

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA SELECCIÓN DE PROVEEDORES DE
BIENES DE UNA EMPRESA SUCROQUÍMICA.**

**GINNA MARCELA JIMÉNEZ RUIZ
LEIDY VANESSA OSPINA RESTREPO**



**UNIVERSIDAD DEL VALLE- SECCIONAL PALMIRA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
PALMIRA
2013**

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA SELECCIÓN DE PROVEEDORES DE
BIENES DE UNA EMPRESA SUCROQUÍMICA.**

**GINNA MARCELA JIMÉNEZ RUIZ
LEIDY VANESSA OSPINA RESTREPO**

**Proyecto de Grado presentado como requisito para optar al
Título de Ingeniero Industrial**

Director

Msc. CAMILO ANDRÉS MICÁN RINCÓN



**UNIVERSIDAD DEL VALLE- SECCIONAL PALMIRA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
PALMIRA
2013**

DEDICATORIA

A Dios, fuente vital de mi existencia, quien me da gracia y sabiduría a través del Espíritu para alcanzar mis metas, dentro de ellas la culminación del proyecto de trabajo de grado.

A mis padres por su lucha constante e inalcanzable, para brindarme grandes oportunidades y bienestar en mi vida. Que este trabajo sea un abono a una deuda invaluable. A mi esposo por su amor, apoyo incondicional, comprensión y consejos para perseverar en el logro de mis objetivos.

A mis demás familiares quienes me han brindado su infinito amor y me han enseñado la importancia de la unidad.

Leidy Vanessa

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme la oportunidad de salir adelante profesionalmente, por darme sabiduría diaria para afrontar todos los problemas que se pudieron presentar, por iluminar y guiar mi camino.

A mi familia, mi madre María Estelia Ruiz Rico, mi padre Diego León Jiménez Cuero y mi hermana Katherine Jiménez Ruiz, por ser el pilar de lo que soy, por apoyarme incondicionalmente y brindarme la seguridad que necesitaba para lograr mis objetivos, por ayudarme en todo momento, por sus consejos y su motivación constante.

A mis compañeros de carrera, especialmente a mi compañera de tesis Leidy Vanessa Ospina por brindarme tantos momentos gratos a lo largo de la carrera a nivel personal y académico, por apoyarme cuando lo necesitaba y brindarme motivación en momentos difíciles.

A mis maestros, por acompañarme en cada etapa de mi camino universitario.

Ginna Marcela

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro más profundo y sincero agradecimiento al Director Camilo Micán por su acompañamiento y dirección en la elaboración del trabajo de grado, por su constante dedicación y paciencia durante el proceso del desarrollo, quien con su experiencia, conocimientos y calidez humana, no solo nos ayudó a culminar este trabajo, sino también a enriquecernos profesionalmente y como seres humanos.

Al Gerente de Logística de suministros, Director y empleados de Compras de bienes Nacionales de la empresa sucroquímica, agradecemos su confianza, apoyo y sugerencias en el desarrollo del trabajo de grado.

A la Universidad del Valle, orgullo institucional regional y nacional, agradecemos por su excelente servicio en la formación de profesionales de alta calidad académica y humana.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
CAPITULO 1	5
PROBLEMA Y GENERALIDADES	5
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.1.1 Formulación del problema	10
1.2 OBJETIVOS	11
1.2.1 Objetivo general	11
1.2.2 Objetivosespecíficos	11
1.3 JUSTIFICACIÓN	12
1.4 MARCO TEÓRICO	13
1.4.1 Logística de suministros	13
1.4.2 Proveedor	13
1.4.3 Criterio de selección	14
1.4.4 Selección de proveedores	14
1.4.5 Método multicriterio	14
1.5 ESTADO DEL ARTE	15

CAPITULO 2	21
ESTABLECIMIENTO DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DEL PROCESO DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES DE UNA EMPRESA SUCROQUÍMICA	21
2.1 CARACTERIZACIÓN DEL CANAL FÍSICO DE SUMINISTROS DE LA EMPRESA SUCROQUÍMICA.	21
2.1.1 Organización de logística de suministros	23
2.1.1.2 Compra de Servicios	24
2.1.1.3 Almacenamiento y despacho de bienes	24
2.1.1.4 Gestión y desarrollo de proveedores	25
2.2 SUBPROCESO DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES DE BIENES IMPLEMENTADO ACTUALMENTE EN LA EMPRESA SUCROQUÍMICA.	26
2.2.1 Subproceso de selección de proveedores de bienes	27
2.2.2 Evaluación inicial de proveedores para vinculación y registro.	29
2.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DEL SUBPROCESO DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES DE BIENES.	31
CAPITULO 3	35
SELECCIÓN DEL MODELO MULTICRITERIO	35
3.1. CLASES DE MODELOS MULTICRITERIO	35
3.2 DEFINICIÓN DE LOS MÉTODOS DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES A ESTUDIAR.	37
3.2.1 Análisis envolvente de datos	38
3.2.2 Programación por objetivos	39
3.2.3 AHP (analytic hierarchy process)	39
3.2.4 QFD (Quality function deployment)	40
3.2.5 Teoría de conjuntos difusos (fuzzy set theory)	41
3.2.6 Razonamiento basado en casos	41
3.3 ELECCIÓN DEL MÉTODO DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES QUE SE AJUSTE A LOS PUNTOS CRITICOS DE MAYOR PRIORIDAD IDENTIFICADOS EN EL SUBPROCESO.	42
3.3.1 Estudios aplicados del método QFD-Fuzzy en la selección de proveedores	51

CAPITULO 4	53
DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE MODELO QFD – FUZZY	53
4.1. MODELO QFD	47
4.2. MODELO FUZZY	49
4.3. MODELO COMBINADO QFD Y FUZZY	53
4.3.1. Escala lingüística de evaluación de los DM's	54
4.3.2. Definición de los criterios	57
4.3.3. Determinación de los pesos de los criterios "QUE's"	60
4.3.5 Cuantificación de la importancia relativa de los criterios "COMO"	62
4.3.6 Construcción de la matriz de correlaciones entre los criterios externos "CÓMO"	65
4.3.7 Determinación del impacto de cada proveedor candidato sobre los criterios externos.	70
4.3.8 Clasificación de los proveedores	73
CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIONES	80
BIBLIOGRAFÍA	81
ANEXOS	87

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Movimiento de los elementos de entrada al proceso de generación de petición de oferta.....	6
Tabla 2. Comportamiento de decisiones en el proceso de análisis de gestión de compras.....	7
Tabla 3. Movimiento de elementos de salida del proceso de análisis de gestión de compras.....	9
Tabla 4. Tiempos de procesos de compras de bienes nacionales	9
Tabla 5. Artículos relacionados con la selección, clasificación, evaluación y revaluación de proveedores	15
Tabla 6. Caracterización del proceso de logística de suministros	21
Tabla 7. Criterios de evaluación inicial para vinculación de nuevos proveedores	30
Tabla 8. Escala de calificación de la evaluación inicial	31
Tabla 9. Puntos críticos del subproceso de selección de proveedores de bienes.....	32
Tabla 10. Necesidades del área de compra de Bienes a partir de los puntos críticos de mayor prioridad identificados en el subproceso de selección de proveedores.....	42
Tabla 11. Análisis de los métodos de selección de proveedores con respecto a los puntos críticos de mayor prioridad del subproceso de selección de proveedores.....	44
Tabla 12. Nivel de estudios	55
Tabla 13. Matriz de números difusos experiencia de los DM's	55
Tabla 14. Matriz números difusos para nivel de estudio de los DM's	56

Tabla 15. Pesos de los DM's	56
Tabla 16. Indicadores financieros.....	59
Tabla 17. Números difusos asignados a las valoraciones lingüísticas de importancia relativa.....	61
Tabla 18. Resultado ponderación criterios internos por parte de los DM's escala lingüística	61
Tabla 19. Ponderación de los criterios internos de acuerdo al peso de cada DM en números difusos	62
Tabla 20. Matriz del vector	62
Tabla 21. Matriz de valoración lingüística de la correlación entre la capacidad de suministro y financiera sobre los criterios QUE.	63
Tabla 22. Matriz del vector . Valoración de la correlación de f1 sobre wi de los DM 1, 2 y 3.....	63
Tabla 23. Matriz del vector , Ponderación de la correlación de f1 sobre wi, con el peso de importancia rn de los DM 1, 2 y 3.	64
Tabla 24. Matriz del número triangular difuso	64
Tabla 25. Pesos relativos de los criterios externos	65
Tabla 26. Escala de calificación de matriz de correlación de criterios externos	66
Tabla 27. Calificación de matriz de correlación de variables externas	71
Tabla 28. Valoración lingüística de la ponderación de los proveedores frente a los criterios externos	72
Tabla 29. Valoración mediante números difusos triangulares de cada proveedor con respecto a cada criterio.	72

Tabla 30. Cálculo de los índices IDA para cada proveedor, en números difusos triangulares.....	74
Tabla 31. Escalafón de las puntuaciones obtenidas de cada proveedor candidato. .	75
Tabla 32. Órdenes de compras adjudicadas a los proveedores de mayor rotación en insumos de vidriería en los últimos 3 años.....	76

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de Logística de Suministros	25
Figura 2. Flujo de procesos de compra de bienes.....	26
Figura 3. Modelos de decisión multicriterio	36
Figura 4. Comparación modelo Fuzzy y razonamiento basado en casos	46
Figura 5. Casa de la calidad (HOQ)	48
Figura 6. Numero difuso triangular	50
Figura 7. Matriz de correlación entre los criterios externos	66
Figura 8. Casa de la calidad para la selección de proveedores de bienes de una empresa sucroquímica	69

INDICE DE GRÁFICAS

Grafica 1. Escala lingüística de experiencia.....	54
Grafica 2. Escala lingüística de calificación de importancia relativa de los criterios “QUE”	60

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Suma de números triangulares difusos	50
Ecuación 2. Multiplicación entre números difusos triangulares	50
Ecuación 3. Multiplicación de un escalar y un número fuzzy	50
Ecuación 4. Cálculo del peso del DM.....	56
Ecuación 5. Capacidad de suministro de referencias por grupo de materiales.....	58
Ecuación 6. Capacidad de suministro según el Nivel de Stock.....	58
Ecuación 7. Cálculo de la capacidad de suministro total.....	59
Ecuación 8. Peso de importancia relativa	61
Ecuación 9. Peso de importancia relativa de	62
Ecuación 10. Cálculo del vector	64
Ecuación 11. Ponderación del peso de importancia relativa	64
Ecuación 12. Ponderación de pesos relativos de los criterios externos	65
Ecuación 13. Ponderación del impacto de los proveedores sobre los criterios externos	70
Ecuación 14. Cálculo del índice IDA para cada proveedor	73
Ecuación 15. Cálculo del índice IDA	73
Ecuación 16. Cálculo del índice IDA	73
Ecuación 17. Cálculo del índice IDA	73
Ecuación 18. Defusificación de los números difusos triangulares	74
Ecuación 19. Normalización de calificaciones en la escala de 0 a 1.....	75

RESUMEN

Las compras de los materiales de las empresas manufactureras representan más del 70% del costo total de producción (Ghobadian, Stanger y Kiss, 1993) y más del 50% de los defectos de calidad se deben a los insumos comprados (Gencer y Gürpınar, 2007), por estas razones el proceso de selección de proveedores, es uno de los más importantes para el departamento de compras y de una organización, en general, puesto que influye en dos factores de competitividad: los costos y la calidad.

La dependencia de Compras de bienes de una empresa sucroquímica, ha presentado problemas en el aprovisionamiento de bienes nacionales, debido a la insatisfacción de los usuarios respecto a la calidad y tiempo de entrega de los productos, siendo la principal causa de este problema el subproceso de selección de proveedores implementado, puesto que los criterios de decisión, solo giran en torno al producto y la decisión se basa en la experiencia y criterio propio, resultando poco confiable y fatigante, debido a la carga de trabajo. Para solucionar este problema el presente proyecto propone una técnica de selección de proveedores planteados actualmente en la literatura, que se ajuste a las necesidades de la dependencia de Compras de bienes nacionales de la empresa objeto de estudio.

La técnica de selección de proveedores definida en la presente propuesta, puede generar decisiones sólidas y transparentes al seleccionar el proveedor que suministre los bienes requeridos por los usuarios, pasando de ser un proceso táctico a uno estratégico.

Palabras clave: Compras de bienes, selección de proveedores, criterios de decisión, costos de materiales, calidad de insumos, competitividad, proceso estratégico.

ABSTRACT

Purchases of materials in manufacturing companies represent more than 70% of the total production cost (Ghobadian, Stanger and Kiss, 1993) and more than 50% of quality defects are due to purchased inputs (Gencer and Gürpınar, 2007), for these reasons the supplier selection process, is one of the most important in the purchasing department of an organization and, in general, since this influence in two factors competitiveness: cost and quality.

The purchases department of a sucrochemical company, has presented problems in the supply of national goods due to user dissatisfaction related to the quality and delivery time of products, the main cause of this problem is the thread implemented supplier selection, since the decision criteria, only involve the product and the decision is based on the experience and judgment of its own, resulting unreliable and tired due to the workload. To solve this problem, this project proposes a technique of selecting suppliers currently raised in the literature, adjusted to the needs of the purchases department of national goods of the company under study.

The defined supplier selection technique in this proposal, can generate strong and transparent decisions to select the supplier that provide the goods required by users, changing from a tactical to a strategic process.

Key words: purchase of goods, suppliers selection, decision criteria, costs of materials, quality of goods, competitiveness, strategic process.

INTRODUCCIÓN

La administración de la cadena de suministros para una empresa resulta compleja y más aún en un proceso de globalización, es por ello que la literatura propone llevar el control de dos canales físicos: el de suministro y el de distribución, de tal forma que se logre cumplir con los objetivos estratégicos, que se encuentran alineados con la misión, visión y política organizacional (Ballou, 2004).

En el siguiente proyecto de grado, se hará enfoque a un subproceso del canal físico de suministros de una empresa sucroquímica, denominada dentro de su flujo de procesos internos como “Logística de Suministros”, encargada de proveer a los puntos de procesamientos, los materiales y servicios necesarios para cumplir satisfactoriamente con los clientes, bajo sistemas de gestión que garantizan la calidad de los productos que se ofrecen al mercado.

El proceso de Logística de suministros anteriormente se enfocaba solo en las operaciones de compra e inventario, en donde el criterio de decisión se basaba en el precio más bajo (Burt, Dobler & Donald, 2003). El precio no debe ser el único criterio de decisión para seleccionar un proveedor de bienes y/o servicios, sino que se debe realizar un análisis integral de las variables del ambiente externo e interno de una empresa (Holmberg, 2000), ya que, actualmente, en el ambiente competitivo, no compiten empresas individualmente, sino cadenas de abastecimiento, con el fin de integrar operaciones logísticas que permitan mejorar la calidad y tiempo de entrega, reduciendo costos (Sarache, Castrillón & Ortiz, 2009).

Fiala (2005) define una cadena de abastecimiento como aquella red compuesta por proveedores, productores, clientes, distribuidores, entre otros. Es por ello que los proveedores son una pieza clave en el logro de los objetivos de abastecimiento y organizacionales (Amin&Razmi, 2008), de esta manera, la relación cliente-proveedor puede generar valor y es considerada como una estrategia competitiva (Ztshi& Creed, 2009), a través del establecimiento de una comunicación abierta y alianzas estratégicas en el largo plazo con los proveedores (Chen& Li, 2005).

El departamento de logística de suministros de la empresa sucroquímica se compone de varios subprocesos, de los cuales el presente trabajo se centra en la selección de proveedores, específicamente aquellos que suministran bienes.

La selección del proveedor, se puede considerar como un punto crítico dentro de las cadenas de abastecimiento, puesto que el desempeño de una empresa, depende del desempeño del proveedor (Burt, Dobler & Donald, 2003), y es por ello que se deben evaluar los criterios necesarios, previamente a una negociación, de tal forma que se asegure la calidad de los suministros en los flujos de entrada, para reducir la probabilidad de obtener productos defectuosos en los procesos de valor (Osorio & Herrera, 2006).

En el presente proyecto, se plantea un método para la selección de los proveedores de bienes, teniendo en cuenta los requerimientos del departamento de logística de suministros de una empresa sucroquímica, bajo un enfoque de alianzas estratégicas en el largo plazo, a partir del análisis y selección de modelos multicriterio, donde recientemente se han combinado modelos matemáticos con uno de inteligencia artificial con el fin de reducir la subjetividad de las valoraciones e involucrar variables cualitativas y cuantitativas.

CAPITULO 1

PROBLEMA Y GENERALIDADES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las compras de los materiales de las empresas manufactureras representan más del 70% del costo total de producción (Ghobadian, Stainer&Kiss, 1993), impactando el logro de los objetivos organizacionales, puesto que el costo, es una de las prioridades competitivas de las empresas. Sarache, Castrillón y Ortiz (2009), hallaron que la cotización es una de las técnicas más implementadas por los departamentos de compra de las empresas para seleccionar el proveedor que suministre los bienes y servicios al mejor precio, intentando reducir costos.

Sin embargo en el ambiente competitivo en el que se encuentran actualmente las cadenas de abastecimiento, no es confiable basarse solamente en los costos asociados a los bienes y servicios, como criterio de decisión para seleccionar un proveedor. Por el contrario se deben considerar criterios que permitan realizar un análisis integral del contexto económico, las restricciones y prácticas comerciales dominantes (Holmberg, 2000).

El departamento de logística de suministros de la empresa sucroquímica, objeto de estudio, cuyo objetivo es garantizar el suministro logístico de bienes y servicios, en la cantidad, lugar y calidad requerida, al menor costo posible y mejor nivel de servicio, se encuentra dividida en cuatro dependencias: compras de bienes, compras de servicios, gestión y desarrollo de proveedores de bienes y servicios y almacenamiento y despacho de bienes. A su vez la dependencia de compra de bienes, se subdivide en compras nacionales e importaciones. El presente estudio, se llevará a cabo para la dependencia de compras de bienes nacionales.

El objetivo principal de la dependencia de compra de bienes nacionales, es gestionar la compra adecuada de los materiales, insumos y equipos solicitados

por los departamentos usuarios, bajo los requerimientos de calidad exigidos, en el menor tiempo de entrega y costos. Para tal fin, se apoya en tres procesos: generación de petición de ofertas a partir de las solicitudes de pedidos presentadas por los departamentos usuarios, análisis de gestión de compras, proceso mediante el cual se selecciona la mejor oferta y generación de orden de compra.

Estos procesos deben realizarse, cada vez que se presenten solicitudes de pedido por los departamentos usuarios, que en promedio se generan 16 solicitudes de pedido por día. Cada solicitud describe los materiales requeridos, detallando la cantidad y especificaciones de calidad, en donde diariamente se solicitan 59 materiales y en promedio se piden 4 materiales por cada solicitud de pedido generada.

Por cada solicitud de pedido, el personal de compras de bienes nacionales, debe enviar la información de los materiales requeridos a los proveedores que posiblemente puedan suministrarlos, mediante una petición de oferta, los cuales deben ser identificados de una base maestra que consta de 4.275 proveedores de bienes inscritos, con una tasa de participación diaria de 256 proveedores candidatos en las ofertas, lo que podría dificultar la construcción de relaciones estrechas y enfocadas a largo plazo, según Dowlatshahi (2000) y Choy, Lee y Lo (2003), debido a que el tamaño de proveedores es considerablemente grande. De esta manera por cada solicitud de pedido, hay aproximadamente 16 proveedores candidatos, por ende se deben generar en promedio 16 peticiones de oferta por cada solicitud de pedido. Es decir que en total se deben generar 256 peticiones de oferta por día, como se indican en la tabla 1. Por lo tanto se considera que este proceso es operativo y genera gran carga laboral para el personal de compras de bienes nacionales.

Tabla 1. Movimiento de los elementos de entrada al proceso de generación de petición de oferta

Movimiento de elementos de entrada	Valor
Tamaño de proveedores Bienes Nacionales	4.275
Rotación diaria de proveedores de bienes nacionales	256
Base de datos maestro de materiales	6.000
Movimiento diario de materiales solicitados	59
Solicitudes de pedido/día	16
No Materiales solicitados/solicitud de pedido	4
Petición de oferta/solicitud de pedido	16
Peticiones de oferta/día	256

Fuente: Elaboración propia (Información extraída de la base de datos maestra de la empresa sucroquímica)

Cuando los proveedores envían sus ofertas, la información es cargada en la matriz de análisis de gestión de compras, en donde se consideran tres criterios de decisión: el precio, la marca y tiempo de entrega por cada material de la solicitud de pedido. Estos tres criterios, hacen referencia a los requerimientos de los productos, pero no se tienen en cuenta criterios asociados con la capacidad de suministro y desempeño organizacional del proveedor; Marsella (2007) y Pramatarí y Miliotis (2008) exponen algunos de estos criterios como las prácticas de gestión, administración de la calidad, fortalezas financieras, nivel de tecnología e innovación y capacidad para trabajar en esquemas de colaboración.

El personal encargado del proceso de análisis de gestión de compras, debe seleccionar el proveedor que realice la mejor oferta para cada material de la solicitud de pedido, a partir de la experiencia y criterio propio, y no implementando una técnica o métodos cuantitativo y/o cualitativo planteados en la actualidad para la selección de proveedores (Temponi, Yen & Tiao, 1999; Bevilacqua, Ciarapica & Giacchetta, 2006; Amin & Razmi, 2009; Osorio, Arango & Ruales, 2011). En el análisis de las ofertas por material solicitado, aproximadamente, se seleccionan 2 proveedores por cada solicitud de pedido, es decir que diariamente se selecciona el 13% de las peticiones de oferta generadas, correspondiente a 32 peticiones de oferta. Sin embargo, cabe notar que según el historial de compras, por cada material que es solicitado, la decisión de asignación de la compra gira en torno de 1 a 4 proveedores, en donde, el proveedor que se le ha asignado una mayor proporción de pedidos participa en el 50% o más de las compras. Estos datos se evidencian en la tabla 2.

Tabla 2. Comportamiento de decisiones en el proceso de análisis de gestión de compras

Elemento de análisis	Valor
Proveedores seleccionados/solicitud de pedido	2
Ofertas seleccionadas/total peticiones de oferta*solicitud de pedido	13%
Proveedores regularmente seleccionados /material*solicitud de pedido	1-4
Razón de asignación de pedidos al proveedor predominante / total pedidos de un material	≥50%

Fuente: Elaboración propia (Información extraída de la base de datos maestra de la empresa sucroquímica)

Al no aplicarse una técnica confiable para la selección de proveedores y considerar un grupo delimitado de criterios de decisión, se ha generado dificultades en el aprovisionamiento de los materiales y por ende insatisfacción de los departamentos usuarios de las decisiones tomadas de compra, puesto que los materiales no son conformes a las especificaciones técnicas y/o de calidad, presentándose devoluciones de materiales, en donde se generan 3.33 devoluciones/día, de las 32 órdenes de compra generadas en el día (tabla 3), esto conlleva a reprocesos, pérdidas en tiempo y dinero, tanto para el proveedor como para la empresa, puesto que al haber una devolución parcial o total del pedido, el proveedor deberá asumir los fletes para retirar los materiales del cliente, en este caso la empresa sucroquímica, entregar el material que si cumple las especificaciones, lo cual incrementaría los costos logísticos de la empresa sucroquímica y hasta el costo del pedido. O, por el contrario, la empresa sucroquímica podría acudir a reevaluar o buscar nuevas ofertas con el fin de suplir los bienes que si cumplen con las especificaciones, incrementándose el tiempo de entrega a los usuarios. Además, al no contar con el material según las condiciones pactadas, causando devoluciones puede conllevar a una parada de la producción, afectar el mantenimiento operativo de equipos necesarios.

Por otra parte, teniendo en cuenta la cantidad de materiales por solicitud de pedido y el número de peticiones de oferta generadas por día, el análisis de gestión de compras a partir de la matriz comparativa de ofertas, resulta una actividad fatigante por la carga de trabajo generada. Como se observa en la tabla 4, el tiempo para generar las peticiones de oferta por solicitud de pedido requiere de 1.2 días aproximadamente, y a partir de la respuesta de proveedores, se requiere 2.9 días para que el personal realice el análisis entre ofertas para seleccionar la mejor, es decir, que en total, para seleccionar el proveedor que suministre los bienes en las condiciones deseables de las solicitudes de pedido generadas diariamente se requieren 4.1 días; teniendo en cuenta que el costo por día trabajado más costos indirectos es de \$ 83.333, el costo de seleccionar un proveedor sería de \$341.665. En promedio, el lead time del proveedor es de 7.3 días una vez se genere la orden de compra, es decir, que en total el tiempo de aprovisionamiento del área es de 11,4 días al usuario (tabla 4).

Tabla 3. Movimiento de elementos de salida del proceso de análisis de gestión de compras

Movimiento de elementos de salida	Valor
Orden de compra/solicitud de pedido	2
Orden de compras/total de peticiones de oferta*solicitud de pedido	13%
Orden de compra/día	32
No de devoluciones/día	3.33

Fuente: Elaboración propia (Información extraída de la base de datos maestra de la empresa sucroquímica)

Tabla 4. Tiempos de procesos de compras de bienes nacionales

Tiempos entre procesos de compras	Valor
Tiempo generación de peticiones de oferta a partir de la solicitud de pedido	1.2 días
Tiempo generación de órdenes de pedido a partir de las peticiones de oferta generadas	2.9 días
Tiempo del ciclo operativo de selección del proveedor	4.1 días
Tiempo de entrega del proveedor a partir de la orden de pedido generada	7.3 días
Tiempo total de aprovisionamiento a partir de la solicitud	11.4 días
Costo laboral/día+ costos indirectos	83.333
Costo del ciclo operativo de selección de proveedores	\$341.665

Fuente: Elaboración propia (Información extraída de la base de datos maestra de la empresa sucroquímica)

Con base a lo anterior, se puede determinar que el método que actualmente se está utilizando para seleccionar los proveedores de bienes nacionales en las condiciones adecuadas, además de generar bastante carga operativa para los empleados y afectar directamente los costos laborales, es poco tecnicada y confiable en la gestión de compras, en donde en ocasiones afecta el aprovisionamiento de los materiales.

1.1.1 Formulación del problema

¿Cuál es la técnica de selección de proveedores que se puede proponer como soporte a la toma de decisiones del subproceso de selección de proveedores del área de compra de bienes de una empresa sucroquímica, respondiendo a las necesidades y puntos críticos?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Proponer una técnica de selección de proveedores al área de compras de bienes de una empresa sucroquímica con el fin de proporcionar un método que permita soportar la toma de decisiones en el aprovisionamiento de materiales.

1.2.2 Objetivos específicos

- Establecer los puntos críticos del proceso de selección de proveedores de una empresa sucroquímica a partir de la caracterización del área de Logística de Suministros y el subproceso de selección de proveedores.
- Identificar los instrumentos teóricos planteados en la literatura que podrían representar las alternativas que soporten la toma de decisiones del subproceso de selección de proveedores mediante el análisis y selección del método que solucione los puntos críticos y necesidades del subproceso establecidos.
- Definir la propuesta de apoyo al proceso de selección de proveedores de bienes a la empresa objeto de estudio adaptando los instrumentos teóricos a las necesidades establecidas como puntos críticos.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En la dinámica del mercado actual, el éxito de una empresa depende muchas veces de la habilidad para seleccionar a sus proveedores, debido a la complejidad de la definición de variables a partir de factores incontrolables e impredecibles implicadas en las cadenas de abastecimiento (Bevilacqua, Ciarapica & Giacchetta, 2006).

Fiala (2005), define la cadena de abastecimiento como una estructura que se compone de proveedores potenciales, productores, distribuidores, minoristas y clientes, por ende los proveedores son considerados como parte integral de la cadena de abastecimiento (Kamman & Bakker, 2004) y el antiguo concepto de una competencia entre empresas individuales se está reemplazando por la competencia entre las redes de abastecimiento (Sarache, Castrillón & Ortiz, 2009). Por lo tanto la relación con los proveedores se ha reconocido como estrategia empresarial (Burt, Dobler & Donald, 2003).

Uno de los argumentos de mayor peso, que recae en la importancia del diseño de estrategias con los proveedores, es que el 70% del costo total de producción, corresponden a la compra de materiales (Ghobadian, Stainer & Kiss, 1993), es por eso que las empresas anteriormente preferían cotizar a un amplio grupo de proveedores y asignaba la orden al proveedor que ofertara el precio más bajo para un intervalo de tiempo específico. Sin embargo las compañías en el mercado actual, prefieren restringir las compras a un grupo estrecho de proveedores, de tal forma que la relación sea estable y duradera (Bevilacqua, Ciarapica & Giacchetta, 2006).

Las relaciones bajo el nuevo enfoque correspondiente a las alianzas estratégicas con proveedores a largo plazo, ha mejorado el desempeño de las compañías, en cuanto se refiere a reducción de costos por la eliminación de desperdicios, la gestión de compras con cero defectos, mayor flexibilidad, en el menor tiempo de entrega posible en las diferentes etapas de la cadena de abastecimiento (Kumar, Vrat & Shankar, 2004).

Para Osorio, Arango y Ruales (2011) el proceso de selección de proveedores es un problema multicriterio, en donde se deben tener en cuenta variables cuantitativas y cualitativas.

Es por eso, que en las publicaciones recientes, se han combinado mínimo dos técnicas, para considerar variables cuantitativas y cualitativas (Amin &

Razmi, 2009), debido a que la mayoría de las técnicas se basan meramente en datos matemáticos, los cuales han generado desventajas al no involucrar factores cualitativos (Bevilacqua, Ciarapica&Giacchetta, 2006) al no prestar atención al grado de aplicabilidad y compatibilidad de los métodos con ambientes de decisión complejos (Sarache, Castrilloón& Ortiz, 2009), por lo tanto en los procesos de selección de proveedores es necesario involucrar variables que puedan describir y aproximarse a factores incontrolables e impredecibles del ambiente externo de las compañías (Bevilacqua, Ciarapica&Giacchetta, 2006).

1.4 MARCO CONCEPTUAL

1.4.1 Logística de suministros

La logística gira en torno a crear valor: valor para los clientes y proveedores de la empresa, y valor para los accionistas de la empresa. El valor en la logística se expresa fundamentalmente en término de tiempo y lugar. Los productos y servicios no tienen valor a menos que estén en posesión de los clientes cuando (tiempo) y donde (lugar) ellos deseen consumirlos (Ballou 2004).

1.4.2 Proveedor

En promedio, un 40% del costo de la producción corresponde a la compra de materiales; de allí la capital importancia de la buena administración de los proveedores. Por tanto se desprende que una cantidad considerable de problemas de la calidad se originan en el proveedor. A fin de que ambas partes tengan éxito y prosperen sus respectivos negocios, es necesario que funcionen como socios. Al proveedor se le considerara como una extensión del proceso de producción (Besterfield, 1994).

1.4.3 Criterio de selección

Para poder hacer una eficiente selección el proveedor deberá estar familiarizado con las necesidades y filosofía hacia la calidad del comprador. El proveedor deberá demostrar su capacidad para proporcionar productos de calidad. Los criterios se aplicarán ya sea que la investigación se efectúe por cuenta propia o mediante la información que proporcione un tercero. En la evaluación y selección es más útil emplear una lista de verificación bien diseñada en donde se asignen prioridades a cada uno de los criterios (Besterfield, 1994).

1.4.4 Selección de proveedores

La selección de proveedores, es el método mediante el cual se involucran los criterios de selección y se evalúan las variables de entrada del proceso y se determina la solución óptima que se compone de los proveedores con los cuales la organización debe hacer negociaciones, teniendo en cuenta el cumplimiento de los criterios establecidos previamente.

Las calificaciones se basarán en determinadas mediciones y se les asignan pesos (Besterfield, 1994).

1.4.5 Método multicriterio

Un proceso de análisis empleado por el administrador puede tomar dos formas básicas: cuantitativa y cualitativa. El análisis cualitativo es basado primordialmente en los juicios y experiencia del administrador. En el enfoque cuantitativo del problema, el análisis se concentrará en hechos cuantitativos o datos asociados con el problema y desarrolla expresiones matemáticas que describen los objetivos, restricciones y relaciones que existen en el problema. (Anderson, Sweeney, Williams, 1976)

1.5 ESTADO DEL ARTE

La selección de proveedores ha sido un tema relevante en el ámbito industrial, por ello, es posible encontrar en la literatura, muchos escritos a partir del tema, respecto a su aplicación en organizaciones que han perfeccionado sus procesos en materia logística y tienen procedimientos, instructivos y procesos consolidados y estandarizados, teniendo en cuenta las características de cada proveedor, como su actividad, monto de compra, poder de negociación, calidad, tipo de producto, entre otros.

Alrededor de esto, se pueden encontrar los llamados manuales del proveedor que ofrecen pautas para los proveedores actuales de las empresas y aquellos que apenas desean ingresar, de esta manera se tienen ciertos criterios que deben cumplir a la hora de asignar un monto de compra a los mismos dependiendo de su calificación, o en otro caso, de su desempeño demostrado a lo largo de sus negociaciones.

Trabajos como los mencionados en la tabla 5, proporcionan herramientas para la toma de decisiones en el tema de selección de proveedores basados en instrumentos más concretos y matemáticos con el fin de mejorar los procesos y establecer criterios claros en la selección y evaluación de proveedores. Todos ellos usan diferentes mezclas de herramientas de toma de decisiones usando variables de entrada y salida típicas de los procesos a estudiar y determinan modelos de referencia para la gestión:

Tabla 5. Artículos relacionados con la selección, clasificación, evaluación y reevaluación de proveedores

TÍTULO DEL ARTICULO	DESCRIPCIÓN	AUTOR (ES) - AÑO
Modelo para la evaluación del desempeño de los proveedores usando AHP	Presenta un modelo a partir de AHP (Analytic Hierarchy Process), el cual define una serie de criterios para la evaluación de proveedores, definiendo escalas de calificación y ponderación de los mismos. Esta herramienta permite eliminar la subjetividad en la toma de decisiones con respecto a aspectos que se	Juan Carlos Osorio Gómez, María Fernanda Herrera Umaña, Milton Adrián Vinasco 2008

	<p>tienen en cuenta con el razonamiento individual de los involucrados, encontrando de esta manera, el comportamiento real de los proveedores y su desempeño a lo largo del tiempo. Con esto se pueden definir claramente estrategias de negociación y planes de mejoramiento.</p>	
<p>Evaluación de los lineamientos de selección de proveedores de la gerencia de suministros y compras especiales del estado de cvg ferrominera Orinoco, c.a.</p>	<p>Establece un análisis de los procesos de selección de proveedores, especialmente en el área de gestión de compras, basado en resultado de auditorías, históricos y análisis Causa-efecto. Además, define procedimientos mejorados para la jerarquización de los criterios, su cumplimiento y propuesta consolidada. Es un referente a la hora de determinar problemas que se pueden presentar en el área de gestión de proveedores y proveer la herramienta que más se ajusta a la situación actual.</p>	<p>Carolina Del valle Ramos García 2011</p>
<p>Analytic network process in supplier selection: A case study in an electronic firm</p>	<p>Usa una compañía electrónica para el análisis del proceso de selección de proveedores, en donde este proceso cuenta con un factor crítico que define su competitividad en el mercado. El modelo planteado está basado en ANP (Analytic network process), el cual considera un problema de decisión multicriterio y es desarrollado para la evaluación de la relación entre los criterios de selección en la retroalimentación del sistema.</p>	<p>Cevriye Gencer, Didem Gu'rpınar 2006</p>
<p>Structured methodology for supplier selection and evaluation</p>	<p>Propone una metodología para la selección y evaluación de proveedores basados en la integración de la estructura de la</p>	<p>Yuh-Jen Chen 2010</p>

<p>in a supply chain</p>	<p>cadena de suministro. Primero se establecen estrategias competitivas usando evaluación de debilidades y oportunidades, de aquí se definen los criterios e indicadores de selección de proveedores para establecer el marco de referencia definitivo. Seguido, los proveedores potenciales son seleccionados a través de DEA (Análisis envolvente de datos). Para clasificarlos, se usa TOPSIS (técnica para el orden de preferencia por similitud para la solución ideal) y un método multiatributo para la toma de decisiones (MADA). Finalmente, este método se aplica en la industria textil taiwanesa. Este estudio facilita el mejoramiento de las relaciones de administración de los proveedores potenciales para incrementar el desarrollo de la capacidad y calidad del producto reduciendo tiempo y costos.</p>	
<p>A new mathematical approach for suppliers selection: Accounting for non-homogeneity is important</p>	<p>Este estudio tiene como principal objetivo el análisis de los proveedores teniendo en cuenta que no son homogéneos, asumiendo así la caracterización de un nuevo método en donde los proveedores tienen diferentes inputs y outputs y por tanto sus funciones y tratamientos deben ser diferentes, para esto usa un ejemplo numero para demostrar la real aplicación del método.</p>	<p>Reza Farzipoor Saen 2006</p>

<p>Intelligent evaluation of supplier bids using a hybrid technique in distributed Supply chains</p>	<p>El objetivo de este estudio es formular un modelo inteligente para la elección de la mejor oferta de proveedores automáticamente. Se compone de tres herramientas: Lógica difusa, AHP y QFP. Se consideraron 12 criterios de valoración, agrupados en dos categorías, ocho derivadas de las sugerencias del cliente y las restantes de especificaciones de diseño que requiere el producto. Entre los resultados se encuentran: un modelo para evaluar las ofertas de los proveedores sin intervención humana, delineamiento de los mejores criterios y evaluación del proveedor basado en la voz del cliente durante todas las estaciones del proceso. A su vez, genera una propuesta para el desarrollo de un sistema integral de coordinación de la cadena de suministro.</p>	<p>Javad Soroora, Mohammad J. Tarok, Farid Khoshalhan, Sara Sajjadi</p> <p>2011</p>
<p>Combining Bayesian Networks and Total Cost of Ownership method for Supplier selection analysis</p>	<p>Analiza el proceso de selección de proveedores mediante dos métodos: Bayesian Networks (BN) y métodos de costo total de propiedad. Este trabajo, examina la incertidumbre desde la perspectiva del costo total, en lo que respecta a las causas de desempeño de los proveedores y la capacidad en la organización del comprador. Para facilitar la eficiencia, se expresan factores para representar y explicar varios criterios de selección de proveedores y disminuir la</p>	<p>Ibrahim Dogan, Nezir Aydin</p> <p>2011</p>

	<p>complejidad. Entre las principales ventajas encontradas del BN es que el comprador también puede hacer una estimación exacta de los costos que están específicamente vinculados con desempeño de los proveedores. Tanto el comprador y el proveedor de una visión clara para reducir costes y mejorar la las relaciones.</p>	
<p>An integrated fuzzy model for supplier management: A case study of ISP selection and evaluation</p>	<p>Proporciona un modelo para la elección de un proveedor de servicio de internet, el cual considera los procesos de selección, evaluación y desarrollo de los mismos. Primero, se usa QFD (quality function deployment) para clasificar los mejores proveedores de internet basados en criterios cualitativos. Luego un modelo para considerar las medidas cuantitativas es examinado, finalmente se comparan los dos modelos. Siguiendo, se propone un nuevo modelo basado en: cliente, desempeño y competencia. Por último se usa Lógica difusa (Fuzzy logic) para considerar el factor de subjetividad.</p>	<p>Saman Hassan zadeh Amin, Jafar Razmi 2008</p>
<p>A combined methodology for supplier selection and performance evaluation</p>	<p>Se propone una nueva metodología para mejorar la calidad en los procesos de selección y evaluación de proveedores. Primero se evalúa el desempeño mediante medidas cuantitativas usando Fuzzy AHP (Analytical Hierarchical process) para encontrar la relevancia de cada criterio y luego se aplica Fuzzy TOPSIS (Technique for</p>	<p>MithatZeydan, CuneytColpan , CemalCobanog 2010</p>

	order preference by similarity to ideal solution) para la clasificación de los proveedores, luego se usa DEA para convertir las variables cualitativas en cuantitativas, así, trabaja con cuatro variables de salida, auditoría de calidad de gestión de sistema, la relación de coste de garantía, la relación de defectos y gestión de calidad. Como resultado, se presentan las ventajas del uso del modelo en comparación con su estado anterior.	
Estudio de caso de una empresa farmacéutica veterinaria: selección de proveedores mediante decisión multicriterio	Estudia a partir de la cadena de abastecimiento con el fin de determinar el área de la empresa que afecta la elaboración del producto con respecto a su calidad, precio y entrega a tiempo. Usa el análisis multicriterio jerárquico a partir de los atributos del sistema de calidad y evaluación del desempeño del proveedor para generar una herramienta de apoyo en la selección eficiente de los proveedores.	Laura Zamora Iván Navarro Sara L. Marín Ana Torres 2012

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la revisión bibliográfica, se encuentra que el tema de selección de proveedores ha sido ampliamente estudiado teniendo en cuenta diferentes tipos de modelación matemática, siendo más populares los modelos de AHP, Fuzzy y DEA. Pero en algunos casos, la modelación se hace robusta y es necesario encontrar herramientas más concretas y simples, que permita un manejo más reducido de los datos pero que a la vez, los resultados finales proporcionen seguridad a la hora de tomar decisiones. En una compañía, es atractivo el hecho de que los modelos que se implementen, sean concisos y de fácil manejo cuando las operaciones diarias requieren tiempo y esfuerzo.

CAPITULO 2

ESTABLECIMIENTO DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DEL PROCESO DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES DE UNA EMPRESA SUCROQUÍMICA

2.1 CARACTERIZACIÓN DEL CANAL FÍSICO DE SUMINISTROS DE LA EMPRESA SUCROQUÍMICA.

El canal físico de suministro de la empresa objeto de estudio, se denomina Logística de Suministros, cuyo principal propósito es garantizar el suministro eficiente de bienes y servicios, a través de procesos de compra, recepción, manipulación y despacho de materiales normalizados, para la satisfacción de los clientes internos, de tal forma que se logre reducir desde el flujo de entrada de la cadena de abastecimiento la probabilidad de obtener defectuosos. En la tabla 6 se presenta la caracterización del proceso realizada por el departamento de Logística de Suministros de la empresa objeto de estudio.

Tabla 6. Caracterización del proceso de logística de suministros

NOMBRE DEL PROCESO	TIPO DE PROCESO	RESPONSABLE
Logística de Suministros	Operacional	Gerente de Logística de Suministros
OBJETIVO		
Garantizar que la compra de bienes y servicios se realice a precios favorables teniendo en cuenta su calidad, desempeño ambiental, garantía, servicio posventa y oportunidad en la entrega por parte del proveedor.		
Asegurar que el almacenamiento, manejo y despacho de materiales a nuestro cliente interno se cumpla de manera efectiva, teniendo en cuenta los aspectos de cantidad, calidad y oportunidad.		

ELEMENTOS DE ENTRADA	
RECURSOS	PROVEEDOR
Políticas de Sistemas de Gestión	Gestión Calidad
Solicitud Pedido	Todos los procesos
Especificación de Insumos	Calidad de Conformidad
Características de los materiales y condiciones para su manejo interno y almacenamiento	Proveedores Comerciales, Seguridad y Salud Ocupacional
Verificación especificaciones de producto	Calidad de Conformidad
Control de insumos	Calidad de conformidad
Ofertas de Proveedores	Proveedores Comerciales
Políticas de Compras de Activos Fijos, materiales y servicios	Vicepresidencia Ejecutiva
Tarifas de servicios	Vicepresidencia Ejecutiva
Informes de auditorías internas respecto a la implementación, eficacia y conformidad de los procesos y sistemas de gestión	Auditoría Interna
SUBPROCESOS	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación, Selección y Registro de Proveedores ✓ Calificación de producto ✓ Generación de Solicitud pedido ✓ Orden de pedido de materiales ✓ Verificación de materiales ✓ Ingreso de materiales al almacén ✓ Recibo, almacenamiento y entrega de materiales ✓ Devolución de materiales ✓ Gestión Administrativa para la Adquisición de Servicios ✓ Reevaluación de Proveedores de bienes ✓ Reevaluación de Proveedores de Servicios 	
RESULTADOS	
PRODUCTOS	CLIENTES
Suministro de materiales o servicios para los diferentes procesos cumpliendo sus especificaciones.	Todos los procesos

INDICADORES DE DESEMPEÑO		
INDICADOR		RESPONSABLE
EFICIENCIA:		
Valor del Inventario		Almacenamiento y despacho de bienes
Tiempo de entrega de materiales nacionales e importados		Gestión de proveedores
EFICACIA:		
Suministro de materiales reservados		Compra bienes
Cumplimiento del programa de visitas a proveedores tipo A y C		Gestión de proveedores
OTROS:		
Seguimiento a Proveedores de manejo de residuos sólidos		Gestión de proveedores
Tasa de Incidencia e ILI		Gerencia logística de suministros
FECHA PRIMERA EDICION	ACTUALIZACION N°.	FECHA
2002 / MAYO	03	2011/ Octubre

Fuente: Extraído y adaptado de procesos documentados de Logística de Suministros

2.1.1 Organización de logística de suministros

El departamento de Logística de suministros de la empresa sucroquímica, se organiza en cuatro áreas funcionales: compra de bienes, compra de servicios, almacenamiento y despacho de bienes y gestión y desarrollo de proveedores, las cuales trabajan en conjunto para cumplir con el objetivo principal, definido en el documento “caracterización del proceso de Logística de Suministros” como proceso generador de valor. En la figura 1 se puede observar el organigrama del departamento de Logística de suministros de la empresa sucroquímica, el cual, está sujeto a ajustes debido a que esta desactualizado.

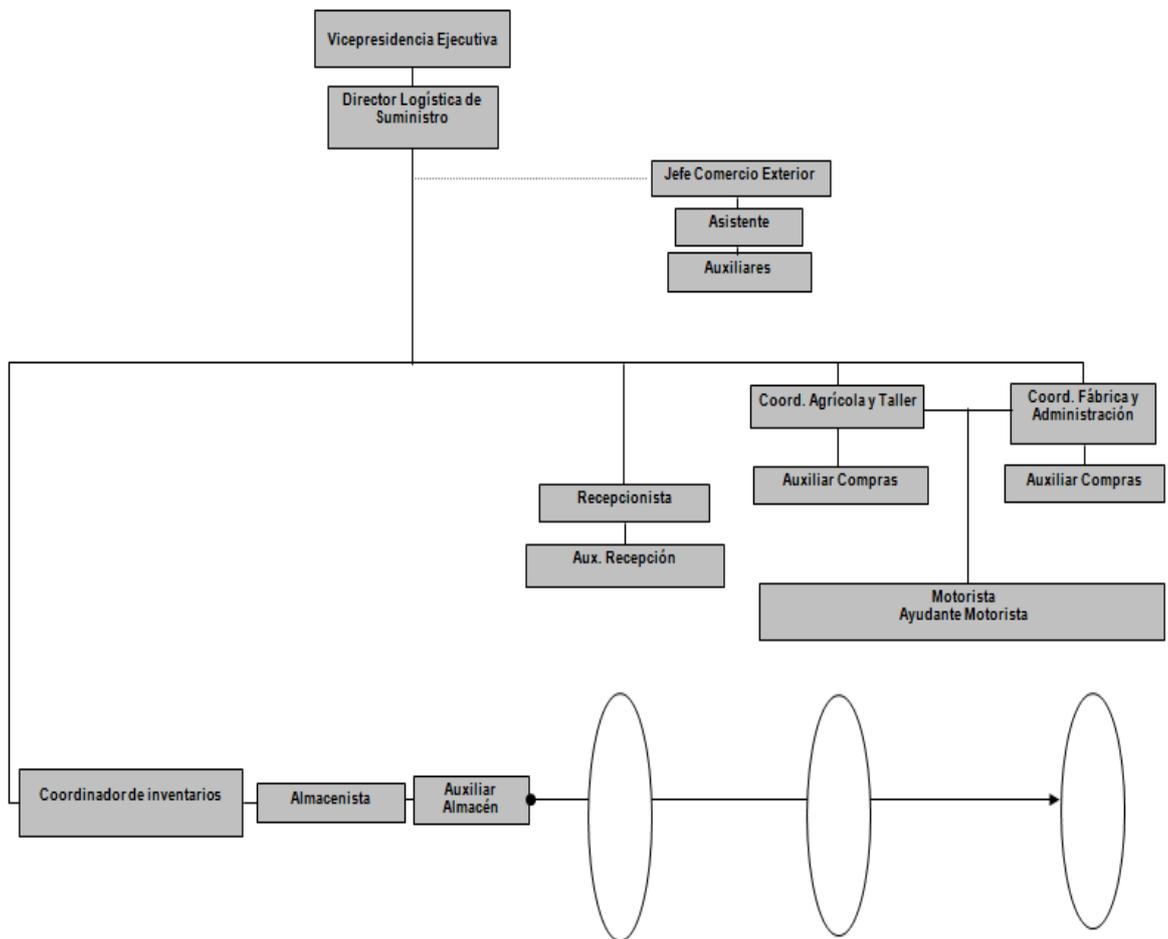
2.1.1.1 Compra de bienes. El área de compra de bienes es la encargada de realizar las compras de los suministros requeridos para los clientes internos de la empresa sucroquímica objeto de estudio, iniciando con la recepción de las solicitudes de pedido, a partir de los cuales se generan y envían las cotizaciones o peticiones de oferta al conjunto de posibles proveedores para el suministro de los materiales solicitados. Posteriormente se reciben las cotizaciones enviadas por los proveedores, las cuales serán objeto de análisis para generar y enviar la orden de compra al proveedor que presente la mejor oferta para la empresa y por último se debe verificar la entrega oportuna de los pedidos del proveedor (Caracterización del proceso de compra de bienes. Edición No. 1, 2011). Los subprocesos relacionados con este área son: Generación de solicitud de pedido, evaluación, selección y registro de proveedores, en donde solamente participa en la selección, y orden de pedido de materiales.

2.1.1.2 Compra de Servicios. Compra de servicios tiene como principal objetivo garantizar el suministro de servicios en las mejores condiciones económicas, calidad, garantía, servicio posventa y oportunidad en la entrega por parte del proveedor. Por otra parte se evalúa la capacidad del proveedor para prestar servicios bajo el cumplimiento de los requisitos mínimos necesarios de seguridad y salud ocupacional, donde sus procesos sean amigables al medio ambiente, de tal forma que la política organizacional de los proveedores de servicios estén alineados a la política de la empresa sucroquímica (Caracterización del proceso de compras de servicios. Edición No. 1, 2011). Es responsable de los subprocesos de gestión administrativa para la adquisición de servicios y evaluación, selección, y registro de proveedores, donde solo participa en la selección.

2.1.1.3 Almacenamiento y despacho de bienes. Manejar y almacenar los materiales de manera efectiva evitando su deterioro o pérdida y permitiendo su fácil identificación y despacho, el cual se debe realizar oportunamente y en la cantidad solicitada, considerando los riesgos asociados a la cadena logística de comercio internacional, la seguridad y salud de sus trabajadores y la preservación del medio ambiente (Caracterización del proceso de almacenamiento y despacho de bienes. Edición No. 1, 2011). Los subprocesos asociados a este área son: verificación de materiales, ingreso de materiales a almacén, recibo, almacenamiento y entrega de materiales, calificación de producto y devolución de materiales.

2.1.1.4 *Gestión y desarrollo de proveedores* Garantizar que los proveedores que suministran los bienes y servicios a la empresa sucroquímica cumplan con los requisitos definidos en la política de la Organización, vinculando y registrando los proveedores nuevos y así mismo evalúan y contribuyen al desarrollo de los proveedores vinculados, mediante programas y actividades que permitan mejorar su desempeño (Caracterización del proceso de gestión y desarrollo de proveedores. Edición No. 1, 2011). Tiene a cargo los siguientes subprocesos: evaluación, selección y registro de proveedores y reevaluación de proveedores de bienes y servicios.

Figura 1. Organigrama de Logística de Suministros



Fuente: Extraída de Organigrama de logística de suministro de la empresa sucroquímica.

2.2 SUBPROCESO DE EVALUACION, SELECCIÓN Y REGISTRO DE PROVEEDORES DE BIENES IMPLEMENTADO ACTUALMENTE EN LA EMPRESA SUCROQUÍMICA.

Uno de los subprocesos comprendidos en el proceso de logística de suministros, como se determinó en el documento de caracterización de dicho departamento, es el de evaluación, selección y registro de proveedores, que para el presente estudio solo se acotará a la selección de proveedores, que se encuentra dividido por áreas funcionales, debido a que la asignación de una compra de bienes no tiene el mismo procedimiento que la asignación de un contrato de servicios, y en los cuales se evalúan solo los criterios propios del producto requerido. Los criterios asociados al proveedor, por lo pronto, han sido considerados por el área de gestión y desarrollo de proveedores, solo para vincular un nuevo proveedor, y no se actualizan durante el tiempo de vinculación con la empresa, por lo tanto estos criterios no se tienen en cuenta para adjudicar una compra, ya sea de bienes y/o servicios. En la figura 2 se representan las operaciones realizadas por el área de compras de bienes de la empresa sucroquímica, para llevar el cabo el subproceso de selección de proveedores y asignación de una compra.

Figura 2. Flujo de procesos de compra de bienes



Fuente: Elaboración propia.

El estudio del proceso de selección de proveedores implementado actualmente por el departamento de Logística de suministros de la empresa sucroquímica será acotado a la selección de proveedores de bienes ejecutado por el área de Compra de Bienes, en donde se conocerán los criterios relacionados al material que plantean e igualmente será necesario identificar los criterios para evaluar al proveedor que son propuestos por el área de gestión y desarrollo de proveedores, para posteriormente ser consolidados.

2.2.1 Subproceso de selección de proveedores de bienes

- a. Recepción y aprobación de solicitud de pedido.** El proceso de selección del proveedor, inicia a partir de las necesidades de materiales presentada por parte de los usuarios, considerándose como bienes de consumo especial o cuando el nivel de inventario se encuentra en el punto de reorden, denominándose como bienes de consumo regular, generándose solicitudes de pedidos para compra de insumos o materiales de stock.

Las solicitudes generadas se envían al área de compras de bienes, en donde se procede a realizar la correspondiente recepción de solicitudes y se tratan en el sistema con base a los códigos de los materiales, entendiéndose el tratamiento de las solicitudes, como la manipulación y transcripción del documento en el sistema. Antes de realizarse la recepción de pedidos en el área, el usuario debe verificar anticipadamente, si hay existencia en almacén, si no existe entonces se envía la solicitud al área. El número de solicitudes de pedido generadas por día, así como los materiales relacionados en cada una de ellas, genera alta carga de trabajo para el personal de Compras de bienes nacionales, como se observa en la tabla 1 (Pág. 6).

Posteriormente las solicitudes de pedidos deben ser analizadas por el funcionario correspondiente, para definir si se aprueba o se anula.

La decisión que se tome, debe ser informada al usuario, de tal forma que si es aprobada, se procede a realizar la liberación de la solicitud de pedido, procesos necesario para generar la petición de oferta y sí no es aprobada, el usuario de anular la solicitud del sistema.

Aproximadamente, se anulan de 1 a 3 solicitudes de pedido por cada 10 solicitudes. Esto se debe, principalmente, a que no se realiza el registro

con los indicadores internos establecidos en la política de compra de activos fijos, bienes y servicios.

- b. Generación de petición de oferta** Se entiende por petición de oferta, al documento en donde se cotizan los insumos, definiendo cantidades y especificaciones, que es enviada por vía electrónica a los proveedores vinculados a la base de datos maestra, como candidatos que podrían suministrar los materiales solicitados por los usuarios, de tal forma que sea un medio para recopilar la suficiente información para asignar adecuadamente la orden de compra.

Los funcionarios encargados de generar la petición de oferta, deben ingresar al sistema para revisar las solicitudes de pedidos liberadas y que están pendientes por crearle una petición de oferta, en donde se debe determinar los posibles proveedores apropiados, teniendo en cuenta la base maestra de proveedores de bienes nacionales.

Las peticiones de oferta se crearán para cada proveedor candidato y una vez se generen, se envían por medio electrónico a los proveedores. De esta manera, por solicitud de pedido se generan 16 peticiones de oferta y por día 256, como se indica en la tabla 1 (Pág. 6).

- c. Análisis de ofertas.** Se procede con la recepción de las peticiones de oferta diligenciadas y enviadas por los proveedores candidatos.

Se debe analizar la oferta cotizada por cada uno de los proveedores, en donde se consideran los siguientes criterios para la selección de la mejor oferta:

- Precio
- Fecha de entrega
- Marcas

Sin embargo no se implementa hasta el momento una técnica normalizada para evaluar los criterios, ya sea cualitativa, cuantitativa o combinada.

La forma en que el funcionario analiza y selecciona la mejor oferta, es a través de un análisis comparativo entre:

- Los criterios entre ofertas de proveedores, por cada material especificado en la solicitud de oferta
- Historial de la última compra del material con respecto a cada oferta

Para facilitar el análisis, se registran los datos de cada oferta, así como la información del historial de la última compra, en un cuadro comparativo, siendo una actividad operativa que genera carga laboral que resulta fatigante para los funcionarios, según comunicación directa del personal, debido al volumen de información registrada que se debe comparar y el funcionario selecciona la mejor oferta a partir de la experiencia y criterio propio.

En el cuadro comparativo, el funcionario debe dejar expreso, el proveedor seleccionado y el argumento de selección a partir de la comparación de criterios de selección. Las decisiones tomadas con respecto a la selección de proveedores para la adjudicación de compras, giran en torno a grupos restringidos de proveedores para artículos específicos, los cuales se seleccionan cada vez que se solicitan dichos artículos, como se puede observar en la tabla 2 (Pág. 7)

d. Generación de la orden de compra

Al haber seleccionado el proveedor que proporcione la mejor oferta, se procederá a generar la orden de compra, la cual debe ser autorizada por el personal competente, teniendo en cuenta el valor de la compra y el tipo de solicitud de pedido para proceder con el envío de la orden de compra al proveedor seleccionado. En la empresa objeto de estudio se generan aproximadamente 32 órdenes de compra por día, como se muestra en la tabla 3 (Pág. 9).

Por otro lado se deben realizar reportes semanales del estado de los pedidos, hasta el recibo en el almacén de materiales de Logística de Suministros.

2.2.2 Evaluación inicial de proveedores para vinculación y registro.

Teniendo en cuenta que es en este subproceso en donde se plantean los criterios cualitativos, que se deben consolidar y complementar con los criterios

cuantitativos propuestos por el área de Compra de Bienes y así lograr proponer un método de selección de proveedores adecuado que se ajuste a las necesidades y puntos críticos del proceso, será necesario estudiar el subproceso, del cual es responsable el área de gestión y desarrollo de proveedores, que lo implementa para vincular y registrar a proveedores nuevos para suministrar bienes y/o servicios a la empresa sucroquímica.

El proceso de selección se realiza mediante una evaluación inicial de criterios cualitativos establecidos, que miden la capacidad de los procesos internos del proveedor para responder a las necesidades de la empresa objeto de estudio. En la tabla 7, se presentan los criterios cualitativos evaluados por gestión de proveedores, con el respectivo peso de importancia, los cuales se definieron subjetivamente y sin ninguna base teórica o sectorial.

Tabla 7. Criterios de evaluación inicial para vinculación de nuevos proveedores

Criterio de evaluación inicial	Descripción	Peso de importancia
Antecedentes del proveedor	Se validan los antecedentes del proveedor, mediante la consulta a la lista del tesoro, la contraloría general de la nación y procuraduría general de la nación.	20%
Información organizacional y requisitos aplicables a sus actividades	Validación documental de registros de constitución, comerciales y legales, con respecto a información diligenciada por el proveedor en un formulario de registro entregado por el área. Por otro lado se evalúa si el proveedor dispone de las fichas técnicas, hojas de seguridad y permisos.	60%
Capacidad financiera	Se evalúan tres indicadores financieros, para determinar si el proveedor de bienes o servicios cuenta con el respaldo financiero y una buena estructura económica. Los indicadores son capital de trabajo, índice de solvencia e índice de endeudamiento.	20%

Fuente: Tabla extraída del Procedimiento de Evaluación Inicial de los proveedores de bienes y servicios. Edición No. 6, 2011.

Cada criterio se evalúa, para determinar si cumple o no, asignándose una puntuación, a partir de una escala lingüística definida, como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. Escala de calificación de la evaluación inicial

Puntaje	Clasificación
1	Cumple Totalmente
0	No cumple
N.A	No aplica

Fuente: Tabla extraída del Procedimiento de Evaluación Inicial de los proveedores de bienes y servicios. . Edición No. 6, 2011.

Si el proveedor aspirante ha obtenido un nivel de cumplimiento del 100% de los criterios en el procedimiento de evaluación inicial, entonces es seleccionado y se proceda a registrarse en el sistema y llevar a cabo la vinculación con la empresa, como proveedor para el suministro de bienes y/o servicios.

2.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DEL SUBPROCESO DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES DE BIENES.

El director de compra de bienes, ha presentado la necesidad de mejorar el proceso de selección de proveedores para la adjudicación de la compra de materiales, insumos y/o equipos, en donde se establezcan negociaciones a largo plazo por grupos de artículos y no sea la generación de la petición de oferta o cotización, el mecanismo para definir la mejor oferta propuesta por uno de los proveedores de bienes vinculados, puesto que (Jiménez, G. Comunicación personal, 2012):

- Genera un gran volumen de operaciones
- El proceso se vuelve desgastante y táctico,
- La relación con los proveedores, se restringe al corto plazo
- No se garantiza condiciones estables y confiables de compra.

En los hallazgos de la auditoría interna del año 2012 del departamento de logística de suministros, se confirma y refuerza, la necesidad presentada por el área de Compra de Bienes, al indicar que al no contar con una técnica o método no se permitirá demostrar la capacidad del proceso para alcanzar los

resultados planificados (Informe de Auditoría Interna de Logística de suministros, 2012)

En la caracterización de logística de suministros, así como en el proceso de selección de proveedores se identificó que los criterios cualitativos son solo considerados al vincular un nuevo proveedor y no para adjudicar una compra de materiales. Para llevar a cabo las negociaciones a largo plazo con los proveedores de bienes, es necesario establecer y consolidar los criterios cuantitativos y cualitativos y así lograr evaluar la oferta, no solamente en las especificaciones del producto, sino también al proveedor en su capacidad de suministrar los productos, bajo procesos acreditados, flexibles y confiables, puesto que se garantizaría el desarrollo del negocio durante el periodo definido

El análisis de la petición de oferta para adjudicar una compra, es poco tecnificado, como se encontró en la caracterización del subproceso de selección de proveedores de bienes, debido a que la selección de proveedores a partir del análisis de las ofertas, se basa en el criterio subjetivo y la experiencia, del funcionario encargado de seleccionar la mejor oferta de los proveedores candidatos a partir de un cuadro comparativo de las cotizaciones.

En la tabla 9 se presentan los puntos críticos del subproceso de selección de proveedores, los cuales fueron identificados en consenso con el personal de compras de bienes de la empresa sucroquímica, en donde se involucraron auxiliares, analistas y el director de compras de bienes, por actividad necesaria para seleccionar un proveedor, asociándose además el indicador que evidencia y soporta la determinación de los puntos críticos.

Tabla 9. Puntos críticos del subproceso de selección de proveedores de bienes

SUBPROCESO DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES DE BIENES			
Ítem	Actividad	Puntos Críticos	Indicador
A	Recepción y aprobación de solicitud de pedido	Volúmenes considerables de solicitudes de pedido (SP) a tratar por material.	16 SP/día 4 ítems/SP (Aprox.)
		Errores humanos por parte de los usuarios en la creación de solicitudes de pedido, generándose reprocesos	1-3SP anuladas/10 SP
		Alto nivel de operatividad por	Rotación de 256 proveedores

		tratamiento de solicitudes de pedidos.	candidatos/día Rotación de 59 ítems/día
B	Generación de petición de oferta	Tamaño de proveedores grande, afectando negativamente las relaciones entre cliente-proveedor	4.275 proveedores de bienes nacionales
		Carga laboral considerable por generación de peticiones de oferta (PO)	256 PO/día
		Altos tiempos de procesamiento y costos operativos	1.2 días para generar PO a partir de una SP, equivalente a \$99.999
C	Análisis de petición de oferta	Método poco tecnificado y analítico	Tiempo ciclo de selección de proveedores de 4.1 días
		Bajo nivel de capacidad del proceso para demostrar el alcance de los resultados planificados.	3.33 devoluciones/día
		Proceso táctico, dispendiosa y fatigante	Aprox. 2,9 días
		Solo se consideran los criterios internos o asociados al producto.	Marca, precio, tiempo de entrega
D	Generación de orden de compra	Se establecen relaciones a corto plazo con los proveedores, con bajo nivel de estabilidad y confianza, convirtiendo el subproceso más táctico que estratégico	La asignación de pedidos de un material determinado puede rotar entre 1 y 4 proveedores específicos, en donde el proveedor predominante participa en 50% o más de los pedidos.
		Tiempos de aprovisionamiento altos.	Aprox. 11,4 días a partir de la SP
		Insatisfacción del usuario por la decisión de compra, generándose devoluciones	3.33 devoluciones/día Es decir 100 devoluciones por mes.

Fuente: Elaboración propia

El Director de Compras de Bienes de la empresa objeto de estudio, seleccionó tres puntos críticos del subproceso de selección de proveedores de los 13 puntos críticos identificados en la tabla 10, como los de más alta prioridad, debido a que influyen directamente sobre los demás puntos críticos e impactan sobre el abastecimiento de los materiales en las condiciones adecuadas y las relaciones con los proveedores, los cuales fueron socializados con los analistas y auxiliares de compras con el fin de retroalimentar la priorización de los puntos críticos. Según Jiménez, G. (Comunicación personal, 2012) estos son:

- Solo se consideran los criterios internos o asociados al producto.
- Se establecen relaciones a corto plazo con los proveedores, con bajo nivel de estabilidad y confianza, convirtiendo el subproceso más táctico que estratégico.
- Altos tiempos de procesamiento y costos operativos asociados del proceso de asignación de la compra.

CAPITULO 3

SELECCIÓN DEL MODELO MULTICRITERIO

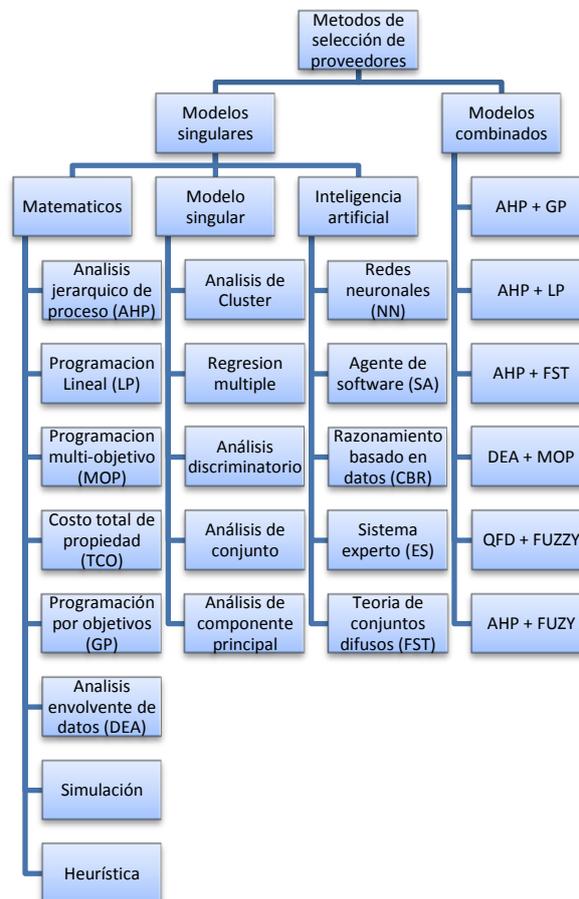
El presente capítulo se centra en una revisión bibliográfica de los modelos usados alrededor del tema de selección de proveedores, teniendo en cuenta la base teórica de cada modelo, principales trabajos abordados en cada tema, y los resultados alcanzados los resultados alcanzados.

3.1. CLASES DE MODELOS MULTICRITERIO

La modelación multicriterio es un tema que ha sido trabajado ampliamente y se pueden encontrar diversidad de algoritmos útiles dependiendo de los requerimientos y los objetivos a cumplir. La figura 3 representa la clasificación de los diferentes métodos usados en la literatura para el caso de la selección de proveedores, los cuales se clasifican en modelos singulares y modelos combinados. Los modelos singulares son aquellos algoritmos que permiten encontrar una respuesta concreta al problema mediante un análisis matemático simple. Los modelos combinados, integran un modelo singular con uno de inteligencia artificial, lo que en la experiencia, permite encontrar una solución más acertada a los problemas multicriterio, mediante la reducción de la incertidumbre en los resultados. Los modelos singulares a su vez se encuentran subdivididos en: Modelos matemáticos, modelos singulares y modelos de inteligencia artificial. Y los modelos combinados, pueden tener diferente variabilidad en cuanto a la utilización de los modelos singulares, entre los más usados se encuentran: AHP + GP, AHP + Fuzzy, DEA + MOP, etc. Los modelos matemáticos son: Análisis jerárquico de proceso (AHP), Programación Lineal (LP), Programación multi-objetivo (MOP), Costo total de propiedad (TCO), Programación por objetivos (GP), Análisis envolvente de datos (DEA), Simulación y Heurística. Los modelos singulares se dividen en: Análisis de Cluster, Regresión múltiple, Análisis discriminatorio, Análisis de conjunto y Análisis de componente principal. Y los modelos de inteligencia artificial son: Redes neutras (NN), Agente de software (SA), Razonamiento basado en datos (CBR), Sistema experto (ES) y Teoría de conjuntos difusos (FST) (Yuh-Jen Chen, 2011).

Los trabajos realizados alrededor del tema multicriterio, consideran ya sea un método o combinación de ellos, siendo más popular y más eficaz usar dos, un modelo matemático acompañado de un de inteligencia artificial (Amin & Razmin, 2009), lo que facilita al analista, tomar una decisión más acertada y consistente a la hora de evaluar entre distintas opciones. Los métodos matemáticos permiten desarrollar un algoritmo sólido y concreto tomando variables cualitativas y también cuantitativas, las cuales deben obedecer a cierto patrón, de manera que puedan ser fácilmente manejadas dentro de la modelación. Los métodos de inteligencia artificial permiten reducir la subjetividad en los juicios que se emiten en el modelo matemático, acercándolo a una solución óptima, además de reducir la dispersión.

Figura 3. Modelos de decisión multicriterio



Fuente: Traducido y adaptado de Yuh-JenChen, 2011. Pág. 3.

Además de los modelos anteriormente enumerados, el QFD es un método matemático más reciente que actualmente se ha estado usando y ha sido muy útil en materia de logística de suministros porque involucra el tema de la calidad.

Dentro del presente trabajo, se estudiarán los modelos combinados, teniendo en cuenta que involucra variables cuantitativas y cualitativas, además de reducir el grado de subjetividad para lograr obtener soluciones más confiables. En este caso, se utilizará un modelo matemático para adoptar un algoritmo sólido que involucre variables cualitativas y cuantitativas, combinándose con un modelo de inteligencia artificial para lograr reducir la subjetividad de los juicios y valoraciones.

3.2 DEFINICIÓN DE LOS MÉTODOS DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES A ESTUDIAR.

Dentro del presente estudio, se consideran los siguientes modelos, debido a que según la revisión de la literatura, dentro de los modelos combinados, son los que recientemente más se han implementado, puesto que brindan resultados confiables, involucran múltiples criterios de decisión, reducen el grado de subjetividad, permite tener en cuenta los juicios de diferentes expertos y proporcionan una herramienta sólida y estructurada que soporta la toma de decisiones. Estos se estudian y evalúan según su funcionalidad para hallar el que más se adapta a las condiciones y requerimientos de la compañía:

- **Modelos matemáticos:** Análisis envolvente de Datos (DEA), Programación por objetivos, AHP y QFD.
- **Modelos de inteligencia artificial:** Fuzzy, razonamiento basado en casos.

Para ello, se nombran diferentes estudios en los que se usan y la solución que se ha obtenido:

3.2.1 Análisis envolvente de datos

Inicialmente este método multicriterio fue usado para evaluar el desempeño de los proveedores mediante el análisis de eficiencia relativa. Es una metodología de programación matemática empleada exitosamente para evaluar el desempeño relativo (eficiencia) de un conjunto de organizaciones, las cuales usan las mismas entradas para producir las mismas salidas. . (Shirouyehzad, Lotfi, Aryanezhad, Dabestani, 2011)

El enfoque DEA no requiere la previa definición de las ponderaciones de los criterios por parte de los encargados de la toma de decisiones, estos se hallan a medida que se desarrolla el algoritmo, lo que se logra mediante los puntajes de desempeño de los proveedores. DEA ha sido desarrollado en la selección de proveedores para medir la eficiencia de los mismos (Talluri et al., 2006; Weber et al., 2000; Weber, 1996, Weber and Desai, 1996; Weber et al.1998; Narasimhan et al. 2001).

A continuación se nombran diferentes trabajos desarrollados, la forma en que se empleó y sus resultados:

- NARASIMHAN et al. (2001). Aplico DEA para evaluar las alternativas de proveedores de una multinacional de telecomunicaciones. Fueron evaluados once criterios, seis variables de entrada relacionadas con la capacidad del proveedor y cinco variables de salida relacionadas con el desempeño del proveedor. Los proveedores se clasificaron según su puntuación en: alto desempeño y eficientes, alto desempeño e ineficientes, bajo desempeño y eficientes y bajo desempeño e ineficientes.
- GARFAMY (2006) Aplico DEA para medir el desempeño global del proveedor teniendo en cuenta el costo total de propiedad.
- ROSS et al. (2006) Uso DEA para evaluar al proveedor teniendo en cuenta tanto el desempeño del comprador como el del proveedor. Para esto se necesitó tres análisis de sensibilidad, uno que analiza los puntajes de eficiencia sin considerar la evaluación de los pesos de los equipos o límites, otro considero la evaluación de las preferencias de los equipos en los criterios de desempeño del proveedor y el ultimo considero las preferencias de los compradores en los criterios de desempeño del proveedor.

De esta manera, se concluye que el modelo DEA, ayuda a medir la eficiencia entre dos procesos o individuos, usando variables de entrada y salida, teniendo en cuenta el desempeño.

3.2.2 Programación por objetivos

Los modelos basados en programación por objetivos requieren un previo establecimiento de las ponderaciones exactas de cada uno de los criterios. En ciertos ambientes, puede ser difícil obtener los valores precisos, ya que no se han hecho estudios acerca de estos, y puede representar un desafío a la hora de encontrar soluciones acertadas.

Uno de los principales trabajos conocidos alrededor del método por objetivos es:

- KARPAK et al. (2001) se consideraron tres objetivos en el modelo: costo, calidad y confiabilidad de entrega. El modelo se usó para determinar la cantidad óptima de producto a ordenar, teniendo en cuenta la demanda de los compradores y las limitaciones de capacidad del proveedor.

La programación por objetivos permite desarrollar una modelación en donde se tenga en cuenta las metas que se quieren lograr en la compañía, teniendo en cuenta su propia capacidad.

3.2.3 AHP (analytichierarchyprocess)

Este método permite la toma de decisiones mediante la formación de un número deseado de conjuntos de variables y criterios que son comparados según la estructura de priorización propuesta por los encargados del proceso. Esta técnica fue implementada inicialmente por Thomas Saaty en 1980. Los resultados del modelo dependen de la subjetividad de los juicios de los encargados de realizar la evaluación, quienes estos deben especificar la preferencia de un criterio sobre otro teniendo en cuenta no solo la dirección, así, es una calificación cualitativa que puede estar sujeta a cambios o variaciones de un usuario a otro.

A continuación se nombran algunos estudios trabajados en el tema del AHP y su metodología:

- MURALIDHARAN et al. (2002) Propuso un modelo de cinco pasos para la selección y clasificación de proveedores respecto a nueve criterios. Además, se involucró personal de la empresa de las áreas de compras, almacén y control de calidad.
- CHAN et al. (2007) desarrollo un enfoque de toma de decisiones basado en AHP en donde potenciales proveedores fueron evaluados basados en 14 criterios. Además se usó un análisis de sensibilidad para examinar la respuesta de las alternativas cuando la clasificación de importancia relativa de cada criterio era cambiada.

3.2.4 QFD (Quality function deployment)

El despliegue de la función de la calidad es una herramienta clave para la aplicación de la ingeniería actual y la implementación de la administración de la calidad total (TQM). (Guinta and Praizler, 1993).

El QFD puede ser visto como un conjunto de herramientas de planeación, las cuales ayudan introducir nuevos proveedores o mejorar las negociaciones con los actuales enfocándose en los requerimientos de la compañía. Además cuenta con el análisis de factores internos y externos que son evaluados y comparados involucrando a los encargados de área en los juicios que deben emitirse en la fase inicial del proceso.

- Ansari and Modarress (1994) en este trabajo se discute los roles de los proveedores en varias fases del QFD.
- Holmen and Kristensen (1998) describe como la casa de la calidad puede ser usada en estaciones pre-interactivas de un proyecto de desarrollo de producto y como la identificación de correlaciones y no correlaciones entre las características de la planeación del producto puede ser usado por un cliente como un enfoque práctico para la discriminación entre los tipos de proveedores.

3.2.5 Teoría de conjuntos difusos (fuzzy set theory)

La teoría de conjuntos difusos fue diseñada para reducir la subjetividad de los juicios humanos, ya que considera valores imprecisos (intermedios) para definir las evaluaciones comunes tales como sí/no, verdadero/falso, bueno/malo, etc. Y las incorpora a modelos matemáticos complejos.

- CHEN et al (2006) los valores lingüísticos fueron usados para evaluar las clasificaciones y pesos para los factores de evaluación de proveedores. Estas clasificaciones lingüísticas podrían ser expresadas en números difusos triangulares o trapezoidales. El modelo propuesto fue capaz de trabajar con variables cuantitativas y cualitativas.
- SARKAR AND MOHAPATRA (2006) planteó el desempeño y la capacidad del proveedor como dos medidas relevantes en la evaluación y selección del proveedor. Los autores usaron números difusos para considerar la imprecisión de numerosas características subjetivas del proveedor.
- FLOREZ-LOPEZ (2007) escogieron 14 de los más importantes factores de evaluación de 84 potenciales atributos, los cuales se basaron en las respuestas de un cuestionario hecho a gerentes de compras. Para obtener la mejor representación de las habilidades del proveedor para crear valor a los consumidores, se ilustró un modelo para combinar ambos tipos de información (numérica y lingüística). Además, el modelo propuesto puede generar una vista gráfica mostrando la relativa conveniencia de los proveedores e identificando estrategias de grupos de proveedores.

Como conclusión, el análisis mediante Fuzzy (conjuntos difusos) permite reducir la subjetividad en los juicios humanos, los cuales siempre tendrán un porcentaje alto de incertidumbre y no se logra llegar a una solución clara y transparente a la hora de tomar una decisión, por esta razón, esta modelación es ideal en un ambiente cambiante y robusto como la selección de proveedores.

3.2.6 Razonamiento basado en casos

Esta modelación permite evidenciar el comportamiento de la unidad a estudiar mediante datos históricos, lo que permite visualizar el desempeño a

través del tiempo y lograr soluciones que involucren el crecimiento del proveedor.

- CHOY AND LEE (2002) presento un modelo genérico usando el CBR. Los criterios de evaluación fueron agrupados en tres categorías: capacidad técnica, sistema de calidad y perfil organizacional. El modelo fue implementado en una compañía de productos de consumo, la cual tenía almacenado el desempeño de proveedores antiguos y sus atributos en la base de datos. El modelo propuesto recupera el proveedor que cumpla con la especificación predefinida por la empresa

3.3 ELECCIÓN DEL MÉTODO DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES QUE SE AJUSTE A LOS PUNTOS CRÍTICOS DE MAYOR PRIORIDAD IDENTIFICADOS EN EL SUBPROCESO.

Teniendo en cuenta los anteriores modelos, se debe determinar cuál es el método de selección de proveedores planteados en la administración de las cadenas de abastecimiento, que se logren ajustar y responder a las necesidades principales del área de logística de suministros en cuanto a la escogencia de un proveedor, definidas a partir de los puntos críticos de mayor prioridad del subproceso de selección de proveedores de la empresa sucroquímica, establecidas en la tabla 10:

Tabla 10. Necesidades del área de compra de Bienes a partir de los puntos críticos de mayor prioridad identificados en el subproceso de selección de proveedores.

No.	Punto crítico	Necesidad/requerimiento
1	Solo se consideran los criterios internos o asociados al producto	Complementar los criterios cuantitativos y cualitativos con los que actualmente se está haciendo la evaluación y hacer ajustes a los mismos.
2	Se establecen relaciones a corto plazo con los proveedores, con bajo nivel de estabilidad y confianza, convirtiendo el subproceso más táctico que estratégico	Realizar procesos de negociación a largo plazo con los proveedores, con alto grado de confiabilidad en condiciones estables, para así, lograr reducir el catálogo de proveedores.

No.	Punto crítico	Necesidad/requerimiento
3	Altos tiempos de procesamiento y costos operativos asociados del proceso de asignación de la compra	El método debe permitir evaluar dichos criterios de manera precisa y confiable para garantizar la transparencia en la selección y tener los soportes suficientes en caso de incoherencias o reclamos.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla11, se realiza un análisis de los modelos definidos en el numeral 3.2 con respecto a los puntos críticos necesidades halladas en el subproceso de selección de proveedores implementado en el área de compra de bienes de la empresa objeto de estudio, de tal forma que se logre determinar qué puede aportar cada modelo como solución a cada punto crítico, en donde se realizará primero un análisis con los modelos matemáticos y posteriormente con los modelos artificiales, y así identificar el modelo combinado, con el cual se planteará la propuesta metodológico.

Tabla 11. Análisis de los métodos de selección de proveedores con respecto a los puntos críticos de mayor prioridad del subproceso de selección de proveedores.

Método	Punto crítico 1	Punto crítico 2	Punto crítico 3
DEA	Se puede tener en cuenta aspectos internos y externos	La clasificación de los proveedores se divide en Ineficientes o eficientes, con ligeras variaciones. Pero no permite resultados concretos que permitan evaluar el real desempeño de acuerdo a su comportamiento, lo que impide generar estrategias o planes a largo plazo	Es un método práctico al momento de la evaluación.
Programación por objetivos	Se puede tener en cuenta cualquier tipo de criterio de selección	Se requiere una definición previa de los pesos de los criterios, lo no permite resultados acertados para una evaluación posterior.	Puede ser dispendioso al momento de construir el algoritmo
AHP	Se puede tener en cuenta cualquier tipo de criterio de selección	Permite desarrollar un algoritmo ágil y concreto, con soluciones que permiten ver de manera acertada el desempeño de los proveedores, logrando establecer estrategias.	El algoritmo es robusto al momento de su construcción.
QFD	Se puede tener en cuenta cualquier tipo de criterio de selección	Permite desarrollar estrategias futuras gracias a la naturaleza concreta y veraz de los resultados, logrando establecer mejores relaciones de confianza entre el cliente y proveedor.	El modelo es práctico y flexible al construirse, lo que permite la obtención de resultados concretos, confiables, al menor tiempo posible.

Fuente: Elaboración propia

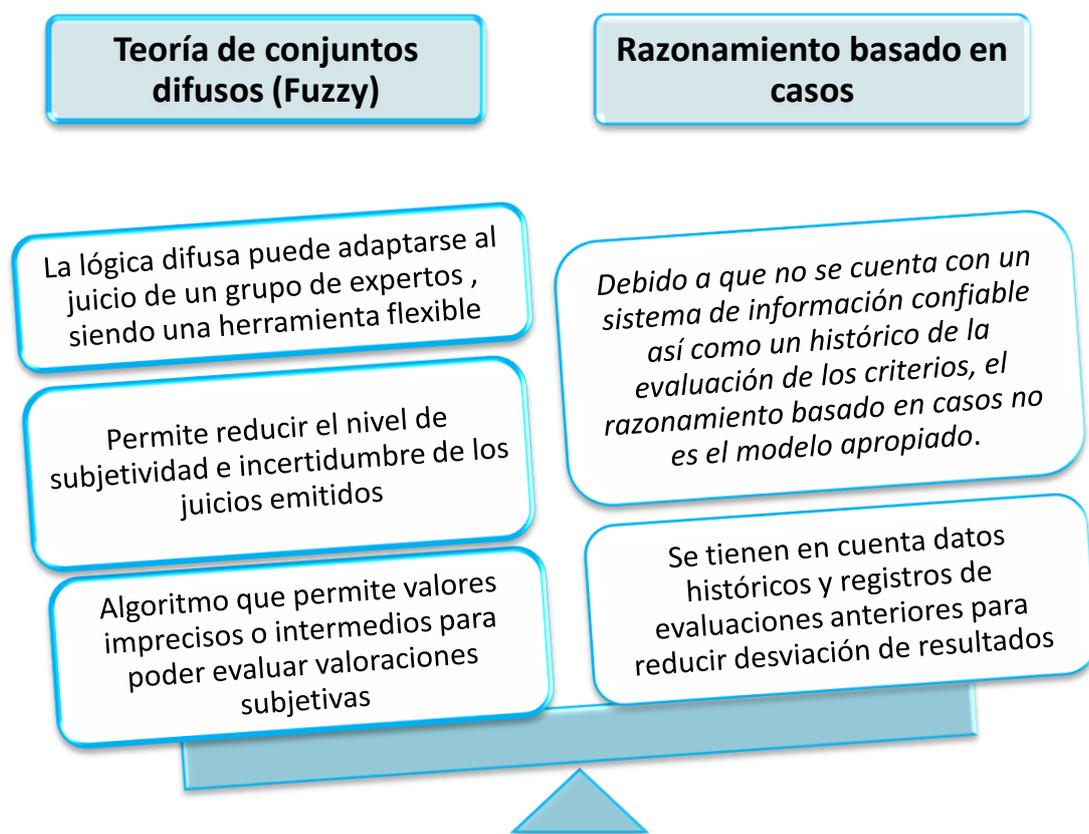
De acuerdo al análisis anterior, se determina que el modelo QFD es el método que más aporta a la solución a los puntos críticos de mayor importancia del subproceso de selección de proveedores de la empresa sucroquímica.

Por otro lado, para lograr responder a las necesidades plasmadas en los puntos críticos identificados, es necesario usar la combinación de dos clases de modelos, de manera que permita la evaluación de criterios cuantitativos y cualitativos y a la vez reducir el grado de subjetividad que envuelve el proceso de toma de decisiones en el área de Logística de suministros.

Para tal fin, hace falta definir el modelo de inteligencia artificial que ayude a complementar al QFD, por lo cual, la Teoría de conjuntos difusos (Fuzzy), a partir del análisis comparativo con respecto al razonamiento basado en casos como se logra observar en la figura 4, es la metodología que se puede adaptar al modelo matemático QFD, al permitir involucrar juicios difusos, subjetivos e imprecisos de los expertos y lograr reducir la subjetividad, a partir de la definición de conjuntos difusos, en donde se asignan números difusos a valoraciones lingüísticas.

El razonamiento basado en casos, solo tiene en cuenta datos de origen histórico, para lograr reducir la subjetividad, por lo que no representa una opción viable para adaptarlo al QFD, puesto que los criterios internos definidos actualmente en el área de compra de bienes, mencionados en el capítulo 2, no son evaluados o no se han ponderado y por ende no se cuenta con un registro histórico, por otro lado el sistema de información no es confiable dado a que es alimentado, algunas veces con datos erróneos de los proveedores provenientes de las peticiones de oferta y los cuales no se corrigen.

Figura 4. Comparación modelo Fuzzy y razonamiento basado en casos



Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, se determina que los métodos más próximos a cumplir con estos objetivos son el QFD y Fuzzy.

Esto debido a que el QFD toma en cuenta variables cuantitativas y cualitativas teniendo en cuenta los factores internos y externos del proceso, involucra a todos los interesados en el proceso de selección y se toma en cuenta su opinión acerca de cómo impacta cada uno de estos factores en el proceso, además está limitado y determinado por la capacidad de análisis de cada uno y sus experiencia en el campo de acción, lo que permite una toma de decisiones más crítica y precisa. Con la ayuda de los conjuntos difusos se permitirá encontrar la solución óptima que reduzca la incertidumbre y el grado de variabilidad.

La propuesta metodológica se planteará con el modelo combinado QFD – FUZZY.

3.4. CONCEPTUALIZACION DE LOS MODELOS SELECCIONADOS Y APLICACIONES EN LA SELECCIÓN DE PROVEEDORES

A continuación se presentará el concepto teórico de cada uno de los modelos, con el fin de estudiar las bases sobre las cuales se fundamenta, la estructura y principios de implementación.

3.4.1 MODELO QFD

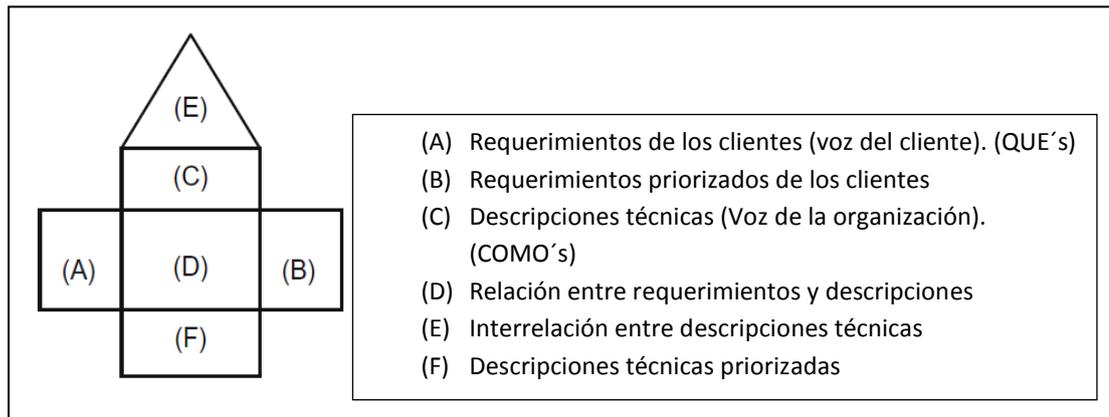
El QFD es una herramienta de planificación utilizada para cumplir las expectativas del cliente. Es un enfoque organizado para el diseño de productos, ingeniería y producción y proporciona un profundo despliegue de la función de evaluación. (Hassanzadeh y Razmi, 2009)

El enfoque QFD ha introducido la colaboración entre las diferentes áreas de negocio como requisito previo para el diseño de productos. Esto se obtiene la creación de grupos de trabajo apropiados, cuyos miembros pertenecen a diferentes unidades de negocio que participan en la fase de diseño del producto (Bouchereau y Rowlands, 2000).

Este modelo ayuda a las compañías a mejorar su ingeniería, reducir costos y aumentar la calidad de los bienes que se compran, el tiempo de desarrollo de productos es mucho menor, es flexible, se ajusta a las condiciones de cada empresa y a los requerimientos de la misma. Es usado para convertir los requerimientos del cliente en directrices y acciones en términos técnicos y de ingeniería. La principal herramienta usada por el QFD es la casa de la calidad (HOQ) que traslada la voz del cliente en requerimientos de diseño que cumplen con los objetivos planeados.

Uno de los primeros trabajos desarrollados a partir de QFD, lo hace Besterfield en el 2003, la analogía más usada para representar el modelo es mediante una casa, como se puede observar en la figura 5.

Figura 5. Casa de la calidad (HOQ)



Fuente: Traducido de Besterfield, 2003

El componente A, son los requerimientos del cliente, en esta etapa se determinan los “QUE” del producto o bien que se va a comprar, es decir, aquellas características que son requeridas relacionados con el bien a comprar directamente. El componente C, son aquellos aspectos internos del proveedor que se deben contemplar al momento de su elección, una de las necesidades que recae sobre el proceso del QFD es: “¿Son suficientes las características internas del proveedor para cumplir con los criterios asignados para los bienes ofertados?” El componente B es la matriz que determina los pesos de cada criterio para los proveedores, en esta se suman los valores obtenidos de la relación entre los “QUE” y los “COMO” y se obtiene su valor en porcentaje, de esta manera se jerarquiza los requerimientos de la empresa y se toman decisiones al respecto.

El centro de la casa, el componente D, es la relación entre los “QUE” y “COMO” ya determinados, en esto se evalúa el impacto que tiene cada criterio externo “COMO” sobre cada característica del proveedor “QUE”. El componente E, es en donde se jerarquizan los requisitos del proceso que son críticos, de acuerdo a la evaluación que aquí se lleva a cabo, se facilita el establecimiento de la importancia de los criterios estudiados. Cada “QUE” recibe un porcentaje que representa su nivel de relevancia al momento de selección a un proveedor.

En la parte superior de la casa, el componente E, representa la relación entre los “COMO”, en vista de los requisitos del cliente y sus capacidades, se pueden desarrollar acciones.

3.4.2 MODELO FUZZY

La teoría de conjuntos difusos (Fuzzy) está asociada a conjuntos cuyos elementos tienen grado de pertenencia, fue introducido inicialmente por Zadeh (1965).

Fuzzy permite la evaluación de la composición de los elementos de un conjunto de forma gradual, tiene la capacidad de representar valores intermedios, usa información aproximada y se basa en la incertidumbre para generar decisiones más acertadas.

Fue diseñado específicamente para matemáticamente representar la incertidumbre y la vaguedad y proporcionar formalizado herramientas para hacer frente a la imprecisión intrínseca a muchos problemas (Kahraman et al., 2003).

Las opiniones en el sistema Fuzzy son representadas con números fuzzy triangulares, porque ellos son intuitivos y fáciles de usar. Por tanto cada número difuso está representado por un conjunto de tres elementos.

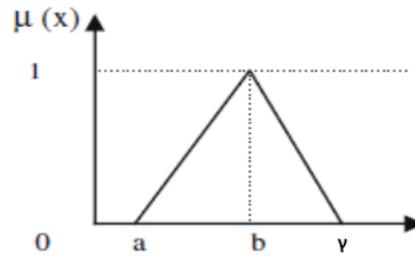
Si A es un número difuso, entonces se considera que es triangular si su convexidad es lineal a tramos. Con la finalidad de simplificar las operaciones con los números difusos, generalmente se simplifica su notación, de manera lineal. Desde este punto de vista, un número difuso triangular asimétrico se denota como sigue:

$$A_{\sim} = (m - a, m, m +) \text{ (Correa, 2004).}$$

En otras palabras,

De acuerdo con esto, se puede notar que corresponde a una notación simple como una representación de 3 números concretos, como se presenta en la figura 6.

Figura 6. Numero difuso triangular



Fuente:Amin, razmi (2009). Pág. 4

En el presente trabajo, es necesaria la realización de suma y multiplicación de números difusos. A continuación se muestra el procedimiento a seguir con respecto a los números difusos triangulares:(Chou & Chang, 2008; Klir & Yuan, 1995):

Sea $\mu_1(x)$ y $\mu_2(x)$, que denotan números fuzzy triangulares, se tienen las siguientes operaciones básicas que se usan en el presente trabajo:

- a) Suma de dos números difusos triangulares \oplus

Ecuación 1. Suma de números triangulares difusos

- b) Multiplicación de dos numero difusos triangulares \otimes

Ecuación 2. Multiplicación entre números difusos triangulares

- c) Multiplicación de cualquier número real λ por un numero triangular difuso

Ecuación 3. Multiplicación de un escalar y un número fuzzy

3.4.3 Estudios aplicados del método QFD-Fuzzy en la selección de proveedores

El modelo QFD-Fuzzy ha sido aplicado en el ambiente de selección de proveedores con el objetivo de integrar los fundamentos de la casa de calidad y la lógica difusa, permitiendo considerar valores intermedios, reduciendo la incertidumbre de la subjetividad en las opiniones. Algunos de los trabajos adelantados en este tema son:

- Temponi, Yen, and Tiao (1999) desarrolla una extensión basada en Fuzzy a la casa de la calidad (HOQ) para capturar los requerimientos imprecisos para facilitar la comunicación de los DM (quienes toman las decisiones) y tomar representación formal de los requerimientos.
- Bevilacqua et al. (2006): se construyó una casa de la calidad para identificar las características requeridas para los productos para satisfacer las necesidades del cliente y los criterios relevantes de los proveedores para cumplir con dichos requerimientos. Se asignaron pesos a las características del producto y a los coeficientes de relación entre estas y los criterios de evaluación del proveedor en términos de lógica difusa. El resultado de este trabajo fue una evaluación de los proveedores potenciales de acuerdo a los criterios determinados.
- Osorio, Arango, Ruales (2011): plantea una metodología para la selección de proveedores utilizando QFD-Fuzzy para la toma de decisiones. El modelo involucra las necesidades del cliente y el conocimiento de los materiales y procesos que tienen los proveedores al ser vinculados al proceso.

El presente trabajo, con respecto a los trabajos realizados de otros autores con QFD-FUZZY aplicada a la selección de proveedores, está basado en la definición de criterios, restringida a las necesidades y puntos críticos del área de compra de bienes nacionales de una empresa sucroquímica, así como los indicadores necesarios para tomar la decisión, además, se propone como una herramienta que permite de manera transparente y confiable seleccionar el proveedor que suministre grupo de materiales bajo un esquema de negociación en el largo plazo y que, por tanto, requiere de ciertas características y condiciones como se presenta en la segunda recomendación del presente trabajo (Pág. 80).

Por otra parte, para asignar el peso de importancia relativa del juicio emitido de cada tomador de decisión en el modelo, como se estudiará en el capítulo 4, se tuvo en cuenta el nivel de estudios y experiencia, ponderación que afectaría la calificación de los criterios internos y externos, así como la calificación de los proveedores, puesto que participó todo el personal de compras y no se tuvo en cuenta un parámetro para determinar quienes podían participar en la toma de decisiones, dado que al realizar negociaciones a largo plazo con proveedores, involucraría grupos de artículos de diferentes características en donde era necesario contar con el juicio de todos los expertos.

CAPITULO 4

PROPUESTA METODOLOGICA QFD – FUZZY

4.1 MODELO COMBINADO QFD Y FUZZY

La evaluación de desempeño del proveedor debe ser un proceso flexible, que permita evaluar las diferentes características de calidad y oportunidad de un producto o servicio prestado y la gestión de un proveedor. La empresa debe hacer seguimiento y acompañamiento a los planes de mejora que se generen de las evaluaciones hechas al proveedor y llevar control sobre toda la información generada por estos procesos, para decidir acerca de futuras negociaciones con los proveedores y la certificación (Herrera y Osorio, 2006).

El modelo QFD Y FUZZY representa una herramienta aproximada de hallar una solución acorde con los requerimientos de la empresa sucroquímica ya que integra los juicios de las personas involucradas en el proceso de logística de suministros, y específicamente quienes se encargan de realizar las compras diariamente, que son los agentes más consientes sobre el estado del proceso y las necesidades que se presentan en él. Además contempla los factores internos y externos que influyen en el proceso de compra entre el catalogo existente de proveedores, el cual se verá reducido gracias a la modelación de un algoritmo que permite contar con los proveedores que cumplan en regla con las condiciones y a su vez, tienen un buen desempeño.

Teniendo en cuenta lo anterior, se plantea un modelo para la empresa sucroquímica en la que se parte del desarrollo del modelo QFD con sus respectivos pasos y estudio de variables y criterios, y luego es combinado con el modelo fuzzy para reducir la subjetividad de los juicios obtenidos.

En el área de logística de suministros existen personas que están directamente involucradas en el proceso de compra, por tanto son quienes deben determinar y crear el catálogo de proveedores con los cuales establecer negociaciones a largo plazo. Por tanto, es necesario que ellos participen en la modelación del algoritmo que se usa en el presente trabajo. La metodología a usar incluye un grupo evaluador, a cada uno de ellos se les llama DM (Decision

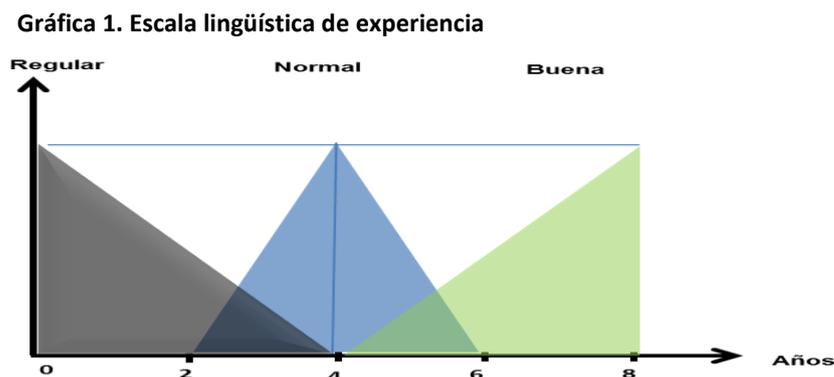
Maker), los cuales se encargaran de realizar las evaluaciones iniciales de las variables relacionadas en el modelo, lo que permitirá hallar los pesos de cada criterio.

4.3.1. Escala lingüística de evaluación de los DM's

La experiencia, autoridad y responsabilidad de los DM's no son iguales en la práctica (Chou& Chang, 2008). Por tanto es necesario determinar unos pesos para cada DM's en el proceso de decisión.

Los pesos para cada DM son evaluados según su experiencia y nivel de estudios, los cuales se determinan mediante conjunto de números difusos, de la siguiente manera:

- **Experiencia:** La experiencia se mide de acuerdo al número de años que lleven desempeñando en cargos asociados con la logística y compra de bienes, sin embargo no es suficiente para definir el nivel de experiencia de los DM's, por ende se emite un concepto subjetivo bajo una escala lingüística de la experiencia, cuyos valores difusos se representan, para una experiencia regular (0,0,4), normal (2,4,6) o buena (4,8,8), como se puede apreciar en la gráfica 1.



Fuente: Extraído y adaptado de la Escala lingüística del Nivel de experiencia de los DM's (Amin y Razmi, 2009)

- **Nivel de estudios:** el nivel de estudios se representa por el nivel académico de cada DM, esto depende de sus títulos de bachiller, técnico

y/o tecnólogo, universitario o postgrado, asignándose un valor numérico a cada expresión, a partir de una escala de uno a cinco (Tabla 12).

A pesar de usarse expresiones lingüísticas, el nivel de estudios no presenta incertidumbre, puesto que se tienen conceptos definidos y restringidos para la empresa sucroquímica, de tal forma que no se requiere establecer valores intermedios o números difusos para evaluar las valoraciones lingüísticas. Por ejemplo, es considerado bachiller aquel estudiante que aprueba todo el ciclo académico de la secundaria, más aquel que aprobó solo hasta el penúltimo curso del ciclo, no es considerado bachiller (Jiménez, G. Comunicación personal, 2013).

Tabla 12. Nivel de estudios

Nivel de Estudios	Valoración
Básica primaria	1
Bachiller	2
Técnico/Tecnólogo	3
Universitario	4
Postgrado	5

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13, se presentan los resultados para la evaluación de la experiencia de los DM's, en forma lingüística, teniendo cuenta la escala de la gráfica 1, las cuales posteriormente se le asigna el número difuso triangular correspondiente, en donde E es la variable de experiencia para los números difusos, por lo tanto cada número difuso estará expresado de la forma

Tabla 13. Matriz de números difusos experiencia de los DM's

MIEMBROS	EXPERIENCIA		E_{α}	E_{β}	E_{γ}
DM1	Normal	4 AÑOS	2	4	6
DM2	Normal	4 AÑOS	2	4	6
DM3	Normal	5 AÑOS	2	4	6
DM4	Regular	0 AÑOS	0	0	4
DM5	Buena	16 Años	4	8	8
DM6	Buena	6 AÑOS	4	8	8

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, se evalúa la variable de nivel de estudios (S), cuyos resultados se muestran en la tabla 14.

Tabla 14. Matriz números difusos para nivel de estudio de los DM's

MIEMBROS	NIVEL DE ESTUDIOS	S_n
DM1	Universitario	4
DM2	Bachiller	2
DM3	Técnico	3
DM4	Universitario	4
DM5	Postgrado	5
DM6	Postgrado	5

Fuente: Elaboración propia

Para determinar los pesos de cada DM, teniendo en cuenta los números difusos definidos para la experiencia y el factor multiplicativo nivel de estudios, es necesario usar las operaciones pertinentes para hallar el peso r_n , que representa el peso del juicio emitido por cada DM, en donde n es el número de DM's. Para obtener el vector r_n , se aplica la ecuación 4.

Ecuación 4. Cálculo del peso del DM

Lo que indica que cuanto más experiencia y nivel de estudios tenga el DM, es más confiable el juicio emitido con respecto a los criterios de decisión que los otros DM's. Los resultados se muestran en la tabla 15.

Tabla 15. Pesos de los DM's

MIEMBROS	r_n	r_α	r_β	r_γ
DM1	r1	8	16	24
DM2	r2	4	8	12
DM3	r3	6	12	18
DM4	r4	0	0	16
DM5	r5	20	40	40
DM6	r6	20	40	40

Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Definición de los criterios

Los criterios considerados dentro del área de Logística de suministros son los siguientes:

4.3.2.1. *Criterios “QUE”*. Los criterios internos son las características requeridas para cada bien (insumo/materia prima). Para la empresa sucroquímica se proponen cinco criterios, y son los siguientes:

- **Especificaciones técnicas:** En la empresa sucroquímica existe un catálogo de marcas, las cuales por condiciones de calidad y confiabilidad, son las que se aceptan y tienen preferencia sobre otras. Por esta razón, se debe considerar este factor dentro de la evaluación para la selección, ya que a pesar de que el proveedor oferte la materia prima o insumo determinado a menor precio que los demás pero no cumple con la marca y especificaciones de calidad, no podrá considerarse dentro del catálogo de proveedores. Este criterio era considerado para seleccionar un proveedor, pero se propuso ampliar el criterio a especificaciones técnicas, ya que incluiría factores de calidad y confiabilidad dentro del análisis.
- **Precio:** El precio representa una base para la toma de decisiones determinante, se espera que los precios ofrecidos por el proveedor cumplan o sean coherentes con los precios del mercado o la variabilidad sea mínima con respecto a los otros proveedores.
- **Descuentos comerciales:** Los descuentos representan un plus al momento de la compra, por lo tanto los proveedores que brindan mejores oportunidades de compra, se hacen más atractivos, debido a que la empresa podrá disminuir costos de acuerdo a las políticas de cada proveedor, afectando positivamente la utilidad de la empresa.
- **Tiempo de entrega:** El tiempo de entrega es un factor importante dentro del proceso logístico, ya que los insumos y materias primas deben estar disponibles en un tiempo prudente para lograr ingresar de manera eficiente en el proceso de producción.

- **Desempeño Logístico:** Para cumplir con la entrega del producto en el tiempo, lugar, cantidad y condiciones adecuadas, el proveedor debe garantizar las actividades necesarias de planeación logística de los materiales solicitados, de tal forma que respondan satisfactoriamente a los requerimientos definidos por pedido.

4.3.2.2. *Criterios “COMO”.* Los criterios externos son aquellos relacionados directamente con la gestión organizacional de cada proveedor que influye en su desempeño y por ende en el cumplimiento de pedidos. Para el caso de la empresa sucroquímica se proponen los siguientes:

- **Capacidad de suministro:** se busca que los proveedores tengan la suficiente capacidad para abastecer los requerimientos de materiales, en la cantidad, tiempo y lugar solicitados y ante situaciones de urgencias.

Para evaluar la capacidad de suministro, se tendrá en cuenta, las referencias que pueden suministrar el proveedor contra el total de referencias solicitadas por grupo de materiales , en donde , es el número de proveedores candidatos y se calcula a partir de la ecuación 5 y el nivel de stock que el proveedor dispone de las referencias contra el nivel de stock deseado , que es definido por la empresa y se usa la ecuación 6, para el cálculo.

Ecuación 5. Capacidad de suministro de referencias por grupo de materiales

Ecuación 6. Capacidad de suministro según el Nivel de Stock

Posteriormente se pondera cada valor obtenido, por el 50%, debido a que los DM's asignaron el mismo nivel de importancia a partir de un consenso, obteniéndose el valor a partir del cual se comparará la

capacidad de suministro entre los proveedores, el cual se calcula con la ecuación 7.

Ecuación 7. Cálculo de la capacidad de suministro total

- **Capacidad financiera:** El proveedor debe tener un comportamiento estable en cuanto a sus movimientos financieros, esto determina el tratamiento del mismo ante posibles negociaciones futuras, además es un factor que influye en su desempeño a largo plazo y por ende su confiabilidad.

Para evaluar la capacidad financiera se tendrá en cuenta tres indicadores financieros, que se exponen en la tabla 16:

Tabla 16. Indicadores financieros

Indicador	Fórmula
Índice de solvencia (S)	_____
Capital de trabajo (W)	
Índice de endeudamiento	_____

Fuente: Donoso, 2011.

Igualmente se solicita referencia de las entidades financieras con las que tiene relación cada proveedor, y se procede a validar.

- **Experiencia de suministro:** Dentro de la selección se da prioridad a los proveedores que cuenta con un mayor tiempo realizando la labor de abastecimiento de los bienes cotizados. Un proveedor con una alta experiencia es sinónimo de confiabilidad, pues sus conocimientos y estabilidad es mucho mayor a través de los años.

Para tal fin, se solicita el brochure de la empresa, cartas de referencias de los clientes principales, así como evaluaciones de desempeño como proveedor, sí aplica y se procede a verificar la información asociada.

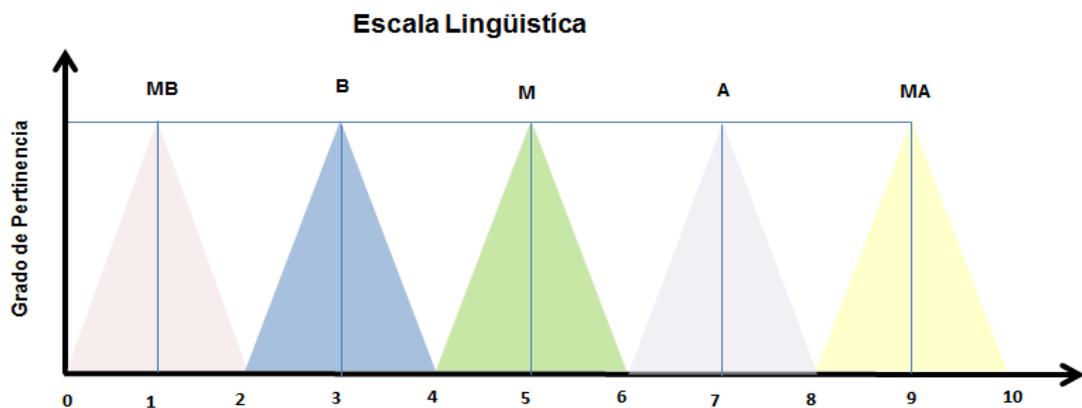
- **Acreditación de suministro:** El proveedor debe demostrar que está habilitado para realizar el abastecimiento de determinados bienes, por esta razón, debe presentar la documentación pertinente al día que la empresa le pida para aprobarlo

Para evaluar este criterio se solicita cartas de acreditación de distribución de marcas comerciales y fichas técnicas de los materiales.

4.3.3. Determinación de los pesos de los criterios “QUE’s”

En este paso, el modelo QFD es aplicado considerando un conjunto lingüístico para expresar las opiniones sobre un grupo de criterios. La variable lingüística U puede ser cuantificada usando números triangulares difusos, como se muestra en la tabla 17 y la gráfica 2.

Gráfica 2. Escala lingüística de calificación de importancia relativa de los criterios "QUE"



Fuente: Basado en la Escala lingüística de calificación de importancia relativa para (Bevilacqua, Ciarapica y Giacchetta, 2006)

Tabla 17. Números difusos asignados a las valoraciones lingüísticas de importancia relativa

Nominación	Descrip.	Vector		
		0	1	2
MB	Muy bajo	0	1	2
B	Bajo	2	3	4
M	Medio	4	5	6
A	Alto	6	7	8
MA	Medio alto	8	9	10

Fuente: Basado en la Escala lingüística de calificación de importancia relativa (Bevilacqua, Ciarapicay Giacchetta, 2006)

Los DM's tienen la responsabilidad de conocer cada uno de los criterios "QUE", de acuerdo a la forma de evaluarse, teniendo pleno conocimiento de cada uno de ellos y lo que representa para el proceso. El paso siguiente es determinar el peso de los criterios "QUE", con base a la escala lingüística de números difusos triangulares. La tabla 18 muestra los resultados obtenidos en la escala lingüística:

Tabla 18. Resultado ponderación criterios internos por parte de los DM's escala lingüística

CRITERIO QUE	DM1	DM2	DM3	DM4	DM5	DM6
Especificaciones técnicas	MA	MA	MA	A	A	MA
Precio	A	MA	A	MA	MA	A
Descuentos comerciales	M	MA	A	M	M	M
Tiempo de entrega	MA	MA	MA	A	A	MA
Desempeño logístico	MA	MA	M	M	MB	A

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta los pesos de cada DM, y las valoraciones dadas para cada uno a los criterios QUE, se aplica la ecuación 8, para formar el conjunto de números difusos correspondiente para cada criterio de acuerdo a cada DM.

Ecuación 8. Peso de importancia relativa

De acuerdo a lo anterior, se genera la matriz de vectores , que se muestra en la tabla 19:

Tabla 19. Ponderación de los criterios internos de acuerdo al peso de cada DM en números difusos

CRITERIO QUE	r1*wi1			r2*wi2			r3*wi3			r4*wi4			r5*wi5			r6*wi6		
w1	64	144	240	32	72	120	48	108	180	0	0	128	120	280	320	160	360	400
w2	48	112	192	32	72	120	36	84	144	0	0	160	160	360	400	120	280	320
w3	32	80	144	32	72	120	36	84	144	0	0	96	80	200	240	80	200	240
w4	64	144	240	32	72	120	48	108	180	0	0	128	120	280	320	160	360	400
w5	64	144	240	32	72	120	24	60	108	0	0	96	0	40	80	120	280	320

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se obtiene el conjunto de números triangulares difusos unificados para cada criterio QUE, incorporando los juicios de todos los DM. Para esto, se aplica la ecuación 9. Los resultados correspondientes se muestran en la tabla 20.

—

Ecuación 9. Peso de importancia relativa de

Tabla 20. Matriz del vector

CRITERIO QUE	w_{α}	w_{β}	w_{γ}
w1	424	964	1388
w2	396	908	1336
w3	260	636	984
w4	424	964	1388
w5	240	596	964

Fuente: Elaboración propia

4.3.5 Cuantificación de la importancia relativa de los criterios “COMO”

Para calcular la importancia relativa de cada criterio COMO , que se asocia a los atributos del proveedor, necesarios para garantizar la capacidad de suministro bajo una negociación a largo plazo con la empresa sucroquímica, cada DM debe calificar la importancia relativa de la correlación de cada criterio

COMO sobre cada criterio QUE, valoraciones que serán representados con la variable a_{ij} , en donde i es el criterio QUE y j es el criterio COMO. Para la calificación, cada DM deberá tener en cuenta la forma en que cada criterio COMO puede llegar a influir en la satisfacción de los requerimientos y especificaciones de los materiales solicitados por la empresa sucroquímica, planteados como criterios QUE y que por ende influyen directamente en la gestión adecuada de los pedidos.

La calificación de la importancia relativa de la correlación entre los criterios COMO y QUE se realiza teniendo en cuenta la escala lingüística definida en la tabla 17. Los resultados de las valoraciones emitidas por cada DM para la correlación de los criterios COMO, capacidad de suministro y capacidad financiera, sobre los criterios QUE se presenta en la tabla 21.

Tabla 21. Matriz de valoración lingüística de la correlación entre la capacidad de suministro y financiera sobre los criterios QUE.

CRITERIO QUE	f1.CAPACIDAD SUMINISTRO						f2.CAPACIDAD FINANCIERA					
	DM1	DM2	DM3	DM4	DM5	DM6	DM1	DM2	DM3	DM4	DM5	DM6
Especificaciones técnicas	MA	B	M	B	MB	A	MA	B	B	MB	B	A
Precio	A	MA	M	A	M	MA	A	MA	M	M	M	MA
Descuentos comerciales	A	A	B	A	M	MA	MA	A	B	M	M	M
Tiempo de entrega	MA	M	B	B	B	B	MA	B	B	B	B	B
Desempeño logístico	MA	A	A	M	MA	A	M	B	B	MB	MB	M

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente cada valoración emitida por cada DM de la correlación entre los criterios COMO y QUE, que corresponde a las expresiones lingüísticas cuantificadas como se ejemplifica en la tabla 22, se pondera con el peso de importancia relativa de cada DM. En la tabla 23, se muestran los resultados obtenidos de la correlación del criterio COMO “capacidad de suministro” sobre los criterios QUE, según el peso de las valoraciones emitidas por los DM 1, 2 y 3, que se calculan mediante la ecuación 10.

Tabla 22. Matriz del vector a_{ij} . Valoración de la correlación de f1 sobre w_i de los DM 1, 2 y 3

a_{ij}	CRITERIO QUE	f1								
		a_{ij1}			a_{ij2}			a_{ij3}		
w_1		8	9	10	2	3	4	4	5	6
w_2		6	7	8	8	9	10	4	5	6
w_3		6	7	8	6	7	8	2	3	4
w_4		8	9	10	4	5	6	2	3	4
w_5		8	9	10	6	7	8	6	7	8

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 10. Cálculo del vector

Tabla 23. Matriz del vector a_{ijn} , Ponderación de la correlación de f_1 sobre w_i , con el peso de importancia r_n de los DM 1, 2 y 3.

$a_{ijn} * r_n$	CRITERIO QUE	f1								
		a_{ij1}			a_{ij2}			a_{ij3}		
	w1	64	144	240	8	24	48	24	60	108
w2	48	112	192	32	72	120	24	60	108	
w3	48	112	192	24	56	96	12	36	72	
w4	64	144	240	16	40	72	12	36	72	
w5	64	144	240	24	56	96	36	84	144	

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo del número triangular difuso a_{ijn} , que representa el valor consolidado de los juicios emitidos de todos los DM para cada una de las correlaciones de los criterios COMO y QUE, y determina el efecto y/o impacto total que tiene cada criterio COMO sobre los criterio QUE, se aplica la ecuación 11. Los resultados del impacto total de cada criterio COMO sobre los criterios QUE se puede visualizar en la tabla 24.

Ecuación 11. Ponderación del peso de importancia relativa

Tabla 24. Matriz del número triangular difuso

CRITERIO QUE	CRITERIOS COMO											
	f1			f2			f3			f4		
w1	216	548	860	244	604	872	288	692	996	452	1020	1464
w2	344	804	1188	344	804	1156	288	692	1028	364	844	1248
w3	324	764	1128	260	636	984	260	636	944	212	540	848
w4	172	460	768	164	444	744	352	820	1244	228	572	856
w5	404	924	1296	132	380	616	204	524	856	396	908	1304

Fuente: Elaboración propia

Una vez se obtenga las correlaciones se procede a calcular los pesos de importancia relativa de los criterios COMO, denominado como número triangular difuso , se usa la ecuación 12, en donde se promedian los pesos de importancia relativa de cada criterio QUE , con los pesos relativos de la correlación entre los criterios COMO y QUE . Los valores difusos que se obtuvieron, se muestran en la tabla 25, que además se registran en la matriz F de la casa de la calidad.

Como se ha tenido en cuenta en los anteriores numerales del presente capítulo, m se refiere al número de criterios externos y k al número de criterios internos.

—

Ecuación 12. Ponderación de pesos relativos de los criterios externos

Tabla 25. Pesos relativos de los criterios externos

CRITERIO COMO	PESO		
	f_{α}	f_{β}	f_{γ}
F1	96.387	547.670	1.241.226
F2	81.699	474.256	1.069.901
F3	100.394	560.541	1.247.322
F4	116.525	637.130	1.395.795

Fuente: Elaboración propia

4.3.6 Construcción de la matriz de correlaciones entre los criterios externos “CÓMO”

En la matriz de correlaciones de los criterios externos, se realiza un análisis de correlación entre pares de dichos criterios, para identificar el efecto que puede causar la mejora o incremento de uno de los criterios sobre otro, determinando los criterios que están estrechamente relacionados o aquellos que tienen efectos adversos, debido a que una mejora de uno de los criterios

externos por parte del proveedor, podría afectar negativamente otros criterios externos que presentan igual o mayor importancia. Por lo tanto la información que se obtenga de la correlación entre los criterios externos, sería un insumo para el desarrollo y mejoramiento de los proveedores, lo que podría brindar beneficios en las relaciones de largo plazo, que el área de Compra de Bienes de la empresa sucroquímica, propone establecer con los proveedores de bienes.

La matriz contiene correlaciones positivas y negativas entre pares de CÓMO, las cuales se registran en el “techo” de la casa de la calidad o la matriz E de la figura 5, utilizando la simbología de la tabla 26. Los resultados de las correlaciones entre los criterios externos se muestran en la figura 7.

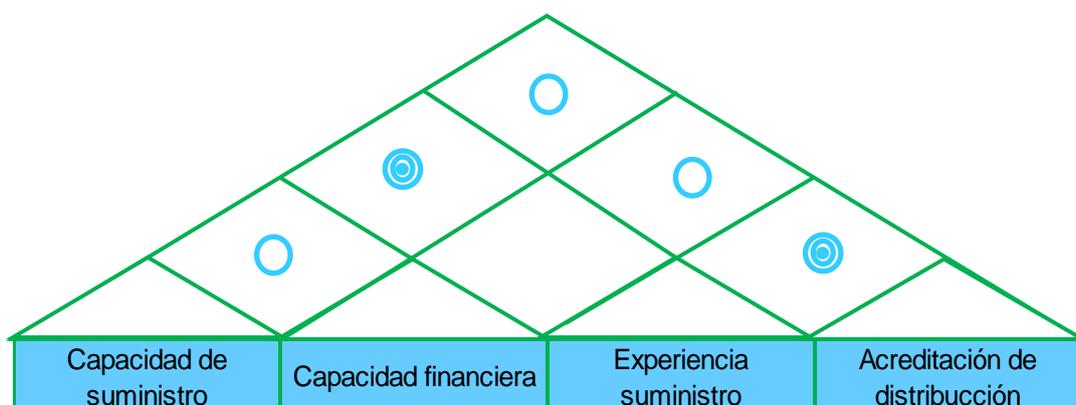
Las correlaciones entre los pares de criterios externos, no se obtiene a partir de un procedimiento matemático y solo representa una guía para el mejoramiento del proveedor seleccionado (Osorio, Arango & Ruales, 2011).

Tabla 26. Escala de calificación de matriz de correlación de criterios externos

◎	Correlación muy positiva	Ambos criterios se mueven en el mismo sentido
○	Correlación positiva	
×	Correlación negativa	Los criterios se mueven en sentido contrario
⊗	Correlación muy negativa	

Fuente: Extraída de Selección de proveedores usando el despliegue de la función de la calidad difusa. Osorio, Arango y Ruales, 2011.

Figura 7. Matriz de correlación entre los criterios externos



Fuente: elaboración propia

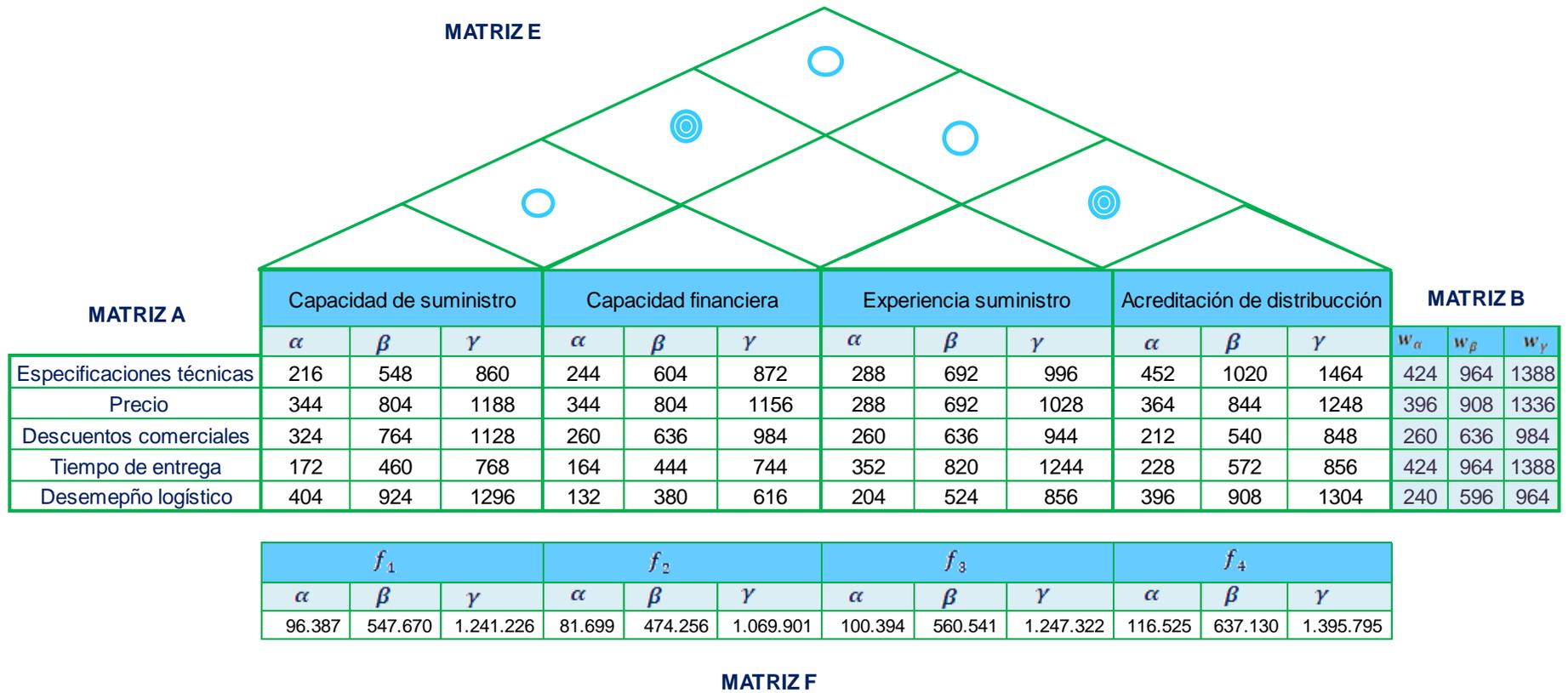
Las correlaciones entre los criterios externos identificadas para los proveedores que participarían en los procesos de negociación a largo plazo y sirven como punto de referencia para las mejoras y desarrollo, son:

- *Muy positiva para la acreditación en la representación y distribución de marcas y la experiencia de suministro.* Sí el proveedor tiene mayor experiencia en el suministro de materiales, tendrá más probabilidad de obtener cartas de autorización de representación de marcas posicionadas y si un proveedor obtiene más permisos para comercializar y distribuir marcas, tendrá más acreditación en su experiencia como proveedor.
- *Positiva para la acreditación de distribución de marcas y capacidad financiera.* A mayor capacidad financiera el proveedor tendrá más respaldo y músculo financiero para poder representar y distribuir una marca que se encuentra posicionada en el mercado y si el proveedor aumenta la acreditación de distribución de marcas que han sido acogidas en el mercado, la empresa aumentará su valoración económica, afectando la capacidad financiera.
- *Positiva para la acreditación de distribución de marcas y la capacidad de suministro.* Sí el proveedor dispone de la suficiente capacidad para distribuir, almacenar y comercializar una marca posicionada, podrá obtener permisos para su representación y por otra parte si el proveedor tiene mayor número de permisos de distribución de marcas, tendrá la posibilidad de realizar un mayor número de ofertas al mercado de productos confiables y de mayor garantía, influyendo en el incremento de la capacidad de suministro.
- *Muy positiva para la experiencia de suministro y la capacidad de suministro.* Al contar con mayor oferta de productos, en la cantidad y calidad que se requieran en el mercado, habrá mayor confiabilidad en el proveedor y por tanto se acreditará la experiencia del mismo, por otro lado si el proveedor adquiere un mayor nivel de experiencia, a través de capacitaciones, benchmarking, entre otras, identificará las estrategias que podrían mejorar la capacidad para suministrar sus productos.
- *Positiva para la capacidad de suministro y la capacidad financiera.* Cuando se aumenta la capacidad de suministro, el proveedor deberá tener el recurso y respaldo financiero para hacerlo, a pesar de ser una inversión que podría resultar costosa, esta podría recuperarse en el largo plazo, en donde no solo se obtendrán beneficios en la capacidad y tecnología

instalada del proveedor, sino que también habrá mayor nivel de ingresos, solvencia económica y el valor de la empresa puede incrementar, influyendo en la capacidad financiera.

La casa de la calidad se logra completar, como se ilustra en la figura 8.

Figura 8. Casa de la calidad para la selección de proveedores de bienes de una empresa sucroquímica



Fuente: Elaboración propia

4.3.7 Determinación del impacto de cada proveedor candidato sobre los criterios externos.

Es necesario evaluar a cada uno de los proveedores candidatos para adjudicar la negociación a largo plazo de un grupo de materiales con la empresa sucroquímica, para ello, cada uno de los miembros del equipo multidisciplinario debe emitir una valoración entre cada uno de los proveedores candidatos frente a cada variable externa, para lograr obtener las ponderaciones que permitirán establecer la clasificación de cada uno de los proveedores y así tomar una decisión pertinente en la selección del proveedor.

Las valoraciones se realizarán, como se ha hecho anteriormente durante el desarrollo del capítulo cuatro, es decir a través de las variables lingüísticas que serán cuantificadas a través de números difusos triangulares, definidos en la tabla 17, en donde SR, serán las ponderaciones del proveedor, que se calcularán a partir de la ecuación 13.

$$SR = \left\{ \right\}$$

Ecuación 13. Ponderación del impacto de los proveedores sobre los criterios externos

Donde h es el número de proveedores candidatos que participarán en la negociación de un grupo de artículos, m es el número de criterios externos, N es el número de miembros del equipo multidisciplinario y $v_{h,n,j}$, es la valoración difusa emitida por el miembro n del proveedor h frente al criterio externo j .

La matriz en donde se expresan las valoraciones de cada uno de los proveedores candidatos con respecto a los criterios externos, se representa en la tabla 27, donde cada elemento de esta matriz se debe cuantificar con números difusos triangulares,

Tabla 27. Calificación de matriz de correlación de variables externas

PROVEEDORES	Variables externas (Cómos)								
	F1			F2			Fm		
	Miembros del equipo multidisciplinario								
	DM1	DM2	DM _N	DM1	DM2	DM _N	DM1	DM2	DM _N
P1	MA	B	M	A	MB	A	B	M	MB
P2	A	MB	MA	A	B	M	MB	M	B
⋮	M	B	A	MA	M	A	B	A	M
P _p	MA	B	M	MA	B	MA	B	MA	A

Fuente: Adaptado de Selección de proveedores usando el despliegue de la función de la calidad difusa. Osorio, Arango y Ruales, 2011.

Se realiza un ejemplo, que servirá como guía o punto de referencia, para el área de Compra de Bienes si adoptan el método de selección, en cuanto se refiere a la correlación entre los proveedores y los criterios externos, desarrollado en el presente numeral.

Uno de los grupos de negociación a largo plazo de la empresa sucroquímica serán los insumos de laboratorio, que a su vez se dividen en varios grupos de artículos, que para el presente ejemplo, se utilizarán los insumos de vidriería.

Se consultaron la base de datos maestro, para revisar el histórico de compras de este grupo de artículos, en donde se identificaron catorce proveedores a quienes principalmente se les enviaba cotización, pero de ellos sólo tres enviaban respuesta y a uno de ellos se le adjudicaba la compra. Es de aclarar que el funcionario encargado de realizar la compra, debe realizar este proceso cada vez que se presenta una solicitud de este insumo, convirtiéndose en un ciclo operativo y desgastante.

Para el siguiente ejemplo, se tomarán como candidatos base, los tres proveedores que generalmente enviaban la cotización de los insumos de vidriería y a quienes se les compraba, sin embargo por confidencialidad, no se denominarán por su respectiva razón social, sino como proveedor A, B y C, quienes fueron evaluados por cada uno de los miembros del equipo multidisciplinario (DM's), cuyas valoraciones lingüísticas se presentan en la tabla 28 y su cuantificación en la tabla 29, teniendo en cuenta la tabla 17.

Tabla 28. Valoración lingüística de la ponderación de los proveedores frente a los criterios externos

PROVEEDOR ES	Variables externas (Cómos)																								
	f1						f2						f3						f4						
	Miembros del equipo multidisciplinario																								
	DM 1	DM 2	DM 3	DM 4	DM 5	DM 6	DM 1	DM 2	DM 3	DM 4	DM 5	DM 6	DM 1	DM 2	DM 3	DM 4	DM 5	DM 6	DM 1	DM 2	DM 3	DM 4	DM 5	DM 6	
A	A	A	MA	A	A	A	B	B	MB	B	MB	MB	MB	B	B	MB	MB	B	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
B	MA	MA	MA	A	MA	MA	MA	A	A	A	MA	MA	A	A	MA	MA	A	A	A	A	MA	A	MA	A	A
C	A	MA	A	A	A	MA	M	A	A	MA	A	A	MA	MA	MA	MA	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	A	A

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Valoración mediante números difusos triangulares de cada proveedor con respecto a cada criterio.

PROVEEDOR	CRITERIOS EXTERNOS											
	f1			f2			f3			f4		
A	360	836	1236	24	164	404	60	236	440	0	116	300
B	464	1044	1468	444	1004	1408	360	836	1268	356	828	1256
C	396	908	1304	332	780	1184	424	964	1420	384	884	1340

Fuente: Elaboración propia

4.3.8 Clasificación de los proveedores

Para poder seleccionar al proveedor que puede satisfacer cada uno de los requerimientos presentados por la empresa sucroquímica, será necesario calcular el índice IDA (Índice difuso de afinidad), para cada uno de los proveedores candidatos, el cual indica el grado en que cada proveedor cumple y satisface los criterios de decisión QUE y COMO seleccionadas por el equipo multidisciplinario. El índice IDA, se calcula a partir de la ecuación 14.

—
Ecuación 14. Cálculo del índice IDA para cada proveedor

Donde $h = 1, 2, \dots, p$, donde p es el número de proveedores. El índice IDA calculado para cada proveedor, estará representado por un número difuso triangular, que está dado por \tilde{IDA}_h , donde cada elemento del vector del índice IDA de los proveedores, definido con números difusos triangulares, se calculan a partir de las ecuaciones 15, 16 y 17.

—
Ecuación 15. Cálculo del índice IDA

—
Ecuación 16. Cálculo del índice IDA

—
Ecuación 17. Cálculo del índice IDA

Los resultados de los números difusos triangulares del índice IDA obtenidos para los proveedores A, B y C que suministran insumos de vidriería a la empresa sucroquímica, se muestran en la tabla 30.

Tabla 30. Cálculo de los índices IDA para cada proveedor, en números difusos triangulares

PROVEEDOR	CRITERIOSEXTERNOS												IDA_n		
	f1			f2			f3			f4			$IDA_{h\alpha}$	$IDA_{h\beta}$	$IDA_{h\gamma}$
A	360	836	1236	24	164	404	60	236	440	0	116	300	10.670.947	185.456.275	733.488.707
B	464	1044	1468	444	1004	1408	360	836	1268	356	828	1256	39.655.658	511.019.085	1.665.815.517
C	396	908	1304	332	780	1184	424	964	1420	384	884	1340	38.151.469	492.697.075	1.631.720.742
	96.387	547.670	1.241.226	81.699	474.256	1.069.901	100.394	560.541	1.247.322	116.525	637.130	1.395.795			

Fuente: elaboración propia

Por último, para obtener una valoración consolidada de cada uno de los proveedores candidatos, a partir de los números difusos triangulares de los índices IDA, se debe realizar el proceso de defusificación, establecida por Facchinetti, mediante la ecuación 18.

Ecuación 18. Defusificación de los números difusos triangulares

Además los puntajes son normalizados a una escala de 0 a 1, mediante la ecuación 19.

Ecuación 19. Normalización de calificaciones en la escala de 0 a 1.

Después de defusificar cada uno de los números difusos triangulares, de los índices IDA de cada uno de los proveedores candidatos y de normalizar las calificaciones, se debe realizar un escalafón de la mayor a la menor puntuación, en donde aquel proveedor que obtenga la mayor puntuación, será denominado como proveedor alfa y la denominación de los demás proveedores, se hará a partir de este último. Osorio, Arango y Ruales (2011), proponen además establecer un límite inferior para las calificaciones de los proveedores, de tal forma que se plantea una calificación mínima para poder participar en el proceso final de selección del proveedor.

Las calificaciones obtenidas para cada uno de los proveedores candidatos al proceso de negociación de artículos de vidriería de laboratorio, se expresan en la tabla 31, en donde se realiza el escalafón de las puntuaciones, teniendo en cuenta que el límite inferior considerado para este caso, en una escala de 0 a 1, en consenso con los miembros del equipo multidisciplinario fue de 0,8 puntos.

Tabla 31. Escalafón de las puntuaciones obtenidas de cada proveedor candidato.

ALTERNATIVA	DEFUSIFICACIÓN	PUNTUACIÓN	POSICIÓN	CATALOGACIÓN
Proveedor A	278.768.051	0,00	NP*	
Proveedor B	681.877.336	1,00	1	<i>Proveedor α</i>
Proveedor C	663.816.590	0,96	2	<i>Proveedor β</i>

* NP= No participa

Fuente: Elaboración propia

Con base a los resultados obtenidos, el proveedor A no puede participar en la selección, debido a que no tiene la puntuación mínima para hacerlo, por lo pronto son los proveedores B y C, quienes obtuvieron una puntuación superior a la mínima, donde el proveedor B, será el proveedor alfa, por obtener la mayor puntuación, ocupando la primera posición dentro del escalafón, por lo tanto se

consideraría como la primera alternativa para realizar una negociación a largo plazo, para el suministro de insumos de vidriería a la empresa sucroquímica.

Sin embargo el proveedor C, se puede considerar también como una buena alternativa para realizar un proceso de negociación, puesto que su puntuación es de 0.96, que es inmediatamente superior a la puntuación mínima establecida por los miembros del equipo multidisciplinario y por lo tanto cumple satisfactoriamente con cada uno de los requisitos de la empresa, expresados en los criterios internos y externos, por ende, el proveedor C sería un proveedor sustituible en caso de que el proveedor B, incumpla con el pedido o la negociación de la vidriería.

Con base al histórico de las compras adjudicadas para los últimos tres años, de los insumos de vidriería, se adjudicaron el 66.67% de los pedidos al proveedor B, el 28.57% al proveedor C y el restante, es decir el 4.76% al proveedor A, como se observa en la tabla 32.

Tabla 32. Órdenes de compras adjudicadas a los proveedores de mayor rotación en insumos de vidriería en los últimos 3 años.

PROVEEDOR	PARTICIPACIÓN EN ORDENES DE COMPRA (%)
A	4,76%
B	66,67%
C	28,57%

Fuente: Reporte histórico de pedidos de la empresa sucroquímica generado en la plataforma SAP. 2013

Con los anteriores datos se logra confirmar que el proveedor B, es el que más se acerca a la solución óptima de compra tal como lo muestran los resultados de la propuesta. Sin embargo el modelo planteado para el subproceso de selección de proveedores, combina dos técnicas que permiten soportar las decisiones, al reducir el grado de subjetividad, establecer criterios internos y externos del ambiente competitivo, así como la consolidación de los juicios emitidos de un equipo multidisciplinario para adjudicar negociaciones a largo plazo con los proveedores, para lo que se requiere un alto grado de confianza y sustentabilidad de la toma de decisiones, donde la valoración o juicio de un solo experto, sería insuficiente.

Por otra parte al aplicar el ejemplo con la propuesta metodológica, con el insumo de vidriería de laboratorio, se obtendría como resultado, establecer una negociación a largo plazo con el proveedor B, en donde las órdenes de compra se le asignaría en un 100%, en donde el proveedor A no podría participar en las negociaciones, debido a que no obtuvo la puntuación mínima requerida por los DM's y el proveedor C, solo podría participar en la negociación, en caso de que el proveedor B incumpla con algunos de los criterios establecidos por los DM's en el proceso de selección y que influyan directamente con el aprovisionamiento de los suministros, en otras circunstancias el proveedor C, no podría participar. Con el método aplicado actualmente por la empresa objeto de estudio, las compras son asignadas entre estos tres proveedores, en donde un porcentaje mínimo se le asigna al proveedor A, el cual no tiene la capacidad suficiente para cumplir con los requisitos establecidos por la empresa, según el análisis de correlación de criterios internos y externos, en donde una asignación de compra, podría representar insatisfacción de los usuarios, retraso en la entrega, devoluciones, re-procesos, entre otros.

Además, al realizar negociaciones a largo plazo con el proveedor B, para suministrar los insumos de vidriería, asignándose órdenes de compra cada vez que se requiera, afectará directamente los indicadores asociados a la generación de las peticiones de oferta, puesto que en el subproceso de selección para adjudicar las negociaciones, las condiciones de compra de los grupos de materiales serán estables, durante el periodo de negociación, por ende no se realizaría peticiones de oferta, pero las condiciones pueden estar sujetas modificaciones, las cuales deben comunicarse entre las partes, para llegar a un acuerdo. En ese caso, el tiempo ciclo para seleccionar un proveedor se reduciría, así como también el tiempo de aprovisionamiento al usuario y los costos asociados a estos tiempos. Por otro lado, al haber más confiabilidad y soporte en la toma de decisiones, se podría reducir las devoluciones, reprocesos e incumplimiento en la entrega.

CONCLUSIONES

- La insatisfacción de los usuarios (áreas o procesos que solicitan algún bien o servicio) con respecto al aprovisionamiento de los materiales solicitados al área de compras de bienes en el departamento de Logística de Suministros se debe principalmente a una toma de decisión poco confiable y desacertada algunas veces por parte de los empleados en la selección del proveedor, puesto que no se cuenta con una técnica que garantice la veracidad y soporte de los resultados, además de generar carga operativa, siendo necesario plantear un modelo que ayude a tecnificar el proceso y generar resultados eficientes.
- En el subproceso de selección de proveedores, se identificaron trece puntos críticos, que se basan en los tiempos de procesamiento, la operatividad y en el método de toma de decisiones, siendo los de mayor importancia y prioridad, según el Director de Compras de Bienes: toma de decisiones enfocada solo en criterios internos, se establecen relaciones a corto plazo con los proveedores, con bajo nivel de estabilidad y confianza, convirtiendo el subproceso más táctico que estratégico, altos tiempos de procesamiento y costos operativos.
- El considerar únicamente los criterios internos al generarse una orden de compra, omite la evaluación del desempeño del proveedor para suministrar los productos bajo las condiciones deseadas; por otro lado el evaluar los criterios sin una técnica de decisión confiable, conlleva a que el subproceso sea táctico, afectando los tiempos y costos de procesamientos, generando insatisfacción en los usuarios y relaciones inestables con los proveedores.
- La selección de proveedores representa un problema de análisis multicriterio, puesto que se deben involucrar factores cuantitativos y cualitativos sobre los que funcionan actualmente las empresas en las cadenas de abastecimiento, para lo cual se han definido en la literatura diferentes técnicas de selección. Entre los principales se encuentran: AHP, DEA, Costo total de propiedad, programación por objetivos y QFD, y recientemente se han planteado modelos en donde se combinan dichos modelos matemáticos con modelos de inteligencia artificial, como fuzzy y razonamiento basado en casos, con el fin de aumentar el grado de confiabilidad de los resultados en la toma de decisiones.

- La elección de la técnica multicriterio para la selección de proveedores se realiza teniendo en cuenta los puntos críticos del subproceso de mayor prioridad, siendo el modelo combinado QFD-fuzzy, el que más se adapta a las necesidades, puesto que permite involucrar criterios internos y externos (la voz del cliente), que también se denominan criterios QUE y COMO respectivamente, además es una técnica con la que se pueden tomar acciones futuras con el proveedor en cuanto a su desarrollo permitiendo consolidar relaciones estrechas con los proveedores, lo que podría minimizar la carga operativa, los tiempos y costos de procesamiento. La implementación de la lógica difusa ayuda a tomar decisiones más confiables, al permitir reducir el grado de imprecisión e incertidumbre de los juicios subjetivos de los tomadores de decisión.
- Para el desarrollo de la propuesta metodológica del subproceso de selección de proveedores mediante el modelo combinado QFD-Fuzzy a la empresa sucroquímica, fue necesario conformar un equipo multidisciplinario, quienes son los que toman la decisión de compra, mediante un análisis multicriterio, basado en el juicio emitido por los tomadores de decisión (DM's), para los cuales se determina un peso aplicando lógica difusa según el nivel de estudios y la experiencia, de esta manera el modelo permitirá definir mediante un ranking de proveedores, cual es la solución más favorable para la empresa al unificar dichos juicios.
- Al definir los criterios QUE y COMO a partir de las necesidades del área de compra de bienes y a su vez de los criterios de evaluación del proveedor que se tienen en cuenta en el área de gestión de proveedores, además de generar una relación de sinergia entre ambas áreas, permite que con el método propuesto, no solo se lleve a cabo el subproceso de selección de los proveedores, sino también retroalimentar los subprocesos de evaluación y desarrollo de los mismos.
- El método tiene en cuenta la voz del cliente con respecto a los productos solicitados al área de compra de bienes y a su vez el desempeño organizacional de los proveedores evaluados con el fin de soportar el suministro de los mismos, aspectos que son evaluados mediante un análisis multicriterio por parte de los funcionarios de compras, para llevar a cabo una toma de decisión confiable y transparente, seleccionando el proveedor con mejor puntuación y definiendo un proveedor sustituible en caso de incumplimiento por parte del primero. El modelo se logró estructurar en una hoja de cálculo.

RECOMENDACIONES

- La variable del nivel de estudios de los DM's, puede considerar valores intermedios puesto que algunos tomadores de decisión están adelantando estudios en diferentes modalidades, sin haber terminado el ciclo, acumulando mayor conocimiento en el área de estudio del que se establece en la concepción de nivel de estudios definida por la empresa, la cual es restringida. Por ejemplo, puede existir un DM que sea bachiller según la política, pero actualmente se encuentre realizando su carrera profesional. Y para esta valoración, se asignaría un número difuso.
- El modelo propuesto se debe implementar para grupos de artículos que tengan un mayor consumo y rotación en la empresa sucroquímica y además, se consideren los proveedores predominantes en la compra según el histórico, siendo estos materiales críticos para el proceso de producción, puesto que una mala decisión de compra y faltantes de este tipo de producto afecta en gran medida la actividad productiva, y siempre representarían una compra urgente, por lo que se debe contar con una decisión rápida y confiable.
- El modelo puede ser estructurado mediante una hoja de cálculo y los resultados obtenidos de los proveedores pueden ser el insumo para alimentar los informes de gestión de proveedores en cuanto a su evaluación en la correspondiente plataforma usada en la empresa, que en este caso es SAP (Software modular para la gestión empresarial).
- El modelo propuesto para el subproceso de selección de proveedores, puede ser adaptado y combinarse con un modelo cuantitativo, por ejemplo para evaluar los criterios de precios y desempeño logístico, puesto que en la propuesta planteada en el presente trabajo de grado solo considera el juicio de los DM's bajo una escala lingüística de calificación, pero podría emitirse una valoración a partir de un ranking de puntuaciones, como se propone por Saman Hassanzadeh Amin, Jafar Razmi (2008) en "Un modelo difuso integrado para la administración del proveedor: un caso de estudio de la selección y evaluación del proveedor". Es de aclarar que los resultados de ambas propuestas son eficientes.

BIBLIOGRAFÍA

- Akamp, Marion. Müller, Martin. 2011. Supplier management in developing countries. Disponible en Base de datos Science Direct.
- Amid, A. Ghodsypour, Saman Hassanzadeh. O'Brien, C. 2006. Fuzzy multiobjective linear model for supplier selection in a supply chain. *International Journal of Production Economics*, Vol. 104, No. 2, p. 394-407.
- Amid, A. Ghodsypour, Saman Hassanzadeh. O'Brien, C. 2009. A weighted additive fuzzy multiobjective model for the supplier selection problema under breaks in a supply chain. *International Journal of Production Economics*, Vol. 121, No. 2, p. 323-332.
- Amin, Saman Hassanzadeh. Razmi, Jafar. 2006. An integrated fuzzy model for supplier management: A case study of ISP selection and evaluation. *Expert Systems with Applications*, Vol. 36, No.4, p. 8639-8648.
- Arango D C., Rúaless C E. 2008. Selección de proveedores mediante el despliegue de la función de calidad difuso. Trabajo de grado de pregrado. Programa de Ingeniería Industrial. Universidad del Valle. Cali – Colombia.
- Arias D J y Peña M A (2010). Formulación de un modelo para priorización de despacho de producto terminado en empresas manufactureras usando QFD fuzzy. Trabajo de grado de pregrado. Programa de Ingeniería Industrial. Universidad del Valle. Cali – Colombia.
- Ballou, Ronald H. *Logística: Administración de la cadena de suministro*. 5ta edición.
- Besterfield, Dale H. *Control de calidad*. 4ta edición.

- Besterfield, D. H., Michna, C. B., Besterfield, G. H., & Sacre, M. B. (2003). Total quality management (3rd ed.). New Jersey: Pearson Education.
- Bevilacqua, M., Ciarapica, F.E. & Giacchetta, G. 2006. A fuzzy-QFD approach to supplier selection. Journal of Purchasing and supply management, vol. 12, No. 1, p. 14-27.
- Bottani E y Rizzi A. 2006. Strategic management of logistics service: A fuzzy QFD approach. International Journal of Production Economics. Vol 103, No 2, 585–599.
- Bouchereau, V., Rowlands, H., 2000. Quality function deployment: The unused tool. Engineering Management Journal, p. 45–52.
- Carnevalli J. A., Cauchick P. 2008. Review, analysis and classification of the literature on QFD—Types of research, difficulties and benefits. International Journal of Production Economics. Vol. 114, No 2, 737– 754
- Castiblanco Rubio, Jenny. 2011. Diseño de la planificación, ejecución y control del proceso de selección, evaluación y reevaluación de proveedores para la empresa duquesa S.A.
- Chan L-K, Wu M-L. 2002. Quality function deployment: A literature review. European Journal of Operational Research. Vol. 143, No 3, 463–497.
- Chen, C. T., Lin, C. T., Huang, S.F. 2006. A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. International Journal of production Economics, Vol. 102, No. 2, p. 289-301.
- Chen, Yuh-jen. 2010. Structured methodology for supplier selection and evaluation in a supply chain. Disponible en Base de datos Science Direct.
- Choy, K.L., Lee, W.B., 2002. A generic tool for the selection and management of supplier relationships in an outsourced manufacturing environment: The application of case based reasoning. Logistics Information Management. Vol. 15. No. 4, p. 235–253.

- Correa, G.J y Peña G.E. 2004. Aproximaciones metodológicas a la toma de decisiones discretas, mediante el uso de operadores difusos. [en línea] disponible en: http://www.citad.net/CCIO/Registrados/amals_gcorrea.pdf
- Dogan, Ibrahim. Aydin, Nezir. 2011. Combining Bayesian Networks and Total Cost of Ownership method for supplier selection analysis. Disponible en Base de datos Science Direct.
- Dulmin, R., Mininno, V. 2003. Supplier selection using a multi-criteria decision aid method. *Journal of Purchasing and Supply Management*, Vol. 9, No. 4, p. 177-187.
- Echevarría, Miguel Ángel. Evaluación y Homologación de proveedores.
- Farzipoor Saen, Reza. 2007. A new mathematical approach for suppliers selection: Accounting for non-homogeneity is important. 2006. *Applied Mathematics and Computation*, Vol. 185, No. 1, p. 84-95.
- Florez-Lopez, R., 2007. Strategic supplier selection in the added-value perspective: A CI approach. *Information Sciences*. Vol. 177, No , p. 1169–1179
- Gencer, Cevriye. Gurpinar, Didem. 2006. Analytic network process in supplier selection. Disponible en Base de datos Science Direct.
- Guneri, A. F., Yucel, A., Ayyildiz, G. 2009. An integrated fuzzy-ip approach for a supplier selection problem in supply chain management. *Expert Systems with Applications*, Vol. 36, No. 5, p. 9223-9228.
- Handfield, R., Walton, S. V., Sroufe, R., Melnyk, S.A. 2002. Applying environmental criteria to supplier assessment: A study in the application of the Analytical Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, Vol. 141 No. 1, p. 70-87.
- Hassanzadeh, S., Razmi, J., 2009. An integrated fuzzy model for supplier management: A case study of ISP. Disponible en la base de datos Science Direct.

- K.S. Bhutta, F. Huq. 2002. Supplier selection problem: A comparison of the total cost of ownership and analytic hierarchy process approaches. Disponible en Base de datos Science Direct.
- Kokangul, A., Susuz, Z. 2009. Integrated analytical hierarch process and mathematical programming to supplier selection problem with quantity discount. Applied Mathematical Modelling, Vo. 33 No. 3, p. 1417-1429.
- Lee, A.H.I. 2009. A fuzzy supplier selection model with the consideration of benefits, opportunities, costs and risks. Expert Systems with Applications, Vol. 36, No. 2, p. 2879-2893.
- Liao, Z., Rittscher, J. 2007. A multi-objective supplier selection model under stochastic demand conditions. International Journal of Production Economics. Vol 105, No. 1, p. 150-159.
- Liu H-T. The extension of fuzzy QFD: From product planning to part deployment. Expert Systems with Applications. Vol 36, No 8, 11131–11144, 2009.
- Luo, Xinsing. Chong Wu, Duska Rosenberg, DavidBarnes. 2009. Supplier selection in a supply chains: An information – process in model and an illustration. 2009. Disponible en Base de datos Science Direct.
- Jaramillo, P., Vinasco, L. 2005. Análisis multiobjetivo difuso espacial: Una herramienta para localizar proyectos lineales con un enfoque de gestión ambiental. Gestión y ambiente. Vol. 8, No 1, p. 19-34.
- Osorio Gómez, Juan Carlos. 2011.QFD difuso para la toma de decisiones multicriterio –Ejemplo de aplicación. Prospect. Vol. 9, No. 2, Julio - Diciembre de 2011, p. 22-29.
- Osorio Gómez, Juan Carlos. Herrera Umaña, María Fernanda. Vinasco, Milton Adrian. 2008. Modelo para la evaluación del desempeño de los proveedores usando AHP. Universidad ICESI, Estudios Gerenciales Número 99, p. 69-88.
- Osorio Gómez, Juan Carlos., Arango, Diana Carolina., Ruales, Christian Ernesto. 2011. Selección de proveedores usando el despliegue de la función de calidad difusa. Revista EIA, ISSN 1794-1237 Número 15, p. 73-83.

- Procedimiento de Evaluación Inicial de los proveedores de bienes y servicios de Incauca y Providencia. 2011.
- Procedimiento de Reevaluación de proveedores de bienes y servicios de Incauca y Providencia, 2011.
- Procedimiento de selección de proveedores Incauca y Providencia, 2011.
- Procedimientos de Gestión y Desarrollo de proveedores Incauca y Providencia, 2011
- Ramos Garcia, Carolina Del Valle. 2011. Evaluación de los lineamientos de selección de proveedores de la gerencia de suministros y compras especiales del estado de cvg ferrominera Orinoco, c.a.
- Sarkar, A., Mohapatra, P.K.J., 2006. Evaluation of supplier capability and performance: A method for supply base reduction. *Journal of Purchasing and Supply Management*. Vol. 12, No. 3, p. 148–163.
- Sarache, W. A., Castrillón, O. D., Ortiz, L.F. 2009. Selección de proveedores: Una aproximación al estado del arte. *Cuadernos de Administración*. Vol. 22 No. 38, p. 145-167.
- Soroora, Javad. Tarok, Mohammad J. Khoshalhan, Farid. Sajjadi, Sara. 2011. Intelligent evaluation of supplier bids using a hybrid technique in distributed supply chains. Disponible en Base de datos Science Direct.
- Sohn So Y, Choi I S. 2001. Fuzzy QFD for supply chain managementwith reliability consideration. *Reliability Engineering and System Safety*. Vol22, No 3, 327 – 334.
- Temponi, C., Yen, J., & Tiao, W. A. (1999). House of quality: A fuzzy logic based requirements analysis. *European Journal of Operational Research*- Vol. 117, No. 2, p. 340–354.
- Wan Lung Ng. 2008. An efficient and simple model for multiple criteria supplier selection problem. Disponible en Base de datos Science Direct.

- William Ho, Xiaowei Xu, Prasanta K. Dey. 2008. Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. Disponible en Base de datos Science Direct.
- Zeydan, Hithat. Colpan, Cuneyt. Cobanog, Cemal. 2010. A combined methodology for supplier selection and performance evaluation. Disponible en Base de datos Science Direct.
- Donoso Azañón, Juan Jesús. 2011. Finanzas para no financieros.[En línea]. disponible en:<http://donoso.es/wp-content/uploads/2011/12/finanzas-no-financieros-entidades-sin-fines-lucrativos.pdf>
- Jaramillo, P. Toma de decisiones con base en lógica difusa. Módulo 14. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. [En línea]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/133468309/14-Logica-difusa-generalidades-pdf>
- Manual de proveedores Argos. [En línea] Disponible en: <http://www.argos.com.co/wps/info/Inverargos/Manual%20de%20Contratacion.pdf>
- Manual de proveedores Shell. [En línea] Disponible en la página oficial de Shell. http://www.static.shell.com/static/products_services/downloads/suppliers/sqs_spanish.pdf
- Vírseda, Laura. 2011. Revisión de los métodos, modelos y herramientas existentes para la selección de proveedores. Department of Management and Engineering. Institute of technology. Linköpings Universitet. [En línea] Disponible en: http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/10016/12130/2/PFC_LauraVirsedaGallego.pdf

ANEXOS

Encuestas aplicadas a los miembros del equipo multidisciplinario para calcular el peso del juicio de cada uno de los DM's y la ponderación los Criterios QUE's y COMO's.

FORMATO ENCUESTA A ANALISTAS O DM (DECISION MAKER) INVOLUCRADOS EN EL PROCESO DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES

Nombre del Analista: Leonardo Fabio Abadía

Experiencia en compras de bienes _____ 4 _____ (años)

Califique el nivel de experiencia (Tabla 1) Normal

Nivel de estudios Universitario

GRADO DE IMPORTANCIA	
Nominación	Descripción
MB	MUY BAJO
B	BAJO
M	MEDIO
A	ALTO
MA	MUY ALTO

Tabla 1. Escala lingüística de valoración

Teniendo en cuenta la escala del grado de importancia, por favor asigne un valor a los criterios internos y externos, que se encuentran definidos en la tabla 2 y 3, respectivamente, en el campo valoración, según el nivel: de impacto y/o influencia en el cumplimiento de órdenes de compra.

CRITERIOS INTERNOS "QUÉS"	
Características requeridas del insumo/producto.	
Criterio	Valoración
Especificaciones técnicas	MA
Precio	A
Descuentos comerciales	M
Tiempo de entrega	MA
Desempeño logístico	MA

Tabla 2. Criterios internos

Por favor determine el nivel de impacto que tiene cada criterio externo sobre los criterios internos, según la escala del grado de importancia.

CRITERIOS INTERNOS	CRITERIOS EXTERNOS			
	Capacidad Suministro	Capacidad financiera	Experiencia de suministro	Acreditación de calidad y distribución
Especificaciones técnicas	MA	MA	MA	MA
Precio	A	A	MA	MA
Descuentos comerciales	A	MA	A	A
Tiempo de entrega	MA	MA	MA	A
Desempeño logístico	MA	M	MA	A

Tabla 3. Criterios externos

Nombre del Analista: Orlando Domínguez

Experiencia en compras de bienes 4 (años)

Califique el nivel de experiencia (Tabla 1) Normal

Nivel de estudios Bachiller

GRADO DE IMPORTANCIA	
Nominación	Descripción
MB	MUY BAJO
B	BAJO
M	MEDIO
A	ALTO
MA	MUY ALTO

Tabla 1. Escala lingüística de valoración

Teniendo en cuenta la escala del grado de importancia, por favor asigne un valor a los criterios internos y externos, que se encuentran definidos en la tabla 2 y 3, respectivamente, en el campo valoración, según el nivel: de impacto y/o influencia en el cumplimiento de órdenes de compra.

CRITERIOS INTERNOS "QUÉS"	
Características requeridas del insumo/producto.	
Criterio	Valoración
Especificaciones técnicas	MA
Precio	MA
Descuentos comerciales	MA
Tiempo de entrega	MA
Desempeño logístico	MA

Tabla 2. Criterios internos

Por favor determine el nivel de impacto que tiene cada criterio externo sobre los criterios internos, según la escala del grado de importancia.

CRITERIOS INTERNOS	CRITERIOS EXTERNOS			
	Capacidad Suministro	Capacidad financiera	Experiencia de suministro	Acreditación de calidad y distribución
Especificaciones técnicas	B	B	MB	MA
Precio	MA	MA	MB	A
Descuentos comerciales	A	A	MB	B
Tiempo de entrega	M	B	A	B
Desempeño logístico	A	B	B	MA

Tabla 3. Criterios externos

Nombre del Analista: Giovanny Martínez

Experiencia en compras de bienes 5 (años)

Califique el nivel de experiencia (Tabla 1) Normal

Nivel de estudios Técnico

GRADO DE IMPORTANCIA	
Nominación	Descripción
MB	MUY BAJO
B	BAJO
M	MEDIO
A	ALTO
MA	MUY ALTO

Tabla 1. Escala lingüística de valoración

Teniendo en cuenta la escala del grado de importancia, por favor asigne un valor a los criterios internos y externos, que se encuentran definidos en la tabla 2 y 3, respectivamente, en el campo valoración, según el nivel: de impacto y/o influencia en el cumplimiento de órdenes de compra.

CRITERIOS INTERNOS "QUÉS"	
Características requeridas del insumo/producto.	
Criterio	Valoración
Especificaciones técnicas	MA
Precio	A
Descuentos comerciales	A
Tiempo de entrega	MA
Desempeño logístico	M

Tabla 2. Criterios internos

Por favor determine el nivel de impacto que tiene cada criterio externo sobre los criterios internos, según la escala del grado de importancia.

CRITERIOS INTERNOS	CRITERIOS EXTERNOS			
	Capacidad Suministro	Capacidad financiera	Experiencia de suministro	Acreditación de calidad y distribución
Especificaciones técnicas	M	B	M	A
Precio	M	M	M	A
Descuentos comerciales	B	B	B	A
Tiempo de entrega	B	B	M	B
Desempeño logístico	A	B	B	A

Tabla 3. Criterios externos

Nombre del Analista: Andrea Vallejo

Experiencia en compras de bienes 0 (años)

Califique el nivel de experiencia (Tabla 1) Regular

Nivel de estudios Universitario

GRADO DE IMPORTANCIA	
Nominación	Descripción
MB	MUY BAJO
B	BAJO
M	MEDIO
A	ALTO
MA	MUY ALTO

Tabla 1. Escala lingüística de valoración

Teniendo en cuenta la escala del grado de importancia, por favor asigne un valor a los criterios internos y externos, que se encuentran definidos en la tabla 2 y 3, respectivamente, en el campo valoración, según el nivel: de impacto y/o influencia en el cumplimiento de órdenes de compra.

CRITERIOS INTERNOS "QUÉS"	
Características requeridas del insumo/producto.	
Criterio	Valoración
Especificaciones técnicas	A
Precio	MA
Descuentos comerciales	M
Tiempo de entrega	A
Desempeño logístico	M

Tabla 2. Criterios internos

Por favor determine el nivel de impacto que tiene cada criterio externo sobre los criterios internos, según la escala del grado de importancia.

CRITERIOS INTERNOS	CRITERIOS EXTERNOS			
	Capacidad Suministro	Capacidad financiera	Experiencia de suministro	Acreditación de calidad y distribución
Especificaciones técnicas	B	MB	B	MA
Precio	A	M	M	A
Descuentos comerciales	A	M	M	B
Tiempo de entrega	B	B	MA	B
Desempeño logístico	M	MB	M	A

Tabla 3. Criterios externos

Nombre del Analista: Gustavo Jiménez

Experiencia en compras de bienes 16 (años)

Califique el nivel de experiencia (Tabla 1) Buena

Nivel de estudios Postgrado

GRADO DE IMPORTANCIA	
Nominación	Descripción
MB	MUY BAJO
B	BAJO
M	MEDIO
A	ALTO
MA	MUY ALTO

Tabla 1. Escala lingüística de valoración

Teniendo en cuenta la escala del grado de importancia, por favor asigne un valor a los criterios internos y externos, que se encuentran definidos en la tabla 2 y 3, respectivamente, en el campo valoración, según el nivel: de impacto y/o influencia en el cumplimiento de órdenes de compra.

CRITERIOS INTERNOS "QUÉS"	
Características requeridas del insumo/producto.	
Criterio	Valoración
Especificaciones técnicas	A
Precio	MA
Descuentos comerciales	M
Tiempo de entrega	A
Desempeño logístico	MB

Tabla 2. Criterios internos

Por favor determine el nivel de impacto que tiene cada criterio externo sobre los criterios internos, según la escala del grado de importancia.

CRITERIOS INTERNOS	CRITERIOS EXTERNOS			
	Capacidad Suministro	Capacidad financiera	Experiencia de suministro	Acreditación de calidad y distribución
Especificaciones técnicas	MB	B	M	MA
Precio	M	M	A	A
Descuentos comerciales	M	M	M	M
Tiempo de entrega	B	B	A	M
Desempeño logístico	MA	MB	B	MA

Tabla 3. Criterios externos

Nombre del Analista: Enrique Olaya Herrera

Experiencia en compras de bienes 6 (años)

Califique el nivel de experiencia (Tabla 1) Buena

Nivel de estudios Postgrado

GRADO DE IMPORTANCIA	
Nominación	Descripción
MB	MUY BAJO
B	BAJO
M	MEDIO
A	ALTO
MA	MUY ALTO

Tabla 1. Escala lingüística de valoración

Teniendo en cuenta la escala del grado de importancia, por favor asigne un valor a los criterios internos y externos, que se encuentran definidos en la tabla 2 y 3, respectivamente, en el campo valoración, según el nivel: de impacto y/o influencia en el cumplimiento de órdenes de compra.

CRITERIOS INTERNOS "QUÉS"	
Características requeridas del insumo/producto.	
Criterio	Valoración
Especificaciones técnicas	MA
Precio	A
Descuentos comerciales	M
Tiempo de entrega	MA
Desempeño logístico	A

Tabla 2. Criterios internos

Por favor determine el nivel de impacto que tiene cada criterio externo sobre los criterios internos, según la escala del grado de importancia.

CRITERIOS INTERNOS	CRITERIOS EXTERNOS			
	Capacidad Suministro	Capacidad financiera	Experiencia de suministro	Acreditación de calidad y distribución
Especificaciones técnicas	A	A	A	MA
Precio	MA	MA	M	A
Descuentos comerciales	MA	M	A	B
Tiempo de entrega	B	B	A	M
Desempeño logístico	A	M	M	A

Tabla 3. Criterios externos