Concepto area experta	Tiempo Entrega	Experiencia
ELECTROINDUSTRIALES SJ	-0,15944759	-0,15976436	-0,155646673	-0,150514998	-0,15785937
INTERNACIONAL DE ELECTRICOS	-0,13162552	-0,15904042	-0,094672062	-0,159040418	-0,15973827
ELECTRICOS HR	-0,15268205	-0,15652556	-0,155646673	-0,158421351	-0,15785937
suma	-0,44375515	-0,47533034	-0,405965408	-0,467976767	-0,47545701

Fuente: Elaboración propia en Excel

Se suma cada columna j de la matriz para determinar la entropía y posteriormente la dispersión.

Cálculo de la entropía y la dispersión

Se calcula la Entropía al sumar cada a_j , dando como resultado E_j

D_j se determina con la ecuación $D_j = 1 - E_j$

E_j	0,93006788	0,99624641	0,850864229	0,980834038	0,99651191
D_j	0,06993212	0,00375359	0,149135771	0,019165962	0,00348809

Fuente: Elaboración propia en Excel

Ponderación de los criterios

Tabla 11

Se normaliza cada elemento D_j para el cálculo de W_j objetivo y se multiplica por W_j subjetivo para la ponderación de cada criterio; esta ponderación tiene en cuenta tanto una valoración objetiva y subjetiva.

	obj	sub	obj*sub	Wj normalizada
Precio	28%	35%	10%	29%
Garantia	2%	15%	0,002293662	1%
Concepto area experta	61%	40%	0,243015289	70%
Tiempo Entrega	8%	5%	0,003903844	1%
Experiencia	1%	5%	0,000710477	0,20%

Fuente: Elaboración propia en Excel.

Modelo VIKOR

Variables directas

El precio y el tiempo de entrega son criterios indirectos, esto quiere decir que cuanto mayor sea su valor, esto tendrá un efecto inverso para la empresa, por lo que es necesario volver directos estos criterios, es decir cuanto mayor sea su valor se tendrá un efecto directamente proporcional para la empresa.

Tabla 12

	Precio	Garantia	Concepto area experta	Tiempo Entrega	Experiencia
ELECTROINDUSTRIALES SJ	59500	10	0,454545455	15	25
INTERNACIONAL DE ELECTRICOS	29750	9	0,090909091	20	30
ELECTRICOS HR	83300	8	0,454545455	25	25
max+0,000001	83300			25,000001	

Fuente: Elaboración propia en Excel.

Tabla 13

Se calcula el máximo para cada columna j y se suma un numero arbitrario en este caso 0.00001, luego se resta cada (aj), convirtiendo cada elemento (aj) en una variable directa

	Precio	Garantia	Concepto area experta	Tiempo Entrega	Experiencia
ELECTROINDUSTRIALES SJ	23800	10	0,454545455	10,000001	25
INTERNACIONAL DE ELECTRICOS	53550	9	0,090909091	5,000001	30
ELECTRICOS HR	9,9999E-07	8	0,454545455	1E-06	25

Fuente: Elaboración propia en Excel.

Mejor f y peor f

Tabla 14

Se normalizan los valores de la matriz de comparación y se calculan el mejor f y peor f

	Precio	Garantia	Concepto area experta	Tiempo Entrega	Experiencia
ELECTROINDUSTRIALES SJ	0,30769231	0,37037037	0,454545455	0,66666666	0,3125
INTERNACIONAL DE ELECTRICOS	0,69230769	0,33333333	0,090909091	0,33333333	0,375
ELECTRICOS HR	1,2928E-11	0,2962963	0,454545455	6,66667E-08	0,3125
fmax	0,69230769	0,37037037	0,454545455	0,66666666	0,375
fmin	1,2928E-11	0,2962963	0,090909091	6,66667E-08	0,3125
Wj	29%	1%	70%	1%	0%

Selección del proveedor

En Excel se calculan automáticamente la importancia de cada criterio frente a los demás:

Tabla 15

	Sj	Rj	Qj	Variable directa	Ponderación	
ELECTROINDUSTRIALES SJ	0,16046735	0,15843528		0	1,00001	57%
INTERNACIONAL DE ELECTRICOS	0,69833877	0,69505867		1	1E-05	0,001%
ELECTRICOS HR	0,29377578	0,28518351	0,242020142		0,757989858	43%

Si $Q_j = 0$ o es el más cercano a 0, esta alternativa se selecciona siempre y cuando S_j o R_j también sean el mínimo valor y se cumpla con el criterio de venta comparativa explicado previamente.

Ventaja comparativa

La ventaja comparativa indica que tanto se acerca la alternativa seleccionada al ideal en comparación con las demás alternativas. Si la alternativa $_$ es menor al parámetro $__$ esto indica que cualquier alternativa se puede seleccionar pues no hay una gran diferencia entre la primera y las demás alternativas, por lo tanto, existe un conjunto de alternativas que se acercan a la solución ideal.

Para el ejemplo presentado en este trabajo, se tomaron valores de prueba cercanos a la realidad, por lo tanto, la ventaja comparativa para este ejemplo indica que existe un conjunto de alternativas cercana a la solución ideal y no solo una alternativa, pues no hay una ventaja comparativa aceptable respecto a las demás alternativas.

$$0,24202014 \geq 0,5$$

Desarrollo de clasificación de las necesidades de compra

Para el desarrollo de la clasificación de las necesidades de compra se descargaron todos los datos relacionados con órdenes de compra realizadas en los últimos diez años, desde el 1 de enero del 2009 hasta 25 de marzo del 2019. Estos datos se descargan en Excel; al ser una gran cantidad de datos fue necesario utilizar tablas dinámicas para organizar la información. Para cada una de las diecisiete categorías antes mencionadas se descargaron los datos de órdenes de compra realizadas; estos datos incluyen: el valor total de cada una de las órdenes de compra, los tipos de productos que se compraron, los proveedores y el número de órdenes de compra a cada proveedor. Tendiendo la información organizada en tablas dinámicas se hizo un análisis de Pareto para determinar las categorías más importantes para la empresa respecto al gasto realizado o impacto financiero y a la cantidad total de órdenes de compra; estas categorías son denominadas CATEGORÍAS AA. Luego de aplicado el análisis de Pareto a las categorías, se hizo lo mismo para cada producto dentro de cada categoría, determinando los más importantes para la empresa denominándose PRODUCTOS AA. Para tomar decisiones estratégicas en cuanto a estos productos se utilizó la matriz de Kraljic para su clasificación. Toda la clasificación fue desarrollada en Excel y se pretende que sea material de apoyo para el personal de compras incluyendo a la jefatura. Esta clasificación podrá ser consultada en el ANEXO 2.

8. RESULTADOS

Análisis de Pareto respecto al impacto financiero

El análisis de Pareto indica que cerca del 30% de las categorías representa el 85.23% de los

Tabla 16

gastos totales de la empresa en un periodo de 10 años.

#	CATEGORÍA	GASTO TOTAL	Wa	Wg	P CATEGORÍA	P GASTO	TIPO
1	Servicios	\$ 233.495.626.391,40	5,88%	43,81%	29,41%	85,23%	A
2	Arriendos	\$ 81.274.311.701,20	11,76%	59,06%			
3	Insumos	\$ 60.108.353.264,17	17,65%	70,34%			
4	Compras Maquinaria, equipos, partes Y Otros	\$ 57.319.488.152,65	23,53%	81,09%			
5	Materiales Para Arreglos Locativos	\$ 22.078.812.745,65	29,41%	85,23%			
6	Bienestar Y Otros Gastos De Personal	\$ 18.481.206.002,98	35,29%	88,70%	35,29%	12,68%	B
7	Terrenos	\$ 16.320.267.287,29	41,18%	91,76%			
8	Honorarios	\$ 9.824.466.479,69	47,06%	93,61%			
9	Implementos De Seguridad Industrial	\$ 9.824.466.479,69	52,94%	95,45%			
10	Dotación	\$ 9.123.637.346,53	58,82%	97,16%			
11	Elementos De Papeleria	\$ 4.020.752.540,22	64,71%	97,92%	35,29%	2,08%	C
12	Publicidad Open Market	\$ 3.343.568.002,16	70,59%	98,54%			
13	Bienes Muebles	\$ 2.811.249.190,64	76,47%	99,07%			
14	Implementos De Aseo	\$ 2.298.368.678,10	82,35%	99,50%			
15	Suscripciones Y Afiliaciones	\$ 1.436.714.845,24	88,24%	99,77%			
16	Suministros De Cafeteria	\$ 1.013.853.807,59	94,12%	99,96%			
17	Equipos Circuito Cerrado De Television	\$ 201.048.262,01	100,00%	100,00%			

Fuente: elaboración propia

Este análisis también muestra que los servicios es la categoría que representa un mayor gasto para la empresa, seguido por arriendos e insumos.

Gráfico análisis de Pareto, órdenes de compra

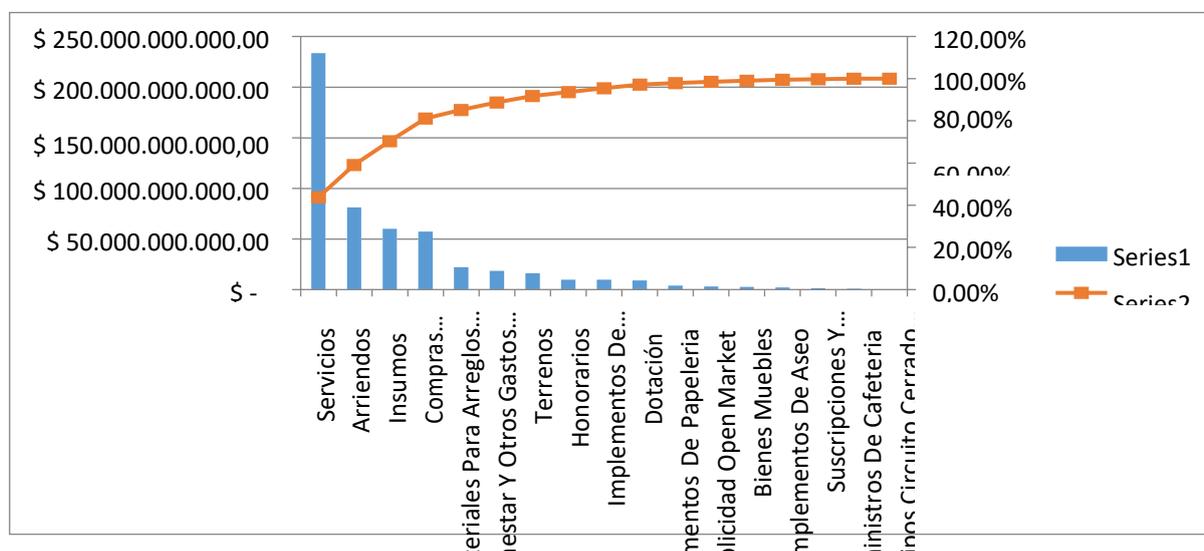


Ilustración 3

Fuente: elaboración propia

Análisis de Pareto respecto al número de órdenes de compra

Del mismo modo aproximadamente un 35% de los artículos representa el 77% de las órdenes de compra totales que se han hecho en los últimos 10 años.

Tabla 17

#	CATEGORÍA	# ORDENES DE COMPRA	Wa	Wo	P CATEGORÍA	P OC	TIPO
1	Servicios	16445	5,88%	18,43%	35,29%	77,07%	A
2	Insumos	15699	11,76%	36,02%			
3	Materiales Para Arreglos Locativos	10646	17,65%	47,95%			
4	Bienestar Y Otros Gastos De Personal	9273	23,53%	58,34%			
5	Compras Maquinaria, equipos, partes Y Otros	9138	29,41%	68,58%			
6	Elementos De Papeleria	7575	35,29%	77,07%			
7	Implementos De Aseo	5438	41,18%	83,17%	29,41%	18,14%	B
8	Suministros De Cafeteria	4534	47,06%	88,25%			
9	Arriendos	3174	52,94%	91,80%			
10	Publicidad Open Market	1780	58,82%	93,80%			
11	Bienes Muebles	1260	64,71%	95,21%			
12	Dotación	1173	70,59%	96,53%	35,29%	4,79%	C
13	Honorarios	1143	76,47%	97,81%			
14	Implementos De Seguridad Industrial	1143	82,35%	99,09%			
15	Suscripciones Y Afiliaciones	590	88,24%	99,75%			
16	Equipos Circuito Cerrado De Television	129	94,12%	99,89%			
17	Terrenos	95	100,00%	100,00%			

Fuente: elaboración propia

El análisis también muestra que la categoría de servicios es la categoría que genera la mayor cantidad de órdenes de compra, seguido por insumos y materiales para arreglos locativos.

Gráfico análisis de Pareto, órdenes de compra

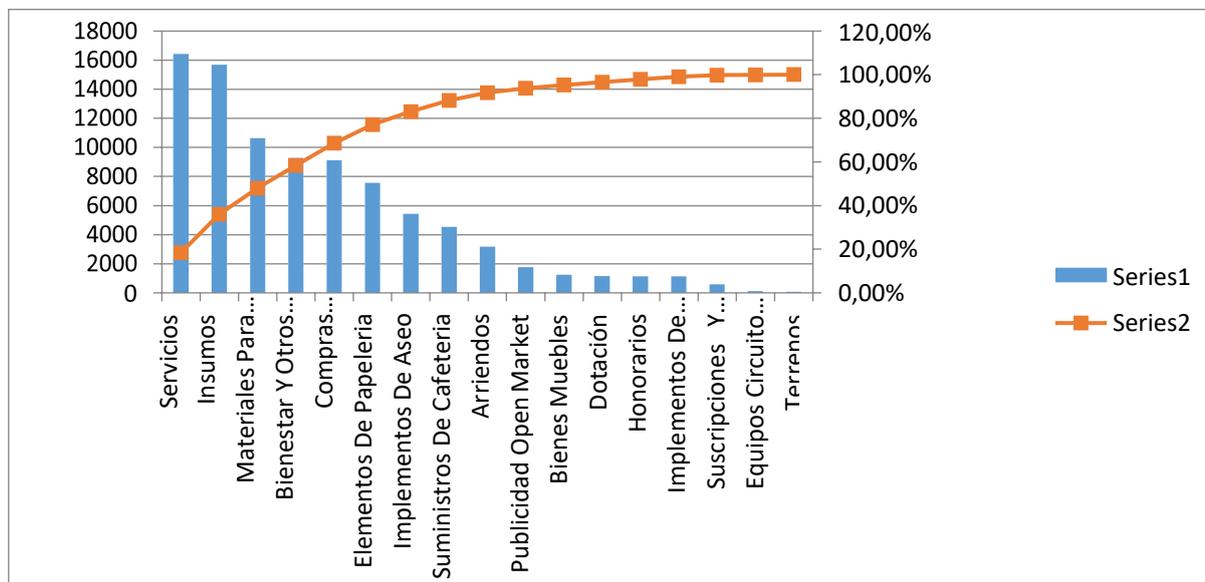


Ilustración 4

Fuente: elaboración propia

Categorías AA

Las categorías AA son aquellas categorías que se clasificaron en ambos análisis como categorías Tipo A, es decir aquellas que representa aproximadamente el 80 % del gasto total y el número de órdenes de compra total en los últimos 10 años.

Después de realizado el análisis, las categorías que obtuvieron clasificación A en ambos análisis son las siguientes:

- **Servicios**
- **Insumos**
- **Materiales para arreglos locativos**
- **Bienestar y otros gastos de personal**
- **Compras Maquinaria, equipos, partes Y Otros**

Estás categorías han sido las más importantes para la empresa en los últimos diez años. Por lo tanto, se realizará otra clasificación para cada una de ellas, determinando los productos más importantes en cuanto a gasto total y número de órdenes de compra realizadas. Las tablas fueron construidas del mismo modo, pero al ser tablas de un gran tamaño debido al gran volumen de productos registrados en cada categoría se dificulta la presentación en este trabajo. Estos análisis se podrán consultar en el anexo 2.

Luego de realizada la clasificación de productos AA, es decir productos que representan cerca del 80% del gasto total y número de órdenes de compra dentro de cada categoría. Estos productos se clasificaron de acuerdo al riesgo de suministro y su impacto financiero o gasto total. Para esto se utilizó la matriz de Kraljic que clasifica los productos según los criterios antes mencionados. Como se indicó anteriormente las compras se pueden clasificar en cuatro clases: estratégicos, apalancamiento, cuello de botella y no primordiales. La matriz de Kraljic fue construida en Excel, y el riesgo de suministro se determinó a partir del número de proveedores en la base de datos del sistema SIGA para cada producto comprado. El impacto financiero se determinó de manera similar consultando el gasto total que representa ese producto en comparación con los otros productos AA de la misma categoría.

Aplicación matriz de Kraljic

Luego de determinar los productos AA en cada una de las cinco categorías AA, se realizó una clasificación en una matriz de Kraljic para cada producto.

Categoría servicios productos AA

Tabla 18

#	SERVICIOS
1	PERSONAL TEMPORAL
2	ENVIO MERCANCIA
3	SERVICIO VIGILANCIA
4	SERVICIOS OCASIONALES DE ASEO
5	DISTRIBUCION Y TRANSPORTE REEXPEDICIONES

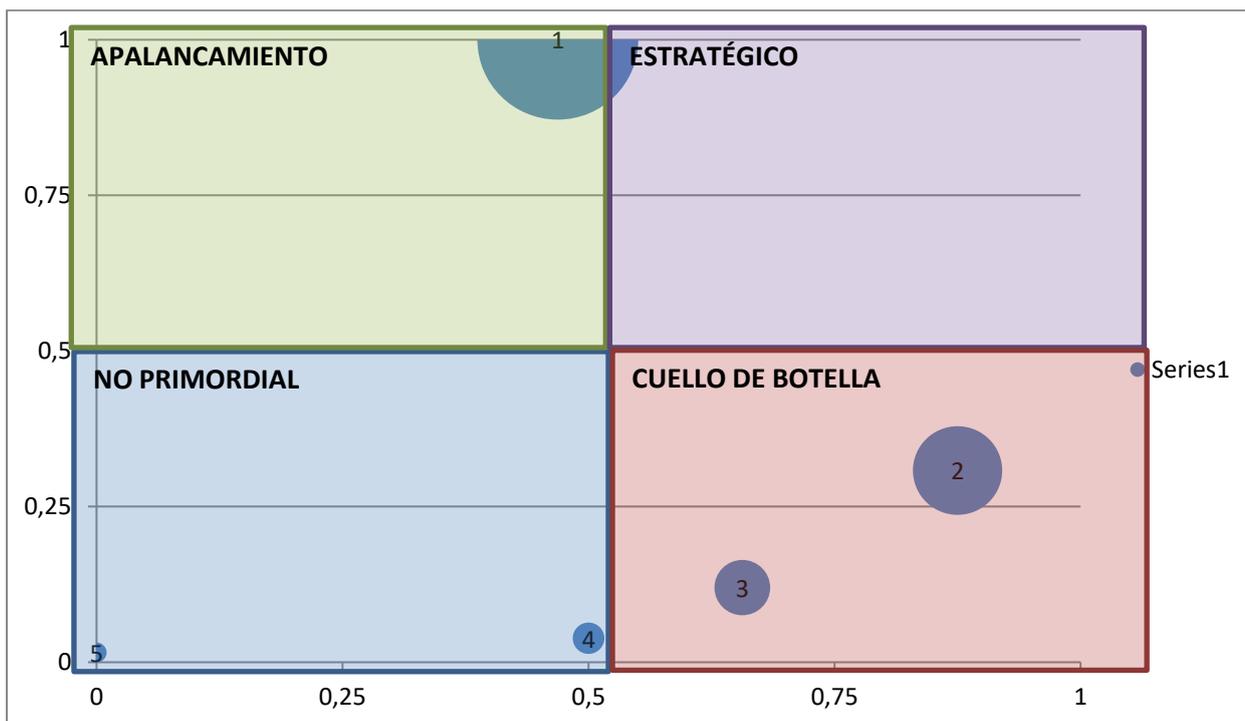


Ilustración 5

Categoría insumos productos AA

Tabla 19

#	INSUMOS
1	Hielo Seco
2	GEL X 500GR
3	Etiquetas Acustomagnética
4	Pelicula Stretch Calibre 6
5	Lacado doble
6	Nevera De 48 Lts
7	Neveras De 10 Lts
8	Burbuja en PVC para Today * 3
9	Neveras De 20 Lts
10	Burbuja en PVC para Chapstick
11	Check Point Blanco
12	Burbuja en PVC cal 12 para electro sellado de chapstick gran
13	Burbuja en PVC para Today * 6
14	Burbuja en PVC cal 12 para electro sellado de chapstick pequ
15	Lacado de tarjeta
16	LAMINA 20 Litros 30 horas
17	Cantag para 400gramos Mead Johnson
18	ADITIVO
19	PLASTICO BURBUJA
20	PAPEL KRAF

21	LAMINA 48 Litros 50 Horas
22	Burbuja today 3x4
23	Caja nevera mediana
24	LAMINA 48 Litros 30 horas
25	LAMINA 10 Litros 30 Horas
26	Corrugado Pequeño
27	Corrugado Mediano
28	Cantag para 900gramos Mead Johnson
29	ADITIVO PARA ZANASI
30	Almohadillas plásticas
31	LAMINA 48 Litros 48 Horas
32	Precintos De Seguridad Metalico
33	Rollo termoencogible 5 capas 10" x 15 micras
34	CINTA TRANSPARENTE GRUESA
35	Cinta Logo Open Market
36	Sticker 108*63 Esmaltado Adhesivo Corriente A 1 Fila Core 3
37	Corrugado Grande
38	Rollo termoencogible 5 capas 16" x 15 micras
39	Rollo termoencogible 5 capas 8" x 15 micras
40	Rollo termoencogible 5 capas 12" x 15 micras
41	Cinta Ribbon 110 * 450 outside
42	Rollo termoencogible 5 capas 14" x 15 micras
43	Cinta Impresora Sato Cl 408 E -Inside
44	Rollo termoencogible 5 capas 20" x 15 micras
45	CINTA RIBON 410 * 110
46	CAJA TIPO J
47	Caja No 3- Boehringer
48	Sticker Oferta Pague 3 Lleve 4 08-2013
49	TINTA NEGRA PARA ZANASI
50	Cinta teflon 3/4 X 30 mts
51	Adhesi Barra Hotmel Ref 711 Multipack 7/16" x 10"
52	ROLLO TERMOENCOGIBLE 5 CAPAS 14" X 25 MICRAS
53	Precintos De Seguridad Plásticos (Alto Costo)
54	BURBUJA CHAPSTICK FUSION MIX MEGA 12-2013
55	Caja tipo D
56	Bolsa ziploc grande
57	Cinta de Enmascarar ¾
58	CAJA CORRUGADA GENERICA 1 02-2014
59	Caja tipo F

60	BURBUJA MAXYLASH PESTAÑINA TRAT CREC PEST x 7 g	50
61	Nevera americana	
62	Sticker 80*40 Esmaltado Adhesivo Corriente A 1 Fila Core 3	
63	Etiqueta 32X25 de Transferencia Térmica EN BLANCO	
64	Caja tipo B	
65	Etiqueta 80X40 de Transferencia Térmica EN BLANCO	
66	ADITIVO PARA IMAGE	
67	Caja tipo A	
68	Bolsas Poliolefina termoencogible 14*36*24	
69	Nevera holandesa	
70	Burbuja para electrosellado Duo pack	
71	ENGOMADO TARJETA MAXYLASH PESTAÑINA TRAT CREC PEST x 7 g	
72	Caja Mead Johnson 40.8x27.2x19.2cm	
73	TINTA	
74	Sticker Termico 80*40	
75	Sticker aéreo	
76	material delaminable White 100*50	
77	ETIQUETA PAP/TDL TAMAÑO 100 X 50 M.M., CORE DE 3"	
78	Caja No 1 PQ- Boehringer	
79	Caja tipo I	
80	ROLLOS STRETCH FILM 50X450 CALIBRE 8	
81	Caja No 6 PQ - Boehringer	
82	Caja Mead Johnson 43.6x32.8x14.5cm	
83	Tinta negra imagen	
84	Caja tipo G	
85	ETIQUETA 32*25 POLIPROPILENO TRANSPARENTE	
86	Aditivo video jet 1520	
87	Caja No 11- Boehringer	
88	PELICULA STRECH X 2	
89	Caja No 7 - Boehringer	
90	Rollo Termoencogible 5 capas de 14" X 19 Micras	
91	Etiqueta Esm 40*30	
92	Cinta resina para impresora sato 110 x 360	
93	Cinta logo Boehringer	
94	Plastico Tubular	
95	Lamina de icopor de 48 litros	
96	PRECINTOS DE SEGURIDAD J&J	
97	Material delaminable White 32*15	
98	Etiqueta Esm 100*50	
99	KILO SILICONA DELGADA	
100	Bolsa ziploc mediana	

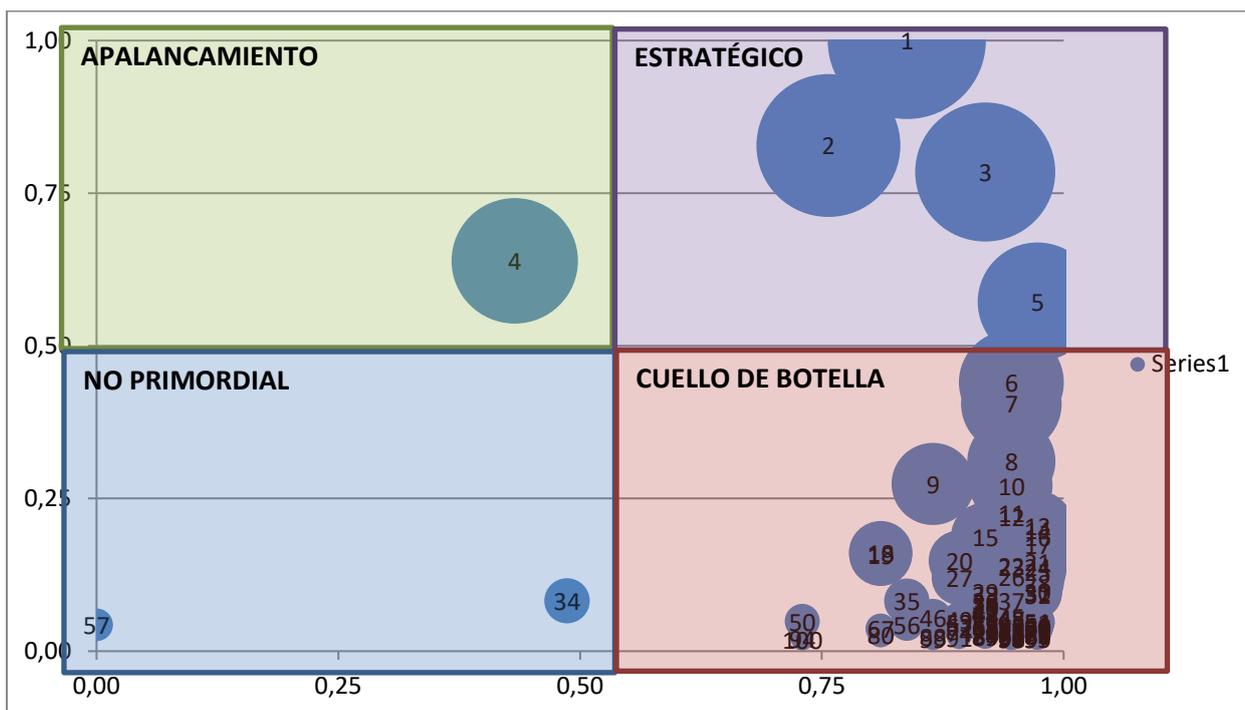


Ilustración 6

En la categoría insumos, se evidencio que los productos AA de dicha categoría en su mayoría son productos cuello de botella, esto se debe a que son productos con especificaciones únicas lo que dificulta la disponibilidad de proveedores a ofrecer productos sustitutos.

Categorías materiales para arreglos locativos productos AA

Tabla 20

#	MATERIALES
1	Servicio de Instalacion de acometida eléctrica
2	Fabricacion de Mezanine
3	Muro Cortafuego
4	FABRICACION Y SUMINISTRO DE MARCOS DE ESTANTERIA
5	ESTIBAS EN MADERA
6	Materiales electricos Maquinaria y equipo
7	LAMINAS METALICAS
8	MATERIALES DE CONSTRUCCION
9	Utilidad Obras y proyectos
10	Cerramiento Metálico
11	Ladrillo
12	Vigas
13	DRYWALL
14	CONCRETO DE 3000 PSI

15	MONTE Y/O DESMONTE DE ESTANTERIA
16	Tejas Galvanizadas
17	MALLA
18	REFLECTORES
19	Puerta
20	Pinturas
21	Fabricación estructura
22	ESTRUCTURA METALICA
23	Pintura Epoxica
24	Cable No 4 Ceros
25	DVD Blu-Ray de 50 GB
26	Pegacor
27	LUMINARIAS FLUORECENTES
28	AGLOMERADO
29	INMUNIZACION DE ESTIBAS
30	Antiblaze
31	Puertas En Aluminio
32	TABLERO ELECTRICO
33	CABLE 7 HILOS #12 BLANCO
34	Vidrio
35	ESTIBAS EN PLASTICO
36	Vinilo blanco
37	Puertas En Vidrio
38	Lampara matainsectos 2 tubos, bandeja y rejilla completa
39	Ventana en aluminio
40	ESTOPA
41	cubierta arquitectónica 730*3660mm trapezoidal acceso
42	Cemento
43	Película de Polarizar
44	puertas
45	Lamina de Alfajor
46	PROTECTORES ESTANTERIA
47	Cortina Enrollable Solar
48	Ventana
49	ESTUCO PLASTICO
50	Puertas de seguridad
51	BROCHAS
52	Cortina Enrollable Black Out
53	Puntilla en Libras
54	Cinta Antideslizante
55	CLAVIJA
56	ROLLO DE TERMOFILM
57	FIBRA OPTICA
58	Ladrillo prensado

59	Piso Porcelanato
60	SILLA FIJA
61	Cable encauchetado 4*10
62	CAJA TERMICA MEDIANA
63	LAMPARAS ELECTRICAS
64	Cable No 2
65	ENMARCACION CUADROS
66	Imprevistos Obras y proyectos
67	Escalera
68	Trabajo de Jardineria
69	Separador de fila retractil (cinta-tubo cromado)
70	Variadores de velocidad/ frecuencia.
71	FABRICACION DE MUEBLE METALICO
72	Brochas de 3 "
73	Instalación eléctrica para luminarias
74	Bombillos t8 x 17 w azules
75	Lampara 2x32 Hermetica Electrónicas
76	automotores
77	contactor de 32 Amperios 220V
78	TUBOS PROTECTORES
79	Cable encauchetado 3*12
80	ROUTHER
81	TUBO 1 1/2
82	Mano de obra de instalacion
83	SILICONA LIQUIDA
84	LIJAS
85	Candado Yale GRANDE
86	Angeo plástico
87	BOARD ASROCK P4145GV
88	CATALIZADOR EPOXICO
89	FABRICACION DE RAMPA EN LAMINA ALFAJOR
90	CINTA AISLANTE SUPER 33 3/4"
91	Puerta Metallica

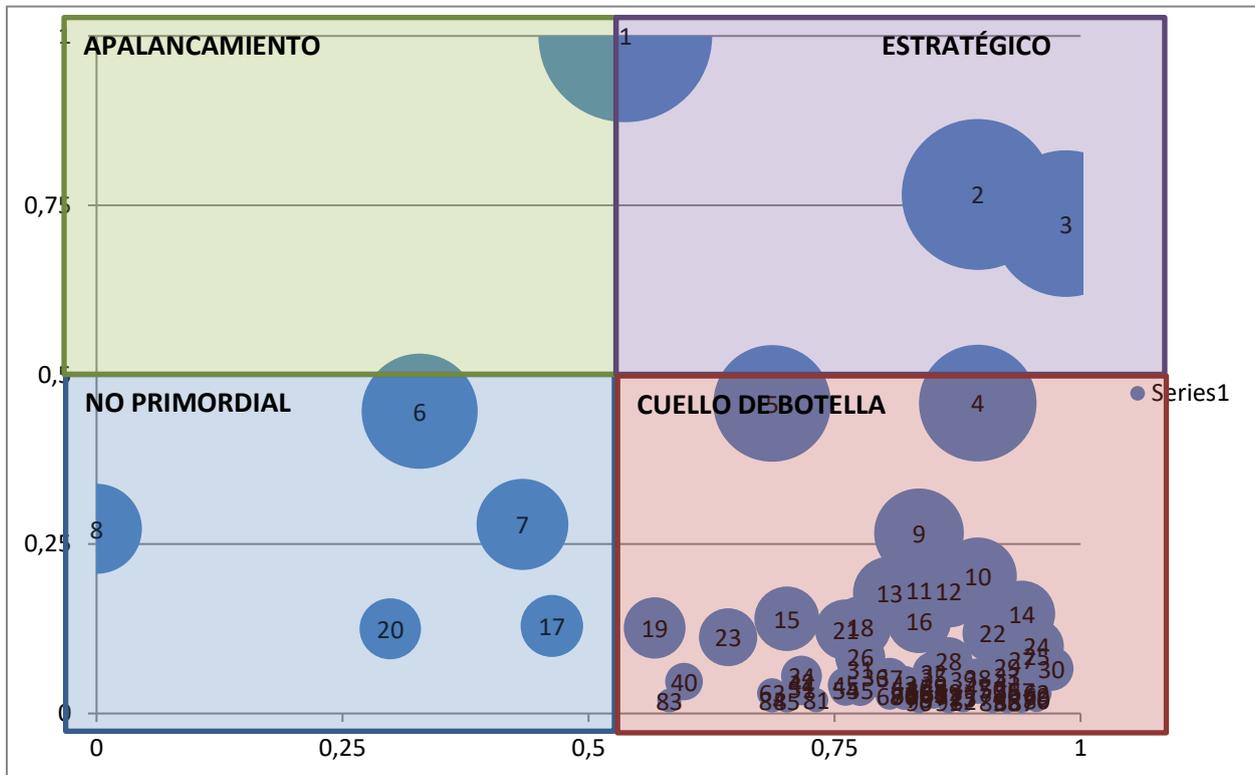


Ilustración 7

Para la categoría de materiales para arreglos locativos, se muestra un mayor grado de dispersión en comparación a la categoría insumos, sin embargo, se observa que del mismo modo la mayoría de productos solicitados son productos cuello de botella.

Categoría bienestar y otros gastos de personal productos AA

Tabla 21

#	BIENESTAR
1	Refrigerios
2	Mercado Comerdor principal
3	CAPACITACIÓN AL PERSONAL
4	EXAMENES MEDICOS
5	BONOS EXITO
6	Comidas
7	Impresion Arte Final
8	Mercados
9	ATENCION EMPLEADOS
10	ALIMETICIOS BIG PASS
11	Fotocopias
12	TIQUETES AEREOS
13	Recreacion
14	EVENTO
15	Servicio de coordinación logistica
16	ALQUILER DE SALON
17	EVENTO FIN DE AÑO

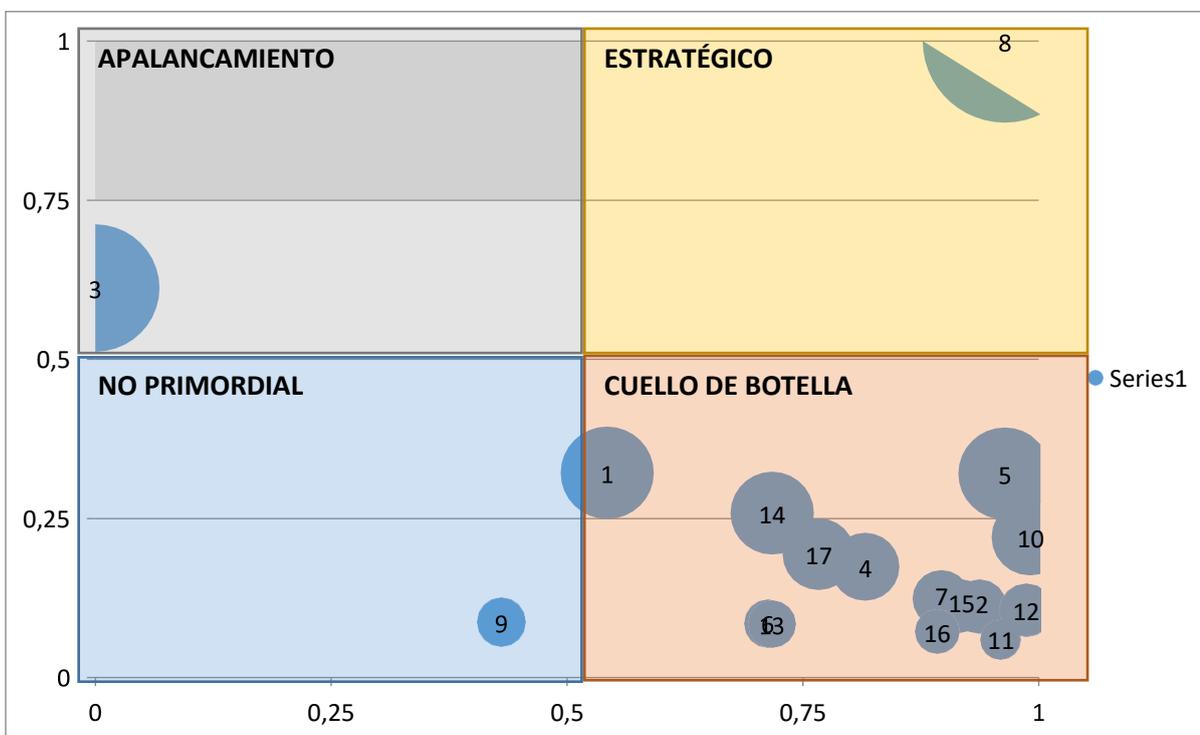


Ilustración 8

Los productos AA dentro de la categoría bienestar y otros gastos de personal se clasificaron como cuello de botella. Los mercados se clasificaron como estratégicos, debido a que tienen un alto impacto financiero y de riesgo.

Categoría compras de maquinaria, equipos, partes y otros productos AA

Tabla 22

#	MAQ
1	Estanteria Metalica Pesada
2	Montacargas
3	Tractocamion Kenworth T800
4	Cuarto de Conservación
5	Cuarto de Congelacion
6	Planta Electrica
7	Semiremolque Tipo Van 2 Ejes (Furgon)
8	Semiremolque
9	Computador Portatil HP
10	Software
11	Banda Transportadora
12	EQUIPOS DE RADIOFRECUENCIA
13	Precamara
14	EQUIPO DE COMPUTO DESKTOP con Licencia
15	Ampliación Hardware Eva4400
16	Codificadoras
17	Equipos de circuito cerrado de television.
18	Gabinete rack
19	Estibadora Manual Hidraulica 2 Ton
20	UPS
21	Sistema de control de acceso
22	Computador All in One HP
23	Sistema de Alarma contra robo
24	Gatos Hidraulicos
25	AIRE ACONDICIONADO CENTRAL
26	Computador desktop rq908la#abm con licencia
27	ACCES POINT CISCO
28	INSTALACION PUNTO DE DATOS
29	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO
30	Plataforma - Niveladora
31	Sistema de alarma contra incendio
32	Baterias Montacargas
33	SISTEMA DE RED CONTRA INCENDIOS
34	CAMARA DE SEGURIDAD
35	MATERIALES VARIOS

36	DATALOGGER TERMOHIGROMETRO
37	Hand Held MX7
38	Computador Desktop HP
39	Máquina selladora lateral
40	Datalogger Escort Termohigrometro
41	PORTATIL LENOVO T430
42	SCANNER
43	SWITCH HPE capa 3 + Poe DE 24 PUERTOS ADMINISTRABLE
44	Sistema completo de alarma
45	Licencias de antivirus
46	ACCES POINT CISCO 3502 REQUIERE CONTROLADOR
47	Estanteria De Flujo
48	SERVIDOR PROLIANT ML 150G3 5110HP
49	BASCULA TOLEDO DE 1750 KG MOD 2181
50	Sistema red de cableado estructurado y Electrico
51	Estibadora Manual Hidraulica 3 Ton
52	DVR
53	Computador Dx2200 con Licencia MT P4 820 (dual 2.8/800/2*1M)
54	CANASTILLA PLASTICA
55	Red de Video para CCTV
56	INSUM.UTILIZ.(INSECTICIDAS-RODENTICIDAS)
57	Switch

8	Semiremolque
9	Computador Portatil HP
10	Software
11	Banda Transportadora
12	EQUIPOS DE RADIOFRECUENCIA
13	Precamara
14	EQUIPO DE COMPUTO DESKTOP con Licencia
15	Ampliación Hardware Eva4400
16	Codificadoras
17	Equipos de circuito cerrado de television.
18	Gabinete rack
19	Estibadora Manual Hidraulica 2 Ton
20	UPS
21	Sistema de control de acceso
22	Computador All in One HP
23	Sistema de Alarma contra robo
24	Gatos Hidraulicos
25	AIRE ACONDICIONADO CENTRAL
26	Computador desktop rq908la#abm con licencia
27	ACCES POINT CISCO
28	INSTALACION PUNTO DE DATOS
29	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO
30	Plataforma - Niveladora
31	Sistema de alarma contra incendio
32	Baterias Montacargas
33	SISTEMA DE RED CONTRA INCENDIOS
34	CAMARA DE SEGURIDAD
35	MATERIALES VARIOS
36	DATALOGGER TERMOHIGROMETRO
37	Hand Held MX7
38	Computador Desktop HP
39	Máquina selladora lateral
40	Datalogger Escort Termohigrometro
41	PORTATIL LENOVO T430
42	SCANNER
43	SWITCH HPE capa 3 + Poe DE 24 PUERTOS ADMINISTRABLE
44	Sistema completo de alarma
45	Licencias de antivirus
46	ACCES POINT CISCO 3502 REQUIERE CONTROLADOR
47	Estanteria De Flujo
48	SERVIDOR PROLIANT ML 150G3 5110HP
49	BASCULA TOLEDO DE 1750 KG MOD 2181
50	Sistema red de cableado estructurado y Electrico

51	Estibadora Manual Hidraulica 3 Ton
52	DVR
53	Computador Dx2200 con Licencia MT P4 820 (dual 2.8/800/2*1M)
54	CANASTILLA PLASTICA
55	Red de Video para CCTV
56	INSUM.UTILIZ.(INSECTICIDAS-RODENTICIDAS)
57	Switch

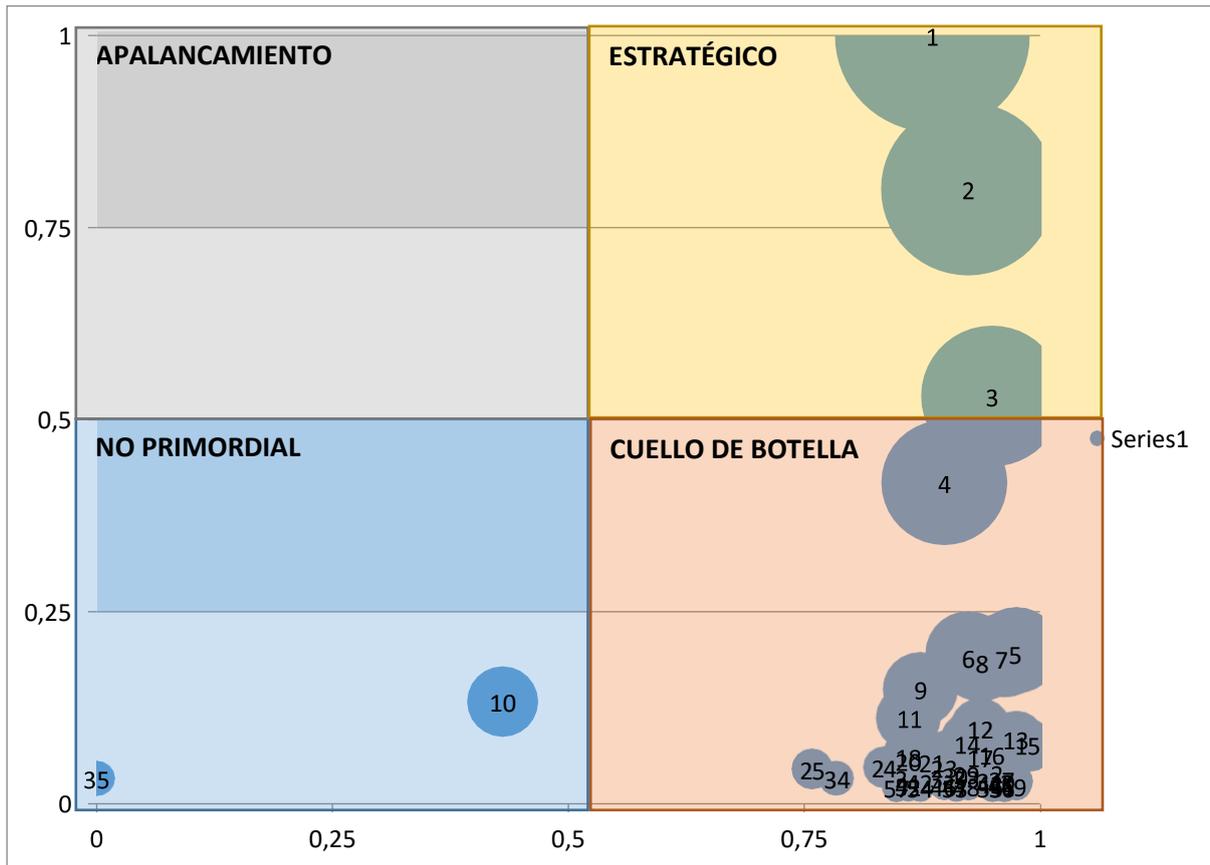


Ilustración 9

Dado que la maquinaria y equipo son productos muy específicos, se dificulta el abastecimiento, dado que el mercado no cuenta con proveedores que ofrezcan productos sustitutos.

7. CONCLUSIONES

- Se cumplió con el objetivo de seleccionar las herramientas de toma de decisiones multicriterio y proponer una metodología para la selección de proveedores.
- Se aplicó la metodología en la empresa OM, en la selección de un proveedor para la instalación de una red neumática
- Se comprobó que para la toma de decisiones multicriterio es importante combinar tanto una ponderación subjetiva como una objetiva para decidir con mayor precisión.
- Se aportó a el área de compras y abastecimiento una herramienta sistemática y objetiva para la selección de proveedores.
- Se desarrollo una metodología para la clasificación de las necesidades de compra para la empresa OM
- Se compararon los resultados reales del análisis de Pareto con el principio teórico. En donde se puede ver que en existe una aproximación bastante grande con el principio 80%-20%.
- Se demostró que en la empresa OM la mayoría de sus necesidades de compra más importantes son productos MRO (Mantenimiento, reparaciones y operaciones) y servicios, los cuales son cuello de botella. Por lo que se sugiere estandarizar este tipo de productos o servicio.
- Se propone desarrollar para las compras MRO un pronóstico de la demanda interna de estos materiales para obtener un aproximado de las provisiones requeridas y asegurar el suministro.
- Se observó que se dificulta introducir una herramienta de análisis compleja, cuando el personal del área está acostumbrada a tomar decisiones utilizando una herramienta más sencilla pero menos precisa, puesto que los resultados pueden llegar a ser similares y sus cálculos muchos más sencillos de realizar.
- La utilización de la herramienta de selección multicriterio, es únicamente útil cuando se tienen más de cuatro alternativas y criterios, por lo que es decisión del director de abastecimiento su aplicación o no ante este tipo de decisiones complicadas.
- La empresa suele mantener relaciones con pocos proveedores, centralizando y no diversificando su portafolio de fuentes de suministro.

8. BIBLIOGRAFÍA

- ARROW K.J. y RAYNAUD H. (1986): Social Choice and Multicriterion Decision-Making. The MIT Press, Cambridge, MA.
- Aznar, J., & Guijarro, F. (2012). Nuevos métodos de valoración, modelos multicriterio. Editorial Universitat Politècnica de València.
- BARBA-ROMERO S. y POMEROL J.CH. (1997): Decisiones multicriterio: Fundamentos teóricos y utilización práctica. Servicio Publicaciones Universidad de Alcalá.
- Bazzazi, A. A., Osanloo, M., & Karimi, B. (2011). Deriving preference order of open pit mines equipment through MADM methods: Application of modified VIKOR method. *Expert Systems with Applications*, 38(3), 2550-2556.
- Caballero Sotomayor, F. A. (2015). Aplicación de la matriz de Kraljic para la mejora en la gestión de adquisiciones de un proyecto de alta tensión.
- Chopra, S., & Peter, M. (2008). Administración de la cadena de suministro. PEARSON EDUCACIÓN,.
- Fajardo González, H. M. (2018). Análisis del sector de los operadores logísticos en Colombia, para la creación de un modelo de selección de servicios logísticos utilizando la metodología AHP (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá).
- Grajales, Q.A. Serrano,E. D., Von,H,H , & Christine, M. (2013). Los métodos y procesos multicriterio para la evaluación. *Luna Azul*, (36), 285-306.
- Gomez, J. M. (2013). Gestión logística y comercial. Mcgraw-Hill.
- González, A. G., & Ríos, R. G. (2010). Aplicación de las técnicas multicriteriales en la evaluación y selección de proveedores. *Ingeniería Industrial*, 24(2), 6.
- Herrera Umaña, M. F., & Osorio Gómez, J. C. (2006). Modelo para la gestión de proveedores utilizando AHP difuso. *Estudios Gerenciales*, 22(99), 69-88.
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2010). Introducción a la investigación de operaciones. Mcgraw-Hill.
- Johnson, P. F., Leenders, M. R., & Flynn, A. E. (2012). Administración de compras. Mcgraw-HILL.
- Kraljic, P. (1983). Purchasing must become supply management. *Harvard business review*, 61(5), 109-117.
- Mazo, A. Z., Giraldo, É. Y. G., & Parra, P. A. M. (2011). La evaluación de proveedores en la gestión del abastecimiento en las empresas del sector textil, confección, diseño y moda en Colombia. *Revista politécnica*, 7(13), 79-89.
- MORENO-JIMÉNEZ J.M. (1996). Metodología Multicriterio en el Plan Nacional de Regadíos.
- Opricovic, S., & Tzeng, G. H. (2007). Extended VIKOR method in comparison with outranking methods. *European journal of operational research*, 178(2), 514-529.
- Pacheco, C., & Shirley, A. (2014). Propuesta de mejora en la gestión de inventarios para el almacén de insumos en una empresa de consumo masivo.
- Zuluaga, C. A. C., Gallego, M. C. V., & Urrego, J. A. C. (2011). Clasificación ABC Multicriterio: tipos de criterios y efectos en la asignación de pesos. *Iteckne*, 8(2).

