

MODELO PARA LA GESTIÓN DE PROVEEDORES UTILIZANDO AHP DIFUSO

MARÍA FERNANDA HERRERA UMAÑA

Ingeniera Industrial Universidad del Valle;
analista de organización y métodos de Fanalca S.A.
mfherrera@gmail.com

JUAN CARLOS OSORIO GÓMEZ

MsC, profesor auxiliar de la Universidad del Valle;
profesor en el área de Calidad, Producción y Teoría de Sistemas;
miembro del grupo de investigación en logística y producción
josorio@pino.univalle.edu.co

Fecha de recepción: 9-2-2006

Fecha de aceptación: 10-8-2006

ABSTRACT

Supplier management is a very important element in the management of the modern companies, mainly if it considers that if the inputs of the process have quality, the outputs are going to have quality too. For this reason, purchasing managers should have tools that enable them to make agile decisions and as far as possible, these tools should be objective and easy to use.

Giving an answer to this need, in this paper we propose a model designed to manager suppliers in a service company. This model is based in the Fuzzy Analytic Hierarchy Process (Fuzzy AHP), which has proven be effective tool to make a multi-criterion decision. In addition, this model is

framed by the ISO 9000:2000 requirements and the PHVA Improvement cycle, reason by which this model applies to companies certified or in certification process.

KEY WORDS

Supplier Management, Analytic Hierarchy Process (AHP), Multi-criterion decision, Fuzzy Logic, System of Quality Management

RESUMEN

La gestión de proveedores es un elemento vital en la administración moderna de las organizaciones, sobre todo si se considera que a partir de la calidad de las entradas se puede garantizar la calidad de las salidas. Es por ello que se hace necesario que los

gerentes encargados del aprovisionamiento tengan herramientas que les permitan tomar decisiones ágilmente, y en la medida de lo posible, que sean objetivas y fáciles de usar.

Como respuesta a esta necesidad, se plantea en este artículo un modelo diseñado para administrar la gestión de proveedores en una organización de tipo comercial y de servicios. Dicho modelo está sustentado en el proceso de análisis jerárquico difuso (AHP fuzzy), el cual ha demostrado ser muy efectivo en los procesos de toma de decisiones multicriterios.

El modelo, además, se enmarca en los requisitos establecidos por las normas ISO 9000 y el ciclo de mejoramiento PHVA, lo cual lo hace compatible con las organizaciones que se encuentren certificadas o en proceso de certificación.

PALABRAS CLAVE

Gestión de proveedores, Análisis Jerárquico de procesos (AHP), Toma de Decisiones multicriterio, Lógica Difusa, Sistemas de Gestión de calidad.

Clasificación Colciencias: A.

INTRODUCCIÓN

Frente a la gestión de proveedores, la norma ISO 9001 establece que: “La organización debe evaluar y seleccionar los proveedores en función de su capacidad para suministrar productos de acuerdo con los requisitos de la organización. Deben establecerse criterios para la selección, evaluación y reevaluación”[1]. Precisamente, estos criterios generan cierta complejidad al proceso, puesto que su carácter en la mayoría de los casos es eminentemente subjetivo, de ahí que se produzcan diferencias significativas en la calificación de un proveedor, lo cual depende de quien esté realizando la evaluación.

Como es tan importante la gestión de los proveedores, es imperativo eliminar la subjetividad, lo cual exige herramientas más concretas que permitan tener la tranquilidad en el proceso de toma de decisión, tanto en lo referente al resultado, como al proceso de llegar a él.

El presente artículo contiene la propuesta de un modelo de gestión de proveedores, el cual permite elegir entre varias alternativas, la que mejor responde a los múltiples criterios que se definan para ello. En este sentido, se utiliza el AHP difuso, una metodología matemática diseñada para resolver problemas de toma de decisión multicriterios. Este artículo ha sido organizado como sigue: un primer apartado en el cual se presenta un desarrollo teórico sobre los problemas de decisión multicriterios, el AHP difuso y los sistemas de gestión de proveedores. Seguido, se presenta el modelo propuesto para resolver el problema de toma de decisión y finalmente unas conclusiones

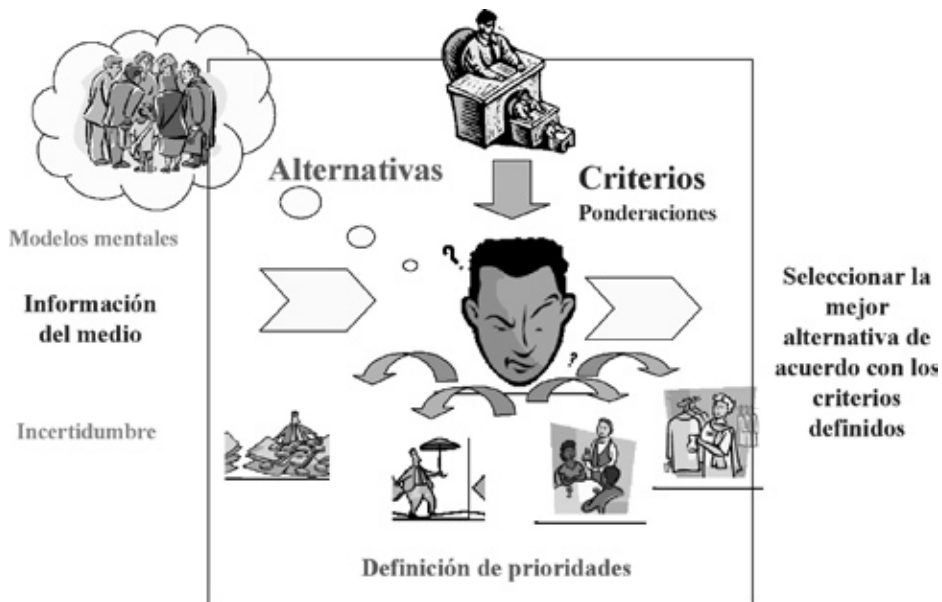
frente al modelo y su implementación en empresas de tipo comercial y de servicios.

LOS PROBLEMAS DE DECISIÓN MULTICRITERIO Y EL ANÁLISIS JERÁRQUICO DE PROCESOS (AHP)

Cualquier actividad involucra, de una u otra manera, la evaluación de un conjunto de alternativas en términos de un conjunto de criterios de decisión, donde muy frecuentemente estos criterios están en conflicto unos con otros[2]. La Figura 1 ilustra la situación compleja a la que se ve enfrentado el responsable de tomar una decisión. Es claro que éste se encuentra influenciado por sus patrones o modelos mentales, por la influencia de quienes se encuentran en una posición jerárquica superior o inferior, incluyéndose también el estado de ánimo y sus relaciones familiares y sociales, lo cual determina incoherencias al momento de abordar el problema, y añaden desde luego, mayores elementos de complejidad[3].

Por tanto, es necesario contar con herramientas que permitan discernir sobre las alternativas, de manera que sea considerado el efecto de los múltiples criterios, y la solución responda a todos ellos de manera consolidada (global) y no individual (parcial). Entre estas herramientas se cuentan los modelos de preferencia, es decir, herramientas que permiten abordar el problema de decisión multicriterio de una forma sistemática y científica, buscando favorecer el proceso y ayudar a quien toma la decisión,[3] y dentro de estos modelos, se hará referencia específica al Análisis Jerárquico de procesos difuso, que se fundamenta en el Análisis Jerárquico

Figura 1. Elementos de complejidad en los procesos de decisión multicriterio[3].



de Procesos (Analytic Hierarchy Process) el cual fue desarrollado por el matemático Thomas Saaty a finales de los años 60 y que actualmente constituye una de las principales herramientas para los procesos de toma de decisión. El AHP es una metodología para estructurar, medir y sintetizar. Ha sido aplicado ampliamente en la solución de una gran variedad de problemas.[4], [5], [6], [7], [8] y [9]

AHP DIFUSO

Para tratar con la imprecisión o subjetividad del juicio humano y con los múltiples criterios, existe una teoría llamada Análisis Jerárquico de Procesos Difuso, la cual es una combinación del Análisis Jerárquico de Procesos (AHP) con lógica difusa (Fuzzy Logic).

Para la toma de decisiones, los juicios emitidos por los agentes decisores con respecto a las alternativas y criterios, pueden ser convertidos en números difusos¹ para calcular la importancia de los pesos usando el AHP; estos números son usados para construir la matriz de comparación por pares del AHP.[10]

En el AHP convencional, la comparación por pares es hecha usando una escala de nueve puntos, la cual representa los juicios o preferencias de quienes toman decisiones entre diferentes opciones. Aunque esta escala discreta de uno a nueve, es simple y fácil de usar, no tiene en cuenta la incertidumbre asociada a los juicios humanos. Los términos lingüísticos que las personas usan

1. Denominados números triangulares difusos por su representación gráfica (ver Figura 3)

para expresar sus sentimientos o juicios, son vagos, subjetivos, es por esto que se combina el AHP con la lógica difusa para representar los juicios lingüísticos, y se utiliza la teoría de los conjuntos difusos para trabajar con la ambigüedad en un sistema. En la Tabla 1 se presentan tanto la escala definida por Saaty,[11] como la escala difusa propuesta.

Aplicando AHP fuzzy, se puede obtener la importancia de los criterios de calificación y por ende la mejor alternativa. Los pasos necesarios para la implementación de la metodología son los siguientes:[10]

Paso 1: Desarrollo de la estructura jerárquica para los criterios

y alternativas: Para aplicar AHP, los criterios de evaluación y las alternativas deben ser estructurados en diferentes niveles de jerarquía. Para esto se debe construir un esquema de árbol que resume las interrelaciones entre los componentes del problema que se quiere resolver. En la parte superior del esquema debe figurar siempre el objetivo principal o meta, en los niveles inferiores deben figurar el conjunto de criterios o subcriterios y en la base del árbol deberán figurar las alternativas, tal como se aprecia en la Figura 2. No existe restricción respecto a la cantidad de niveles ni al número de elementos de cada nivel.

Paso 2: Representación difusa de los juicios, en una comparación

Tabla 1. Escalas de comparación

Escala Saaty	Escala Difusa	Representación	Escala Verbal	Interpretación
1	(1,1,2)	M1	Igual importancia de ambos elementos	Los dos elementos contribuyen de igual forma al objetivo.
3	(2,3,4)	M3	Moderada importancia de un elemento sobre otro	La experiencia y el juicio favorecen levemente a un elemento sobre el otro.
5	(4,5,6)	M5	Fuerte importancia de un elemento sobre el otro.	Uno de los elementos es fuertemente favorecido
7	(6,7,8)	M7	Muy fuerte importancia de un elemento sobre el otro.	Uno de los elementos es fuertemente dominante
9	(8,9,9)	M9	Extrema importancia de un elemento sobre el otro.	La evidencia que favorece a uno de los elementos es del mayor orden de afirmación.
2,4,6,8	(1,2,3), (3,4,5), (5,6,7), (7,8,9)	M2,M4,M6,M8	Valores intermedios	Usados para juicios intermedios

Fuente: [10], [11]

por pares para criterios de evaluación y alternativas: Una vez se construye la jerarquía, se debe hacer la conversión de la escala de Saaty en una escala de números triangulares difusos, de acuerdo con la Tabla 1. Los números triangulares M1, M3, M5, M7 y M9 son usados para representar los juicios desde igual hasta extremadamente preferido o importante, y M2, M4, M6 y M8 representan los valores intermedios. La Figura 3 muestra el número triangular $M_t = (l_t, m_t, u_t)$ donde $t = 1, 2 \dots 9$ y donde m_t es el valor medio del número difuso; y l_t y u_t son el valor más bajo y más alto, respectivamente. δ es usado para representar un grado difuso del juicio donde:

$$u_t - m_t = m_t - l_t = \delta.$$

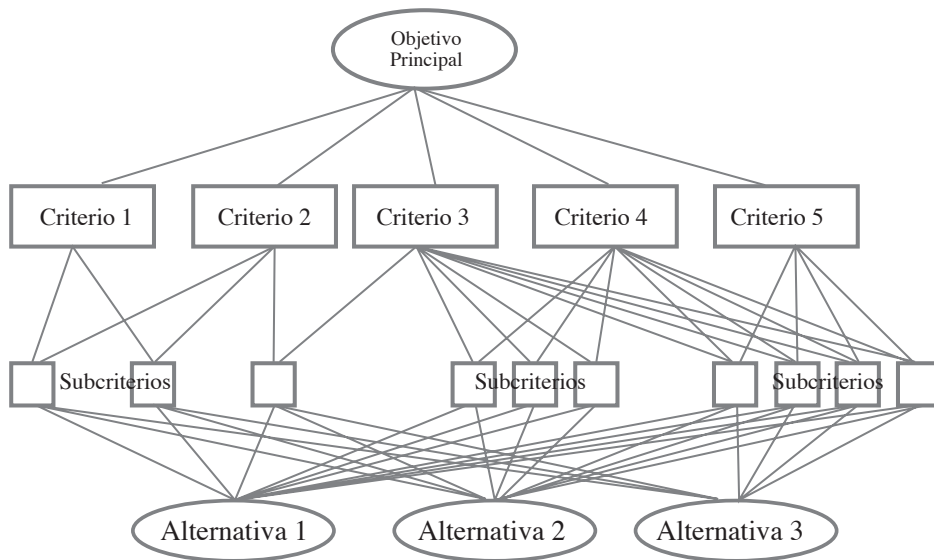
Un mayor valor de δ implica un mayor grado difuso del juicio. Cuando $\delta=0$, el juicio no es un número difuso. Este valor por lo regular debe ser mayor

o igual a $1/2$. Para la representación de la escala difusa de este artículo el valor de δ es igual a uno por efectos prácticos de la presentación.

Paso 3: Construcción de las matrices de juicio difuso para el AHP:

Con base en la jerarquía construida en el paso uno y a la escala difusa del paso dos se procede a la construcción de las matrices de juicio. La jerarquía de criterios y alternativas es el objeto de comparación por pares para el AHP. Después de construir la jerarquía, el equipo encargado de tomar la decisión tiene que comparar los elementos en niveles dados para estimar sus importancias relativas en relación con el elemento del nivel superior. Para ello, el equipo usa los números triangulares de (M1 – M9) para expresar sus preferencias entre los diferentes criterios con respecto a la meta. Por ejemplo, si se piensa que el elemento i es fuertemente preferido

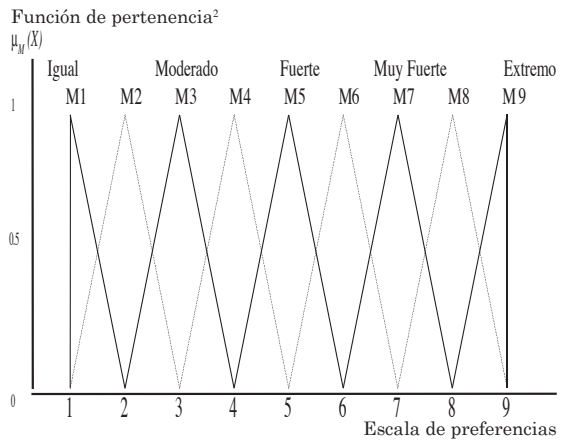
Figura 2. Estructura jerárquica del problema[12]



al elemento j con respecto a la meta, entonces se establece una calificación $a_{ji} = (4,5,6)$; la comparación del elemento j con respecto al elemento i debe ser inversa para que el juicio sea consistente y se debe expresar $a_{ji} = (1/6, 1/5, 1/4)$. De estas calificaciones se obtiene la primera matriz de comparación por pares entre los criterios con respecto a la meta, tal como se ilustra en la Tabla 2.

Además de esta matriz se deben construir matrices de comparación por pares para cada uno de los niveles de la jerarquía de árbol, es decir, matrices de comparación entre los subcriterios con respecto a cada uno de los criterios y entre las alternativas con respecto a los subcriterios. Pero la dinámica para la construcción es la misma mencionada.

Figura 3. Representación de números triangulares difusos



Fuente: [13]

Paso 4: Operaciones matemáticas:

Una vez se construyen las matrices de comparación por pares, se deben hacer los cálculos pertinentes para el desarrollo de la metodología, los cuales son: el cálculo del índice de consis-

Tabla 2. Matriz de nivel uno de jerarquía

Meta	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4
Criterio 1	$a_{11} = (1,1,1)$	$a_{12} = (\text{comparación entre el criterio 1 y 2})$	$a_{13} = (\text{comparación entre el 1 y 3})$	$a_{14} = (\text{comparación entre el criterio 1 y 4})$
Criterio 2	$a_{21} = \text{Inverso de } a_{12}$	$a_{22} = (1,1,1)$	$a_{23} = (\text{comparación entre el 2 y 3})$	$a_{24} = (\text{comparación entre el criterio 2 y 4})$
Criterio 3	$a_{31} = \text{Inverso de } a_{13}$	$a_{32} = \text{Inverso de } a_{23}$	$a_{33} = (1,1,1)$	$a_{34} = (\text{comparación entre el criterio 3 y 4})$
Criterio 4	$a_{41} = \text{Inverso de } a_{14}$	$a_{42} = \text{Inverso de } a_{24}$	$a_{43} = \text{Inverso de } a_{34}$	$a_{44} = (1,1,1)$

Fuente: [10]

2. Un valor difuso no asume valores de pertenencia absolutos (0, 1), sino que considera un valor X entre 0 y 1 denominado función de pertenencia $\mu_M(x)$, que significa que la situación puede tomar cualquier valor del intervalo cerrado $[0,1]$. En la lógica difusa no se habla solamente de blanco o negro, existen valores entre estos dos.

tencia y el cálculo de los vectores de peso para cada nivel de la jerarquía mediante el análisis extendido y los principios de comparación de números difusos. Kwong [13] realiza el desarrollo matemático que permite alcanzar estos resultados.

DESARROLLO DE PROVEEDORES

La norma ISO 9000 ha venido teniendo gran aceptación en Europa y Norteamérica. Los gobiernos la han adoptado en su normatividad nacional y los grandes compradores la usan para garantizar los resultados de sus relaciones comerciales con los proveedores, pues se considera que un proveedor que se encuentra certificado con la norma es un proveedor que puede garantizar la entrega de productos y servicios de calidad; o bien, si resulta muy sencilla por su trayectoria previa, la toman como base, agregando sus requerimientos específicos como en el caso de QS 9000, o del Sistema de Calidad de Coca-Cola.

Aunque un proveedor con un sistema de gestión de calidad implementado puede brindar mayor confiabilidad de los productos y servicios que presta, una empresa compradora no debe quedarse sólo con este criterio para seleccionar, evaluar y tomar decisiones acerca de sus proveedores; se hace necesario que las empresas implementen todo un programa de desarrollo de proveedores que incluya procesos de selección, evaluación de desempeño periódico, evaluación del sistema de gestión de calidad, seguimiento, acompañamiento y certificación de proveedores, que le aseguren en cada uno de los procesos anteriores, proveedores comprometidos a brindar productos y servicios de calidad,

con mejoras en sus procesos internos reflejados en sus productos vendidos, entre otros aspectos que contribuyan a generar relaciones gana-gana entre la empresa y sus proveedores.

Para el desarrollo de cada uno de los procesos de un programa de este tipo, como los que se mencionan en el párrafo anterior, las empresas deben encontrar la metodología que mejor se adapte a sus ambientes.

La selección de proveedores puede verse como una toma de decisión multicriterio, en la cual para tomar una decisión se necesitan herramientas que provean una mejor visualización de los factores que influyen en la decisión, así como de las preferencias existentes. 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 evaluación del sistema de gestión de calidad del proveedor, definitivamente debe hacerse mediante la verificación del cumplimiento de los requisitos básicos de un sistema de gestión de calidad orientando al proveedor a generar planes de acción para la mejora del mismo. 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 tomar decisiones acerca de futuras negociaciones con los proveedores y la certificación.

Es importante, entonces, detallar en metodologías que respalden los procesos que hacen parte del aseguramiento de proveedores. A continuación se presenta el modelo propuesto

para la gestión de proveedores de una empresa comercial con el ambiente multicriterio.

MODELO PARA LA GESTIÓN DE PROVEEDORES UTILIZANDO EL AHP FUZZY

El modelo planteado involucra las etapas que se enmarcan dentro del ciclo PHVA, tal como se muestra en la Figura 4.

Planear

- Selección de proveedores
- Definición de características a medir de los productos ofrecidos por el proveedor

Hacer

- Evaluación del sistema de gestión de calidad del proveedor
- Evaluación del desempeño del proveedor

Verificar

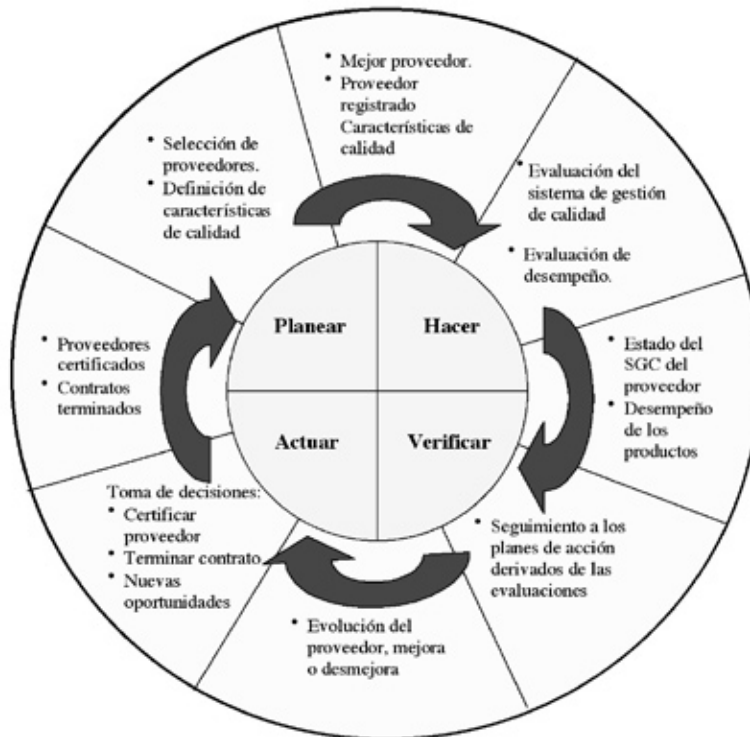
- Seguimiento a los planes de acción derivados de las evaluaciones

Actuar

- Administración de la información del proveedor y toma de decisiones

Estas etapas se han definido con el objetivo de lograr las siguientes metas en desarrollo del sistema de gestión:

Figura 4. Ciclo PHVA para aseguramiento y desarrollo de proveedores. Etapas y resultados esperados en cada una de las etapas.



Fuente: [10]

- Escoger el mejor proveedor cuando se tienen varias alternativas.
- Tener definidas claramente las especificaciones y características de calidad que el proveedor debe ofrecer con sus productos y servicios.
- Un diagnóstico del sistema de gestión de calidad del proveedor, que le permita a la empresa cliente hacer un seguimiento a la mejora del mismo.
- Evaluar el cumplimiento del proveedor de las especificaciones y características de calidad pactadas al inicio de la negociación.
- Decidir certificar un proveedor o terminar negociaciones con él evaluando desempeño y compromiso con la mejora de su sistema.

A continuación se desarrollan estas actividades, enfatizando en aquellas que utilizan el AHP fuzzy como soporte a la gestión.

Selección de proveedores

El objetivo es seleccionar el mejor proveedor de un grupo que suministre el mismo producto o servicio, mediante una toma de decisiones multi-criterio, teniendo en cuenta la subjetividad de los juicios emitidos en este tipo de decisiones y facilitando el manejo de diferentes criterios, necesarios para evaluar un proveedor de acuerdo con la criticidad de la compra.

Criterios de Selección. La aplicación de la metodología AHP difuso debe estar soportada por un estándar de criterios que permita al grupo decisor hacer las comparaciones requeridas por la metodología; a continuación se presenta una propuesta

para la valoración de los criterios³:

- Criterio de situación de la empresa
- Criterio de desempeño de producto
- Criterio de desempeño de servicio
- Criterio de costo

En este sentido, la metodología es muy flexible y permite tomar como referencia tantos criterios como se consideren necesarios para garantizar la decisión. A su vez, los criterios se pueden dividir en elementos que faciliten el análisis. En este caso, por ejemplo, se plantean los siguientes:

- **Criterio de situación de la empresa.**
Este criterio se usa para evaluar si el proveedor tiene bien establecida su estrategia de suministro y de tecnología. Mide aspectos del negocio del proveedor tales como:
 - Estabilidad financiera
 - Capacidad administrativa
 - Habilidad técnica
 - Recurso de soporte
 - Sistema de calidad
 - Flexibilidad
 - Innovación
 - Globalización y localización

Así mismo se puede realizar para los demás criterios que se definan.

Jerarquía. Después de la definición de criterios y sus elementos, el siguiente paso es la estructuración de una jerarquía que contenga una meta, criterios y subcriterios de selección y alternativas mediante las cuales se construye el árbol de

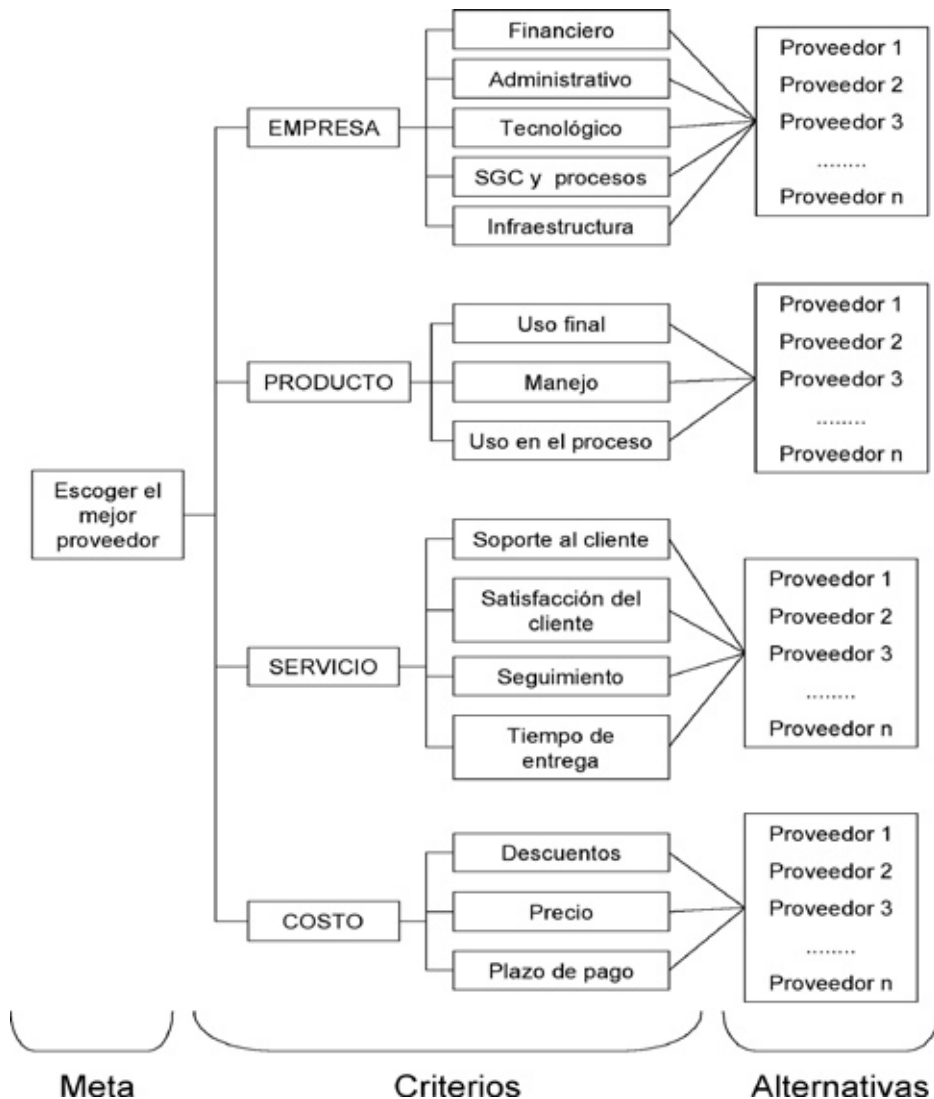
3. Esta propuesta está más enfocada en mostrar la aplicación del modelo que otra razón. Sin embargo, son unos criterios de amplia aplicación en diferentes tipos de industria.

selección. En la Figura 5 se muestra el árbol jerárquico para la selección de proveedores. Con base en esta jerarquía se procede a construir las matrices de comparación por pares para cada nivel.

Matrices de Comparación. Las matrices de comparación deben construirse por cada nivel de jerarquía.

- Nivel 1 de jerarquía. Comparación entre criterios respecto a la meta. Para el primer nivel de jerarquía se construye la matriz de comparación de importancia entre criterios con respecto a la meta. Para expresar juicios en esta matriz, se utiliza la escala difusa presentada en la Tabla 1; por ejemplo, si se

Figura 5. Árbol de jerarquía para la selección de proveedores



dice que la importancia del criterio empresa sobre el criterio producto con respecto a escoger el mejor proveedor es moderada, el valor del juicio es (2,3,4), y el juicio inverso (producto-empresa) estaría expresado por (1/4,1/3,1/2), tal como se aprecia en la Tabla 3. Los valores de la diagonal deben ser (1,1,1).

- **Nivel 2 de jerarquía. Comparación entre subcriterios respecto al criterio raíz.** Para el segundo nivel de jerarquía se construyen matrices de comparación de importancia entre subcriterios

respecto al criterio madre. En la Tabla 4, por ejemplo, si se dice que el subcriterio tecnológico es fuertemente más importante frente al subcriterio financiero respecto al criterio empresa, el valor del juicio sería (4,5,6); el valor del juicio inverso (financiero-tecnológico) sería (1/6,1/5,1/4). Las demás matrices de comparación para este nivel se construyen y se diligencian de la misma forma.

- **Nivel 3 de jerarquía. Comparación entre alternativas respecto a los subcriterios.** Para el último

Tabla 3. Matriz Meta – Criterios

Escoger el mejor proveedor	Empresa	Producto	Servicio	Costo
Empresa	(1,1,1)	(2,3,4)		
Producto	(1/4,1/3,1/2)	(1,1,1)		
Servicio			(1,1,1)	
Costo				(1,1,1)

Fuente: [10]

Tabla 4. Matriz de comparación entre subcriterios

Empresa	Financiero	Admtivo	Tecnológico	SGC y procesos	Infraestructura
Financiero	(1,1,1)		(1/6,1/5,1/4)		
Administrativo		(1,1,1)			
Tecnológico	(4,5,6)		(1,1,1)		
SGC y procesos				(1,1,1)	
Infraestructura					(1,1,1)

Fuente: [10]

nivel de jerarquía se construyen matrices de comparación entre alternativas respecto a todos los subcriterios. Por ejemplo, en la Tabla 5 se comparan los proveedores con respecto al subcriterio financiero, perteneciente al criterio empresa; si en el subcriterio financiero, el estado financiero del proveedor uno es extremadamente mejor que el del proveedor dos esta calificación deberá expresarse con el valor (8,9,9), el juicio inverso sería (1/8,1/9,1/9). Las demás matrices de este nivel de jerarquía se construyen y se diligencian de la misma forma.

Al tener todas las matrices, y mediante las operaciones matemáticas y matriciales referidas, se obtiene el vector de prioridades en el cual se definirá en términos porcentuales, cuál es el proveedor mejor calificado con respecto a todos los criterios y

subcriterios definidos. El desarrollo matemático que permite ver cómo se pasa de las matrices anteriores, al vector presentado en la Tabla 6 se puede ver en [13]. Además, es importante aclarar que el cálculo del coeficiente de consistencia para el AHP difuso se realiza igual que para el AHP, sólo que antes de proceder a su cálculo, hay que convertir los números difusos en números ordinales, mediante un proceso de defuzzificación[13]. Se aclara aquí que no se presentan estos cálculos por encontrarse más detallados en la bibliografía, y porque el propósito de este artículo es mostrar la aplicación en la gestión de proveedores, más que presentar el método matemático como tal.

En la Tabla 6 se aprecia que el proveedor 2 ha obtenido el mayor porcentaje de calificación frente a los otros,⁴ por lo tanto, según el resultado de la aplicación,

Tabla 5. Matriz de comparación entre alternativas

Criterio Empresa:

Subc. Financiero	Proveedor 1	Proveedor 2	Proveedor 3
Proveedor 1	(1,1,1)	(8,9,9)	
Proveedor 2	(1/9,1/9,1/8)	(1,1,1)	
Proveedor 3			(1,1,1)

Fuente: [10]

Tabla 6. Vector de prioridades frente a los proveedores

Proveedor	%
Proveedor 1	35%
Proveedor 2	49%
Proveedor 3	16%

4. Se considera aquí, que las matrices son consistentes. De no ser así, debería revisarse el análisis biunívoco realizado por cada matriz, para identificar la inconsistencia y corregirla.

el encargado de las compras debería tener como primera opción a dicho proveedor, sin embargo, debe quedar claro que la herramienta no toma las decisiones, sino que ofrece soporte al encargado para que lo haga de una manera más estructurada y confiable.

Definición de características de calidad

Esta definición debe ser el soporte para la etapa de evaluación de desempeño, debido a que es en esta etapa donde se definen las características de los productos que se le van a comprar al proveedor; estas características se deben definir en común acuerdo entre empresa cliente y empresa proveedora, para homologar lo que una quiere y lo que la otra está en capacidad de ofrecer, respectivamente; por todo lo anterior la definición de las características debe hacerse teniendo en cuenta las que causan mayor impacto en los procesos de la empresa cliente y deben ser clasificadas en criterios que puedan ser evaluados y ponderados, además de que se puedan calificar de acuerdo con la naturaleza de cada criterio.

El objetivo de este punto es brindar una base de criterios dentro de los cuales puedan clasificarse las diferentes características de los productos o servicios ofrecidos por los proveedores de la empresa, para que luego puedan ser calificados en el proceso de evaluación de desempeño. Los criterios que se definen buscan abarcar la mayor cantidad de características posibles presentadas por los productos o servicios, sin embargo el modelo propuesto permite incorporar más criterios o utilizar los de mayor relevancia dependiendo del caso.

Además de la definición de los criterios se debe plantear una escala de calificación para cada criterio que permita otorgar a la empresa puntajes cuando el desempeño del proveedor en un criterio de evaluación es bueno, regular o malo. Para esto, también puede utilizarse la metodología del AHP.[14]

Criterios de evaluación. Los criterios dentro de los cuales pueden clasificarse las características de los productos o servicios para calificar el desempeño se muestran en la Figura 6. Debe aclararse aquí, que existe una diferencia estructural entre las Figuras 5 y 6, pues mientras en la Figura 5 se presenta una visión completa de la estructura del problema y las jerarquías que lo conforman, la Figura 6 solamente presenta los indicadores propuestos para evaluar el desempeño final de los proveedores por cada producto o servicio que se esté evaluando.

Mediante esta metodología se puede calificar con mayor detalle el desempeño de un proveedor, y se podrían agregar más niveles a la jerarquía para las características propias de cada producto o servicio, si se considerase necesario profundizar en el análisis, por ejemplo, para productos o servicios críticos en los cuales tenga sentido mayor estudio antes de tomar la decisión del proveedor.[14] Es importante destacar que algunos de estos indicadores pueden ser antagónicos entre sí, de allí la importancia de evaluarlos en conjunto y no de manera individual.

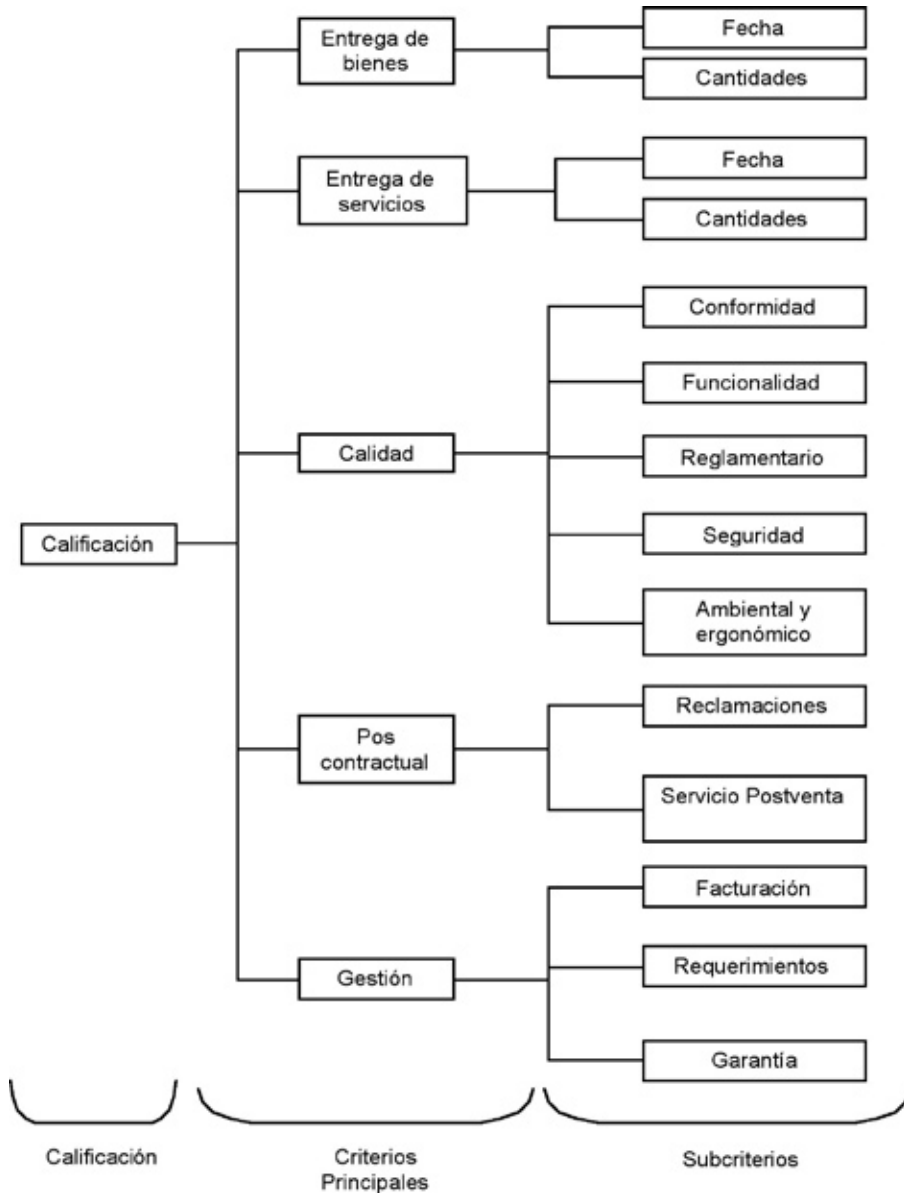
El paso siguiente es la definición de los criterios y las escalas de medición, las cuales son propias y dependen del tipo de negocio o sector al que pertenezca la organización.

Evaluación de desempeño

La propuesta para esta etapa del modelo es un procedimiento que permita calificar el desempeño de un proveedor con base en diferentes criterios que se definan para cada producto o servicio

que se esté comprando. Una vez definidos los criterios relevantes para evaluar el desempeño de un producto o servicio en la definición de características de calidad, se calcularán los pesos de los mismos mediante el AHP difuso.[14]

Figura 6. Jerarquía de criterios para evaluación de desempeño



Después de obtenida la calificación, se hace necesario clasificar el desempeño del proveedor. Debido a que las escalas están establecidas de uno a diez, la calificación final también debe estar en una escala de uno a diez. La clasificación es la siguiente:

- Desempeño notable: mayor o igual a nueve
- Desempeño confiable: mayor o igual a ocho y menor que nueve
- Desempeño riesgoso: mayor o igual a cinco y menor que ocho
- Desempeño crítico: menor a cinco

En el momento que un proveedor caiga en la clasificación riesgosa o crítica, debe presentar un plan de acción; dicho plan debe estar enfocado en mejorar los criterios en los cuales obtuvo menor calificación y cuyo peso en la calificación final es considerablemente alto. El proveedor deberá presentar mejoría en su calificación en el tiempo que dure la implementación del plan de acción propuesto, de lo contrario la empresa deberá tomar acciones al respecto.

Evaluación del sistema de gestión de calidad del proveedor

Esta evaluación es un proceso muy importante e interesante en el modelo de desarrollo y aseguramiento de proveedores. Mediante ésta se efectúa un diagnóstico al sistema de trabajo o gestión del proveedor a partir del cual éste debe presentar un plan de acción para mostrar mejoramiento.

La evaluación es un proceso que debe aplicarse sólo a proveedores críticos, debido al tiempo y al costo que representa el proceso y a la importancia que se le debe dar al aspecto que un

proveedor tenga un sistema de gestión de calidad montado que esté alineado con los de sus empresas clientes. Este proceso debe ser una herramienta para desarrollo de proveedores, es decir, que es un proceso en el cual la empresa invierte tiempo y dinero para evaluar el estado del sistema de gestión de calidad del proveedor para solicitar luego planes de acción de acuerdo con el resultado encontrado. Es entonces fundamental que se establezcan acuerdos claros frente a las negociaciones con los proveedores antes de iniciar este proceso, pues no tendría sentido desarrollar todo este trabajo para estar cambiando los proveedores en el corto plazo. Sin embargo, debe aclararse que el sistema no se ha diseñado para que se convierta en una barrera que impida el ingreso de nuevos proveedores, pero sí es claro, a la luz de los sistemas de gestión de la calidad, que deben construirse relaciones mutuamente beneficiosas con los proveedores y ésta sería una manera de lograrlo.

La empresa debe hacer un acompañamiento al proveedor y exigirle resultados en un periodo, como condición para continuar con los contratos; esto obliga al proveedor a mejorar si quiere continuar en el negocio, y esto implica desarrollo. La clasificación propuesta es la siguiente:

- **Proveedores Clase A:** Son proveedores confiables que tienen un sistema de calidad reconocido, que pueden desarrollar productos o servicios u ofrecer otra clase de servicios sin ninguna restricción.
- **Proveedores Clase B:** Es un proveedor apto, pero con un plan de mejoramiento a verificar en un periodo determinado (máximo un año).

- **Proveedores Clase C:** Es un proveedor con un sistema de calidad en proceso de desarrollo, donde el plan de mejoramiento debe cumplirse en un corto plazo (máximo seis meses)
- **Proveedores Clase D:** Es un proveedor en situación crítica, donde su plan de mejoramiento es URGENTE, con necesidad de ayuda y apoyo fuerte.

La etapa siguiente del modelo propuesto consiste en los seguimientos a los planes de acción, derivados de las evaluaciones de desempeño y del sistema de gestión de calidad.

Seguimiento a planes de acción

En el caso de la evaluación del sistema de gestión, el proveedor debe presentar un plan de acción basado en las no conformidades encontradas en la auditoría hecha por la empresa cliente; este plan de acción debe contener la acción a implementar por cada no conformidad encontrada, la fecha de implementación de la acción y el responsable. La empresa cliente debe hacer seguimiento al cumplimiento de las acciones en las fechas estipuladas al proveedor y al final de la ejecución del plan de acción hacer una nueva auditoría para clasificar al proveedor.

Para la evaluación de desempeño la idea, como ya se explicó antes, es que los proveedores cuyo desempeño sea riesgoso o crítico presenten un plan de acción enfocado a mejorar la calificación baja de los criterios cuya contribución a la calificación final es alta; el seguimiento a la implementación del mismo se haría observando la mejoría en los mismos, en el siguiente periodo de evaluación.

Esta información de seguimiento a los planes de acción debe ingresarse a la base de datos de proveedores, los cuales deben consultarse periódicamente para hacer revisión al cumplimiento de las acciones propuestas; los resultados de las revisiones también deben ingresarse en la base de datos.

Llegando a esta etapa, toda la información arrojada por el programa estaría incluida en una base de datos. Después que el proveedor ha comenzado a hacer parte del programa y se ha evaluado por un periodo, se hace necesario tomar decisiones a partir de los resultados. En el siguiente punto se propone el tipo de acciones a tomar según los resultados obtenidos de las evaluaciones.

Administración de la información y toma de decisiones

Hasta este momento están culminadas todas las etapas del modelo propuesto, excepto qué hacer con los resultados, qué decisión tomar, ¿certificar al proveedor?, ¿no negociar más con el?, ¿terminar el contrato para un producto o servicio específico?, ¿darle otra oportunidad?

En el desarrollo del modelo se ha mencionado una base de datos de la información de los proveedores, mediante la cual la empresa podrá hacer útiles consultas de la información del proveedor que le faciliten la toma de una decisión.

La dinámica de certificación de proveedores estará validada por las siguientes políticas:

- Las certificaciones se harán por producto y por proveedor.
- Sólo se podrá certificar productos de proveedores clasificados en A.

- Para que un proveedor pueda obtener certificación de su sistema, debe tener certificados todos sus productos y servicios ofrecidos a la empresa y estar clasificado en A.
- Si un proveedor A certificado y/o con un producto certificado disminuye su desempeño en seis meses, se retiran ambos certificados.

Los casos presentados están soportados en cuatro datos importantes que son: la clasificación de la evaluación de aptitud, el seguimiento del plan de acción resultado de la evaluación de aptitud, la clasificación de la evaluación de desempeño en un periodo de seis meses y el seguimiento del plan de acción derivado de la evaluación de desempeño. En la Tabla 7 se presentan algunos ejemplos acerca de

las decisiones a tomar. Es claro que el modelo no termina aquí, puesto que se ha enmarcado en el ciclo de mejoramiento y por tanto debe continuar su aplicación y definirse las mejoras que surjan en su desarrollo y aplicación.

CONCLUSIONES

- Sin querer afirmar que esta sea la única metodología para la gestión de los proveedores, es importante resaltar que mediante el modelo planteado se logrará gestionar las relaciones con los proveedores de manera efectiva para la organización y para los proveedores.

Debe sin embargo, aclararse, que el éxito de la gestión no radica solamente en el modelo mismo,

Tabla 7. Parámetros para la toma de decisiones⁵.

Casos	Evaluación de aptitud	Seguimiento (culminación total del plan de acción)	Evaluación desempeño (por seis meses)	Seguimiento (culminación del plan de acción)	Decisión
1	A	No necesita	Notable y confiable o riesgoso y crítico mejorado	No necesita	Certificar al proveedor después de seis meses de evaluar desempeño el desempeño de todos sus productos
2	A	No necesita	Riesgo o crítico	No mejorado	Si el proveedor presento desempeño crítico para un producto o servicio y no mejoró en seis meses de evaluación, no se sigue contratando el producto o servicio en el cual presenta desempeño bajo, en caso que provea varios productos o servicios. Si es el único producto ofrecido, se le solicita un plan de acción que remueva las causas del problema el cual debe mostrar mejoría a dos meses, de lo contrario se suspenden negociaciones con el proveedor
3	B	Mejóro y obtuvo siguiente nivel	Notable y confiable o riesgoso y crítico mejorado	Ok	Certificar al proveedor después de hacer nueva auditoria y reclasificarlo en A
4	B	Quedó en el mismo nivel	Notable y confiable o riesgoso y crítico mejorado	Ok	Solicitar al proveedor un plan de acción para mejorar su clasificación, ejecutable a seis meses, reclasificar en A y certificar productos o servicios

5. En la tabla se emplea el término evaluación de aptitud para referirse a la evaluación del sistema de gestión de calidad del proveedor

sino que existen factores como la cultura organizacional y algunas condiciones de negociación asociadas que podrían impedir el resultado positivo de la gestión.

- Este modelo ha sido pensado para los proveedores más estratégicos de la organización; aunque algunos elementos del modelo tales como la selección y evaluación del desempeño, pueden aplicarse a otros proveedores, los puntos que involucran mayor despliegue y utilización de recursos de la compañía están pensados específicamente para proveedores críticos en la gestión de la empresa.
- Una de las conclusiones más importantes sobre este modelo es la utilización de herramientas matemáticas para garantizar el proceso de toma de decisiones, de manera que la subjetividad que dicho proceso involucra se disminuye en gran proporción.
- Otro elemento fundamental es la presentación de un modelo que abarca todo el proceso y no se queda solamente en la selección del proveedor, lo cual garantiza mejores resultados para la empresa compradora y beneficia además al proveedor en su proceso de mejora continua.
- El modelo se ha implementado en una importante empresa del sector comercial y de servicios de Colombia y los resultados a la fecha han sido satisfactorios. Además, es destacable el hecho de que este modelo podría ser fácilmente aplicable en empresas manufactureras.
- Para terminar, es importante aclarar que el modelo por sí sólo

no funcionará si no se realiza una apropiación de parte del personal encargado, y se tiene plena confianza en los resultados que él arroje.

BIBLIOGRAFÍA

1. Norma Técnica Colombiana, NTC-ISO 9001 Versión 2000, República de Colombia, Numeral 7.4 Compras. p. 12.
2. Sánchez, Ramiro. *La toma de decisiones con múltiples criterios*. Un resumen conceptual y teórico. Centro de Planificación y Gestión, Universidad Mayor de San Simón. 2001.
3. Osorio, Juan Carlos y Orejuela, Juan Pablo. *El proceso de análisis jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio*. Ejemplo de aplicación. Documento de trabajo. Universidad del Valle. Cali, Colombia. 2005.
4. Subramaniam, V. Lee K. *Dynamic selection of dispatching rules for job shop scheduling*. Production planning and control. Vol 11, No. 1, pp. 73-81. 2000.
5. *Evaluación ambiental comparativa de dos sitios considerados para la ubicación del nuevo aeropuerto internacional de Ciudad de México*. Universidad Nacional Autónoma de México. Julio 2001.
6. Frei F. Harker P. *Measuring aggregate process performance using AHP*. Working Paper. The Wharton School. University of Pennsylvania 1998.
7. Fulcrum Ingeniería Ltda. *Proyectos y asesorías con el Analytic Hierarchy Process (AHP)*. Chile. 2000.
8. Asma M. A. Bahurmoz. *The analytic hierarchy process at Dar Al-Hekma, Saudi Arabia*. Interfaces,

- Vol. 33, No. 4, pp. 70–78. July–August 2003.
9. Bascetin, A. *An application of the analytic hierarchy process in equipment selection at Orhaneli open pit coal mine*. Technical note. Mining Technology: Transactions of the Institute of Mining and Metallurgy. Vol 113, No 3. pp. 192 - 199 Septiembre 2004.
 10. Herrera Umaña, María Fernanda y Vinasco Mosquera, Milton Adrián. *Modelo para la implementación y administración del programa de aseguramiento de proveedores de Coomeva y sus empresas, aplicando AHP difuso*. Universidad del Valle. Trabajo de Grado. Ingeniería Industrial. 2005.
 11. Saaty, Thomas. *How to make a decision: the analytic hierarchy process*. University of Pittsburgh. 1994.
 12. Centro de Planificación y Gestión de la Universidad de Mayor de San Simón. *La toma de decisiones con múltiples criterios*. Documento de trabajo número 4. Bolivia, 2001. p. 35.
 13. Kwong, C.K. *Determining the importance weights for the customer requirements in QFD using a fuzzy AHP with extent analysis approach*. IEE transactions Vol 35, pp 619-626. 2003.
 14. Osorio, Juan Carlos y Herrera, María Fernanda. *Propuesta para la evaluación del desempeño de proveedores utilizando AHP fuzzy*. Documento de trabajo. Universidad del Valle. 2005. 