LA GESTIÓN Y TOMA DE DECISIONES EN EL SISTEMA EMPRESARIAL CUBANO

Publicaciones de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras (Barcelona). Observatorio de Investigación Económico-Financiera

La gestión y toma de decisiones en el sistema empresarial cubano

Bibliografía

ISBN- 978-84-697-6328-5

- Título
- II. Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras (Barcelona)
- III. Gil-Lafuente, Anna Maria
- IV. Colección
- 1. Política de recursos humanos—Cuba 2. Toma de decisiones 3. Incertidumbre 4. Economía de la empresa

HD5741.A6

La Academia no se hace responsable de las opiniones científicas expuestas en sus propias publicaciones.

(Art. 41 del Reglamento)

Editora: © Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras, Barcelona, 2017

Académico coordinador: Dr. Ramón Poch Torres

ISBN-978-84-697-6328-5

Depósito legal: B 23640-2017

Nº registro: 2017068103



Acceda a más contenidos en nuestra web corporativa

Esta publicación no puede ser reproducida, ni total ni parcialmente, sin permiso previo, por escrito de la editora. Reservados todos los derechos.

Imprime: Ediciones Gráficas Rey, S.L.—c/Albert Einstein, 54 C/B, Nave 12-14-15 Cornellà de Llobregat—Barcelona





Esta publicación ha sido impresa en papel ecológico ECF libre de cloro elemental, para mitigar el impacto medioambiental

LA GESTIÓN Y TOMA DE DECISIONES EN EL SISTEMA EMPRESARIAL CUBANO

Autores:

Anna M. Gil-Lafuente Irene García Rondón Lourdes Souto Anido Blanca Emilia Blanco Campins Maritza Ortíz Torres Thais Zamora Molina

TABLA DE CONTENIDO

PRÓLOGO)	11
Capítulo 1	Una mirada a la toma de decisiones en el sistema empresarial cubano 1.1 Un acercamiento a la empresa estatal socialista cubana	13 15
	1.2 El proceso de toma de decisiones en la empresa	17
Capítulo 2	Nociones elementales de la teoría de los subconjuntos borrosos	23
	2.1 Teoría de los conjuntos y subconjuntos borrosos	26
	2.2 Método Fuzzy-Delphi	
	2.3 Los expertones	
	2.4 El algoritmo húngaro	
	2.5 Teoría de los efectos olvidados	
Capítulo 3	Herramientas de apoyo al proceso de Planificación del Personal	45
•	3.1 Proceso de planificación del personal	
	3.2 Procedimiento de planificación del personal con base en la teoría de los subconjuntos borrosos	50
	3.3 Aplicación del proceso de planificación del personal propuesto en la empresa SERVICEX	53
	3.4 Consideraciones finales	76
Capítulo 4	Asignación de oportunidades de capacitación a los trabajadores a través del algoritmo húngaro	79
	4.1 El proceso de capacitación: su papel dentro de la Gestión de Recursos Humanos	81
	4.2 Procedimiento para la asignación de oportunidades de capacitación a través del algoritmo húngaro	83
	4.3 Aplicación del procedimiento propuesto en la empresa CUBAEXPORT	89
	4.4 Consideraciones finales	110
Capítulo 5	Asignación de estímulos a los trabajadores a través del algoritmo húngaro	113
	5.1 Proceso de estimulación material y moral	

	5.2 Procedimiento para la asignación óptima de estímulos a los trabajadores	125
	5.3 Aplicación del procedimiento propuesto en la empresa APCI	
	5.4 Consideraciones finales	
Capítulo 6	Indicadores cualitativos para evaluar la Gestión de los Recursos Humanos	141
	6.1 Indicadores estándares utilizados para evaluar la Gestión de los Recursos Humanos	143
	6.2 Sistema de indicadores borrosos para evaluar la Gestión de los Recursos Humanos	145
	6.3 Aplicación de los indicadores propuestos en la empresa METALCUBA	150
	6.4 Consideraciones finales	
Capítulo 7	Predicción del umbral de rentabilidad mediante la teoría de los subconjuntos borrosos. Caso Complejo Hotelero Centro Habana	157
	7.1 Umbral de rentabilidad en la industria turística	
	7.2 Aplicación de la teoría de los subconjuntos borrosos a la actividad hotelera	162
	7.3 Determinación del umbral de rentabilidad mediante la teoría	
	de los subconjuntos borrosos	164
	7.4 Consideraciones finales	179
Capítulo 8	Aplicación de las matemáticas borrosas a la evaluación de los riesgos empresariales de operación	185
	8.3 Aplicación de las técnicas propuestas para la evaluación de riesgo Caso: Sub. Gerencias de Almacenes de una empresa de Servicios de Telecomunicaciones	s.
	8.4 Consideraciones finales	197
Capítulo 9	Gestión de las cuentas por cobrar aplicando herramientas de la teoría de los subconjuntos borrosos	
	9.2 Identificación y evaluación de riesgos en la gestión comercial $\ldots\ldots$	203
	9.3 Aplicación de la teoría de los efectos olvidados a la gestión del	208

	9.4 Consideraciones finales	214
Capítulo 10	Procedimiento de evaluación de proveedores con herramientas de la teoría de los subconjuntos borrosos	215
	10.1 Evaluación de proveedores	218
	10.2 Desarrollo del procedimiento para la evaluación de proveedores	220
	10.3 Aplicación del procedimiento propuesto	226
	10.4 Consideraciones finales	238
Capítulo 11	La gestión de inventarios en condiciones de incertidumbre	239
	 11.1 Modelos económicos matemáticos para la gestión de inventarios en condiciones de incertidumbre	242 242 246
	La Casa Verde	248
	11.3 Consideraciones finales	257
Capítulo 12	Selección de los mercados internacionales de los servicios	259
	12.1 Consideraciones teóricas sobre la selección de mercados internacionales	261
	12.2 Procedimiento para la selección de los mercados internacionalesde los servicios	264
	12.3 Aplicación del procedimiento propuesto	273
	12.4 Consideraciones finales	275
Capítulo 13	Principales sistemas a gestionar en las Empresas Biotecnológicas Cubanas	277
	13.1 Sistemas que integran el Sistema de Dirección y Gestión en Cuba	279
	13.2 Procedimiento para identificar los principales sistemas a gestionar en las Empresas Biotecnológicas	280
	13.3 Resultados de la aplicación del procedimiento en el Centro de Inmunología Molecular	285
	13.4 Consideraciones finales	293
Bibliografía		295

LA GESTIÓN Y TOMA DE DECISIONES EN EL SISTEMA EMPRESARIAL CUBANO

PRÓLOGO

La reciente crisis económica en la que se han visto involucrados la gran mayoría de países está teniendo como consecuencia una reconsideración en las estructuras que afectan, en mayor o menor medida, a todas las empresas e instituciones. Tanto el creciente proceso de globalización que experimentan las economías como el incremento en la movilidad de los mercados, que afecta directamente a la actividad de las empresas, provocan que las políticas para la gestión de los recursos humanos se estén convirtiendo en un elemento fundamental en el proceso de adopción de decisiones.

Nos hallamos en una encrucijada en la que se están replanteando los viejos paradigmas en los que los modelos basados en estudios estadísticos y econométricos han nutrido durante decenios las investigaciones en este ámbito. El avance y consolidación de las nuevas tecnologías, las crecientes exigencias de formación continua, los mayores requisitos de flexibilidad y adaptación, así como el incremento de la movilidad laboral hacen necesaria la introducción de nuevas técnicas para la gestión de los recursos humanos. En el contexto actual es cada vez más difícil y complejo realizar previsiones basándose únicamente en la extrapolación de datos históricos, incluso con la utilización de las técnicas más complejas. El entorno exponencialmente cambiante sometido a la progresiva y rápida evolución de los sistemas sociales, la preceptiva adaptación a la digitalización y a los sistemas de información, las variaciones en los procesos educativos y el desarrollo de nuevos mercados, hacen necesarias nuevas herramientas al servicio de empresas, gobiernos e instituciones. Así, los tradicionales modelos que habían resultado razonablemente exitosos en entornos de marcada estabilidad y que aún hoy se siguen utilizando con el consiguiente perjuicio en el ámbito decisional, deben dejar paso a otros más generales, capaces de incorporar, además, la parte subjetiva que subyace en toda la fenomenología inherente a las ciencias sociales, esto es, aquellas en las que el ser humano es el actor principal. Se trata de modelos capaces de albergar operadores híbridos, es decir, aquellos que permitan el tratamiento y resolución de operaciones tanto numéricas como no numéricas.

El libro que se presenta tiene como objetivo plantear un análisis técnico con el que poder mostrar en qué medida las empresas cubanas pueden gestionar mejor todos los aspectos que giran en torno al papel de los recursos humanos en el marco de la actividad económica de las empresas. En un entorno globalizado y en permanente cambio es preciso buscar nuevas fórmulas de análisis y administración con el objetivo de generar, en el marco de una fusión de esfuerzos mutua, un progreso económico sostenible, una mejor eficiencia y, en definitiva, una mejor adaptación a los continuos cambios que los retos de la actividad económica plantean, con el fin último de crear trabajo, valor y riqueza.

Para llevar a cabo este objetivo se ha partido del análisis de casos específicos que han servido de base para desarrollar esta investigación siguiendo un cuidadoso cribaje y contrastación de información con el fin de ofrecer resultados representativos del proceso.

En las páginas que siguen se plantea un abanico de oportunidades que se abren al empresariado gracias a la utilización de este nuevo arsenal de técnicas, más cercanas e intuitivas, que las que se han venido utilizando hasta ahora, básicamente tomadas en préstamo de las ciencias experimentales.

A medida que los fenómenos de la vida empresarial se vuelven más complejos resulta más difícil la valoración de las evidencias de las que se dispone en cada momento. Así, en el continuo proceso de toma de decisiones, cuando no existe una única solución para dar curso al complejo proceso de gestión de los recursos humanos, se hace preciso recurrir a sistemas que permitan incorporar toda una gama de variables intrínsecamente conectadas en forma de red.

Nos hallamos en un momento crucial de la historia de la humanidad en el que debemos ser consecuentes con todos los logros alcanzados hasta ahora. Los avances que la tecnología va introduciendo y consolidando deben plantearse como una oportunidad para propiciar el desarrollo de habilidades, capacidades y aptitudes. Sólo así seremos capaces de dejar en herencia a las nuevas generaciones un espacio de prosperidad, bienestar y libertad.

Ana María Gil Lafuente

CAPÍTULO 1. UNA MIRADA A LA TOMA DE DECISIONES EN EL SISTEMA EMPRESARIAL CUBANO

1.1. Un acercamiento a la empresa estatal socialista cubana

La empresa estatal socialista cubana, es la forma principal de organizaciones empresariales en Cuba, constituyendo el eslabón básico de la economía. Se define como una entidad con personalidad jurídica propia, creada para la producción de bienes y servicios, a los efectos de cumplir de manera eficiente su gestión empresarial, conforme al plan anual aprobado para la misma (del Castillo, 2011).

Estas empresas, pertenecientes al Estado, funcionan bajo el principio de cubrir sus gastos con sus ingresos, en cumplimiento de la finalidad de que no haya empresas con pérdidas. Deben rendir al Estado, representante de la propiedad socialista, beneficios económicos en correspondencia con los recursos que se ponen a su disposición. Este tipo de entidad, constituye la fuente principal de financiamiento para atender necesidades sociales, relacionadas con la modernización y ampliación de la producción de bienes y servicios (del Castillo, 2014).

La empresa estatal socialista cubana debe funcionar de forma eficiente y eficaz; teniendo en cuenta los objetivos y fines de la construcción del socialismo, a saber, el logro del bienestar material y espiritual de los miembros de la sociedad. De su gestión depende el cumplimiento de los objetivos económicos que se traza el país.

En Cuba desde el triunfo de la Revolución en 1959 existieron e incluso coexistieron, varios sistemas de dirección de la economía. El Decreto-Ley No. 187 del 18 de agosto de 1998 planteó las bases generales para el establecimiento de un Sistema de Dirección y Gestión Empresarial (SDGE) cubano. Dicho Decreto-Ley declara como objetivo, la elevación de la eficiencia económica a partir del predominio de la empresa estatal socialista. Durante el período transcurrido del 2002 al 2004 se sumaron 168 empresas anualmente al SDGE.

A partir del año 2004 se toman un conjunto de medidas que centralizan el accionar económico del país, ellas fueron la cuenta única en divisa y la Resolución Conjunta No. 1., las cuales:

- Analizan y proponen soluciones recuperativas, con una marcada dirección hacia lo social.
- Erradican las transacciones económicas entre empresas en divisa, las cuales quedan a disposición del Comité de Aprobación de Divisas del Banco Central de Cuba (BCC).
- Acrecientan el nivel de centralización (se fijan los márgenes de ganancias, los precios según ficha de costo, se norma y restringe el objeto social) existiendo entidades exceptuadas de aplicar en sus ventas esta Resolución.
- Obstaculizan la gestión empresarial en cuanto a la centralización de las inversiones como en la compra-venta a terceros.
- No favorecen la flexibilidad necesaria que impone el mercado, por lo que todas las empresas, sin distinción de tamaño, sector y eficiencia, se tienen que ajustar al mismo mecanismo.
- Incrementan la planificación material en detrimento de la financiera (Díaz & Echevarría, S/A).

Luego de esta recentralización, solo 67 empresas se sumaron en el 2005 al SDGE y 55 en el 2006; viéndose el efecto de la centralización en el desarrollo de la gestión empresarial. Ello trajo consigo que el 7 de agosto del 2007 entrara en vigor el Decreto-Ley No. 252 que tenía como objetivo establecer regulaciones que rijan una nueva etapa del desarrollo de este sistema, enunciando en el cuerpo del mismo la importancia de gestionar la organización de manera integrada.

El 16 de agosto de 2007 entra en vigor el Decreto No. 281, aportando un Reglamento para la implantación y consolidación del SDG. En él se acuerda proponer, introducir y generalizar nuevos sistemas de gestión en las empresas y elaborar 29 documentos, contradiciendo lo planteado en el Decreto-Ley No.252 al respecto.

El Decreto No. 281 se modifica por los Decretos 284 y 303, del 30 de septiembre de 2010 y 12 de octubre 2012, respectivamente; lo cual puso en vigor el reglamento para la implantación y consolidación del SDGE estatal cubano (Consejo de Estado, 2014). El 28 de abril del 2014 se publica en la Gaceta Oficial de la República de Cuba, el Decreto-Ley No. 320 modificativo del Decreto-Ley No. 252, sobre la continuidad y fortalecimiento del SDGE cubano. Recogiendo dentro de él el Decreto No. 323, el cual modifica parte del Decreto No. 281, teniendo en cuenta los cambios ocurridos con la actualización del modelo económico cubano.

A partir del 2014 en el sistema empresarial se comenzaron a implementar una serie de medidas con la finalidad de perfeccionar el SDGE. Las transformaciones se encaminan a cambios en la estructura y flexibilización del objeto social, transformaciones en la planificación empresarial, cambios en las relaciones financieras y cambios en las relaciones laborales y sistemas de pago. En dicho perfeccionamiento se reconoce como figuras del sistema empresarial las Organizaciones Superiores de Dirección (OSDE), las empresas y las Unidades Empresariales de Base (UEB).

Como resultado de lo planteado hasta el momento, se considera que en Cuba debe existir un manual que oriente la actividad empresarial para la empresa estatal. La ley de empresas se debe centrar fundamentalmente en las relaciones de propiedad (creación, tipo, fusión y cierre de empresas), respetando la forma de gestión hacia lo interno de la organización. El Decreto No. 281 convertido en un manual de ayuda al empresario, sería de gran utilidad para las empresas y respetaría así el modelo de gestión propio de cada organización, no forzándola a tener uno en específico, lo cual facilitaría el proceso de toma de decisiones en las mismas.

1.2. El proceso de toma de decisiones en las empresas

Una decisión es la elección de la alternativa más adecuada de entre varias posibilidades con el fin de alcanzar un estado deseado considerando la limitación

de recursos. La palabra *decisión* deriva del latín *decisio*, que significa determinación, resolución que se toma o se da en algo dudoso. Se conoce como *decisores* a aquellas personas encargadas de tomar una decisión (Davis, 2000), personificados en los directivos u otros empleados de la empresa en función del tipo de decisión.

Existen diferentes enfoques que han estudiado el proceso de toma de decisiones.

En primer lugar, siguiendo las ideas de Simon (1980), se define la figura del decisor racional. Esta tipología engloba aquellos que identifican y enumeran las alternativas posibles y analizan, valoran y comparan las consecuencias derivadas de cada una. El decisor debe describir su función de utilidad, es decir, su preferencia por distintas consecuencias.

La toma de decisiones también puede desembocar en una solución satisfactoria. Frente al racional "hombre económico" que maximiza su comportamiento y elige la mejor alternativa, se encuentra el "hombre administrativo", que se conforma con una solución satisfactoria. Esto encuentra su causa en la cantidad de información disponible, que no siempre es toda con la que se debería contar para tomar una decisión. Además, influyen las elecciones de otros decisores y otros factores empresariales como las normas, la autoridad o la división del trabajo (Menguzzato y Renau, 1995).

Por otra parte, el enfoque del procedimiento organizacional se centra en el análisis de los canales de comunicación, la formalización de procesos y la distinción entre estructura formal e informal (Cyert y March, 1965).

Los decisores pueden adoptar cualquiera de las posturas descritas en estos enfoques teniendo en cuenta —dependiendo del caso— tanto datos cuantitativos (datos históricos, estudios estadísticos) como cualitativos (intuición, experiencia).

Las fases por las que transita un Proceso de Toma de Decisiones son las siguientes (de Miguel, 1993; Moody, 1991; Hubert, 1984; Simon, 1977):

- A. Fase de inteligencia. Consiste en identificar y definir el problema para el que se pretende tomar una decisión (Greenwood, 1978). En primer lugar, se realiza un análisis completo —interno y externo— para buscar el origen fundamental de este problema. Se debe tener en cuenta que este análisis depende de la forma en que el decisor percibe el problema, es decir, selecciona, recibe, organiza e interpreta la información; es necesario recopilar todos los datos disponibles acerca del problema para optimizar la utilidad de la información.
- **B.** Fase de diseño, modelización o concepción. Se identifican y enumeran todas las alternativas, estrategias o vías de acción posibles. Para ello, se debe hacer un análisis exhaustivo del problema, siendo recomendable la opinión de varias personas con distintos puntos de vista, con el fin de que no queden alternativas sin identificar
- C. Fase de selección. Consiste en la preferencia por una alternativa. Para ello, se evalúan todas las líneas de acción teniendo en cuenta la concordancia de los objetivos de la empresa y los recursos. Además, la alternativa elegida debe ser factible y contribuir a la resolución del problema. Hay que tener en cuenta los posibles problemas futuros y las consecuencias asociadas a cada una de las alternativas. Esta elección se realiza en función de la cantidad y calidad de información disponible a tal efecto.
- **D.** Fase de implantación. Se desarrollan las acciones que conlleva la alternativa elegida para solucionar el problema.
- **E. Fase de revisión.** Sirve para comprobar si la puesta en marcha de la decisión es la más adecuada y si se alcanzan los resultados deseados. Se realiza un control evaluando las acciones pasadas y si algo no es correcto, se reinicia el proceso.

El proceso de toma de decisiones supone un camino para escoger la mejor alternativa de entre las posibles, es por ello que se necesita información sobre cada una de estas alternativas y sus consecuencias respecto al objetivo que se persigue. A la hora de llevar a cabo procesos de toma de decisiones se suelen utilizar modelos, los cuales pueden ser definidos como una representación simplificada de una parte de la realidad, y ello porque, en muchos casos, la realidad es tan compleja que, para comprenderla, hay que simplificarla tomando de ella los aspectos que resultan más relevantes para el análisis de que se trate y no teniendo en cuenta los que resultan accesorios. El principal objetivo de un modelo es permitir una mejor comprensión y descripción de la parte de la realidad que representa. Esa mejor comprensión de la realidad permite tomar mejores decisiones. Los modelos se pueden clasificar atendiendo a numerosos criterios, entre ellos:

- 1. Modelos objetivos y subjetivos. En ocasiones los sucesos no son o no pueden ser cuantificados objetivamente o no es posible obtener una experiencia *ex ante*, ni tampoco se dispone de métodos formales para su estudio, por lo que los modelos han de tener una estructura flexible y adaptativa para albergar informaciones subjetivas y/o basadas en la intuición.
- 2. Modelos analíticos y de simulación. Los modelos analíticos son aquellos que sirven para obtener soluciones basadas en informaciones reales. Los de simulación son representaciones simplificadas de la realidad sobre las que se opera para estudiar los efectos de las distintas alternativas de actuación.
- 3. Modelos estáticos y dinámicos. Los modelos estáticos son aquellos que no tienen en cuenta los cambios en el entorno producidos por el efecto de la propia aplicación del modelo ni tienen en consideración la variable temporal. Los modelos dinámicos son aquellos que incorporan el tiempo como variable o como parámetro fundamental, así como los cambios que se van produciendo en el contexto a medida que el modelo se desarrolla.
- 4. Modelos deterministas y probabilísticos. En los modelos deterministas se suponen conocidos con certeza todos los datos de la realidad que representan. Si uno o varios datos se conocen sólo en términos de proyección de una situación conocida, el modelo se denomina probabilístico, aleatorio o estocástico.

La selección de un tipo de modelo depende de la información de la que se disponga y del objetivo que se persiga. La información es la materia prima, el input de la decisión, y una vez tratada adecuadamente dentro del proceso de la toma de decisión se obtiene como output la acción a ejecutar.

Las decisiones pueden tomarse en un contexto de certeza, riesgo o incertidumbre. En el primer caso, que es el más inusual en las empresas, se conocen todos los datos necesarios para tomar la decisión. En situación de riesgo se conocen las probabilidades asociadas a un resultado satisfactorio para cada alternativa. El contexto de incertidumbre implica que los datos o parte de ellos son incompletos o desconocidos, por lo que la decisión se basa en elementos subjetivos o estimaciones. Finalmente, dependiendo de la situación, se pueden utilizar métodos cuantitativos de ayuda a la toma de decisiones (Kamlesh y Solow (2005), Vicens, Albarracín y Palmer, 2005; Serra, 2004) y/o métodos cualitativos (Herrera, Herrera-Viedma y Verdegay, 1996; Zimmermann, 1991).

Actualmente, en el entorno tan convulso en el que desarrollan su actividad las empresas cubanas, no siempre se cuenta con la información necesaria para la toma de decisiones en las diferentes áreas, por lo que la incertidumbre caracteriza este tipo de procesos. Si el fenómeno no dispone de información estructurada, ésta es escasa, y ha de tomarse una decisión, sólo quedará basarse en la mera intuición, lo que trae consigo una fuerte carga de subjetividad. Y aunque la incertidumbre se hallara estructurada, la decisión continuaría incorporando una carga de subjetividad muy elevada, de modo que personas diferentes tomarían decisiones diversas, dependiendo de su optimismo o pesimismo, de su aversión al riesgo o al fracaso. En este escenario, la Teoría de los Subconjuntos Borrosos propone herramientas de gran utilidad para mejorar la calidad de la toma de decisiones.

CAPÍTULO 2. NOCIONES ELEMENTALES DE LA TEORÍA DE LOS SUBCONJUNTOS BORROSOS

La teoría de los subconjuntos borrosos es una parte de las matemáticas que se halla perfectamente adaptada al tratamiento tanto de lo subjetivo como de lo incierto. Es un intento de recoger un fenómeno tal cual se presenta en la vida real y realizar su tratamiento sin intentar deformarlo para hacerlo preciso y cierto (Kaufmann y Gil Aluja, 1986: 18)

Su origen se remonta a 1965 con la definición de conjunto borroso realizada por Zadeh. La lógica binaria surge a partir del principio de Aristóteles del tercio excluso, según el cual una proposición es verdadera o es falsa, pero no puede ser verdadera y falsa a la vez. La teoría de los subconjuntos borrosos se basa en el principio, denominado por Gil Aluja (Gil Aluja, 1996), de la simultaneidad gradual, según el cual una proposición puede ser a la vez verdadera y falsa, a condición de asignar un grado a la verdad y un grado a la falsedad. La lógica binaria es un caso particular de la lógica de la incertidumbre, que la generaliza. Ésta representa mejor los mecanismos reales del pensamiento y permite una modelización más cercana de muchos fenómenos que la realidad plantea.

La utilización de la teoría de los subconjuntos borrosos abarca prácticamente todas las ciencias, aplicándose en la biología, medicina, geología, sociología, por solo citar algunos. Sin embargo, son los profesores Kaufmann y Gil Aluja quienes, desde la publicación de su primer libro en 1986, y a través de su extensa bibliografía, aplican sus principios en el campo de la economía y gestión de empresa.

En el presente capítulo se abordan las nociones elementales de la teoría de los subconjuntos borrosos y se desarrollan las principales herramientas utilizadas en el libro.

2.1. Teoría de los conjuntos y subconjuntos difusos

En un conjunto clásico se asigna el valor 0 o 1 a cada elemento para indicar la pertenencia o no a dicho conjunto. Esta función puede generalizarse de forma que los valores asignados a los elementos del conjunto caigan en un rango parti-

cular, y con ello indiquen el grado de pertenencia de los elementos al conjunto en cuestión. Esta función se denomina *función de pertenencia* y el conjunto por ella definido, *conjunto borroso*. La función de pertenencia μ A por la que un conjunto borroso A se define, siendo [0, 1] el intervalo de números reales que incluye los extremos, tiene la forma:

$$\mu A = X \rightarrow [0, 1]$$

Un subconjunto de un conjunto no comprende la totalidad de los elementos del conjunto (conjunto referencial), aunque a veces por comodidad los matemáticos asumen que un conjunto es un subconjunto de sí mismo. Dado un conjunto borroso referencial se construyen subconjuntos borrosos de tal manera que la función característica de pertenencia $\mu(x)$ puede tomar sus valores no solo en el conjunto $\{0,1\}$ sino en el segmento [0,1], es decir en 0,1 y también en todos los valores intermedios, de tal manera que se asignará un valor tanto más cercano a la unidad cuanto más se acerque o cumpla el elemento considerado la propiedad o proposición establecida. Con el fin de distinguir el subconjunto borroso del subconjunto ordinario se acostumbra a colocar una tilde (~) debajo de la letra mayúscula que lo representa (Aluja & Kaufman, 1986).

En el caso de una información formal, donde no se considera la borrosidad porque solamente cabe una interpretación, resulta absurdo hablar de entropía o valoración del desorden, pero para las matemáticas borrosas este concepto interviene de manera fundamental y es posible realizar cierta estimación de la entropía en subconjuntos borrosos (Aluja & Kaufman, 1986). El gran mérito de la teoría de los subconjuntos borrosos consiste en que, a través de ella, se han podido traducir los matices en símbolos matemáticos mediante los cuales se consigue arribar a conclusiones también matizadas.

2.1.1. Números borrosos.

Se define un número borroso como un subconjunto borroso del referencial de los reales, que tiene una función de pertenencia normal (debe existir una X_i para

la que μ (x) toma el valor 1) y convexa (cualquier desplazamiento a la derecha e izquierda de este valor x_i , μ (x) va disminuyendo) (Aluja & Kaufman, 1986).

Un número borroso puede ser representado a través de los segmentos formados al "cortar" (asignar un valor) la función de pertenencia a unos determinados niveles α (nivel de presunción), como se ilustra en la siguiente figura:

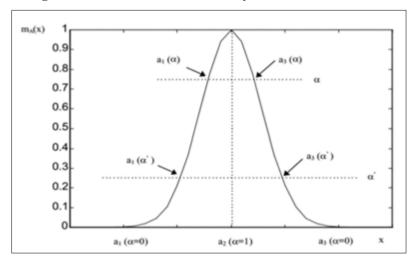


Figura 2.1: Número Difuso Normal y Convexo con α- cortes.

Fuente: Raya (1992)

A medida que el nivel de presunción α disminuye, los segmentos obtenidos se encajan progresivamente. El nivel 0 corresponde siempre al referencial y al máximo nivel de presunción (1) es posible que el subconjunto sea vacío.

Expertos plantean que la teoría de los números borrosos puede considerarse como una ampliación de la teoría de los intervalos de confianza, cuando se consideran estos intervalos a todos los niveles desde 0 hasta 1, en lugar de considerar un solo nivel (Aluja & Kaufman, 1986). Al decir de Gil Aluja y Kaufmann: "un número borroso es una secuencia finita o infinita de intervalos de confianza" (Aluja & Kaufman, 1987).

Un intervalo de confianza puede ser representado como $A = [a_1, a_2]$ donde $[a_1, a_2] \in \mathbb{R}$. Cuando una magnitud se expresa en el intervalo anterior, se quiere significar que no se halla por debajo de a_1 ni por encima de a_2 , pero que se desconoce lo que sucede entre los dos extremos del intervalo (García Rondón, 2010).

De todo lo anterior se puede concluir que un número borroso se caracteriza por los pares "nivel de presunción"; "intervalo de confianza", ya que a cada nivel de presunción le corresponde un intervalo de confianza.

La realización de operaciones aritméticas con números difusos puede establecerse en función de la aritmética de intervalos de confianza.

- Adición:
$$[a_1^{\alpha}, a_2^{\alpha}]$$
 (+) $[b_1^{\alpha}, b_2^{\alpha}] = [a_1^{\alpha} + b_1^{\alpha}, a_2^{\alpha} + b_2^{\alpha}]$

- Sustracción:
$$[a_1^{\alpha}, a_2^{\alpha}]$$
 (-) $[b_1^{\alpha}, b_2^{\alpha}] = [a_1^{\alpha} - b_2^{\alpha}, a_2^{\alpha} - b_1^{\alpha}]$

- *Multiplicación*: $[a_1^{\alpha}, a_2^{\alpha}]$ (*) $[b_1^{\alpha}, b_2^{\alpha}] = [a_1^{\alpha*}, b_1^{\alpha}, a_2^{\alpha*}, b_2^{\alpha}]$ si el conjunto difuso está definido en \mathbb{R}^+ , si no sería como a continuación (Morillas Raya, pág. 34):

$$\begin{bmatrix} a_1^\alpha,\,a_2^\alpha\end{bmatrix} (*) \begin{bmatrix} b_1^\alpha,\,b_2^\alpha\end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1^\alpha \cdot b_1^\alpha \wedge a_1^\alpha \cdot b_2^\alpha \wedge a_2^\alpha \cdot b_1^\alpha \wedge a_2^\alpha \cdot b_2^\alpha \wedge a_1^\alpha \cdot b_1^\alpha \vee a_1^\alpha \cdot b_2^\alpha \vee a_2^\alpha \cdot b_1^\alpha \vee a_2^\alpha \cdot b_2^\alpha \end{bmatrix}$$

Los símbolos A y V significan mínimo y máximo respectivamente.

Existe un neutro para la multiplicación: 1=[1;1].

- *División*: $[a_1^{\alpha}, a_2^{\alpha}]$ (/) $[b_1^{\alpha}, b_2^{\alpha}] = [a_1^{\alpha}/b_2^{\alpha}, a_2^{\alpha}/b_1^{\alpha}]$ si el conjunto difuso está definido en \mathbb{R}^+ , si no sería como a continuación:

$$[a_1^{\alpha}, a_2^{\alpha}] \ (/) \ [b_1^{\alpha}, b_2^{\alpha}] = [a_1^{\alpha} / b_1^{\alpha} \wedge a_1^{\alpha} / b_2^{\alpha} \wedge a_2^{\alpha} / b_1^{\alpha} \wedge a_2^{\alpha} / b_2^{\alpha} \wedge a_1^{\alpha} / b_1^{\alpha} \vee a_1^{\alpha} / b_2^{\alpha} \vee a_2^{\alpha} / b_1^{\alpha} \vee a_2^{\alpha} / b_2^{\alpha}]$$

Lo anterior no se cumple si $a_1 \le 0 \le a_2$ (Morillas Raya, pág. 35).

- Radicación y Potenciación:

 $\sqrt{A^{\alpha}} = [\sqrt{a_1^{\alpha}}, \sqrt{a_2^{\alpha}}]$ si el conjunto difuso está definido en \mathbb{R}^+ .

- Inversa:

$$[a_1^{\alpha}, a_2^{\alpha}]^{-1} = \left[\frac{1}{a_2^{\alpha}}, \frac{1}{a_1^{\alpha}}\right]$$
, si $0 < a_1 \le a_2$

2.1.2. Números borrosos triangulares.

Actualmente existen diversidad de números borrosos, dígase los números borrosos oblongos, triangulares, cuadrados, pentagonales, hexagonales, heptagonales, p-gonales en dependencia de la cantidad de lados que presente el polígono. En particular los números borrosos triangulares son muy usados en la práctica por su relativa comodidad de manipulación.

La particularidad del número borroso triangular consiste en estar determinado por tres cantidades: una por debajo de la cual no va a descenderse, otra a la que por encima no será posible llegar, y finalmente, aquella que representa el máximo nivel de presunción (Aluja & Kaufman, 1986). La representación gráfica del número borroso triangular $A^{\alpha} = [a_1^{\alpha}, a_2^{\alpha}, a_3^{\alpha}]$ queda reflejada en un sistema de coordenadas de la siguiente forma:

Figura 2.2: Número Difuso Triangular $A^{\alpha} = [a_1^{\alpha}, a_2^{\alpha}, a_3^{\alpha}].$

Fuente: (Raya, 1992).

La función de pertenencia de este número borroso triangular viene dada por:

$$\begin{split} & m_A(\mathbf{x}) = 0, \, \mathbf{x} < a_1 \\ & m_A(\mathbf{x}) = (\, \mathbf{x} \text{-} a_1) \, / \, (\, a_2 \text{-} a_1), \, a_1 \leq \mathbf{x} \leq a_2 \\ & m_A(\mathbf{x}) = (\, a_3 - \mathbf{x} \,) \, / \, (\, a_3 \text{-} a_2 \,), \, a_2 \leq \mathbf{x} \leq a_3 \\ & m_A(\mathbf{x}) = 0, \, \mathbf{x} \leq a_3 \end{split}$$

Estos tramos se encuentran definidos por funciones lineales. Alternativamente se puede precisar un número borroso triangular definiendo el intervalo de confianza de nivel α como sigue:

$$\mathbf{A}_{\alpha} = [a_1^{(\alpha)}, a_3^{(\alpha)}] = [a_1 + (a_2 - a_1)\alpha, a_3 - (a_3 - a_2)\alpha], \forall \alpha \in [0, 1]$$

Con los números borrosos triangulares se pueden realizar operaciones matemáticas tales como adiciones y sustracciones; si por el contrario se efectúan multiplicaciones y divisiones el resultado constituye una aproximación triangular, pues el número borroso obtenido ha quedado deformado, es decir las funciones de pertenencia dejan de ser lineales para ser, por ejemplo, parabólicas.

Sean los números difusos triangulares:

$$A^{\alpha} = [a_1^{\alpha}, a_2^{\alpha}, a_3^{\alpha}] = [a_1 + (a_2 - a_1) \alpha, a_3 - (a_3 - a_2) \alpha] y$$

 B^{α} = [b_1^{α} , b_2^{α} , b_3^{α}] = [b_1 + (b_2 - b_1) α, b_3 - (b_3 - b_2) α, las operaciones aritméticas según (Aluja & Kaufman, 1986), se concretan a continuación:

- Adición:

$$A^{\alpha} + B^{\alpha} = [a_1 + (a_2 - a_1) \alpha + b_1 + (b_2 - b_1) \alpha, a_3 - (a_3 - a_2) \alpha + b_3 - (b_3 - b_2) \alpha]$$

$$6 (A+B) = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3)$$

- Sustracción:

$$A^{\alpha}$$
 -B $^{\alpha}$ = [$(a_1 + (a_2 - a_1) \alpha) - (b_3 - (b_3 - b_2) \alpha), (a_3 - (a_3 - a_2) \alpha) - (b_1 + (b_2 - b_1) \alpha)$]
6 $(A-B)$ = $(a_1 - b_3, a_2 - b_2, a_3 - b_1)$

- Multiplicación por k:

$$\begin{split} k*A^{\alpha} &= [\ k*\{a_1 + (a_2 - a_1)\ \alpha\}, \ k*\{a_3 - (\ a_3 - a_2\)\ \alpha\}]\ \acute{o} \\ k*A &= (ka_1\ , ka_2\ , ka_3)\ si\ k \geq 0. \\ k*A^{\alpha} &= [\ k*\{a_3 - (a_3 - a_2)\ \alpha\}, \ k*\{a_1 + (a_2 - a_1)\ \alpha\}]\ \acute{o} \\ k*A &= (ka_1\ , ka_2\ , ka_3)\ si\ k \leq 0. \end{split}$$

- Multiplicación:

$$A^{\alpha} * B^{\alpha} = [(a_1 + (a_2 - a_1) \alpha) * (b_1 + (b_2 - b_1) \alpha), (a_3 - (a_3 - a_2) \alpha) * (b_3 - (b_3 - b_2)\alpha)]$$

ó $(A * B) = (a_1 * b_1, a_2 * b_2, a_3 * b_3)$

- División:

$$(A^{\alpha / B^{\alpha }} = [(a_1 + (a_2 - a_1) \alpha) / (b_3 - (b_3 - b_2) \alpha), (a_3 - (a_3 - a_2) \alpha) / (b_1 + (b_2 - b_I) \alpha)$$

$$\delta (A/B) = (a_1 / b_3, a_2 / b_2, a_3 / b_1)$$

- Potenciación y radicación:

$$(A^{\alpha})^n = [(a_1 + (a_2 - a_1)\alpha)^n, (a_3 - (a_3 - a_2)\alpha)^n] \circ A^n = (a_1^n, a_2^n, a_3^n)$$

Para todas estas operaciones existe un neutro: 1=[1,1].

2.2. Método Fuzzy-Delphi

El método Delphi es un método de previsión científica a partir de las opiniones de los expertos, creado por la Rand Corporation en California en 1964. El mismo presenta tres características fundamentales. En primer lugar, el anonimato dado que ningún experto conoce la identidad de los otros que componen el grupo de debate. En segundo lugar, la iteración y retroalimentación controlada. La iteración viene dada por la presentación varias veces del mismo cuestionario. Al

presentar los resultados obtenidos en la aplicación de los cuestionarios anteriores, se consigue que los expertos conozcan los distintos puntos de vista de los demás encuestados, y la desviación de su respuesta respecto a la media del grupo, teniendo la posibilidad de modificar su opinión si lo desean. En último lugar, la respuesta del grupo se presenta en forma estadística, mostrando no solo el punto de vista de la mayoría, sino todas las opiniones indicando el grado de acuerdo obtenido.

Kaufmann y Gil Aluja en 1986 incorporan la teoría de los subconjuntos borrosos a este método, proponiendo uno nuevo denominado por ellos método Fuzzy Delphi. En el mismo los procesos de comunicación con los expertos son los mismos que los del Delphi, pero los procesos de estimación son sensiblemente diferentes (Kaufman y Gil Aluja (1986: 228). Los autores fundamentan la inclusión de la teoría de los subconjuntos borrosos a partir de varias consideraciones. Plantean que la teoría se adapta mejor a las previsiones a largo plazo, las cuales no pueden situarse en el campo de lo aleatorio sino en el de la incertidumbre. Además, para los expertos es más cómodo emitir sus criterios en forma de un número borroso que a través de probabilidades. En sus estimaciones los mismos utilizan sus conocimientos personales y subjetivos, lo cual obliga a utilizar las técnicas borrosas para el tratamiento de la subjetividad, utilizando métodos estadísticos de agregación para lograr estimaciones más objetivas.

El método Fuzzy-Delphi consta de los siguientes pasos (Kaufman y Gil Aluja (1986: 229):

1. Cada experto proporciona sus estimaciones sobre un mismo hecho.

En el ejemplo de los autores se hacía referencia a las fechas en que se produciría un determinado descubrimiento: la fecha más cercana, la fecha de máxima presunción y la fecha más alejada.

2. Con las estimaciones se obtiene el haz de números borrosos triangulares:

$$(A_1^{(i)}, B_1^{(i)}, C_1^{(i)})$$
 $i = 1, 2, ..., n$

El subíndice corresponde a la ronda de la estimación, el índice superior (i) se refiere al número del experto y n es el número de expertos.

3. A partir del haz anterior se calcula el número borroso triangular medio:

$$(A_1^{(m)}, B_1^{(m)}, C_1^{(m)})$$

Y para cada experto i, las desviaciones:

$$A_1^{(i)} - A_1^{(m)}, B_1^{(i)} - B_1^{(m)}, C_1^{(i)} - C_1^{(m)}$$

Estas diferencias pueden ser positivas, negativas o nulas y se le informan a cada experto sólo en lo que les concierne personalmente. Si las observaciones se toman como intervalos de confianza, puede utilizarse la distancia relativa de Hamming la cual queda definida como sigue. Dados los intervalos de confianza

$$A = [a_1, a_2] \in [0,1]$$
 y $B = [b_1, b_2] \in [0,1]$

Entonces

$$d^{(a,b)} = \frac{|a_1 - b_1| + |a_2 - b_2|}{2}$$

4. Con la información del paso anterior, cada experto proporciona nuevas estimaciones obteniéndose un nuevo haz de números borrosos triangulares.

$$(A_2^{(i)}), B_2^{(i)}, C_2^{(i)})$$
 $i = 1, 2, ..., n$

Se vuelve al punto 2 y se repite todo el proceso hasta conseguir un umbral dado por un criterio de parada. También puede limitarse de antemano el número de vueltas. El resultado final es una estimación menos imprecisa y más centrada sin desestimar ni sobrestimar la opinión de ningún experto.

2.3. Los expertones

El expertón es una herramienta creada por Kaufmann y Gil Aluja para la agregación de las opiniones de expertos. El trabajo con los expertones permite realizar la valuación de una variable sin desechar todo el grado de "vaguedad" que caracteriza al pensamiento humano.

El concepto de "valuación" es diferente al de "evaluación". Se entiende por evaluación la asociación de un valor numérico, positivo, negativo o nulo, a un objeto (concreto o abstracto) realizada por un experto. Una valuación es un dato subjetivo suministrado por una persona o varias. Se trata de una expresión numérica en una escala de valores que afecta a un fenómeno percibido por los sentidos o por la experiencia (Gil Lafuente y Gil Lafuente, 2007: 42). Una valuación es la expresión de un nivel de verdad que toma sus valores en el intervalo de confianza [0,1]. Si se procede a realizar descomposiciones enteras o equidistantes en [0,1], se pueden obtener múltiples correspondencias o escalas como la ternaria, la pentaria, o la endecadaria. Esta última es la más comúnmente utilizada, y preferida por Kaufmann y Gil Aluja al ser esta ni demasiado pequeña con insuficiencia de matices ni demasiado grande con exceso de matización. Cuando un experto tiene problemas para elegir una valuación, puede adoptar un intervalo de confianza en [0,1], es decir $[a_1, a_2] \subset [0,1]$.

Para la construcción de un expertón se obtiene, en primer lugar, la estadística de las veces que los expertos han dado la misma valuación como extremo inferior y como extremo superior. Después se hallan las frecuencias normalizadas para cada extremo. Finalmente se construye el expertón a través de la acumulación complementaria de los extremos (Gil Lafuente, 1997:93 y 94).

Un expertón, expresado a través del sistema endecadario, se compone de 11 intervalos de confianza correspondientes a los niveles del sistema endecadario. Así considerado, es posible realizar con el expertón las mismas operaciones que tienen lugar con los intervalos de confianza repitiéndolas 11 veces, una para cada nivel. Pero ello, a condición de mantener la necesaria monotonía horizontal y

vertical. Horizontal para que a cada nivel el extremo inferior de cada intervalo no sea mayor que el extremo superior, y monotonía vertical para que a medida que se reduce el nivel de presunción los valores no sean menores. La esperanza matemática del expertón se calcula agregando los valores a ambos lados, excepto el nivel cero, y dividiendo por 10, obteniendo un intervalo de confianza.

2.4. El Algoritmo Húngaro

El Método Húngaro es un algoritmo de optimización que se utiliza para resolver problemas de asignación y está basado fundamentalmente en los trabajos de dos matemáticos húngaros: Dénes König y Jenő Egerváry. La primera versión conocida del mismo fue concebida y luego publicada en 1955 por Harold William Kuhn, matemático estadounidense y profesor emérito de la Universidad de Princeton. Posteriormente, en 1957, fue revisado por James Munkres y desde entonces ha sido conocido también como: el Algoritmo de la asignación de Munkres o el Algoritmo de Kuhn–Munkres.

La comprensión de los términos de *problema de transporte y problema de asignación*, es condición necesaria para contextualizar el Método Húngaro (Taha, 2012):

- Un problema de transporte es un caso particular de problema de programación lineal en el cual se deben satisfacer los requerimientos de una serie de puntos de demanda a partir de un grupo de puntos de oferta. En este tipo de problema de transporte existen *m* orígenes y *n* destinos, y el flujo se realiza desde un origen hacia cada uno de los diferentes destinos.
- Un problema de asignación es una subclase especial de los problemas de transporte. Como su nombre indica, el problema trata de decidir qué origen asignar a cada destino. La oferta (demanda) en cada origen (destino) es igual a 1, o sea, se deben asociar igual número ofertas y demandas, por lo que cada agente será asignado a una y solo una tarea y viceversa.

En la resolución de un problema de transporte o de asignación se está buscando una ruta de distribución o una asignación que optimizará algún objetivo: la minimización del costo total, la maximización de las utilidades o la minimización del tiempo total involucrado.

Los problemas de asignación de pequeña escala pueden resolverse con la enumeración de todas las combinaciones y la selección de la mejor. ¡Pero para un problema de "n x n", existen n! soluciones posibles. Se podría resolver de forma directa utilizando el método de transporte o los métodos generales de solución de Programación Lineal como el Simplex. Sin embargo, debido a la estructura propia de los problemas de asignación, el mejor enfoque se basa en utilizar el Método Húngaro, más eficiente que los anteriores y desarrollado especialmente para este tipo de problemas (Taha, 2012).

El Método Húngaro se concreta en los siguientes pasos ante un problema de minimización de costes (Taha, 2012):

Dada la matriz de costes C_{m n}:

 Determinar el elemento de costo mínimo de cada fila, el cual se resta de todos los elementos de la fila correspondiente (reducción de fila), formándose una nueva matriz C'_{m n}:

$$C'_{mn} = C_{mn} - \min C_{m}$$

2) En la matriz $C'_{m,n}$, se señala el elemento de costo mínimo de cada columna y se resta a todos los elementos de la columna correspondiente (reducción de columna), construyéndose una nueva matriz $C''_{m,n}$ denominada matriz de costos reducidos.

$$C''_{m,n} = C'_{m,n} - \min C'_{n}$$

Los pasos anteriores proporcionan por lo menos una celda con costo cero en cada fila y en cada columna. El costo cero significa que el uso de esa celda para una asignación da la asignación de menor costo posible.

- 3) A partir de la matriz C"_{m,n}, se intenta determinar una asignación factible entre todas las entradas cero resultantes. Si puede hallarse una asignación, es óptima. Si no pueden encontrarse asignaciones de elemento cero factibles, se prosigue con el método.
- 4) Se trazan el número mínimo de líneas horizontales y verticales para cubrir todas las entradas cero en la matriz de costos reducidos.
- 5) Se selecciona el menor elemento no cubierto, el cual se resta de cada entrada no cubierta y luego se suma a cada elemento de situado en la intersección de dos líneas. Se regresa al paso 3 y si todavía no se puede hacer la asignación óptima, se debe realizar nuevamente los pasos 4 y 5.
- 6) Cuando el número de líneas es igual al número de filas se procede a asignar comenzando aquellas filas y columnas que contengan un solo cero, garantizándose que cada una de ellas reciba exactamente una asignación. Al hacer la asignación óptima debe haber una celda con cero para cada par único de fila y columna. Esta es la única solución óptima para este problema.

Cuando se utiliza el Método Húngaro para resolver un problema de maximización, se debe multiplicar la matriz de ganancias por menos uno (-1) y resolver el problema como uno de minimización. La utilidad que reporta una asignación puede estar representada en cifras monetarias, o bien ser estimaciones teniendo en cuenta las opiniones de expertos en la materia.

2.5. Teoría de los efectos olvidados

En 1988, los profesores Kaufmann y Gil Aluja a partir de profundos estudios sobre las relaciones de incidencia o causalidad, establecen la "Teoría de los Efectos Olvidados". Esta teoría permite obtener todas las relaciones directas e indirectas, sin posibilidad de error u o misión, recuperando lo que se ha denominado "efectos olvidados"

"Todos los eventos, fenómenos y hechos que nos rodean forman parte de algún tipo de sistema o subsistema, es decir, podríamos asegurar que prácticamente toda actividad queda sometida a algún tipo de incidencia causa-efecto (...) Es habitual que aquellas relaciones de incidencia queden ocultas por tratarse de efectos sobre efectos, existiendo pues una acumulación de causas que la provocan". Gil Lafuente y Barcellos de Paula (2010: 5).

En aras de ilustrar el funcionamiento de la teoría de los efectos olvidados, a continuación, se presentan sus fundamentos metodológicos.

Si se tienen dos conjuntos de elementos: $A = \{a_i/i=1,2,...,n\}$ y $B = \{b_j/j=1,2,...,m\}$, se asume que existe incidencia de a_i sobre b_j si el valor de la función de pertenencia del par (a_i,b_i) se encuentra entre [0,1].

Así el grado de incidencia de cada a_i sobre cada b_j se expresa mediante la función: μ :AxB \rightarrow [0,1], para \forall (a_i , b_i) \in AxB, μ (a_i , b_j) \in [0,1].

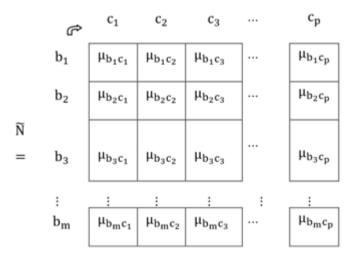
Se denomina "Matriz de Incidencias Directas" a la obtenida por el conjunto de pares de los elementos resultantes. En ella se observan las relaciones de causa-efecto que se producen entre los elementos del conjunto A (causas) y los elementos de B (efectos):

Es válido destacar que en el caso de (a_i,b_j) el valor de la función de pertenencia fuese nulo quedaría eliminado el arco que une a ambos elementos.

Las relaciones causa-efecto que se obtienen entre los dos conjuntos de elementos, representan la matriz de incidencia directa. Las mismas son resultantes de establecer las relaciones de unos elementos con otros y será el primer paso para plantear el modelo que permita determinar los efectos que han sido olvidados.

A continuación, se procede a determinar, un tercer conjunto de elementos al que en la bibliografía especializada se le define como $C=\{c_k/k=1,2,...,p\}$, el cual estará formado por elementos que actúan como efectos para el conjunto B:

De esta forma se obtienen dos matrices de incidencias, que contienen los elementos de B:



En aras de establecer las incidencias de A sobre C, se utiliza el operador matemático max-min. Además, es importante destacar que, si a partir de $\widetilde{\mathbf{M}}$ y $\widetilde{\mathbf{N}}$ se pueden obtener las incidencias en $\widetilde{\mathbf{P}}$, las mismas quedarán definidas como $\widetilde{\mathbf{P}} = \widetilde{\mathbf{M}} \circ \widetilde{\mathbf{N}}$.

Esta composición entre dos relaciones inciertas quedará definida: $\forall (a_i, c_p) \in AxB$, $\mu(a_i, c_p)_{M^0N} = V_{b_j} (\mu_M(a_i, b_j) \wedge \mu_N(b_j, c_p))$, lo que permite demostrar que, la matriz P define las relaciones existentes de causalidad entre los elementos de A y C, reflejando el grado de las mismas al considerar los elementos que pertenecen a B.

A continuación, se definen las Relaciones de Causalidad Directa e Indirectas.

Una relación de incidencia directa definida por dos conjuntos de elementos $A=\{a_i/i=1,2,...,n\}$, que actuará como las causas y $B=\{b_j/j=1,2,...,m\}$ que representarán los efectos.

Una relación de causalidad es definida como \widetilde{M} , siendo una matriz de dimensión nxm: $[\widetilde{M}] = \{\mu_{a_i,b_j} \in [0,1]/i = 1,2,...,n; j = 1,2,...,m\}$, siendo μ_{a_i,b_j} , los

valores de la función característica de pertenencia de los elementos de la matriz $[\widetilde{\mathbf{M}}]$ compuesta por los elementos del conjunto A como causas y por los de B como efectos.

La matriz $[\widetilde{\mathbf{M}}]$ está formada por los efectos que los elementos de A, ejercen sobre los de B. Como la función de pertenencia pertenece al intervalo [0,1], se puede concluir que la relación de incidencia será más alta cuando más cercana sea la valoración a 1 y del mismo modo, será más débil cuando más cercana a 0 sea el valor correspondiente.

Si $[\widetilde{\mathbf{M}}]$ recoge las relaciones causa-efecto de primera generación, muestra las relaciones de causalidad directas; por lo que el próximo paso consiste en obtener una nueva matriz de incidencias que refleje las relaciones indirectas. Para ello se parte de asumir que las diferentes causas pueden tener efectos sobre sí mismas y también que los efectos pueden tener incidencias sobre ellos mismos. Por dicho motivo se tienen que crear dos relaciones adicionales y formular dos matrices auxiliares que serán cuadradas definidas como: $[\widetilde{\mathbf{A}}] = \{\mu_{a_i,a_i} \in [0,1]/i,j=1,2,...,n\}$

$$[\mathbf{\tilde{B}}] = \{\mu_{b_i,b_i} \in [0,1]/i, j = 1,2,...,m\}.$$

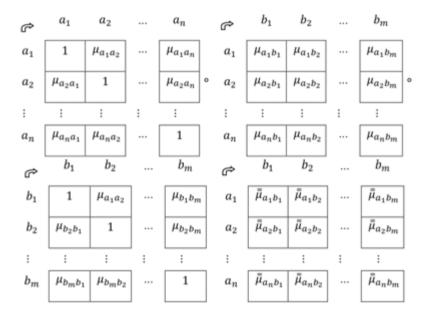
La matriz [$\overline{\mathbf{A}}$] recogerá las relaciones de incidencia entre las causas y [$\overline{\mathbf{B}}$] lo hará sobre los efectos. Ambas matrices deben ser reflexivas, en aras de cumplir con que: $\mu_{ai\ ai} = 1\ \forall\ i=1,2,...$ n

$$\mu_{b_i \ b_j} = 1 \ \forall j = 1, 2, ... m$$

Lo que supone que cualquier elemento ya sea causa o efecto incide con la máxima presunción sobre sí mismo y cómo resultado de ello ni [A] ni [B] serán matrices simétricas.

Una vez confeccionadas las 3 matrices a utilizar, se establecen las diferentes relaciones de causalidad entre ellas. Para esto se procede a realizar la convolución max-min: $[\widetilde{A}]^{\circ}[\widetilde{M}]^{\circ}[\widetilde{B}] = [\widetilde{M}^{\circ}]$. Esta nueva matriz $[\widetilde{M}^{\circ}]$ recoge las relaciones de

incidencia entre las causas y efectos que se producen por la incidencia interpuesta de alguna causa o efecto que no se relacionan directamente como se puede observar a continuación:



Partiendo de $[\widetilde{\mathbf{M}}^*]$ se obtiene la diferencia entre la matriz de incidencias directas y los efectos de segunda generación; de esta forma se determinan las relaciones que han sido olvidadas en el proceso de decisión: $[\widetilde{\mathbf{M}}^*]$ - $[\widetilde{\mathbf{M}}]$ = $[\widetilde{\mathbf{O}}]$

A medida que el valor obtenido entre un elemento de a_i y otro de b_j dentro de la matriz [\mathfrak{d}] es más alto, el efecto olvidado entre ambos es más alto; lo que supone una mayor posibilidad de error para el sujeto que toma decisiones.

CAPÍTULO 3. HERRAMIENTAS DE APOYO AL PROCESO DE PLANIFICACIÓN DEL PERSONAL

El éxito de cualquier organización depende en gran medida del recurso humano que lo compone, de ahí la importancia de planificar bien las necesidades que del mismo se tiene, al mismo nivel que se planifican los recursos técnicos, financieros y comerciales. Es por ello que el proceso de Planificación, el cual tiene la responsabilidad de prever cuáles serán las fuerzas laborales necesarias para la realización de la labor organizacional futura, debe ser asumido por las empresas como un proceso clave de partida dentro del subsistema de Recursos Humanos. En el capítulo se propone un procedimiento de planificación del personal para las empresas, el cual incorpora el método Fuzzy Delphi, el alisamiento exponencial borroso y el método Holt-Winter.

3.1. Proceso de Planificación del Personal

Actualmente el proceso de planificación del personal es considerado la base de la Gestión de los Recursos Humanos ya que programa y organiza la forma en que las restantes funciones serán llevadas a cabo y se retroalimenta de sus resultados a la hora de proyectarse. En momentos en que la inestabilidad de los Recursos Humanos atenta contra el buen desarrollo de las organizaciones, su planificación toma mayor relevancia. El poder conocer el pronóstico de la demanda de dicho recurso, hace disminuir el riesgo de fracaso en una organización, permitiendo crear capacidades para futuros acontecimientos y condiciones para el logro de sus objetivos.

El proceso de Planificación ha sido discutido y valorado por diferentes autores, por lo que existen disímiles criterios en cuanto a su alcance y concepción. A continuación, serán presentadas algunas de estas definiciones:

"Proceso para conocer las necesidades de Recursos Humanos y los medios para satisfacerlas con el fin de llevar a cabo los planes integrales de la organización, y a su vez ese plan implica determinar los tipos de necesidades de habilidades o capacidades y el número de personas necesarias."
 (Sikula y Makenna, 1989 desde de Miguel Guzmán, Pérez Campdesuñer, & Noda Hernández, 2010)

- "Proceso a través del cual la compañía proyecta las necesidades futuras de personal de la organización, al tiempo que simultáneamente persigue la disponibilidad y el desarrollo de los individuos que han de cubrir estas necesidades." (Burack, 1990 desde de Miguel et al, 2010)
- "Poner en práctica una técnica para determinar en forma sistemática la previsión y demanda de empleados que una organización tendrá. Esta permite al departamento de personal suministrar a la organización el personal adecuado en el momento adecuado." (Werther & David, 1991 desde de Miguel et al, 2010)

De las perspectivas conceptuales anteriormente mencionadas, se observa que todos los autores hacen énfasis en que el proceso de planificación permite determinar con antelación las necesidades de recursos humanos que presenta la empresa, en correspondencia con sus objetivos y estrategias de desarrollo, en vistas a contar con el número necesario de personas que se encuentren realizando sus funciones en el momento indicado de manera eficiente y eficaz, en beneficio de la organización. Es válido destacar, que se le otorga mayor relevancia al concepto estipulado por la Norma Cubana, ya que esta definición reúne los aspectos más importantes y abarca de forma más general y completa lo que es la Planificación de Recursos Humanos.

Entre las principales características que presenta dicho proceso se pueden citar las siguientes (Mesa, 2008):

- Todos los componentes y facetas del proceso de planificación de recursos humanos están íntimamente interrelacionados en una forma sistémica, dinámica y progresiva.
- Es un proceso sistemático que identifica las oportunidades y peligros que surgen en el futuro.

- Se modifica debido a la introducción de nuevas tecnologías. Los instrumentos con los que se pretende pronosticar las necesidades futuras de empleados puede ir desde técnicas muy elementales hasta otras muy complejas.
- Los objetivos a largo plazo marcan el número de empleados y las características que deberán poseer.
- La planificación de RRHH tiene que ser integrada, tanto interna como externamente.

En la literatura prevalecen dos tipos fundamentales de planificación: La estimativa y provisional, la cual se realiza antes de que comience a funcionar una empresa, de la misma manera que se planifican el resto de los recursos; y la planificación que se lleva a cabo una vez que la organización ya se encuentra en funcionamiento, lo que conlleva establecer las metas a las que se quiere llegar en un tiempo determinado, suponiendo cambios en las condiciones internas y externas de la empresa que la misma tiene que ser capaz de prever.

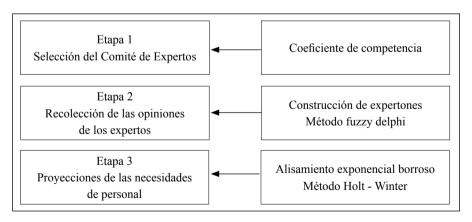
Los recursos humanos presentan dos características propias que, por sí solas, justifican su planificación: la inercia del sistema humano, y la flexibilidad. La primera es una evidencia que se constata por su difícil modelización frente a otros recursos, como los financieros y los materiales, dado que los hombres no se pueden manejar al capricho de las organizaciones. En este sentido, la planificación intenta que las necesidades de entrada y salida de los trabajadores en la organización sean mínimas o que, cuando menos, no tengan una considerable repercusión en la actividad empresarial. La segunda, queda de manifiesto en la lentitud que experimentan las personas para cambiar o ampliar sus conocimientos y habilidades. Mientras que un equipo puede ser adquirido en poco tiempo, los conocimientos, habilidades y destrezas necesarios para su manejo se pueden retrasar. A raíz de lo planteado, se demuestra cómo la necesidad de conjugar inercia y flexibilidad constituye una razón adicional para aplicar la planificación de los recursos humanos.

3.2. Procedimiento de Planificación del Personal con base en la Teoría de los Subconjuntos Borrosos

La Planificación del Personal es el proceso de determinación de necesidades de Recursos Humanos, en cantidad y calidad, mediante la comparación de los trabajadores disponibles y las exigencias de su organización para dar cumplimiento a los objetivos. Dicha acción permite que la empresa cuente con los trabajadores necesarios para desarrollar sus actividades de servicios y/o productivas.

Este proceso lleva implícito un coste, tanto económico como social, por lo que es necesario disminuir la subjetividad que se encuentra presente en la toma de decisiones para desarrollar dicho proceso. Por tal motivo, en el procedimiento propuesto se utilizan herramientas de la Teoría de los Subconjuntos Borrosos, como son el método Fuzzy Delphi y el Expertón, las cuales permiten llegar a un consenso a la vez que concretan las opiniones de los expertos encargados de realizar las previsiones. De igual forma, se hace uso de la técnica del Alisamiento Exponencial para suavizar los resultados de las opiniones obtenidas. La representación gráfica del procedimiento propuesto se observa en la figura 3.1

Figura 3. 1. Etapas del Procedimiento de Planeación del Personal con base en la teoría de los subconjuntos borrosos



En un primer paso, para estimar el comportamiento de las necesidades de personal de la empresa, se procede a seleccionar un Comité de Expertos, con el objetivo de que estos expresen sus criterios sobre cómo, según su experiencia, se podrían comportar dichas necesidades. En calidad de expertos, se toma al staff de Recursos Humanos y a los directivos de la empresa, no sin antes calcular el Coeficiente de Competencia de cada uno de ellos, con el objetivo de medir su nivel de competitividad.

El proceso de Planificación, parte de las necesidades de personal que requiere una empresa para cumplir sus objetivos. Por esta razón, se solicita a los expertos que realicen una estimación del comportamiento de las necesidades para próximos períodos. Sus opiniones se concretan en un Expertón, el cual se halla a través del método Fuzzy Delphi siguiendo los siguientes pasos (Kauffmann y Gil Aluja, 1986 desde Souto Anido, 2013):

- 1. Valuación de los criterios por cada experto
- 2. Hallar los valores medios y la distancia de Hamming
- 3. Segunda ronda de valuaciones
- 4. Determinación del coeficiente de Kendall (>0.6)
- 5. Construcción del Expertón para cada criterio
- 6. Determinación de la esperanza matemática de cada Expertón

Una vez concretada la información ofrecida por los expertos, se propone el uso de la técnica del Alisamiento Exponencial con el objetivo de suavizar las estimaciones y realizar pronósticos más acertados de las necesidades futuras de Recursos Humanos.

Si bien es posible cuantificar una variable con las herramientas difusas desde múltiples perspectivas, para este caso se propone la utilización de los números borrosos triangulares (NBT), portadores de tres valores característicos: inferior, central y superior. Los valores extremos, inferior y superior, demarcan el lugar

donde se encuentra el valor de la variable real, de forma que el(los) experto(s) que determine(n) estos valores característicos certifique(n) la imposibilidad de que la variable en cuestión tome valores fuera del intervalo numérico que forman los valores mínimo y máximo de los NBT. Por su parte, el valor central corresponderá al del intervalo al cual el(los) experto(s) asigna(n) máxima confianza. Teniendo en cuenta que la serie real será integrada por NBT en lugar de valores precisos, los valores de la serie suavizada también serán medidos en NBT.

Para el presente caso, se propone trabajar con el modelo Holt-Winter de Alisamiento Exponencial, en tanto constituye un modelo de fácil adaptabilidad a cambios y tendencias, así como a patrones estacionales. Igualmente, el tiempo necesario para calcular el pronóstico es considerablemente más rápido.

Llevando este marco al campo de la Planificación de los Recursos Humanos, se propone elaborar la ecuación a partir de los siguientes elementos:

- La plantilla actual que representa los recursos humanos con que cuenta la empresa.
- La tendencia actual que sigue el recurso humano en las empresas; es decir, el cambio en el nivel subyacente de trabajadores con el que se espera contar entre el momento actual y el próximo mes.
- El índice estacional para el período que se está pronosticando.

Se concluye, por tanto, que los indicadores con que se debe trabajar como punto de partida para que los expertos den sus opiniones serán la fluctuación real de los trabajadores, los niveles de ausentismo, así como los niveles de actividad de la empresa.

3.3. Aplicación del Proceso de Planificación del Personal propuesto en la empresa SERVICEX

La Empresa de Servicios del Ministerio del Comercio Exterior y la Inversión Extranjera, en forma abreviada SERVICEX, fue creada con el objetivo de brindar servicios al Ministerio del Comercio Exterior y la Inversión Extranjera (MINCEX) y sus empresas, tales como: seguridad y protección, mantenimiento general y reproducciones gráficas, por solo citar algunos.

Para dar cumplimiento a su misión, en la empresa quedó aprobado su **Objeto Social,** a través de la Resolución No. 304/2013, el cual se rige por las definiciones y principios generales previstos en la Resolución No. 134 del 30 de abril de 2013, siendo este el siguiente:

- Ofrecer servicios de instalación, mantenimiento y reparación de inmuebles, equipos de oficinas, de equipos de refrigeración, climatización, eléctricos, electrónicos y mecánicos; así como de puesta en marcha de los equipos.
- Brindar servicios de auxilio, mantenimiento y reparación de equipos automotores, de limpieza e higienización, jardinería, mensajería, valijas e impresión gráfica; así como de ascensores y recepciones. En el caso de los servicios de mensajería y valija, solamente al sistema del MINCEX.
- Comercializar productos no alimenticios
- Prestar servicios de seguridad y protección, custodia y traslado de valores y
 efectivo; así como realizar estudios, asesorar y formular recomendaciones
 en materia de seguridad y protección.

De igual forma, la empresa brinda un conjunto de actividades secundarias derivadas de su objeto social, las cuales se presentan a continuación:

- Brindar servicios de confección y comercialización de solapines, para la identificación y control de personas a las entidades del MINCEX y a terceros que lo soliciten.
- Brindar servicios de investigación de personas y determinación de currículos a las personas naturales y jurídicas que lo soliciten.
- Brindar servicios de transportación de personal, chapistería, suministro de agua, alquiler de almacenes, confección de llaves y servicios de parqueo.
- Brindar servicios de mano de obra en reparaciones menores de viviendas a los trabajadores, cuadros y funcionarios del MINCEX.
- Brindar servicios de encuadernación y terminación de libros tanto a entidades del MINCEX como a terceros.
- Brindar servicios de gastronomía a las entidades del MINCEX.
- Comercializar productos alimenticios a los trabajadores del MINCEX, y productos de aseo a los trabajadores de la entidad.
- Ofrecer servicios de confección de dictámenes de medios básicos.
- Ofrecer servicios de alquiler de locales, equipos especializados y personal calificado para reuniones.
- Brindar servicios de fregado y engrase tanto a entidades del MINCEX como a terceros.

Dichas actividades, en estos momentos se encuentran pendientes de aprobación para ser implementadas y ejecutadas como parte integrante de su Objeto Social. SERVICEX se propone como **Visión**: "Ser una empresa cohesionada, con prestigio y autoridad, con alto nivel político, capaz de cumplir con eficiencia y calidad creciente los servicios que demanden los clientes, contribuyendo con ello al desarrollo exitoso de los objetivos estratégicos de nuestro Ministerio."

En tal sentido, la empresa desempeña una labor basada en la seriedad, responsabilidad y ética, con el objetivo de lograr altos niveles de satisfacción en sus clientes internos y externos, buscando ser catalogada como una empresa de excelencia, con una óptima eficiencia y eficacia en su gestión empresarial.

La aplicación del procedimiento propuesto, permitirá a la empresa objeto de estudio prever las necesidades de personal en el 2015, con el objetivo de hacerle frente a los servicios demandados por el MINCEX y sus empresas.

Etapa 1: Selección del Comité de Expertos

Seleccionar al equipo de expertos que participará en la investigación es un paso de gran importancia en este proceso. En (García, 2010) se aclara que la cantidad de expertos a seleccionar es indiferente, pues lo más importante en la selección no es la cantidad sino la cualidad

Para seleccionar el Comité de Expertos se establecieron criterios incluyentes como fueron:

- Contar con experiencia en el área de Recursos Humanos
- Llevar años trabajando en la empresa
- Obtener niveles en el Coeficiente de Competencia por encima de (0.6).

El grupo inicial estaba compuesto por el Director General, la Directora de Recursos Humanos y tres Técnicos A en GRH. Se consultó además a un Técnico

en Seguridad y Salud en el trabajo, quien lleva muchos años laborando en la empresa y ha adquirido un extenso conocimiento práctico y teórico en el tema de la planeación. De esta manera se completó un total de 6 expertos, quedando de la siguiente forma:

Tabla 3.1 Comité de Expertos

Expertos	Cargos	
Experto 1	Técnico A en GRH	
Experto 2	Director general	
Experto 3	Técnico A en GRH	
Experto 4	Técnico A en GRH	
Experto 5	Director de RRHH	
Experto 6	Técnico en Seguridad y Salud	

Fuente: Elaboración propia a partir de documentos en la empresa

A este grupo de Expertos se les calculó el coeficiente de competencia, de la forma que estipula el Modelo obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 3.2: Análisis del coeficiente de Conocimiento, Argumentación y Competencia

Coeficientes	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto	Experto	Experto 6
				4	5	
Kc	0.7	0.8	0.9	0.4	0.9	0.6
Ka	0.8	0.9	0.8	0.5	1	0.8
K	0.75	0.85	0.85	0.45	0.95	0.7

De los cinco expertos evaluados, tres poseen un alto nivel de competencia, que representa un 60% del total, mientras que los dos restantes tienen un nivel medio, representando el 40%. Se puede concluir, que el equipo seleccionado posee una alta preparación para determinar fehacientemente las necesidades de personal en la empresa. Las opiniones ofrecidas por ellos serán concretadas en un Expertón, a través del método Fuzzy Delphi, tal y como se desarrollará a continuación.

Etapa 2: Recolección de las opiniones de los expertos

Una vez seleccionado el equipo de expertos que participará en la investigación, se aplicó una primera encuesta en la que debían estimar, a partir de su experiencia, en qué porcentaje debían aumentar las necesidades de servicios de la empresa durante los meses del 2015. La información que se tomó como punto de partida para que los expertos emitieran sus opiniones, fueron las demandas de servicios mensuales en el año 2014, las cuales se presentan en la tabla 3.3. Además, también tuvieron en cuenta los niveles de ausentismo y de fluctuación

Tabla 3.3: Demanda de servicios durante el 2014

Meses	Necesidades de servicios
Enero	118
Febrero	95
Marzo	102
Abril	98
Mayo	140
Junio	140
Julio	120
Agosto	148
Septiembre	161
Octubre	178
Noviembre	146
Diciembre	135

Fuente: Elaboración propia a partir de datos recogidos en la empresa.

A partir de estos criterios, cada uno podía expresar su opinión en un intervalo entre un 1% y un 10%, ya que consideraron que este era el rango de porcientos en los que se podría mover la plantilla aprobada para hacer frente a los niveles de actividad. Esto da la posibilidad de recoger las opiniones tal

y como piensan las personas, con sus dudas e imprecisiones, sin forzarlos a decidirse por un solo nivel de la escala. No obstante, si el experto tiene la certeza de que uno de los criterios posee un valor exacto se podrá asignar ese valor como rango absoluto. Vale destacar que, si estimaban disminuciones en la demanda de servicios, debían escribir el valor entre paréntesis.

Una vez realizadas las valuaciones por parte de los expertos, se hallan los valores medios, así como las distancias de Hamming de cada uno de los criterios. En la tabla 3. 4 se muestran los valores medios de la primera ronda de encuestas:

Tabla 3.4: Valores medios. Primera ronda.

		Valores Med	ios
Criterios	Min	Max	
Enero		4.6	7.4
Febrero		5.8	8.6
Marzo		5	7.4
Abril		5.8	8.4
Mayo		3	5.4
Junio		3.2	5.2
Julio		4.6	7.2
Agosto		2.4	4.4
Septiembre		1.2	2.8
Octubre		1	1.6
Noviembre		2.8	4.6
Diciembre		3.6	5.4

Esta media es hallada para cada uno de los criterios, la cual representa la evaluación media de todos los expertos. Estos valores se utilizan para hallar las distancias de Hamming, las cuales se muestran a continuación:

Tabla 3.5: Distancias de Hamming

Criterios	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5
Enero	0.5	0.5	0.6	0.4	0.4
Febrero	0.3	0.7	0.3	0.4	0.3
Marzo	0.8	0.3	0.2	0.2	0.7
Abril	0.4	0.6	0.4	0.3	0.3
Mayo	0.2	0.8	0.3	0.2	0.7
Junio	0.2	0.8	0.5	0.5	1.2
Julio	0.7	0.3	0.3	0.4	0.3
Agosto	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5
Septiembre	1	0.2	0.5	0.2	0.5
Octubre	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3
Noviembre	0.4	0.3	0.3	0.4	0.6
Diciembre	0.5	0.4	0.4	0.5	0.6
	5.8	5.6	4.5	4.1	6.4

La distancia de Hamming fue calculada para cada experto, y da una idea de cuál de ellos se encuentra más alejado de la media. La suma de las distancias de cada experto, describe con mayor fiabilidad que los especialistas que más se alejaron de la media de las evaluaciones realizadas en la primera ronda de encuestas. Fueron el experto 5, el 1 y el 2 respectivamente. Este coeficiente ayuda a mejorar las valoraciones para una segunda vuelta, pues se crea un criterio más unificado y certero.

Tanto los valores de las medias como el de las distancias fueron utilizados en la segunda ronda de evaluación, donde los expertos, analizando estas cifras, fueron capaces de corregir su anterior respuesta según su criterio y conocimiento.

La segunda ronda de evaluación se aplicó siguiendo los mismos criterios de la primera, y quedó registrada la opinión definitiva de los expertos, los cuales, luego de verificar sus respuestas con las medias ya calculadas, coincidieron en que sus estimaciones serían las mismas que habían ofrecido inicialmente.

Tras ser recogida la información, se procedió a realizar el cálculo matemático que da paso a la obtención del Expertón. Esta herramienta, permite obtener estimaciones a partir de información obtenida de los expertos y resumirlas en una única expresión. El cálculo se realiza para cada criterio de forma individual, en el que aparecen las valoraciones de cada uno de los expertos que conforman el grupo. Es importante aclarar, que como las calificaciones estuvieron dadas en porciento, fueron llevadas a escala de 100.

En un primer momento, se procedió a calcular las frecuencias de las evaluaciones, tanto para los mínimos como los máximos, lo que indica cuántas veces coinciden las respuestas de los expertos y en qué valor de la escala. Como muestra para este anexo se desarrolla el resultado de dicho cálculo a partir del primer mes proyectado (Enero).

Tabla 3.6: Frecuencia en criterio Enero

Frecuencia		
0	0	0
0.01	0	0
0.02	0	0
0.03	0	0
0.04	2	0
0.05	3	0
0.06	0	0
0.07	0	3
0.08	0	2
0.09	0	0
0.1	0	0
Suma	5	5

La suma al final de cada tabla permite comprobar si el procedimiento fue aplicado correctamente, siempre que el resultado coincida con el total de expertos que participaron en la investigación. Partiendo de esta tabla, se normalizaron las observaciones, dividiendo el valor de la frecuencia de cada número de la escala entre la cantidad de miembros que conforman al Comité.

Tabla 3.7: Observaciones Normalizadas del mes de Enero

Observaciones normalizadas		
0	0	0
0.01	0	0
0.02	0	0
0.03	0	0
0.04	0.4	0
0.05	0.6	0
0.06	0	0
0.07	0	0.6
0.08	0	0.4
0.09	0	0
0.1	0	0
Suma	1	1

Como se aprecia, la suma final debe de ser igual a uno, debido a que representa el 100% de las observaciones. Seguidamente, se procedió a conformar las Frecuencias Acumuladas, calculándose de abajo hacia arriba y acumulativamente. Como se puede apreciar en la Tabla 3.8, con este cálculo se pasa a hallar la Esperanza Matemática. En su valor queda registrada la opinión en concreto de todos los expertos sobre ese criterio en particular.

Tabla 3.8: Frecuencias Acumuladas del mes de Enero

	Frecuencias acumuladas		
0	1	1	
0.01	1	1	
0.02	1	1	
0.03	1	1	
0.04	1	1	
0.05	0.6	1	
0.06	0	1	
0.07	0	1	
0.08	0	0.4	
0.09	0	0	
0.1	0	0	
Esperanza	0.046	0.074	

Para confeccionar el Expertón se tomó la Esperanza Matemática de todos los criterios evaluados. En la tabla 3. 9 se muestra como quedó conformado para todos los meses del 2015:

Tabla 3. 9: Expertón de las necesidades de Servicios

Meses	Min	Max
Enero	0.046	0.074
Febrero	0.058	0.086
Marzo	0.05	0.074
Abril	0.058	0.084
Mayo	0.03	0.054
Junio	0.032	0.052
Julio	0.046	0.072
Agosto	0.024	0.044
Septiembre	0.012	0.028
Octubre	0.01	0.016
Noviembre	0.028	0.046
Diciembre	0.036	0.054

Al trabajar con valores porcentuales, el valor de la Esperanza Matemática representa en qué porcentaje deben aumentar las necesidades de servicios mensuales durante el 2015, tomando como base el histórico del 2014. Vale destacar, que los expertos podían haber estimado disminuciones en los niveles de actividad, lo cual no ocurrió en este caso. A través de la tabla anterior, se puede observar, como en el mes de Enero estimaron que dichas necesidades debían aumentar entre un 4,6% y un 7,4%. Por lo tanto, para obtener los pronósticos de las necesidades de servicios, se procede a multiplicar la Esperanza por los datos del 2014.

Etapa 3: Proyección de las necesidades de personal

Como se explicó anteriormente, para llevar a cabo el procedimiento propuesto se hará uso de los NBT, con el fin de atenuar la subjetividad que puede estar presente en el proceso de planeación. Como los NBT están formados por tres valores característicos:

- Los extremos inferiores, coincidirán con las estimaciones señaladas por los expertos en la columna de Mínimo.
- Los extremos superiores, coincidirán con las estimaciones señaladas por los expertos en la columna de Máximo.
- El máximo de presunción, será el valor de la Esperanza Matemática de estas estimaciones, considerando el caso continuo de la distribución uniforme; que en este caso coincidió con el valor medio de dichas estimaciones.

Finalmente, las necesidades de servicios estimadas para el 2015 fueron las siguientes:

Tabla 3.10: Estimaciones de las necesidades de servicios para el 2015

Extremo inferior	Máximo de presunción	Extremo superior
123.428	125.08	126.732
100.51	101.84	103.17
107.1	108.324	109.548
103.684	104.958	106.232
144.2	145.88	147.56
144.48	145.88	147.28
125.52	127.08	128.64
151.552	153.032	154.512
162.932	164.22	165.508
179.78	180.314	180.848
150.088	151.402	152.716
139.86	141.075	142.29

En la tabla anterior se observa que las estimaciones ofrecidas por los expertos quedaron expresadas a través de NBT, por lo que la demanda de servicios en el 2015 debe estar comprendida entre estos dos extremos.

A pesar de que estos valores fueron estimados por un grupo de expertos conocedores del tema, los mismos consideraron, basándose en sus conocimientos, experiencia e intuición, que las variaciones mensuales son excesivamente bruscas y que, en realidad se va a producir una amortiguación de las cifras estimadas para cada mes por el peso de las necesidades del mes anterior, ya que no consideraron normal cambios tan importantes de un mes a otro. Por tal motivo, se procederá a aplicar la técnica del Alisamiento Exponencial, de manera independiente a cada serie de tiempo, con el objetivo de suavizarlas y crear pronósticos más acertados.

Aplicación de la técnica de Alisado Exponencial

El Alisamiento Exponencial es una técnica que permite suavizar los datos, reduciendo el grado de variación de ellos, y da mayor importancia a casi todas las cifras recientes. Usualmente es utilizada cuando el horizonte de pronóstico es a corto plazo. Se puede llevar a cabo a través de tres modelos: el Simple, el Holt-Winter no estacional y el Holt-Winter estacional (aditivo y multiplicativo). Por estas razones, se considera una herramienta práctica y adecuada para suavizar las estimaciones de las necesidades de servicios ofrecidas por los expertos y lograr que los pronósticos obtenidos sean lo más precisos posible. Para la aplicación de esta técnica se utilizó el paquete de cómputo estadístico Eviews 3.1, en tanto constituye un software econométrico de fácil manejo.

En la presente investigación, se aplicó el modelo Simple y el Holt-Winter no estacional con la finalidad de comprobar, a través del criterio de selección de la Raíz del Error Cuadrático Medio, cuál de ellos proporciona un mejor ajuste a las series. Vale destacar, que no se utilizó el método Holt-Winter con estacionalidad, ya que el análisis de series de tiempos correspondientes a fuerza de trabajo no presenta un patrón estacional por la rapidez con que la misma responde a los cambios del entorno.

En un primer momento, se realizó el ajuste por el método del Alisado Simple donde pudo comprobarse a primera vista, que las series analizadas presentan un patrón de tendencia, pero no de estacionalidad. Por lo tanto, se procedió a utilizar el método Holt-Winter no estacional, por ser ideal para ajustar Series de Tiempos que presentan este patrón de comportamiento.

El alisado Holt-Winter sin estacionalidad, es una ampliación perfeccionada del enfoque de la suavización exponencial simple. Sirve para realizar predicciones bajo el supuesto de tendencia lineal, pero, a diferencia del simple, utiliza dos parámetros de alisado α y β . Proporciona al mismo tiempo el nivel general de movimientos y la tendencia futura en una serie. La ecuación de pronóstico es la siguiente (Espallargas & Solís, 2009):

$$\hat{Y}_{t+T} = (a_t + b_t T)$$

donde a_t = intercepto de la línea de tendencia en t b_t = pendiente de la línea de tendencia en t

A continuación, este método será aplicado a las tres Series de Tiempo por separado, con el objetivo de suavizar las estimaciones ofrecidas por los expertos y obtener valores más precisos de los pronósticos de las necesidades de servicios en el 2015.

• Aplicación del Método Holt-Winter al Extremo Inferior

Con el objetivo de analizar el patrón de tendencia que puede tener la serie correspondiente al Extremo Inferior, y la existencia o no de estacionalidad, se procedió a su representación gráfica.

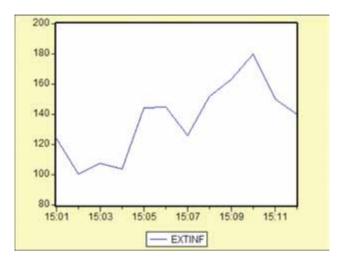


Figura 3.2: Extremo Inferior

Fuente: Salida de Máquina del Eviews 3.1

Como se puede observar, en el eje de las abscisas se encuentran representados los distintos períodos sobre los cuales los expertos emitieron una opinión, es decir, los 12 meses del 2015; mientras que en el eje de las ordenadas se muestran los valores inferiores de cada uno de los NBTs correspondientes a dichos meses.

Por otra parte, puede notarse que la serie analizada muestra un patrón de tendencia, sin embargo, no se observa estacionalidad, ya que no se manifiestan movimientos oscilatorios con periodicidad regular. Por lo tanto, se considera que el modelo Holt-Winter no estacional es el más adecuado para ajustar la serie y tener pronósticos más acertados.

A continuación, se realiza el ajuste correspondiente utilizando el valor de α y β que el programa posibilita, que son aquellos valores que hacen mínima la Suma de Cuadrado Residual. La Salida de Máquina correspondiente se muestra a continuación:

Tabla 3.11: Alisamiento de la serie Extremo Inferior

Date: 04/29/15 Time: 11:25 Sample: 2015:01 2015:12 Included observations: 12 Method: Holt-Winters No Seasonal Original Series: EXTINF Forecast Series: EXTINFSM	
Parameters: Alpha Beta	0.7500 0.0000
Sum of Squared Residuals	4531.042
Root Mean Squared Error	19.43159
End of Period Levels: Mean	144.0596
Trend	0.348667

Fuente: Salida de Máquina del Eviews 3.1

En la Tabla anterior se aprecia que el valor de Alpha proporcionado por el programa es de 0,75. Es importante aclarar que, si la serie cambia rápidamente, α debe ser grande, porque asigna pesos mayores a las observaciones más recientes. Esta recomendación se sustenta en que, tanto mayor sea el valor de α menor es el suavizamiento que se logra en la serie, sin embargo, un α pequeño suaviza más la serie, pero no quiere decir exactamente que ofrece el mejor pronóstico. Por su parte, se observa que el valor de Beta es 0,00, lo cual indica que la serie presenta una tendencia rígida, la mayor parte del tiempo creciente en todo el periodo histórico.

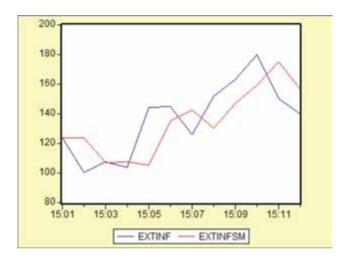
De igual forma, queda reflejada la Suma de Cuadrado Residual siendo esta de 4531.042, y la Raíz del Error Cuadrático Medio (ROOT MEAN SQUARED ERROR) alcanzando un valor de 19.43159. Este último criterio, el cual se utilizó para comparar los resultados de ambos alisados, arrojó como resultado que este modelo era el más propicio para ajustar los datos, ya que presentaba un menor valor.

A partir de esta Salida de Máquina se puede construir la ecuación del modelo Holt-Winter no estacional, quedando de la siguiente forma:

$$\hat{Y}_{t+T} = (144.0596 + 0.348667T)$$

Seguidamente, se procede a graficar la serie original y la ajustada para comprobar cuan factible fue el ajuste realizado.

Figura 3.3: Comportamiento de la serie Extremo Inferior y la serie ajustada



Fuente: Salida de Máquina del Eviews 3.1

Como se puede observar en la figura anterior el ajuste realizado fue bueno, ya que la serie ajustada presenta un comportamiento similar al de la serie original. Además, se muestra claramente como la nueva serie se encuentra más suavizada. En la Salida de Máquina que se presenta a continuación, se muestran los valores de la serie original y los pronósticos para cada período analizado:

Tabla 3.12: Pronósticos para la serie Extremos Inferior

obs	EXTINE	EXTINESM
2015:01	123.4280	123.4280
2015:02	100.5100	123.7767
2015:03	107.1000	106.6750
2015:04	103.6840	107.3424
2015:05	144.2000	104.9472
2015:06	144.4800	134.7360
2015:07	125.5200	142.3928
2015:08	151.5520	130.0867
2015:09	162.9320	146.5346
2015:10	179.7800	159.1815
2015:11	150.0880	174.9793
2015:12	139.8600	156.6592

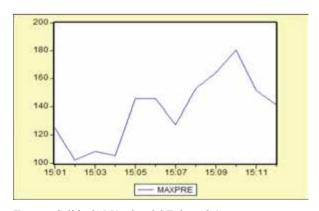
Fuente: Salida de Máquina del Eviews 3.1

En lo adelante, se realizará el mismo procedimiento para las dos restantes Series de Tiempo, con la finalidad de obtener pronósticos más precisos en cada uno de los valores por los que están conformados los NBTs.

• Aplicación del Método Holt-Winter al Máximo de Presunción

El análisis de la serie que correspondiente al Máximo de Presunción es análogo al realizado para el Extremo Inferior, por lo que en un primer momento se graficará la serie original.

Figura 3.4: Comportamiento de la serie Máximo de Presunción



Fuente: Salida de Máquina del Eviews 3.1

Como se puede observar, el Máximo de Presunción presenta un comportamiento similar al Extremo Inferior, ya que se puede apreciar un patrón de tendencia, pero no de estacionalidad. Por lo tanto, de igual forma se considera que el modelo Holt-Winter sin estacionalidad es el más propicio para ajustar los datos.

A continuación, se realiza el ajuste correspondiente utilizando el valor de α y β que el programa facilita, siendo la Salida de Máquina la siguiente:

Tabla 3. 13: Alisamiento de la serie Máximo de Presunción

Date: 04/29/15 Time: 15:09 Sample: 2015:01 2015:12 Included observations: 12 Method: Holt-Winters No Seasonal Original Series: MAXPRE Forecast Series: MAXPRESM	
Parameters: Alpha Beta Sum of Squared Residuals Root Mean Squared Error	0.7600 0.0000 4500.439 19.36586
End of Period Levels: Mean Trend	145.0466 0.333333

Fuente: Salida de Máquina del Eviews 3.1

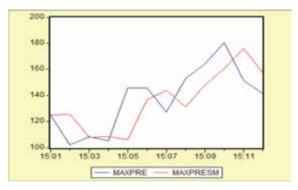
Tal y como se observa, el valor de Alpha proporcionado por el programa es de 0,76, mientras que el valor de Beta es 0,00, por lo que se le va a asignar un mayor peso a las observaciones más recientes, y la serie va a presentar una tendencia rígida.

Por su parte, la Suma de Cuadrados Residuales adquirió un valor de 4500.439, mientras que la Raíz del Error Cuadrático Medio fue de 19.36586, obteniéndose, al igual que en la serie anterior, un valor menor que en el alisado simple. Finalmente, el modelo Holt-Winter no estacional quedó conformado de la siguiente forma:

$$\hat{Y}_{t+T} = (145.0466 + 0.33337T)$$

Una vez graficadas la serie original y la ajustada, se pudo comprobar que el ajuste fue satisfactorio, ya que la nueva serie mantuvo un comportamiento cercano a la ajustada, tal como se muestra en el siguiente gráfico:

Figura 3.5. Comportamiento de la serie Máximo de Presunción y la serie ajustada



Fuente: Salida de Máquina del Eviews 3.1

Los resultados de los pronósticos atendiendo al período que se está estudiando son los que se presentan a continuación:

Tabla 3.14: Pronósticos para la serie Máximo de Presunción

obs	MAXPRE	MAXPRESM
2015:01	125.0800	125.0800
2015:02	101.8400	125.4133
2015:03	108.3240	107.8306
2015:04	104.9580	108.5389
2015:05	145.8800	106.1507
2015:06	145.8800	136.6789
2015:07	127.0800	144.0052
2015:08	153.0320	131.4751
2015:09	164.2200	148.1920
2015:10	180.3140	160.7069
2015:11	151.4020	175.9419
2015:12	141.0750	157.6245

Fuente: Salida de Máquina del Eviews 3.1

Lo anterior permite corroborar que la serie se encuentra un poco más suavizada, ya que a diferencia de la original los valores de un mes a otro no presentan variaciones tan bruscas. Seguidamente, se procederá a realizar el mismo procedimiento para la serie correspondiente al Extremo Superior.

• Aplicación del Método Holt-Winter al Extremo Superior

Al igual que se procedió con las dos series anteriores, se comenzará graficando el Extremo Superior, para analizar su patrón.

180-160-140-120-1501 15:03 15:05 15:07 15:09 15:11 — EXTSUP

Figura 3.6 Comportamiento de la serie Extremo Superior

Fuente: Salida de Máquina del Eviews 3.1

Como se puede apreciar, muestra un claro patrón de tendencia, pero no de estacionalidad, por lo que coincide con las anteriores, en que el método Holt-Winter no estacional es el más adecuado para ajustar los datos y dar pronósticos más acertados.

Seguidamente se procede a realizar el ajuste correspondiente, utilizando el valor de α y β proporcionado por el programa, resultando la siguiente Salida de Máquina:

Tabla 3.15: Alisamiento de la serie Extremo Superior

Date: 04/29/15 Time: 18:55 Sample: 2015:01 2015:12 Included observations: 12 Method: Holt-Winters No Seasonal Original Series: EXTSUP Forecast Series: EXTSUPSM Parameters: Alpha 0.7600 Beta 0.0000 Sum of Squared Residuals 4472 436 Root Mean Squared Error 19.30552 End of Period Levels: Mean 146.2467 Trond 0.318000

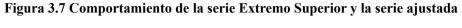
Fuente: Salida de Máquina del Eviews 3.1

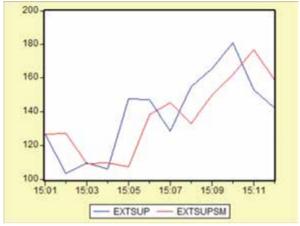
Como se observa, los valores de Alpha y Beta coinciden con los de la serie asociada al Máximo de Presunción, siendo estos de 0,76 y 0,00 respectivamente. Al poseer un valor de Alpha elevado puede afirmarse que se va a asignar un mayor peso a las observaciones más recientes, y la serie va a presentar una tendencia rígida.

Por su parte, la Suma de Cuadrado Residual va a tomar un valor de 4472,436, mientras que la Raíz del Error Cuadrático Medio va a ser de 19.30552. En este caso, este último criterio ofreció un mayor valor del error que el Alisado Simple donde se obtuvo 19.30352. Al no ser una diferencia considerable, y con el objetivo de lograr una uniformidad en los métodos utilizados en esta investigación, se elige para el ajuste el método Holt-Winter sin estacionalidad. Por lo tanto, la ecuación quedó estructurada de la siguiente forma:

$$\hat{Y}_{t+T} = (146.2467 + 0.3180T)$$

A continuación, se muestra la gráfica de ambas series para comprobar la factibilidad del ajuste, quedando de la siguiente manera:





Fuente: Salida de Máquina del Eviews 3.1

Se observa que el ajuste fue bueno, ya que la serie original sigue de cerca a la ajustada. En la siguiente salida de máquina se muestran los valores de los pronósticos para cada período analizado:

Tabla 3.16: Pronósticos para la serie Extremo Superior

obs	EXTSUP	EXTSUPSM
2015:01	126.7320	126.7320
2015:02	103.1700	127.0500
2015:03	109.5480	109.2188
2015:04	106.2320	109.7870
2015:05	147.5600	107.4031
2015:06	147.2800	138.2410
2015:07	128.6400	145.4288
2015:08	154.5120	132.9871
2015:09	165.5080	149.6643
2015:10	180.8480	162.0238
2015:11	152.7160	176.6485
2015:12	142.2900	158.7774

Fuente: Salida de Máquina del Eviews 3.1

Luego de haber aplicado la técnica del Alisamiento Exponencial a través del modelo Simple y el Holt-Winter no estacional, se pudo comprobar que las tres Series de Tiempo presentan un patrón de tendencia, pero no de estacionalidad, por lo que este último modelo es el más adecuado para ajustarlas. No obstante, a través del criterio de selección de la Raíz del Error Cuadrático Medio, se pudo corroborar el planteamiento anterior, pues este modelo presenta menor error que el alisado simple en la mayoría de los casos.

De esta manera, se obtuvo un pronóstico más acertado de las necesidades de servicios en la empresa para el año 2015. Los resultados obtenidos fueron redondeados tomándose como referencia la parte entera de los mismos, quedando finalmente de la siguiente forma:

Tabla 3.17: Pronóstico de las necesidades de servicios para el 2015

Meses	Extremo inferior	Máximo de presunción	Extremo superior
Enero	123	125	126
Febrero	123	125	127
Marzo	106	107	109
Abril	107	108	109
Mayo	104	106	107
Junio	134	136	138
Julio	142	144	145
Agosto	130	131	132
Septiembre	146	148	149
Octubre	159	160	162
Noviembre	174	175	176
Diciembre	156	157	158

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en el programa EViews

Las necesidades quedaron expresadas a través de NBTs, dando lugar a que exista un margen de posibilidades que debe estar comprendido entre los valores extremos, evitando así matices subjetivos y proporcionando mayor exactitud.

Una vez obtenido el pronóstico de los niveles de actividad para próximos períodos, la empresa puede determinar la cantidad de Recursos Humanos necesarios para dar respuesta a dichas necesidades. De esta forma, se estima y designa de manera adecuada la cantidad de trabajadores que se requieren en cada puesto de trabajo en correspondencia con los objetivos y estrategias de la empresa.

Realizar una correcta Planificación del Personal en SERVICEX, contribuirá a impedir que se incrementen las plantillas innecesariamente, reduciendo así los gastos de salarios en la empresa. De esta forma, hace disminuir el riesgo de fracaso de la misma, ya que garantiza estabilidad laboral y económica a sus Recursos Humanos.

El resultado alcanzado luego de aplicar el proceso de Planeación del Personal con base en la Teoría de los Subconjuntos Borrosos, en cuanto a las necesidades de servicios, no se aleja de la realidad en la empresa SERVICEX, ya que los pronósticos obtenidos, coincidieron con los niveles de actividades demandados por el MINCEX en los dos primeros meses del año 2015. Según la información ofrecida por la empresa durante el desarrollo de la investigación, los servicios demandados por el ministerio en los meses de Enero y Febrero del 2015 fueron de 126 y 125 respectivamente, los cuales se encuentran comprendidos en el intervalo determinado en los extremos de los dos primeros NBTs obtenidos, lo cual da muestra de la efectividad de la Teoría de los Subconjuntos Borrosos.

3.4. Consideraciones Finales

• La Planificación del Personal tiene como objetivo fundamental prever las necesidades de fuerzas laborales para la realización de la labor organizacional futura, por lo que debe ser asumido por las empresas como un proceso clave de partida dentro del subsistema de Recursos Humanos.

- La aplicación de herramientas asociadas a la Teoría de los Subconjuntos Borrosos permite obtener pronósticos más acertados y precisos que sirven de base para la toma de decisiones referente a las necesidades de personal en la empresa.
- La utilización de la técnica de Alisamiento Exponencial con NBTs permite suavizar las estimaciones de los expertos y evitar que se produzcan variaciones muy bruscas de un período a otro, evitando así matices subjetivos y otorgando mayor certeza y precisión a los resultados.
- El procedimiento propuesto consta de 3 etapas, que abarcan desde la selección del Comité de Experto que participará en la investigación y la recolección de sus opiniones, hasta la proyección de las necesidades de personal en la empresa haciendo uso de la técnica del Alisamiento Exponencial.

CAPÍTULO 4.

ASIGNACIÓN DE OPORTUNIDADES DE CAPACITACIÓN A LOS TRABAJADORES, A TRAVÉS DEL ALGORITMO HÚNGARO

Los recursos humanos son un recurso estratégico para toda organización moderna, pues son una fuente de ventajas competitivas dada su capacidad de ser portadores y generadores de conocimientos. Para que estas ventajas sean duraderas en el tiempo, debe procurarse una especial atención al desarrollo constante de esos conocimientos, por lo que, cada vez más los procesos de *capacitación* revisten particular importancia en la supervivencia y el crecimiento de la empresa. Los procesos de *formación* han de considerarse como una inversión que realizan las organizaciones para mejorar las competencias y calificaciones de los trabajadores. Para que este proceso tenga la calidad requerida, las empresas deben asignar cada opción de capacitación a la persona adecuada y en el momento adecuado. En este sentido, la Teoría de los Subconjuntos Borrosos se presenta como una herramienta que permite minimizar la subjetividad presente en los procesos de capacitación, en aras de lograr la asignación óptima para cada trabajador.

4.1. El Proceso de Capacitación: su papel dentro de la Gestión de los Recursos Humanos

Dentro de los procesos de los Recursos Humanos, la *formación* o *capacitación* reviste particular importancia pues su desarrollo efectivo decide la supervivencia empresarial. La formación es uno de los elementos que convertirá, o no, a los recursos humanos en la "ventaja competitiva básica" para una organización.

La *capacitación* es considerada como una forma extraescolar de aprendizaje, necesaria para el desarrollo de personal calificado e indispensable para responder a los requerimientos del avance tecnológico y elevar la productividad en cualquier organización. En la actualidad, las empresas se ven sometidas a procesos de transformación o cambios incesantes, teniendo que adaptar, de manera continua, a sus miembros a las nuevas circunstancias y prepararles ante posibles cambios venideros. En estos casos la formación jugará un papel fundamental en la supervivencia y crecimiento de la empresa, pues aportará los conocimientos, habilidades y actitudes necesarias a los trabajadores con el fin de adaptarlos a los cambios. Una empresa que lleva a cabo acciones de capacitación sobre la base de situaciones

reales, no solamente va a mejorar el ambiente laboral, sino que además obtendrá un capital humano más competente (Leal Millán, Román Onsalo, De Prado Sagrera y Rodríguez Félix, 2004).

Varias son las definiciones dadas por diversos autores del proceso de formación o capacitación, entre ellas se encuentran las siguientes (Chiavenato, 2001):

Hoyler (1969): "es una inversión empresarial destinada a capacitar un equipo de trabajo para reducir o eliminar la diferencia entre el desempeño actual y los objetivos y las realizaciones propuestas. En un sentido más amplio, el entrenamiento es un esfuerzo dirigido hacia el equipo, con la finalidad de que el mismo alcance los objetivos de la empresa de la manera más económica posible".

Chiavenato (1987): "es un proceso educativo a corto plazo, aplicado de manera sistemática y organizada, mediante el cual las personas aprenden conocimientos, actitudes y habilidades, en función de objetivos definidos. El entrenamiento implica la transmisión de conocimientos específicos relativos al trabajo, actitudes frente a aspectos de la organización, de las tareas y del ambiente, y desarrollo de habilidades".

Buckley y Caple (1991): "un esfuerzo sistemático y planificado para modificar o desarrollar los conocimientos, las habilidades y las actitudes a través de la experiencia de aprendizaje y conseguir la actuación adecuada en una actividad o rango de actividades" (Buckley y Caple, desde Leal Millán, Román Onsalo, De Prado Sagrera y Rodríguez Félix, 2004).

La Capacitación es una responsabilidad de línea y una función de staff, pues constituye una responsabilidad de cada administrador y para su realización se cuenta con la asesoría especializada del organismo de staff, conformándose un modelo equilibrado (Chiavenato, 2001).

La formación ha de entenderse como un proceso, un conjunto de etapas consecutivas cuyo propósito o finalidad radica en capacitar a un individuo para que pueda realizar convenientemente una tarea o trabajo determinados. Se centra, normalmente, en proporcionar a los empleados habilidades concretas o en ayudarles a corregir deficiencias en su rendimiento. Además, debe contribuir al desarrollo de los trabajadores dentro de la organización, para que con el tiempo puedan ocupar cargos de mayores responsabilidades.

El proceso de capacitación se corresponde con un modelo de sistema abierto con entradas (inputs), procesamiento u operación (throughputs), salidas (outputs) y una retroalimentación (feedback).

4.2. Procedimiento para la Asignación de Oportunidades de Capacitación a través del Algoritmo Húngaro

La capacitación y/o formación es imprescindible para mejorar el desempeño de los trabajadores. Se debe llevar a cabo de forma organizada para que no redunde en la interrupción de los procesos de producción, además de corresponder a las necesidades de aprendizaje tanto del trabajador como de la propia organización. Esta acción traerá consigo mejores niveles de desempeño y productividad, así como el incremento de los niveles de satisfacción y motivación de los trabajadores.

Dentro de este proceso de formación y desarrollo, se propone aplicar las herramientas de la teoría de los subconjuntos borrosos en dos acciones fundamentales: para determinar las necesidades de capacitación y, posteriormente, para asignar con eficiencia los cursos disponibles.

• Determinación de las Necesidades de Capacitación

La Determinación de las Necesidad de Capacitación es el paso que asegura el éxito de una planificación efectiva. Las empresas se fijan en las inquietudes fundamentales de sus trabajadores para obtener sus intereses de formación. La dinámica en que se mueven estas organizaciones hace que los perfiles de puestos

o profesiogramas no sean documentos estáticos, sino que, en la medida en que evolucionan las tecnologías y ciencias de la información, van transformándose, por lo que se debe velar por brindarle al trabajador la oportunidad de superarse.

Para objetivar el proceso de determinación de las necesidades de capacitación se partirá del uso de una Matriz que, en un primer momento, cruce los requerimientos de los perfiles de puestos con los resultados obtenidos por los trabajadores en sus evaluaciones del desempeño, en aras de buscar ese enfoque integrador y sistémico, a la vez que una gestión moderna de los recursos humanos. De esta forma, se tienen en cuenta las valoraciones sobre el rendimiento de los trabajadores e identifican aquellas competencias que deben ser reforzadas. Buscando conciliar los intereses de las organizaciones con los personales de cada individuo, estos resultados serán complementados con las aspiraciones de desarrollo de los trabajadores, dirigiendo la acción hacia la compatibilidad de los objetivos empresariales. Dicha matriz se denominará [Ū].

• Asignación de los cursos

Una vez determinadas las Necesidades de Capacitación, el siguiente paso para la confección de los Planes de Formación o Capacitación es la búsqueda de los cursos que se correspondan con estas inquietudes y la programación del momento en que resulte más conveniente para el trabajador. La obtención de la oferta de cursos es algo que depende de las condiciones del entorno. Recoger las necesidades usando la teoría de los subconjuntos borrosos permite dar mayor respuesta en tanto abre el abanico de posibilidades de formación.

Un tema que resulta altamente sensible es la asignación de cursos, los cuales deben ser otorgados de manera escalonada, de forma tal que no interrumpa o afecte los procesos organizacionales. Su distribución debe ser percibida por los trabajadores de forma justa para evitar malos entendimientos que puedan repercutir en sus estados de satisfacción y motivación, así como en el clima laboral. Para garantizar su efectividad se propone utilizar el Algoritmo Húngaro como método de resolución del problema de asignación. Su objetivo será buscar la combinación óptima de cursos para cada trabajador. Con tal fin, se partirá del diseño de una segunda matriz, donde queden cruzadas las ofertas de cursos con las necesidades de capacitación obtenidas con anterioridad.

Se propone trabajar de forma matricial, buscando organizar la información recogida y su diseño a partir del uso de las teorías de la matemática borrosa, que aporta mayores posibilidades a la hora de evaluar por intervalos, potenciando que se responda a los intereses de cada una de las partes. Esta matriz será conformada según criterio de expertos, los cuales deben mantener un equilibrio entre la línea y el staff de recursos humanos. Se debe construir, igualmente, usando el Método <u>Fuzzy-Delphi</u> para atenuar la subjetividad que pueda presentarse a la hora de valorar si realmente resulta pertinente en contenido pasar un trabajador pasar un curso específico, buscando la compatibilidad entre los objetivos empresariales y de los trabajadores.

El modelo para asignar los cursos, puede utilizar como criterio para la asignación el costo de enviar a los trabajadores a los cursos correspondientes, pero esto sería un retroceso en el tratamiento que se le da a los recursos humanos, donde nuevamente se estaría viendo como un costo y no como una inversión. Es por esta razón, que se decide utilizar como criterio el nivel de importancia que tenga para la empresa que el trabajador reciba un curso en específico. El modelo para asignar la capacitación quedaría formulado de la siguiente forma:

Definición de Variables:

$$Xij = \begin{cases} 1 \text{ si el curso } i \text{ se asigna al trabajador } j \\ 0 \text{ si no se asigna} \end{cases}$$
$$i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, n$$

Parámetros:

Uij:Nivel de importancia asociado a que el curso i se le asigne al trabajador j

Modelo:

$$MAX Z = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} Uij Xij$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^{n} Xij = 1 \ i = 1, ...n$$

$$\sum_{i=1}^{n} Xij=1 \ j=1,...n$$

$$0 \le Xij \le 1$$
 y entero

$$0 \le Uij \le 1$$

Para la resolución de dicho problema se utilizará el Algoritmo Húngaro.

El paso inicial será la optimización de la matriz $[\overline{\mathbf{U}}]$ por el principio de maximización, dirigiendo la asignación de los cursos hacia aquellos en los que más repercutan en el desempeño de los trabajadores.

Se parte de recoger, a través de criterio de expertos, un análisis de la importancia que tiene para la empresa que cada trabajador sea enviado a un curso determinado tomando como punto de partida la información recopilada en la Matriz de las Necesidades de Capacitación. Dichas opiniones serán sintetizadas en un expertón con el que se conformará la matriz

Se construye la matriz [$\hat{\underline{U}}$] asignando las Necesidades de Capacitación en las columnas y la Oferta de Cursos en las filas. Debe señalarse que esta matriz no necesariamente resulta cuadrada. En caso de no serlo, se debe transformar aña-

diendo la(s) fila(s) o columna(s) necesarias(s) —en este caso se colocaría en cada elemento de estas el intervalo [1;1]— para tener en cuenta la distancia máxima posible en las opciones que se incluyen.

El Método Húngaro adaptado se concreta en los siguientes pasos:

- 1. Se construye la matriz $U_{i,j}$, cuyos elementos $u_{i,j}$, son los valores de los expertones referidos al ni \tilde{v} el de importancia o utilidad (expresada en intervalos) de los cursos para cada puesto de trabajo.
- 2. Como se trata de un problema de maximización, se realiza una transformación y se resuelve como un problema de minimización. Esta transformación consiste en sustraer del intervalo [1; 1], que representa la utilidad máxima posible, todos los elementos de la matriz Uij. Resulta evidente que max Uij y min (1 − Uij) tienen su óptimo el mismo punto.

El problema con esta operación radica en que los extremos del intervalo resultante pueden quedar cambiados, es decir, el extremo menor es superior al mayor. Por tanto, la solución utilizada al presentarse este caso es la modificación de la sustracción de Minkowski, para intercambiar de nuevo los extremos donde se obtiene la matriz $U'_{i,j}$.

3. Sea u_j el valor mínimo de la columna j-ésima de la matriz $U'_{i,j}$, se construye $U''_{i,j}$, tal que:

$$\mathbf{U}_{\sim}^{\prime\prime}i,j=\mathbf{U}_{\sim}^{\prime}i,j-\mathbf{u}_{j}.$$

En esta operación se utiliza la modificación de la sustracción de Minkowski.

¹ Los criterios de comparación de los intervalos de confianza fueron los establecidos por Gil Lafuente, 1997 y citados por Gil Lafuente y Rojas Mora, 2007.

4. Sea u_i el valor mínimo² de la fila i-ésima de la matriz $U''_{i,j}$, se construye $U'''_{i,j}$ tal que:

$$\mathbf{U}_{i,j}^{\prime\prime\prime} = \mathbf{U}_{i,j-\mathbf{u}_{i}}^{\prime\prime}$$

En esta operación se utiliza también la modificación de la sustracción de Minkowski.

De esta manera se garantiza que haya al menos un intervalo [0; 0] en cada fila y cada columna de $U^{"''}_{i,j}$. En caso que todos los $U^{"'}_{i,j}$ sean iguales a [0; 0], se habrá obtenido una solución trivial.

- 5. Para cada fila de la matriz "i, comenzando desde la fila con menor cantidad de intervalos [0; 0], se resalta uno de los intervalos [0; 0] de cada fila y se tachan los demás que se encuentren en la misma fila o columna que este. Si se obtiene un único intervalo [0; 0] resaltado para cada fila y columna, se ha arribado a la solución.
- 6. Se señalan con una flecha (→) todas las filas en las que no exista un intervalo [0; 0] resaltado.
- 7. Se señalan con una flecha (↑) todas las columnas en las que exista un intervalo [0; 0] tachado en una fila señalada en el paso 6.
- 8. Se señalan con una flecha (→) aquellas filas en las que existe un intervalo [0; 0] resaltado en una columna señalada en el paso 7.
- 9. Se resalta el área correspondiente a las columnas marcadas y las filas no marcadas por flechas.
- 10. Se escoge el menor de los intervalos de entre los elementos de la matriz que no han sido resaltados en el paso 9. Se sustrae este intervalo a cada

² Ídem.

elemento de las filas no resaltadas y se le adiciona a cada elemento de las filas y columnas resaltadas a la vez. Luego, se regresa al paso 5.

Una vez se hayan realizado todas las iteraciones necesarias y se haya terminado de desarrollar el Método, se obtendrá la asignación óptima de las opciones de capacitación para cada puesto de trabajo.

4.3. Aplicación del Procedimiento propuesto en la empresa CUBAEX-PORT

CUBAEXPORT fue concebida con el objetivo de promover y desarrollar las exportaciones de alimentos y productos varios y así mejorar el cumplimiento de los fines asignados al Ministerio del Comercio Exterior. Actualmente cuenta con más de 45 años de experiencia en la actividad comercial, durante los cuales se ha caracterizado por el serio cumplimiento de sus compromisos y ha adquirido alto prestigio en mercados como Europa, Japón, Canadá y América Latina.

La misión de la Empresa es: exportar e importar alimentos y productos varios, adaptándolos a los requerimientos de clientes actuales y potenciales, con los recursos humanos que adicionan valor y contribuyen a elevar la gestión y resultados

De cara a su desenvolvimiento futuro, la Empresa CUBAEXPORT se propone como visión: alcanzar una eficiencia empresarial competitiva, dada la preparación de los recursos humanos, que comuniquen y coordinen con idoneidad, logrando con sus servicios, un enlace armónico entre los intereses de clientes y proveedores de manera que se garantice el éxito y su continuidad.

CUBAEXPORT es una empresa de servicios que actúa como intermediaria en las cadenas de exportación e importación por lo que, contar con trabajadores competentes es una garantía de la calidad de estos procesos, de ahí la importancia de que estos reciban capacitación de una forma ordenada y en dependencia de

los requerimientos de la Empresa y los trabajadores. La aplicación del Método Húngaro con base en la Teoría de los Subconjuntos Borrosos al proceso de Capacitación, se considera atenuaría la subjetividad presente en el mismo y permitiría una asignación óptima de las opciones formativas.

Para la aplicación del procedimiento en cuestión, fueron seleccionados 12 trabajadores que ocupan puestos de trabajo claves para la organización, conocidos también como "puestos sustantivos", o sea, aquellos que con su actividad tienen una influencia o implicación directa en el cumplimiento de la misión de la Empresa y en la consecución de sus objetivos, tanto operativos como estratégicos. Los puestos seleccionados pertenecen a las UEB Productos Varios y la de Café, Cacao y Miel y a la Dirección de Desarrollo de Mercados. A continuación se muestra la relación de estos puestos y el área a la que pertenecen:

Tabla 4. 1: Puestos seleccionados.

Puesto No.	Puestos de Trabajo	Área
1	Técnico B en Gestión Económica	UEB Café, Cacao y Miel
2	Especialista B en Gestión Económica	UEB Café, Cacao y Miel
3	Especialista B en Gestión Económica	UEB Productos Varios
4	Supervisor de Mercancías del Comercio Exterior	UEB Café, Cacao y Miel
5	Supervisor de Mercancías del Comercio Exterior	UEB Café, Cacao y Miel
6	Especialista en Fomento, Promoción y Marketing de las Exportaciones e Importaciones	Dirección de Desarrollo de Mercados
7	Especialista en Fomento, Promoción y Marketing de las Exportaciones e Importaciones	Dirección de Desarrollo de Mercados
8	Especialista en Compra y Venta del Comercio Exterior	UEB Café, Cacao y Miel
9	Especialista en Compra y Venta del Comercio Exterior	UEB Café, Cacao y Miel

Cont...

Puesto No.	Puestos de Trabajo	Área
10	Aspirante a Especialista en Compra y Venta del Comercio Exterior	UEB Productos Varios
11	Aspirante a Especialista en Compra y Venta del Comercio Exterior	UEB Café, Cacao y Miel
12	Aspirante a Especialista en Compra y Venta del Comercio Exterior	UEB Café, Cacao y Miel

A partir de este momento, se hará referencia a los puestos seleccionados por el número que los identifica pues, aunque varios de ellos coincidan en nombre³, son personas distintas las que los ocupan. Una vez realizada la aclaración anterior, se procede a desarrollar el Método.

Etapa 1:

Para la elaboración de la primera matriz, fueron requeridos el Perfil de Competencias y la Evaluación del Desempeño⁴ de cada puesto, con el propósito de detectar aquellas temáticas en que los mismos necesitaban capacitarse para alcanzar un mejor desempeño en sus respectivas funciones. Para ver las necesidades de capacitación que se detectaron, desglosadas por cada puesto de trabajo. En general, las necesidades detectadas fueron las siguientes:

- Actualizar los conocimientos sobre las formas de cobro y pago en el Comercio Internacional.
- Profundizar conocimientos de las Normas Cubanas de Contabilidad y principales regulaciones contables y financieras.
- Concluir estudios universitarios.
- Aumentar los conocimientos sobre finanzas internacionales.
- Aumentar los conocimientos en materia de contratación económica.

³ La denominación de los puestos es genérica.

⁴ Las Evaluaciones de Desempeño son las correspondientes al año 2013, pues las del 2014 aún no estaban elaboradas en el momento en que se solicitó esta información.

- Perfeccionar el idioma inglés.
- Profundizar los conocimientos sobre propiedad industrial.
- Aumentar los conocimientos en materia de precios.
- Aumentar los conocimientos en cuanto a la calidad en los procesos de compra y venta.
- Aumentar los conocimientos sobre la actividad comercial y el comercio bursátil, así como, sobre los precios internacionales.
- Conocer regulaciones y normas del comercio exterior.
- Aumentar los conocimientos en materia contable y financiera.

Luego, se recopilaron las aspiraciones o intereses formativos particulares de los trabajadores seleccionados, para lo cual se consultaron documentos que obran en la Dirección de Capital Humano, contentivos de las solicitudes hechas por los trabajadores.

Las aspiraciones generales fueron:

- Ampliar el dominio de las regulaciones y normativas para el comercio exterior
- Aumentar los conocimientos en materia contable y financiera.
- Perfeccionar los conocimientos y habilidades para la actividad del comercio exterior desde el punto de vista económico, comercial, de distribución y de cobros y pagos.
- Concluir estudios universitarios.
- Aumentar los conocimientos en materia de contratación económica.
- Conocer las modificaciones de INCOTERMS.
- Perfeccionar el idioma inglés.
- Ampliar los conocimientos sobre los principios de mercadotecnia.
- Tener mayor dominio del Sistema de Gestión de la Calidad.

- Ampliar conocimientos sobre temas comerciales, el mercado internacional y productos bursátiles.
- Profundizar conocimientos en temas comerciales, comercio bursátil y la prevención de riesgos financieros.
- Aumentar el conocimiento de los procesos de compra y venta internacionales.

Al cruzarlas necesidades de capacitación con las aspiraciones en la primera matriz, se constató la existencia de intereses comunes entre los trabajadores y la Empresa en profundizar los saberes en materia contable, financiera y del comercio exterior, así como, de las regulaciones y normativas que rigen estas actividades. Igualmente, se evidenció que hay interés en incrementar los conocimientos sobre la contratación económica, la Gestión de la Calidad en los procesos de compra y venta, el comercio bursátil, los precios internacionales y la prevención de riesgos financieros. A continuación se presenta una muestra de la matriz.

Tabla 4.2: Matriz No. 1, cruzamiento de las necesidades de capacitación con las aspiraciones de los trabajadores.

Aspiraciones\ Necesidades Detectadas	Actualizar los conocimientos sobre las formas de cobro y pago en el Comercio Internacional.	Profundizar conocimien- tos de las Normas Cu- banas de Contabilidad y principales regulaciones contables y financieras.	Aumentar los conocimientos sobre finanzas internacionales.
Ampliar dominio de las regulaciones y normativa del comercio exterior.	s 0	1	0
Aumentar los conocimientos en materia conta ble y financiera.	- 0	1	1
Perfeccionar los cono- cimientos y habilidades para la actividad del co- mercio exterior desde el punto de vista económico comercial, de distribución y de cobros y pagos.		0	0

Etapa 2:

Cuando se detectaron las necesidades de capacitación y constataron aquellos aspectos donde existen intereses comunes entre la Empresa y los trabajadores, se procedió a la medición de las competencias de los expertos que participaron en el proceso. El Comité de Expertos estuvo compuesto por el Director y las dos Especialistas de la Dirección de Capital Humano de la Empresa. La medición de las competencias, se realizó mediante una encuesta, diseñada en dos preguntas, orientadas al cálculo de los coeficientes de conocimiento (Kc) y de argumentación (Ka), para finalmente determinar el coeficiente de competencia (K). En la siguiente gráfica se muestran los valores de estos coeficientes para cada uno de los expertos:

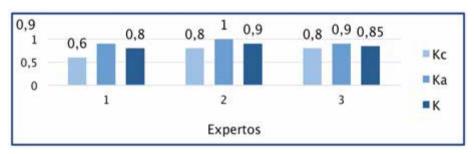


Figura 4. 1. Competencias de los expertos.

Los valores del coeficiente de conocimiento, referido en este caso al grado de conocimientos de los expertos sobre el área del Comercio Exterior, oscilaron entre 0,6 y 0,8, o sea, los expertos reconocen que dominan medianamente los temas concernientes a la actividad de comercio exterior. Por su parte, el coeficiente de argumentación señaló que cada uno de los expertos tiene una gran experiencia teórica y práctica en la gestión de los recursos humanos y vastos conocimientos sobre formación del personal, pues sus valores se encuentran entre 0,9 y 1. El coeficiente de competencia, resultado de promediar los anteriores, muestra que los expertos seleccionados son muy competitivos pues alcanzó valores superiores a 0,8.

Etapa 3:

Una vez comprobado que los expertos poseen las competencias necesarias, se solicitó su opinión acerca de cuan significativo es para la Empresa que los trabajadores seleccionados transiten por los disímiles cursos que, año tras año, son ofertados por el Centro de Superación del Comercio Exterior y la Inversión Extranjera. Para la aplicación del procedimiento se seleccionó una muestra de estos cursos, considerando aquellos que más relación guardaban con las necesidades de capacitación detectadas previamente. Los mismos son:

- A. Diplomado de Comercio Exterior.
- B. Comercio electrónico desde la óptica del comercio exterior.
- C. Bolsa de Productos y Manejo de Riesgos.
- D Curso Básico de Comercio Exterior
- E. INCOTERMS.
- F. Análisis de Precios Externos.
- G. Finanzas Internacionales.
- H. Básico de Contabilidad del Comercio Exterior.
- I. Marketing Internacional.
- J. Curso intensivo de idioma Inglés.
- K. Curso regular de idioma Inglés.
- L. Aspectos legales del Comercio Exterior cubano.

Las opiniones de los expertos fueron recopiladas mediante una encuesta a la cual se le adjuntó como información adicional, la matriz donde se cruzaban aspiraciones de los trabajadores con las necesidades reales de capacitación detectadas.

Los expertos debían completar una matriz que por filas mostraba los puestos de trabajo y por columnas los cursos seleccionados. Es importante destacar que cada experto desconocía las valuaciones hechas por el resto, lo cual garantiza que los miembros del grupo no ejerzan influencia unos sobre otros en cuanto a opiniones, experiencias, enfoques y valoraciones individuales.

Una vez aplicada esta encuesta, se procede al cálculo de los expertones, herramienta que permite agrupar los criterios de los expertos participantes en el proceso en aras de sintetizar las mismas en una única expresión, transformando los valores en la escala del 0 al 10, en cifras decimales. En total se construyeron 144 expertones, que representan las consideraciones de los expertos acerca de la importancia que tiene cada curso para el correcto cumplimiento por los trabajadores de las funciones de su puesto de trabajo. Como muestra, se presenta a continuación el resultado de dicho cálculo para el puesto Técnico B en Gestión Económica (Puesto 1) con el curso Bolsa de Productos y Manejo de Riesgos (Curso C).

El primer paso para calcular los expertones es determinar las frecuencias de las evaluaciones, tanto para los mínimos como los máximos, es decir, cuántas veces coinciden las respuestas de los expertos y en qué valor de la escala. La suma de las frecuencias permite comprobar si el procedimiento fue bien aplicado, pues el resultado debe coincidir con el total de expertos que participaron en la investigación, tal como se aprecia en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3: Frecuencias en Curso C.

Puesto 1		
	Frecuen	cias
0	0	0
0,1	0	0
0,2	1	0
0,3	2	0
0,4	0	1
0,5	0	1

Cont...

Puesto 1		
	Frecuen	cias
0,6	0	0
0,7	0	1
0,8	0	0
0,9	0	0
1	0	0
Suma	3	3

Partiendo de esta tabla se normalizaron las observaciones de los expertos, para lo cual fue preciso calcular el cociente de la frecuencia de cada número de la escala entre el total de expertos consultados. Las observaciones normalizadas indican el porcentaje de los expertos que coinciden en algún valor específico de la escala y, como se observa en la siguiente tabla, la suma de cada columna debe ser igual a 1, pues representa el 100% de las observaciones.

Tabla 4.4: Observaciones Normalizadas en Curso C.

Puesto 1		
	Observaciones normalizadas	
0	0	0
0,1	0	0
0,2	0,333333333	0
0,3	0,666666667	0
0,4	0	0,333333333
0,5	0	0,333333333
0,6	0	0
0,7	0	0,333333333
0,8	0	0
0,9	0	0
1	0	0
Suma	1	1

Después de normalizadas las observaciones se procede a calcular las frecuencias acumuladas y, a partir de ellas, los valores de la esperanza matemática para cada uno de los extremos. En estos últimos queda registrada la opinión en concreto de todos los expertos sobre la importancia de cada curso para cada puesto de trabajo en particular. En la Tabla 4.5 se muestran las frecuencias acumuladas y las esperanzas matemáticas relativas a la importancia del Curso C para el Puesto 1:

Tabla 4.5: Frecuencia acumulada y esperanza matemática en Curso C.

Puesto 1			
	Frecuencias acumul	adas	
0	1	1	
0,1	1	1	
0,2	1	1	
0,3	0,666666667	1	
0,4	0	1	
0,5	0	0,66666667	
0,6	0	0,333333333	
0,7	0	0,333333333	
0,8	0	0	
0,9	0	0	
1	0	0	
Suma	2,666666667	5,333333333	
Esperanza Matemática	0,266666667	0,533333333	

Para confeccionar el Expertón, se tomó la esperanza matemática de todos los puestos de trabajo evaluados. En la siguiente tabla se muestra la conformación de los Expertones para el puesto Técnico B en Gestión Económica.

Tabla 4.6: Expertón Técnico B en Gestión Económica

Expertón Puesto 1		
A	0,2	0,333333
В	0,5	0,7
C	0,266667	0,533333
D	0,5	0,633333
E	0,5	0,666667
F	0,433333	0,566667
\mathbf{G}	0,3	0,6
Н	0,633333	0,9
I	0,1	0,233333
J	0,433333	0,533333
K	0,466667	0,6
L	0,5	0,633333

Una vez calculados todos los expertones, se procedió a la aplicación del Método Húngaro adaptado a la Teoría de los Subconjuntos Borrosos, para la resolución de un problema de maximización de la utilidad.

Paso 1:

Con los valores de los expertones, referidos a la utilidad que reporta para los trabajadores que ocupan los puestos de trabajo seleccionados el transitar por los diversos cursos, se conformó la matriz $U_{i,j}$, de doce filas y doce columnas, base para la aplicación del Método Húngaro. Sus elementos están expresados en intervalos de mínimos y máximos y se interpretan como la utilidad del curso de la fila i para el puesto de la columna j. A continuación se puede observar una muestra de dicha matriz:

Tabla 4. 7: Matriz $\bigcup_{i,j}^{U_{i,j}}$ de la utilidad de cada curso para cada puesto.

Cursos	Puesto 1	Puesto 2	Puesto 3	Puesto 4
A	[0,20;0,33]	[0,67;0,97]	[0,67;0,97]	[0,33;0,60]
В	[0,50;0,70]	[0,53;0,77]	[0,50;0,70]	[0,43;0,67]
C	[0,27;0,53]	[0,37;0,60]	[0,57;0,73]	[0,23;0,50]
D	[0,50;0,63]	[0,57;0,77]	[0,47;0,67]	[0,33;0,53]

Paso 2:

Para aplicar el método propuesto fue necesario transformar la matriz anterior en una matriz de costos $\underline{\textbf{U}}'_{i,j}$. Esta modificación consistió en sustraer todos sus intervalos del intervalo [1; 1], que indica la máxima utilidad posible que le podría brindar cada curso a cada puesto de trabajo. En este paso se utilizó la modificación de la sustracción de Minkowski, con lo cual se garantizó que el extremo inferior de los intervalos fuera menor que el superior. Una muestra de esta matriz se observa a continuación:

Tabla 4.8: Matriz U'_{i,j}

Cursos	Puesto 1	Puesto 2	Puesto 3	Puesto 4
A	[0,67;0,80]	[0,03;0,33]	[0,03;0,33]	[0,40;0,67]
В	[0,30;0,50]	[0,23;0,47]	[0,30;0,50]	[0,33;0,57]
C	[0,47;0,73]	[0,40;0,63]	[0,27;0,43]	[0,50;0,77]
D	[0,37;0,50]	[0,23;0,43]	[0,33;0,53]	[0,47;0,67]

Paso 3:

En la matriz $\underline{\textbf{U}}'_{i,j}$, se identificaron los intervalos mínimos por cada columna, los cuales se sustrajeron de todos los intervalos de la columna correspondiente, conformándose una nueva matriz $\underline{\textbf{U}}''_{i,j}$. Los intervalos mínimos por cada columna fueron:

Tabla 4. 9: Intervalos mínimos por cada columna.

Columna	Fila	Intervalo
Puesto 1	Curso H	[0,10;0,37]
Puesto 2	Curso H	[0,03;0,20]
Puesto 3	Curso A	[0,03;0,33]
Puesto 4	Curso E	[0,13;0,37]
Puesto 5	Curso E	[0,17;0,37]
Puesto 6	Curso I	[0,00;0,10]
Puesto 7	Curso I	[0,00;0,10]
Puesto 8	Curso F	[0,07;0,30]
Puesto 9	Curso B	[0,03;0,20]
Puesto 10	Curso A	[0,03;0,13]
Puesto 11	Curso A	[0,03;0,13]
Puesto 12	Curso A	[0,03;0,13]

Paso 4:

A continuación se determinaron los intervalos mínimos por cada fila de la matriz $\mathbf{z}^{\mathbf{u}''_{i,j}}$, los cuales fueron deducidos de todos los elementos de la fila correspondiente, dando paso a la conformación de una nueva matriz $\mathbf{z}^{\mathbf{u}'''_{i,j}}$. Los intervalos mínimos de cada fila fueron:

Tabla 4.10: Intervalos mínimos por cada fila.

Fila	Columna	Intervalo
Curso A	Puestos 3, 10, 11, 12	[0,00;0,00]
Curso B	Puesto 9	[0,00;0,00]
Curso C	Puestos 10, 11, 12	[0,03;0,03]
Curso D	Puesto 10	[0,07;0,17]
Curso E	Puestos 4, 5	[0,00;0,00]
Curso F	Puesto 8	[0,00;0,00]
Curso G	Puesto 2	[0,10;0,17]

Cont...

Fila	Columna	Intervalo
Curso H	Puestos 1, 2	[0,00;0,00]
Curso I	Puestos 6, 7	[0,00;0,00]
Curso J	Puesto 4	[0,10;0,17]
Curso K	Puesto 11	[0,20;0,27]
Curso L	Puesto 5	[0,00;0,00]

Paso 5:

En la matriz "ij., se resaltó un intervalo [0; 0] por cada fila y se tacharon aquellos que se encontraban en la misma fila o columna. Esta operación se comenzó por la fila L, pues era la que contaba con menor cantidad de intervalos [0; 0] y, sucesivamente, se fue realizando desde esta última fila hasta la primera. Los intervalos [0; 0] resaltados se ubicaron en las intersecciones de las siguientes filas y columnas:

Tabla 4.11: Ubicación de los intervalos [0; 0] resaltados.

Fila	Columna
Curso L	Puesto 5
Curso K	Puesto 11
Curso J	Puesto 4
Curso I	Puesto 6
Curso H	Puesto 1
Curso G	Puesto 2
Curso F	Puesto 8
Curso D	Puesto 10
Curso C	Puesto 12
Curso B	Puesto 9
Curso A	Puesto 3

Como puede observarse, el Curso E (INCOTERMS) no ha sido asignado a ningún puesto de trabajo porque los dos intervalos [0; 0] que se encontraban en la fila correspondiente a este curso fueron tachados. En este momento no se logró la asignación óptima de los cursos para cada puesto pues no se obtuvo un intervalo [0; 0] resaltado para cada fila de la matriz.

Pasos 6, 7 y 8:

Para continuar con el desarrollo del Método, se señaló la fila correspondiente al Curso E por ser aquella donde no existe un intervalo [0; 0] resaltado y se señalaron las columnas de los puestos 4 y 5 pues, estas en estas se encuentran los intervalos tachados de la fila del Curso E. Por último, también fueron señaladas las filas de los cursos J y L, las cuales contienen a los intervalos resaltados de las columnas de los puestos 4 y 5.

Pasos 9 y 10:

El menor de los elementos de la matriz que se formó con las filas marcadas y las columnas no marcadas por flechas, fue el intervalo [0,10; 0,13] situado en la intersección de la fila del Curso E y la columna del Puesto 6. El mismo se sustrajo de cada uno de los elementos de las filas marcadas con flechas y se le adicionó a los elementos situados en las intersecciones de las filas no marcadas y las columnas marcadas con flechas. Los intervalos [0; 0] situados donde se cruzan los cursos E, J y L con los puestos 4 y 5, no varían porque en ellos se aplicaron ambas transformaciones.

Una vez llegados a este punto, se identificaron nuevamente los intervalos [0;0] de la matriz, los cuales se situaban en las siguientes posiciones:

Tabla 4. 12: Ubicación de los intervalos [0; 0].

Fila	Columna
Curso A	Puestos 3, 10, 11 y 12
Curso B	Puesto 9
Curso C	Puestos 10, 11 y 12
Curso D	Puesto 10
Curso E	Puestos 4, 5, 6 y 8
Curso F	Puesto 8
Curso G	Puesto 2
Curso H	Puestos 1 y 2
Curso I	Puestos 6 y 7
Curso J	Puesto 4
Curso K	Puesto 11
Curso L	Puesto 5

Entonces, se resaltó uno de estos intervalos por cada fila y fueron tachados los demás que se encontraban en su misma fila y columna, comenzando otra vez por la fila correspondiente al curso L. Los intervalos [0; 0] resaltados se ubicaron en las intersecciones de las siguientes filas y columnas:

Tabla 4.13: Ubicación de los intervalos [0; 0] resaltados.

Fila	Columna
Curso L	Puesto 5
Curso K	Puesto 11
Curso J	Puesto 4
Curso I	Puesto 7
Curso H	Puesto 1
Curso G	Puesto 2
Curso F	Puesto 8
Curso E	Puesto 6
Curso D	Puesto 10
Curso C	Puesto 12
Curso B	Puesto 9
Curso A	Puesto 3

En esta ocasión sí se obtuvo un único intervalo [0; 0] resaltado en cada fila y columna, lo cual indica que se ha llegado a la solución: se ha asignado un curso a cada puesto de trabajo. La asignación de las opciones de capacitación se realizó teniendo en cuenta el impacto que, según los expertos consultados, tendrían las mismas para el correcto desempeño de los trabajadores que ocupan cada puesto. En la siguiente tabla se puede observar la distribución de los cursos para los puestos seleccionados:

Tabla 4.14: Asignación de los cursos.

Puestos	Cursos
Técnico B en Gestión Económica (Puesto 1)	Básico de Contabilidad del Comercio Exterior (Curso H)
Especialista B en Gestión Económica (Puesto 2)	Finanzas Internacionales (Curso G)
Especialista B en Gestión Económica (Puesto 3)	Diplomado de Comercio Exterior (Curso A)
Supervisor de Mercancías del Comercio Exterior (Puesto 4)	Curso intensivo de idioma Inglés (Curso J)
Supervisor de Mercancías del Comercio Exterior (Puesto 5)	Aspectos legales del Comercio Exterior cubano (Curso L)
Especialista en Fomento, Promoción y Marketing de las Exportaciones e Importaciones (Puesto 6)	INCOTERMS (Curso E)
Especialista en Fomento, Promoción y Marketing de las Exportaciones e Importaciones (Puesto 7)	Marketing Internacional (Curso I)
Especialista en Compra y Venta del Comercio Exterior (Puesto 8)	Análisis de Precios Externos (Curso F)
Especialista en Compra y Venta del Comercio Exterior (Puesto 9)	Comercio electrónico desde la óptica del comercio exterior (Curso B)
Aspirante a Especialista en Compra y Venta del Comercio Exterior (Puesto 10)	Curso Básico de Comercio Exterior (Curso D)
Aspirante a Especialista en Compra y Venta del Comercio Exterior (Puesto 11)	Curso regular de idioma Inglés (Curso K)
Aspirante a Especialista en Compra y Venta del Comercio Exterior (Puesto 12)	Bolsa de Productos y Manejo de Riesgos (Curso C)

Resulta preciso aclarar que todos los trabajadores no recibirán la Formación al mismo tiempo, pues los cursos asignados tienen diferentes fechas de comienzo y períodos de duración, en dependencia de las temáticas abordadas y la extensión de los programas de estudio.

La utilidad, expresada en intervalos, que reporta esta asignación se calcula sumando los valores de los expertones correspondientes. La misma se observa a continuación:

Tabla 4.15: Utilidad reportada por cada curso.

Cursos	Puesto	Utilidad
A	3	[0,67;0,97]
В	9	[0,80;0,97]
C	12	[0,83;0,93]
D	10	[0,70;0,90]
E	6	[0,77;0,90]
F	8	[0,70;0,93]
G	2	[0,63;0,87]
Н	1	[0,63;0,90]
I	7	[0,90;1,00]
J	4	[0,53;0,70]
K	11	[0,60;0,77]
L	5	[0,63;0,83]
Utilidad Total		[8,40;10,67]

La aplicación del Método Húngaro basado en la Teoría de los Subconjuntos Borrosos, garantiza que la asignación de los cursos provea la máxima utilidad posible tanto para la Empresa como para los trabajadores. Esta distribución de los cursos satisface las necesidades de capacitación detectadas y contribuye a cumplir las aspiraciones de los trabajadores.

Es importante destacar que, utilización del Método Húngaro tradicional para la asignación de estas opciones de capacitación, si bien es válida, no sería el procedimiento más adecuado pues descarta gran parte de la información suministrada por los expertos. Las asignaciones podrán realizarse teniendo en cuenta los valores mínimos, los máximos o los valores medios de dichos intervalos.

Luego, con el fin de contrastar cuán diferentes son las asignaciones, respecto a las obtenidas en el epígrafe anterior, se empleó el Método Húngaro tradicional, tomando en consideración primeramente los valores mínimos. En este caso se logró la asignación de un curso para cada puesto de trabajo porque en la última iteración del algoritmo se obtuvo un único valor 0,00 resaltado para cada fila y columna de la matriz resultante. En la siguiente tabla puede observarse la distribución de los cursos según este criterio:

Tabla 4.16: Asignación según valores mínimos de los intervalos.

Puestos	Cursos
Técnico B en Gestión Económica (Puesto 1)	Curso regular de idioma Inglés (Curso K)
Especialista B en Gestión Económica (Puesto 2)	Básico de Contabilidad del Comercio Exterior (Curso H)
Especialista B en Gestión Económica (Puesto 3)	Análisis de Precios Externos (Curso F)
Supervisor de Mercancías del Comercio Exterior (Puesto 4)	Aspectos legales del Comercio Exterior cubano (Curso L)
Supervisor de Mercancías del Comercio Exterior (Puesto 5)	INCOTERMS (Curso E)
Especialista en Fomento, Promoción y Marketing de las Exportaciones e Importaciones (Puesto 6)	Curso intensivo de idioma Inglés (Curso J)
Especialista en Fomento, Promoción y Marketing de las Exportaciones e Importaciones (Puesto 7)	Marketing Internacional (Curso I)
Especialista en Compra y Venta del Comercio Exterior (Puesto 8)	Comercio electrónico desde la óptica del comercio exterior (Curso B)
Especialista en Compra y Venta del Comercio Exterior (Puesto 9)	Finanzas Internacionales (Curso G)
Aspirante a Especialista en Compra y Venta del Comercio Exterior (Puesto 10)	Curso Básico de Comercio Exterior (Curso D)

Cont...

Puestos	Cursos
Aspirante a Especialista en Compra y Venta del Comercio Exterior (Puesto 11)	Bolsa de Productos y Manejo de Riesgos (Curso C)
Aspirante a Especialista en Compra y Venta del Comercio Exterior (Puesto 12)	Diplomado de Comercio Exterior (Curso A)

Al considerar los valores máximos de los intervalos, la asignación que se obtuvo se muestra a continuación:

Tabla 4.17: Asignación según valores máximos de los intervalos

Puestos	Cursos
Técnico B en Gestión Económica (Puesto 1)	Básico de Contabilidad del Comercio Exterior (Curso H)
Especialista B en Gestión Económica (Puesto 2)	Finanzas Internacionales (Curso G)
Especialista B en Gestión Económica (Puesto 3)	Diplomado de Comercio Exterior (Curso A)
Supervisor de Mercancías del Comercio Exterior (Puesto 4)	INCOTERMS (Curso E)
Supervisor de Mercancías del Comercio Exterior (Puesto 5)	Aspectos legales del Comercio Exterior cubano (Curso L)
Especialista en Fomento, Promoción y Marketing de las Exportaciones e Importaciones (Puesto 6)	Curso intensivo de idioma Inglés (Curso J)
Especialista en Fomento, Promoción y Marketing de las Exportaciones e Importaciones (Puesto 7)	Marketing Internacional (Curso I)
Especialista en Compra y Venta del Comercio Exterior (Puesto 8)	Análisis de Precios Externos (Curso F)
Especialista en Compra y Venta del Comercio Exterior (Puesto 9)	Comercio electrónico desde la óptica del comercio exterior (Curso B)
Aspirante a Especialista en Compra y Venta del Comercio Exterior (Puesto 10)	Curso Básico de Comercio Exterior (Curso D)
Aspirante a Especialista en Compra y Venta del Comercio Exterior (Puesto 11)	Curso regular de idioma Inglés (Curso K)
Aspirante a Especialista en Compra y Venta del Comercio Exterior (Puesto 12)	Bolsa de Productos y Manejo de Riesgos (Curso C)

Por último, se realizó la asignación de los cursos teniendo en cuenta los valores medios de los intervalos, o sea, considerando la utilidad promedio de cada uno de los cursos para cada puesto de trabajo, para los cual se construyó previamente la Matriz de Utilidad promedio. La asignación fue la siguiente:

Tabla 4. 18: Asignación de los según valores medios de los intervalos

Puestos	Cursos
Técnico B en Gestión Económica (Puesto 1)	Básico de Contabilidad del Comercio Exterior (Curso H)
Especialista B en Gestión Económica (Puesto 2)	Finanzas Internacionales (Curso G)
Especialista B en Gestión Económica (Puesto 3)	Diplomado de Comercio Exterior (Curso A)
Supervisor de Mercancías del Comercio Exterior (Puesto 4)	Aspectos legales del Comercio Exterior cubano (Curso L)
Supervisor de Mercancías del Comercio Exterior (Puesto 5)	INCOTERMS (Curso E)
Especialista en Fomento, Promoción y Marketing de las Exportaciones e Importaciones (Puesto 6)	Curso intensivo de idioma inglés (Curso J)
Especialista en Fomento, Promoción y Marketing de las Exportaciones e Importaciones (Puesto 7)	Marketing Internacional (Curso I)
Especialista en Compra y Venta del Comercio Exterior (Puesto 8)	Análisis de Precios Externos (Curso F)
Especialista en Compra y Venta del Comercio Exterior (Puesto 9)	Comercio electrónico desde la óptica del comercio exterior (Curso B)
Aspirante a Especialista en Compra y Venta del Comercio Exterior (Puesto 10)	Curso Básico de Comercio Exterior (Curso D)
Aspirante a Especialista en Compra y Venta del Comercio Exterior (Puesto 11)	Curso regular de idioma inglés (Curso K)
Aspirante a Especialista en Compra y Venta del Comercio Exterior (Puesto 12)	Bolsa de Productos y Manejo de Riesgos (Curso C)

Como puede notarse, a los puestos 7 y 10 siempre les son asignados los cursos de Marketing Internacional y Básico de Comercio Exterior, respectivamente. La asignación de los cursos a los puestos 4, 5 y 6, resultado de la aplicación del Método Húngaro adaptado, no coincide con la obtenida del Método Húngaro tradicional

La utilidad que reporta la distribución de los cursos por el método tradicional es de 10,7 si se tienen en cuenta los valores máximos de los intervalos, de 8,37 considerando los mínimos o de 9,48 si se toman los valores promedio. Resulta preciso señalar que, aunque la asignación por el Método Húngaro tradicional usando los valores máximos brinde una mayor utilidad que la lograda por el Método Húngaro basado en la Teoría de los Subconjuntos Borrosos ([8,40;10,67]), esta última es la que se adecua a las condiciones de incertidumbre y subjetividad presente en los Procesos de Capacitación.

Una vez llegados a este punto, debe destacarse la importancia de emplear la Teoría de los Subconjuntos Borrosos en el Proceso de Capacitación, sobre todo en el momento de la asignación de las opciones de capacitación, por el nivel de incertidumbre y subjetividad que tienen aparejados estas actividades.

4.4. Consideraciones Finales

- La Capacitación debe ser un proceso ordenado, consecuente, eficaz y que responda a necesidades reales de la empresa y de los trabajadores. Su calidad reposa en que no debe capacitar por capacitar.
- El uso de la teoría de los subconjuntos borrosos permite incorporar información subjetiva a través de expertos, lo que proporciona flexibilidad a la empresa en la toma de decisiones.
- El procedimiento desarrollado se estructura en tres etapas: Detección de las Necesidades de Capacitación, Selección del Grupo de Expertos y por último, la Asignación.

- La asignación de los cursos obtenida por la aplicación del Método Húngaro con base en la Teoría de los Subconjuntos Borrosos, es óptima y provee la máxima utilidad tanto para los trabajadores como para la Empresa.
- La utilización Método Húngaro tradicional para la asignación en un contexto de elevada subjetividad, no es el procedimiento más adecuado pues descarta gran parte de la información suministrada por los expertos.

CAPÍTULO 5. ASIGNACIÓN DE ESTÍMULOS A LOS TRABAJADORES A TRAVÉS DEL ALGORITMO HÚNGARO

En el contexto empresarial actual, el proceso de Estimulación Moral y Material debe considerarse como una actividad clave dentro de la Gestión de los Recursos Humanos. Dicho proceso ha de entenderse como una inversión de las organizaciones para desarrollar e incentivar el potencial de las personas en aras de que se erijan como un recurso estratégico y generador de ventajas competitivas duraderas en el tiempo e inimitables. La estimulación debe ser vista como un elemento imprescindible en el mejoramiento del desempeño y la elevación de la productividad, así como de los niveles de satisfacción y motivación de los trabajadores, al reconocer y premiar el esfuerzo realizado por los mismos.

En específico el proceso de estimulación material debe responder a intereses y necesidades reales del trabajador, es una actividad que si se desarrolla de forma ordenada y justa traerá como consecuencia un incremento productivo, lo que favorecerá directamente tanto a la entidad como al empleado. Sin embargo, la subjetividad presente en este proceso, atenta frecuentemente contra la calidad y el alcance del mismo, creando insatisfacción y desmotivación entre los trabajadores al no percibir el mismo como un proceso transparente y equitativo.

Atendiendo a lo anterior, en la ponencia se presenta un procedimiento para la asignación óptima de estímulos a los trabajadores de la empresa, el cual se basa en la utilización del algoritmo húngaro, el cual permite atenuar la subjetividad presente en el proceso.

5.1. Proceso de estimulación material y moral

Varias son las definiciones dadas por diversos autores del proceso de Estimulación Moral y Material o también denominado Retribución o Compensación Laboral, entre ellas se encuentran las siguientes:

Chiavenato (2001): "la compensación está dada por el salario, su función es dar una remuneración en valor monetario, al empleado; en cuanto a los beneficios sociales son aquellas facilidades, comodidades, ventajas y servicios que las empresas ofrecen a sus empleados".

Cuesta (2010): "Proceso o actividad clave de la GRH, la cual hay que gestionar muy bien, pues significa lo que ofrece la organización al empleado a cambio del desempeño que "esa persona" le entrega específicamente a "esa organización" para el cumplimiento de sus objetivos estratégicos. Se debe considerar como "exclusividad", esa entrega, asumiendo el concepto de "cliente interno" que es ese empleado".

Según la Oficina Nacional de Normalización (NC 3000, 2007), la Estimulación Moral se define como: "Sistema de acciones que se realizan para propiciar el desarrollo de la moral socialista en el trabajo y el sentido de pertenencia; reconocer y promover el aporte laboral de los trabajadores en la consecución de los objetivos estratégicos y la elevación de la cultura de la organización, así como la satisfacción individual y colectiva de los trabajadores".

De igual manera la Oficina Nacional de Normalización (NC 3000, 2007), define la Estimulación Material como: "Sistema de acciones que interactúan y se integran con la Estimulación Moral, para motivar a los trabajadores en el logro de la eficiencia y eficacia y en la consecución de los objetivos estratégicos de la organización. El pago con arreglo al trabajo, por cantidad y calidad, es el elemento principal de la estimulación material. La Estimulación como sistema trasciende la estimulación salarial, es decir, abarca más, aunque ésta ocupa un lugar relevante siendo decisiva su eficacia en la organización empresarial de la actualidad. Tanto la Estimulación Moral como la Material, y en particular la salarial a través de los sistemas de pago, han de tener muy presente el sistema de trabajo para su eficacia en la organización".

Este proceso clave dentro de la GRH no solo se refiere a las recompensas monetarias sino a todos los beneficios extra salariales que las empresas pueden proveer a sus trabajadores como pensiones, seguros de vida, bonos, seguro médico, vehículo, vivienda, bolsa de vacaciones, préstamos personales para pagos de vivienda o transporte, cursos de formación, asesoría jurídica y financiera, economatos de empresa, comedores de empresa, actividades culturales e instalaciones deportivas entre otras.

Existen diferentes fases que deben ser consideradas en la gestión de la compensación laboral, concebida como proceso clave del sistema de GRH. Tal y como se muestra en la figura 5.1. Esas fases son: análisis y descripción de puestos de trabajo, evaluación de puestos de trabajo, estudios comparativos y determinación de la Compensación Laboral.

El proceso de compensación laboral Fases de la gestión de compensación laboral Análisis y descripción Evaluación de Estudios Determinación de la de puestos de trabajo "puestos de trabajo comparatives compensación laboral El principio de pago Teorias motivacionales con arregio al trabajo Estimulos espirituales Enfoques básicos en motivación El reconocimiento social Diseño de los sistemas de pago Retribución Sistemas de pago Sistemas de pago extrasalarial por tiempo por rendimiento

Figura 5.1: Mapa conceptual del proceso de Compensación Laboral

Fuente: (Cuesta, 2010)

A continuación se detallan algunos elementos referidos a cada fase del proceso de GRH, según la perspectiva de Cuesta:

• Análisis y descripción de puestos de trabajo.

En el "Análisis y descripción de puestos de trabajo" se considera el diseño o rediseño de los procesos de trabajo, en los cuales se insertan los puestos o cargos de trabajo a los cuales se les confeccionarán sus "perfiles de cargo", sean éstos

⁵ El autor nombra "perfiles de cargo" también como profesiogramas, descripciones de cargo o calificadores de cargo

por funciones o por competencias. Tener los procesos de trabajo en mejoramiento continuo y los perfiles de cargo asociados, en particular los perfiles de cargo por competencias, con vigencia, son fundamental a la GRH, sobre lo cual insisten las ISO, especialmente la ISO 9001:2000. Perfiles de cargo y procesos de trabajo se mantienen interactuando en el mejoramiento continuo y ambos tiene una relación de base con las restantes actividades clave de la GRH como refleja la figura 5.2.

PERFIL DE CARGO POR FUNCIONES O POR COMPETENCIAS DEJETIVOS DEL PUESTO PROCESOS DE TRABAJO Cambio de personal Evalusción del desempelio Predominan Predominan compensaciones compensaciones negativus Resultados positivas Comperación Objetivos - Resultados Adequición No Modificación de la conducta

Figura 5.2: Perfil de cargo por competencias en su relación con actividades clave de la GRH.

Fuente: (Cuesta, 2010)

Nótese en la figura anterior cómo el perfil de cargo es indispensable para llevar a efecto la evaluación del desempeño, donde la comparación entre los resultados del desempeño y los objetivos que se establecen para el puesto de trabajo no puede faltar, y a partir de su adecuación o no así varía el tipo de compensación laboral a emplear.

• Evaluación de puestos de trabajo.

La fase "Evaluación de puestos de trabajo" significa la recurrencia a procedimientos sistemáticos para determinar el valor relativo de cada puesto o cargo de trabajo. El nombrado "valor relativo" de cada puesto se relaciona con la complejidad del puesto, que viene dado por el tiempo de trabajo socialmente invertido en el mismo, o lo que es igual, los conocimientos teóricos y prácticos, responsabilidades, esfuerzos, habilidades o competencias y condiciones de trabajo que requiere la actividad laboral a realizarse en el cargo.

El objetivo de la evaluación de puestos de trabajo ha sido decidir el nivel de salario que corresponde a cada cargo, pero, en la actualidad, suele irse más allá decidiendo, además de ese nivel salarial, el resto de complementos compensatorios posibles (ver figura 5.3): condiciones de trabajo, prestaciones de servicios y formación

ACCIONES (Estímulos) ECONÓMICAS: **EXTRASALARIALES** Seguros de vida Seguros médicos Asistenciales Sociedad médica Plan de pensiones Viviendas Básicas Autos Tarjeta de crédito Formación ·Participación en acciones Complementarios Guarderías Viajes Vacaciones

Figura 5.3: Sistema de acciones de compensación laboral extrasalariales.

Fuente: (Cuesta, 2010)

Existen métodos para la evaluación de los puestos de trabajo, estos se concentran en tres grandes agrupaciones:

 Métodos jerarquizacionales: Consiste en clasificación, por parte de los evaluadores, de los puestos, de tal forma que se establece un rango en la que cada cargo o puesto ocupa una posición, desde el primero hasta el último.

- 2. Métodos comparativos por factores: Requiere que los evaluadores de puestos comparen y evalúen los componentes esenciales de cada puesto como la responsabilidad, habilidad y experiencia entre otros factores.
- Métodos de sistemas de puntuación: Recurre a las puntuaciones, poseyendo una ponderación más detallada y sistémica de los factores comunes a utilizar.

Estudios comparativos

Los estudios comparativos de la estimulación interna o de la organización, particularmente referidos a los salarios, con la estimulación o salarios de otras organizaciones, especialmente con organizaciones laborales de la competencia y de sectores o ramas similares, buscan un ajuste o equilibrio entre los salarios a adoptar y los salarios de esas otras instituciones, de manera que no sean insuficientes ni muy superiores respecto a la media externa.

La organización realiza esos estudios para no perder a sus empleados respecto a la competencia, y para no efectuar pagos excesivos que nada tengan que ver con el buen desempeño. Es necesario también hacer comparaciones sobre las jerarquizaciones de os puestos alcanzadas en la organización, observando cuánto equilibrio respecto al exterior se llegó a lograr.

• Determinación de la Compensación Laboral

En esta última fase se considera de modo fundamental el logro de dos procesos:

- 1. La determinación de la Compensación Laboral específicamente del nivel salarial a asignar a cada uno de los cargos o puestos de trabajo.
- 2. El agrupamiento de los diferentes niveles de salario o pago en una estructura o "sistema salarial" que pueda gestionarse como componente esencial de la Compensación Laboral.

El salario como componente básico de la Compensación Laboral se define como la retribución en dinero que ofrece la organización al empleado por ocupar un cargo o puesto de trabajo (salario escala, base o fijo), junto al incentivo (salario variable o móvil) por su desempeño y las condiciones de trabajo. La figura 5.4 refleja la derivación del salario total, conformado por la parte fija y la otra variable. En esa derivación se anotan las actividades clave de GRH que son precedentes inmediatos: el análisis y diseño de puestos de trabajo y evaluación del desempeño.

Evaluación de puestos

Evaluación de puestos

Evaluación de puestos

Estario Complemento funcional por Condiciones Laborales (fijo)

Salario Total

Figura 5.4: Derivación técnico organizativa del salario total

Fuente: (Cuesta, 2010)

La Oficina Nacional de Normalización (NC 3002, 2007) define salario como la Parte del producto nacional que se distribuye a los trabajadores de forma individual, atendiendo a la cantidad y calidad del trabajo aportado, según las condiciones económicas de cada momento histórico. Comprende lo percibido por el trabajador, por rendimiento, unidad de tiempo, pagos adicionales, trabajo extraordinario, laborar en día de conmemoración nacional y feriados, y vacaciones anuales pagadas.

El salario necesariamente tiene que manifestarse para la organización laboral en un conjunto técnico organizativo, que conforma el denominado "sistema salarial", que por lo general consta de cuatro elementos fundamentales: escala, calificadores, tarifas y sistemas de pago. Mediante la figura 5.5 es ilustrada la

estructura y los elementos esenciales del sistema salarial, que partiendo de la concepción del "principio de pago con arreglo al trabajo" son esquematizados.

Calidad del trabajo

Calidad del trabajo

(complejidad)

Calificadores
o profesiogramas

Calificadores
Tarifas

Calificadores
de pago

Figura 5.5: Estructura y elementos del sistema salarial

Fuente: (Cuesta, 2010)

La Oficina Nacional de Normalización (NC 3002, 2007) define sistema salarial como Sistema integrado por los elementos siguientes: escala de complejidad; calificadores de cargos; tarifas salariales; pagos adicionales y forma y sistema de pago, mutuamente relacionados o que interactúan.

Uno de los elementos ya mencionados que componen el sistema salarial es el sistema de pago, el cual Cuesta define como expresión técnica organizativa de un conjunto de elementos asociados al principio de la distribución con arreglo al trabajo tales como escala, profesiograma, tarifa y forma de pago, cuya misión es distribuir el salario total correspondiente a cada empleado, diferenciándose por los objetivos de estimulación individual o de grupo y las medidas de desempeño que se utilicen. El sistema de pago está formado por: retribución extra salarial, sistema de pago por tiempo y sistema de pago por rendimiento.

A continuación se aclaran algunos elementos referidos a los componentes del sistema de pago:

• Retribución extra salarial

La Retribución o Compensación extrasalarial se define como conjunto de acciones de estimulación (figura 4) por parte de la organización hacia sus trabajadores. La retribución extra salarial ha cobrado gran fuerza en los últimos años, empresas y naciones han comprendido la trascendencia estratégica para el futuro que tiene este tipo de estimulación. La comprensión cabal de que la formación de los Recursos Humanos es "una inversión y no un coste" es decisiva en la supervivencia empresarial en este mundo donde impera la competencia.

• Sistema de pago por tiempo

Los sistemas de pago, se utilizan para aquellos empleados donde, por las características del trabajo que realizan, no es posible establecer para el desempeño normas de producción o de tiempo (directivos, profesionales, técnicos), o no obstante de poder establecerse, no es aconsejable económicamente implantar el pago por rendimiento por depender el cumplimiento del trabajo fundamentalmente de los equipos o la tecnología.

• Sistema de pago por rendimiento

Los sistemas de pago por rendimiento fundamentalmente se utilizan para aquellos empleados donde es posible controlar y cuantificar los resultados de la actividad laboral, permitiéndose el establecimiento de las normas de producción o de tiempo. La misión de estimulación principal que han cumplido es acelerar el desempeño o ritmos productivos de los empleados.

Las ventajas de un eficaz proceso de Estimulación Moral y Material son muchas tanto para los individuos como para las organizaciones. Los trabajadores estimulados se sentirán más motivados hacia el trabajo, tanto por factores *intrínsecos* como son reconocimiento al trabajo, realización profesional y posibilidades de desarrollo; como *extrínsecos*, entre los que se encuentran un aumento de salario, beneficios sociales, condiciones laborales y retribuciones extra salariales

Por otro lado, las organizaciones también obtienen diversas ventajas con la aplicación de un proceso de estimulación, pues una mayor motivación por parte de sus empleados es considerada una fortaleza lo cual se traduce en la creación de ventajas competitivas. Un aceptado proceso de estimulación puede conllevar a un incremento de la productividad y una mejora en la calidad de los procesos organizacionales, así como, mayor compromiso e integración del trabajador en la empresa. Además, posibilita una disminución de pérdidas, menos accidentes y un incremento de la satisfacción de los clientes.

El sistema de estimulación que se utilice debe ser trasparente, eficiente, conforme a la ley, equitativo a lo interno y externo de la empresa y eficaz. Es decir, debe ser un proceso conocido tanto para los directivos como para los demás trabajadores, gestionado de manera eficiente con el objetivo de no mal utilizar los recursos disponibles, respaldado por la ley, asignado de manera justa a los trabajadores, además de lograr que el estímulo esté en concordancia con los intereses de los trabajadores.

En el Proceso de Estimulación Moral y Material median, de una forma u otra, el criterio individual y la subjetividad durante su realización. En aras de disminuir la subjetividad presente en la toma de decisiones vinculadas directamente con este proceso de Gestión de los Recursos Humanos se propone el uso de herramientas matemáticas, específicamente la Teoría de los Subconjuntos Borrosos. En el siguiente epígrafe se explican los elementos básicos relacionados con la misma y con algunas de sus herramientas.

5.2. Procedimiento para la asignación óptima de estímulos a los trabajadores

Con el propósito de mitigar dicha subjetividad, se presenta el siguiente procedimiento con base en la Teoría de los Subconjuntos Borrosos que consta de tres etapas, tal como puede apreciarse en figura 5.6.

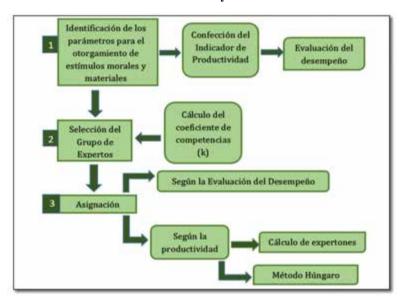


Figura 5.6. Procedimiento para la asignación de Estímulos Morales y Materiales.

Etapa 1

Con el objetivo de detectar los parámetros que determinan la productividad de los trabajadores según el puesto de trabajo que ocupan para otorgarle o no, un estímulo moral o material por parte de la empresa se deben consultar los requisitos establecidos a cumplir en el profesiograma de dicho empleado, las opiniones de los jefes y demás compañeros que conozcan el trabajo realizado por el tra-

bajador en cuestión, además de los indicadores de desempeño utilizados para la valuación del empleado.

Una vez detectados los parámetros adecuados para la determinación de la productividad del trabajador se pasa a la elaboración del indicador que será el que establezca el nivel de productividad dentro del grupo de empleados seleccionados para el otorgamiento de estímulos tanto morales como materiales. El indicador antes mencionado estará compuesto por los siguientes elementos: cumplir con los planes de trabajo establecidos, llevar a cabo los servicios prestados con los estándares de calidad exigidos por el sistema de gestión empresarial, dominar las herramientas y software aplicados a la actividad, dominar las funciones del cargo y demostrar competencias, diseñar y aplicar nuevas herramientas o servicios que agreguen valor al trabajo, mantener a los clientes satisfechos con el servicio prestado, lograr resultados exitosos en los procesos de capacitación, usar eficientemente los medios de protección, equipos, recurso materiales y medio ambiente y cumplir el reglamento disciplinario, código de ética y valores de la empresa.

Para poder valuar el indicador conformado y dar un orden a los resultados se aplicará una escala endecadaria a cada uno de los componentes implícitos en el indicador, es decir una escala del 0 al 10 lo cual posibilita un mayor abanico de opciones y una mayor flexibilidad para expresar las opiniones. De igual forma para aplicar el indicador se deben consultar los informes de los planes de trabajo, opiniones de los jefes inmediatos y departamento de Recursos Humanos, planes de capacitación, encuestas de satisfacción a los clientes y resultados de los servicios brindados, todo lo cual será registrado en la evaluación parcial del desempeño del trabajador.

Etapa 2

La asignación de estímulos tanto morales como materiales puede realizarse siguiendo el criterio de minimización de los costes en que incurriría la empresa al otorgarle el estímulo al trabajador o, por el criterio de maximización de la utilidad que reportaría que el mismos se sintiera más comprometido con su puesto laboral.

El considerar el criterio del coste para asignar los estímulos, evidenciaría un retroceso en cuanto a la concepción y enfoque de la Gestión de los Recursos Humanos pues se retornaría a la Administración del Personal donde eran vistos como un coste. Por lo tanto, para llevar a cabo la asignación según la productividad del trabajador, que si bien está compuesto por elementos objetivos también tiene una alta carga de subjetividad pues hay elementos que no son objetivos y para poder medir los mismos se utilizará el criterio de expertos trabajado desde la perspectiva de la teoría de los Subconjuntos Borrosos

En este paso se toman dos decisiones de vital importancia para el proceso referidas a qué expertos seleccionar y a cuántos⁶, para lo cual es necesario confeccionar un listado inicial de personas que cumplan los requisitos para ser considerados expertos en la materia, previamente consultada su disposición a participar. Para incluir o excluir expertos se pueden fijar diversos criterios, entre los que se destaca el nivel de competencias de los mismos.

Para determinar el nivel de competencia se propone la utilización del Coeficiente de Competencia de los expertos (*K*), el cual se obtiene a partir de dos factores: Coeficiente de Conocimiento (*Kc*) y Coeficiente de Argumentación (*Ka*).

Para la obtención de Kc, se les pide a los expertos que evalúen su nivel de conocimiento acerca del tema en una escala creciente del 0 al 10, donde el valor cero significa que el consultado considera no tener competencia alguna sobre el tema y el valor 10 significa que considera poseer un dominio máximo sobre el mismo. Con la puntuación anterior se obtiene el coeficiente de conocimiento a través de la siguiente fórmula:

$$Kc = \frac{n}{10}$$

donde n corresponde al rango seleccionado por el experto.

⁶ Los elementos relacionados con la selección de expertos fueron tomados de la aplicación del modelo desarrollado por (Blanco, 2007) y (García, 2010).

Para calcular *Ka* se les indica a los expertos valoren su capacidad de argumentación en el área objeto de estudio teniendo en cuenta los aspectos que se relacionan en la siguiente tabla en la que también se observan los valores de comparación con los que se contrastan los valores reflejados por los expertos

Tabla 5. 1: Valores de comparación de las fuentes de argumentación.

Fuentes de Argumentación	Alto	Medio	Bajo
Experiencia teórica.	0,3	0,2	0,1
Experiencia práctica.	0,5	0,4	0,2
Su conocimiento del estado del problema.	0,15	0,15	0,15
Su intuición.	0,05	0,05	0,05

Fuente: Souto Anido, 2013.

Luego,

$$Ka = \sum_{i=1}^{4} n_i$$

donde n_i es el valor correspondiente a la fuente de argumentación.

Finalmente, el Coeficiente de Competencia para cada experto será:

$$K=0.5(Kc+Ka)$$

Los rangos para evaluar los Coeficientes de Competencia son los siguientes:

- Si $K \ge 0.8$: Coeficiente de Competencia alto.
- Si $0.5 \le K < 0.8$: Coeficiente de Competencia medio.
- Si K < 0,5: Coeficiente de Competencia bajo.

Etapa 3

Una vez definidos los expertos que participarán en el proceso, se procede a recopilar las opiniones de los mismos respecto a la actividad de Estimulación Material, introduciéndose elementos de la Teoría de los Subconjuntos Borrosos como el uso del expertón, herramienta que permite agregar las opiniones de los expertos en torno a un aspecto en específico. Además, es importante destacar que se les da la oportunidad de expresar sus opiniones mediante el uso de intervalos en una escala endecadaria.

Luego, se calculan los expertones para cada trabajador y con ellos se elabora una matriz que será la base para la asignación mediante el Método Húngaro, en una versión del mismo adaptada a la Teoría de los Subconjuntos Borrosos⁷ para la resolución de un problema de maximización de la productividad.

El Método Húngaro adaptado se concreta en los siguientes pasos:

- 1. Se construye la matriz $P_{i,j}$, cuyos elementos $p_{i,j}$ son los valores de los expertones referidos al nivel de productividad (expresada en intervalos) de cada trabajador según el indicador conformado para la empresa.
- 2. Como se trata de un problema de maximización, se realiza una transformación y se resuelve como un problema de minimización. Esta transformación consiste en sustraer del intervalo [1; 1], que representa la productividad máxima posible, todos los elementos de la matriz $P_{i,j}$. Resulta evidente que max $P_{i,j}$ y min $(1-P_{i,j})$ tienen su óptimo el mismo punto.

Para esta operación se realiza la sustracción de Minkowski:

Sea
$$\stackrel{A}{\sim}_{ij} = [a_1, a_2]$$
 donde $a_1 = 1, a_2 = 1$ y $\stackrel{P}{\sim}_{ij}, = [p_1, p_2]$, entonces:

$$\overset{A_{i,j}}{\sim} - \overset{P_{i,j}}{\sim} = [a_1 \text{-} p_1; a_2 \text{-} p_2].$$

El problema con esta operación radica en que los extremos del intervalo resultante pueden quedar desvirtuados, es decir, el extremo inferior podría ser supe-

⁷ Adaptado de (Gil Lafuente & Rojas Mora, 2007).

rior al extremo superior. Por tanto, la solución utilizada al presentarse este caso es la aplicación de la sustracción normal de intervalos:

$$A_{i,j} - P_{i,j} = \{[a_1 - p_2; a_2 - p_1].$$

Como resultado se obtiene la matriz P'_{ij} .

3. Sea p_j el valor mínimo⁸ de la columna j-ésima de la matriz P'_{ij} , se construye P''_{ij} , tal que:

$$P''_{\sim}i_j = P'_{\sim}i_j - p_i.$$

En esta operación se utiliza la modificación de la sustracción de Minkowski.

4. Sea p_i el valor mínimo⁹ de la fila i-ésima de la matriz P''_{ij} , se construye P'''_{ij} tal que:

$$P_{\sim}'''_{i,j} = P_{\sim}''_{i,j} - p_{i}.$$

En esta operación se utiliza también la modificación de la sustracción de Minkowski.

De esta manera se garantiza que haya al menos un intervalo [0;0] en cada fila y cada columna de P_{ij}^{m} . En caso que todos los P_{ij}^{m} ij sean iguales a [0;0], se habrá obtenido una solución trivial.

5. Para cada fila de la matriz P^m_{i,j}, comenzando desde la fila con menor cantidad de intervalos [0; 0], se resalta uno de los intervalos [0; 0] de cada fila y se tachan los demás que se encuentren en la misma fila o columna que este. Si se obtiene un único intervalo [0; 0] resaltado para cada fila y columna, se ha arribado a la solución.

⁸ Los criterios de comparación de los intervalos de confianza fueron los establecidos por (Gil, 1997) y citados por (Gil Lafuente & Rojas Mora, 2007).

- 6. Se señalan con una flecha (→) todas las filas en las que no exista un intervalo [0; 0] resaltado.
- 7. Se señalan con una flecha (♠) todas las columnas en las que exista un intervalo [0; 0] tachado en una fila señalada en el paso 6.
- 8. Se señalan con una flecha (→) aquellas filas en las que existe un intervalo [0; 0] resaltado en una columna señalada en el paso 7.
- 9. Se resalta el área correspondiente a las columnas marcadas y las filas no marcadas por flechas.
- 10. Se escoge el menor de los intervalos de entre los elementos de la matriz que no han sido resaltados en el paso 9. Se sustrae este intervalo a cada elemento de las filas no resaltadas y se adiciona a cada elemento de las filas y columnas resaltadas a la vez. Luego se regresa al paso 5.

Una vez se hayan realizado todas las iteraciones necesarias y se haya terminado de desarrollar el Método, se obtendrá el orden de asignación óptima de las opciones de estimulación para cada trabajador en función de sus niveles de productividad.

Es importante recalcar que este procedimiento es válido para la asignación de cualquier tipo de estímulo siempre buscando que el criterio de decisión tenga su base en premiar el esfuerzo y la dedicación.

5.3. Aplicación del procedimiento propuesto en la empresa APCI

La empresa APCI es una empresa que presta servicios de certificación, asesoría y formulación de recomendaciones técnicas dirigidas al perfeccionamiento de la seguridad y protección contra incendios. La entidad cuenta con trabajadores competitivos en la materia, lo cual es una garantía para la calidad de estos procesos, de ahí la importancia de que estos reciban estimulaciones tanto morales como materiales de una forma ordenada y en dependencia de sus evaluaciones sistemáticas del desempeño. La aplicación del Método Húngaro con base en la Teoría de los Subconjuntos Borrosos al proceso de Estimulación Moral y Material, se considera atenuaría la subjetividad presente en el mismo y permitiría una asignación óptima de las opciones de estimulación.

Para la aplicación del procedimiento en cuestión, fueron seleccionados 5 trabajadores que ocupan puestos de trabajo claves para la organización, conocidos también como "puestos sustantivos", o sea, aquellos que con su actividad tienen una influencia o implicación directa en el cumplimiento de la misión de la empresa y en la consecución de sus objetivos, tanto operativos como estratégicos. Los puestos seleccionados pertenecen a la UEB de Desarrollo y Certificación cuya misión de forma general es asegurar que tanto entidades como productos se encuentren en óptimas condiciones para evitar que sus clientes directos e indirectos sufran accidentes futuros que puedan atentar contra su integridad física. A continuación se muestra la relación de estos puestos y el área a la que pertenecen:

Tabla 5.2: Puestos seleccionados.

Puesto No.	Puestos de Trabajo	Área
1	Especialista "A" en STCI	UEB Desarrollo y Certificación
2	Especialista "C" en STCI	UEB Desarrollo y Certificación
3	Especialista "A" en STCI	UEB Desarrollo y Certificación
4	Especialista "A" en STCI (EP)	UEB Desarrollo y Certificación
5	Especialista "A" en STCI	UEB Desarrollo y Certificación

A partir de este momento, se hará referencia a los puestos seleccionados por el número que los identifica. Una vez realizada la aclaración anterior, se procede a desarrollar el Método.

Etapa 1:

Para la elaboración del indicador de productividad fueron requeridas las evaluaciones del desempeño¹⁰ de los trabajadores que forman parte de la muestra seleccionada, donde están incluidos los resultados de los diferentes parámetros necesarios. La elaboración de dicho indicador y posteriormente su aplicación permite detectar el nivel de productividad de cada trabajador, lo cual tributa al logro de un orden justo para el otorgamiento de estímulos morales y materiales en el grupo de trabajadores seleccionados. A continuación se presenta el indicador.

Tabla 5. 3: Indicador de productividad.

	Indicador de productividad del trabajador	Máx	Mín
A	Cumplimiento de sus planes de trabajo		
В	Cumplimiento de la calidad en la ejecución de los servicios conforme al sistema de gestión empresarial		
C	Dominio de las herramientas y software aplicados a su actividad		
D	Dominio de las funciones del cargo y demostración de competencias		
E	Diseño de nuevas herramientas que agreguen valor al trabajo que desempeña o un nuevo servicio		
F	Aplicación de nuevas herramientas que agreguen valor al trabajo que desempeña o un nuevo servicio		
G	Fidelización de clientes		
Н	Resultados de los procesos de capacitación		
I	Uso eficiente de los medios de protección, equipos, recursos materiales y medio ambiente		
J	Cumplimiento del reglamento disciplinario, código de ética y valores en la empresa		

¹⁰ Las Evaluaciones de Desempeño son las correspondientes al cierre del año 2016.

El objetivo de aplicar el indicador elaborado es minimizar el factor subjetivo en la asignación de estímulos, para ello se deben conocer los estímulos que la empresa está en disposición de otorgar. Para conocer estos estímulos fue consultado el personal del departamento de Recursos Humanos¹¹. En general los estímulos conferidos por la empresa son:

- Medallas "Antonio Briones Montoto" por destacados en actividad científica y tecnológica.
- Diploma por reconocimiento al trabajo realizado.
- Estimulación en CUC por el cargo ocupado.
- Pago por Alto Desempeño.
- Salario 13¹².
- Reservaciones en Villas Turísticas

Es preciso aclarar que el indicador de productividad elaborado fue aceptado y validado por los directivos de la empresa. Por tanto, se procede a la siguiente etapa.

Etapa 2:

Al culminar el diseño del indicador de productividad para medir el desempeño de la muestra de trabajadores escogida, se procedió a la medición de las competencias de los expertos que participaron en el proceso. El Comité de Expertos estuvo compuesto por la Directora y las dos especialistas de la Dirección de Recursos Humanos de la Empresa. En la siguiente gráfica se muestran los valores de estos coeficientes para cada uno de los expertos:

¹¹ El personal del departamento de Recursos Humanos es el grupo de expertos.

¹² El salario 13 es el monto en MN equivalente al salario medio obtenido durante el año multiplicado por tres que se le otorga al trabajador al final del año por concepto de estimulación.

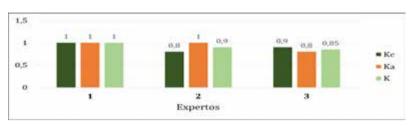


Figura 5.7: Competencias de los expertos.

El coeficiente de competencia muestra que los expertos seleccionados son muy competitivos pues alcanzó valores superiores a 0,8.

Etapa 3:

Una vez comprobado que los expertos poseen las competencias necesarias, se solicitó su opinión acerca de la evaluación que se le otorgaba a cada trabajador de la muestra seleccionada con respecto al indicador de productividad confeccionado anteriormente, dichas opiniones se recogieron a través de encuestas. Es importante destacar que cada experto desconocía las valuaciones hechas por el resto, lo cual garantiza que los miembros del grupo no ejerzan influencia unos sobre otros en cuanto a opiniones, experiencias, enfoques y valoraciones individuales.

Una vez aplicada esta encuesta, se procede al cálculo de los expertones, herramienta que permite agrupar los criterios de los expertos participantes en el proceso en aras de sintetizar las mismas en una única expresión. En total se construyeron 50 expertones que representan las consideraciones de los expertos acerca de cada componente del indicador de productividad con respecto a cada trabajador.

Una vez calculados todos los expertones, se procedió a la aplicación del Método Húngaro adaptado a la Teoría de los Subconjuntos Borrosos, para la resolución de un problema de maximización de productividad.

En la siguiente tabla se presentan los niveles de productividad alcanzados por los trabajadores una vez aplicado el algoritmo húngaro.

Tabla 5.4: Nivel de productividad alcanzado por los trabajadores.

Puestos	Componente del indicador de productividad
Especialista "A" en STCI (Puesto 5)	Dominio de las funciones del cargo y demostración de competencias.
	[0,83;097]
Especialista "A" en STCI (Puesto 4)	Diseño de nuevas herramientas que agreguen valor al trabajo que desempeña o un nuevo servicio.
	[0,83;097]
Especialista "A" en STCI (Puesto 1)	Aplicación de nuevas herramientas que agreguen valor al trabajo que desempeña o un nuevo servicio.
	[0,8;0,9]
Especialista "A" en STCI	Fidelización de clientes.
(Puesto 3)	[0,77;0,93]
Especialista "C" en STCI (Puesto 2)	Uso eficiente de los medios de protección, equipos, recursos materiales y medio ambiente.
	[0,77;0,93]
Productividad total	[4;4,7]

Resulta preciso aclarar que todos los trabajadores no recibirán el estímulo al mismo tiempo, la asignación responderá a un orden lógico de productividad alcanzada, se empezará a ordenar a los trabajadores involucrados de mayor a menor desempeño por componente analizado, luego se analizará el mismo procedimiento pero de forma global, es decir, teniendo en cuenta el indicador de productividad completo. Suponiendo que cada componente del indicador tiene la misma importancia dentro de la empresa la asignación de estímulos se realizará de la siguiente manera.

Tabla 5.5: Asignación de estímulos por componentes.

Puesto	Orden	Intervalo
5 y 4	1	[0,83;097]
1	2	[0,8;0,9]

Para analizar el orden de asignación de forma global se sumaron todas las esperanzas matemáticas de cada trabajador por componentes. Este procedimiento dio como resultado el siguiente orden de asignación de estímulos.

Tabla 5.6: Asignación de estímulos según el indicador de productividad.

Puesto	Orden	Intervalo
4	1	[8,33;9,41]
1	2	[7,14;8,49]
2	3	[7,01;8,42]
3	4	[6,92;8,27]
5	5	[6,86;8,22]

A través del Método Húngaro se ha logrado obtener un orden justo para la asignación de estímulos, al ser el Pago por Alto Desempeño la principal forma de retribución otorgada por la entidad, esta quedará de la siguiente forma:

- Puesto 4 obtendrá el 20% del salario.
- Puestos 1, 2, 3 y 5 obtendrán el 15 % del salario.

Actualmente en Cuba la propuesta para la asignación de estímulos se basa en las opiniones del jefe inmediato superior del trabajador, organización sindical o Director General. Éstos hacen la propuesta de cual trabajador reconocer, la proposición se presenta al departamento de recursos humanos mediante un modelo escrito que la avale dicha licitación. El Departamento de Recursos Humanos verifica la pertinencia de la propuesta mediante el cumplimiento de algunos rasgos de productividad como cumplimiento de los planes de trabajo, cumplimiento del reglamento disciplinario, dominio de las funciones del cargo y demostración de competencias. La verificación de estos factores en su mayoría depende de las opiniones del personal involucrado, por lo que no están basadas en herramientas matemáticas, que permita dar una respuesta más aceptada. Todo esto hace que el

procedimiento llevado a cabo por la empresa para el proceso de estimulación es basado en el subjetivismo de los juicios de valor de los trabajadores de la empresa tanto directivos como subordinados

La aplicación del Método Húngaro basado en la Teoría de los Subconjuntos Borrosos, garantiza que la asignación de estímulos sea según la máxima productividad posible de los trabajadores. Esta distribución de estímulos de forma justa y ordenada contribuye a que los empleados se sientan motivados por su trabajo pues saben que su labor será verdaderamente reconocida en el momento preciso lo cual contribuye a una mayor satisfacción laboral, lo que tributa a un mayor desempeño productivo de la empresa.

5.4. Consideraciones finales

- La Estimulación Moral y Material debe ser un proceso ordenado, consecuente, eficaz y que responda a necesidades reales de los trabajadores. Su calidad reposa en que no debe estimular por estimular.
- El uso de la matemática borrosa permite incorporar información subjetiva a través de expertos, lo que proporciona flexibilidad a la empresa en la toma de decisiones.
- El procedimiento desarrollado que está basado en la teoría de los subconjuntos borrosos y el algoritmo húngaro se estructura en tres etapas: Identificación de los parámetros para el otorgamiento de estímulos morales y materiales, Selección del Grupo de Expertos y, por último, la Asignación.
- Se constató la existencia de parámetros necesarios para la confección de un indicador de productividad, el cual muestre los aspectos a tener en cuenta para conocer el nivel productivo de los trabajadores. Igualmente, se evidenció el interés por parte de la empresa en crear una herramienta que propicie justicia y facilite la toma de decisiones en cuanto a la asignación de estímulos

• La asignación de los estímulos obtenida por la aplicación del Método Húngaro con base en la Teoría de los Subconjuntos Borrosos, es óptima e identifica el nivel productividad de cada uno de los trabajadores seleccionados.

CAPÍTULO 6. INDICADORES CUALITATIVOS PARA EVALUAR LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS

En el presente capítulo, con el objetivo de medir el rendimiento de los trabajadores de forma particular y de la organización en general, se analizan el comportamiento de un conjunto de indicadores que hacen referencia mayormente a los resultados tangibles de las organizaciones. En aras de poder medir aquellos elementos más intangibles y que inciden directamente en el desempeño de los trabajadores se proponen una serie de indicadores basados en la lógica difusa.

6.1. Indicadores estándares usados para evaluar la Gestión de los Recursos Humanos

En una empresa existen diferentes tipos de recursos: los físicos y materiales, los financieros, los mercadológicos, los administrativos y los humanos. Durante muchos años se creía que la imagen de **éxito** estaba representada por el tamaño de la organización y de sus instalaciones físicas, por el patrimonio contable y, sobre todo, por la riqueza financiera. Actualmente, los factores de éxito que tenían que ver con el tamaño de la organización, la escala de producción o los bajos costes han perdido importancia. En cambio, la rapidez de respuesta, así como la innovación de productos y servicios adquieren ahora relevancia, y esto solamente se alcanza a través de las personas (Chiavenato, 2007).

La influencia de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC); la globalización de los mercados, las asociaciones, el capital financiero y la innovación administrativa; las organizaciones virtuales y la enorme competencia; la sustitución de empresas multinacionales de gran tamaño por empresas más pequeñas, ágiles y emprendedoras... son algunas de las tendencias que han afectado la forma en la que las organizaciones gestionan el recurso humano, llevando a que éste pueda considerarse hoy en día como un factor estratégico (Chiavenato, 2008).

En algunas ocasiones se cree que por contar con los manuales de Procedimientos Básicos para gestionar este tipo de recurso es suficiente para alcanzar el éxito. Pero con esto no basta. Una vez implementados los procedimientos espe-

cíficos, resulta de gran importancia medir su repercusión en el rendimiento de los trabajadores de forma particular y de la organización en general. Con este objetivo, se propone un sistema de indicadores que incluyen los elementos y conceptos básicos relativos a la Gestión del Capital Humano.

Existen disímiles indicadores para medir cómo influye la Gestión de los Recursos Humanos en los resultados de la empresa. Entre estos, los siguientes se perfilan como los más comunes:

1. Productividad del Trabajo (Pt): es el indicador sumario que caracteriza la eficiencia del trabajo vivo. Este indicador expresa la correlación entre los volúmenes de producción y los gastos de trabajo, tomando en consideración la calidad requerida y los niveles medios de habilidad e intensidad de trabajo existentes en la entidad.

Su análisis se debe llevar a cabo de forma evolutiva, es decir, analizando el comportamiento que este elemento ha tenido en diversos períodos.

Otra forma de analizar el impacto del capital humano en los resultados empresariales es la Correlación productividad del trabajo/salario medio en un período dado, calculado como la relación entre productividad del trabajo del período y el salario medio devengado por los trabajadores

Este indicador expresará una mayor eficacia y aprovechamiento del fondo de salario de la empresa, en la medida que su numerador crezca con mayor velocidad que su denominador, es decir, que su valor tienda a crecer y nunca tome valores menores a la unidad.

2. Índice de Absentismo (IA): dígase de la ausencia del trabajador de su puesto, siempre que no sea causada por enfermedad o licencia legal. Se entiende absentismo como la suma de períodos en los que los empleados de una organización no están en el trabajo.

IA = Total hombres días perdidos x 100 T x total de días laborables

Para este indicador se consideran los siguientes rangos de variabilidad:

Bajo:
$$0 \le x \le 2$$
 Medio: $2 \le x \le 3$ Alto: $x \ge 3$

3. Fluctuación Laboral: la fluctuación o inestabilidad de la fuerza de trabajo comprende todo tipo de baja o rompimiento de la relación laboral por iniciativa del trabajador, ajeno a los intereses de la entidad donde el mismo labora.

Se pudieran considerar los siguientes rangos de variabilidad para la tasa de fluctuación real:

Bajo:
$$0 \le x \le 1$$
 Medio: $1 < x < 4$ Alto: $x \ge 4$

Es válido destacar que, por norma general, las empresas sólo calculan la fluctuación real, es decir, sólo contabilizan las bajas reales y no se trabaja con la potencial.

Para que el desempeño de un trabajador tribute al cumplimiento de los resultados empresariales, deben de estar satisfechos, motivados y, por ende, comprometidos con la organización. Donde haya un mal clima laboral es poco probable que los trabajadores estén dispuestos a hacer un esfuerzo extra para alcanzar mejores niveles de desempeño. El sistema de indicadores propuesto trabajará, fundamentalmente, con aquellos relacionados a aspectos psicosociológicos.

6.2. Sistema de Indicadores Borrosos para evaluar la Gestión de los Recursos Humanos

Utilizar teoría de los subconjuntos borrosos permite que los trabajadores den sus opiniones en forma de intervalos, lo que abre el abanico de posibilidades. Independientemente de que el sistema de indicadores se puede adaptar a diversas

escalas, se propone trabajar con una escala endecadaria de 0 a 10 para una mejor aproximación. A continuación se presentan los indicadores.

• Satisfacción laboral (Cs)

Estudios realizados sobre el comportamiento humano han demostrado que cuando un empleado se siente satisfecho en sentido general logra un desempeño superior en las actividades que realiza. Un trabajador satisfecho presenta bajos niveles de fluctuación y de absentismo, además de ser más productivo. El nivel de satisfacción que se tenga determina el compromiso, lo cual a su vez afecta el esfuerzo y el desempeño del individuo.

Tabla 6.1. Elementos a evaluar en el índice de Satisfacción Laboral

Mínimo	Aspectos a Evaluar	Máximo
	Salario	
	Funciones que realiza	
	Posibilidades de capacitación y ascenso en la entidad	
	Evaluación del Desempeño	
	Posibilidad de participar en las decisiones	
	Participación en la definición de los objetivos del trabajo a realizar	
	Sistema de estimulación moral	
	Sistema de estimulación material	
	Método de dirección de los jefes	
	Condiciones Trabajo	

Fuente: Elaboración Propia

donde $\mathbf{C}\mathbf{s} = \sum_{i=0}^{n} s_i \mathbf{y}$ s: puntuaciones otorgadas a los elementos a evaluar dentro de la variable satisfacción.

Nótese que no se realizan ponderaciones porque todos los aspectos inciden en de la satisfacción.

Bajo: $Cs \le 69$ Medio: $70 \le Cs \le 89$ Alto: $Cs \ge 90$

• Sentido de compromiso o de pertenencia hacia la institución laboral (Sc)

En los momentos de cambios es importante para una empresa saber en qué medida sus trabajadores están comprometidos. En la siguiente tabla se aprecian los elementos a evaluar.

Tabla 6.2. Elementos a evaluar en el índice Sentido de Compromiso

Mínimo	Aspectos a Evaluar	Máximo		
	Identificación con la misión y valores de la institución			
	Fidelidad con la alta dirección de la institución.			

Fuente: Elaboración Propia

donde

$$Sc = 0.75 (i) + 0.25 (f)$$

siendo

i: identificación con la misión y valores de la institución y

f: fidelidad a la alta dirección

Nótese, que este caso se establece una ponderación, donde se da mayor peso a la identificación con la misión y valores de la empresa que a la fidelidad a la alta dirección, ya que la primera es la que debe influir en el compromiso de los trabajadores porque la dirección puede fluctuar.

Bajo: $Sc \le 4$ Medio: $5 \le Sc \le 7$ Alto: $Sc \ge 8$

• Perceptibilidad del liderazgo (Csdi)

El liderazgo es un factor clave dentro del desempeño empresarial. Es el que va a ser capaz de guiar a la organización hacia el éxito o el fracaso y debe de conseguir crear sinergias positivas a lo interno del colectivo laboral.

Tabla 6.3. Elementos a Considerar en el índice Perceptibilidad de Liderazgo

Mínimo	Aspectos a Evaluar	Máximo			
	¿Cómo son las relaciones con su jefe inmediato?				
	¿Considera que su jefe inmediato es justo cuando lo evalúa en su trabajo?				
	¿Confia en la capacidad de decisión de su jefe inmediato?				

Fuente: Elaboración Propia

Donde:

Csdi = 0.2 (r) + 0.5 (j) + 0.3 (d)

siendo:

r: relaciones con su jefe inmediato;

j: justicia del jefe a la hora de evaluar;

d: capacidad de decisión del jefe.

Como se puede observar en este caso se le otorga un mayor peso a la percepción de justicia en la toma de decisiones y a la capacidad de decisión debido a la influencia que tienen estos atributos en las características de un buen líder, si bien no se descarta la relación con sus subordinados porque en la medida en que se cumplan las dos últimas estas deben de ser positivas.

Bajo: Csdi ≤ 4 Medio: $5 \leq \text{Csdi} \leq 7$ Alto: Csdi ≥ 8

• Clima psicosociológico o laboral (Cpsico)

Los sentimientos psicológicos del clima reflejan el funcionamiento interno de la organización, por ello este ambiente interno puede ser de confianza, progreso, temor o inseguridad. Por tal razón, la forma de comportarse de un individuo en el trabajo no depende solamente de sus características personales sino también de la forma en que éste percibe su clima de trabajo y los componentes de su organización. En la siguiente tabla se recogen las principales variables que la literatura recoge como dimensiones del clima Organizacional.

Tabla 6.4. Elementos a considerar en el índice Clima Laboral

Mínimo	Aspectos a Evaluar	Máximo		
	Satisfacción con su trabajo			
	Motivación			
	Relación con sus jefes			
	Relación con sus compañeros de trabajo			
	Comunicación			
	Se trabaja en equipo			
	Ambiente laboral			

Fuente: Elaboración Propia

Donde

Cpsico = 0.1 (s) + 0.2 (m) +0.1 (rj)+ 0.1 (rc) + 0.1 (c) + 0.2 (e)+ 0.2 (a).

siendo:

s: Satisfacción con su trabajo

m: Motivación

rj: Relación con los jefes

rc: Relación con los compañeros de trabajo

c: Comunicación

e: Trabajo en equipo a: Ambiente laboral

Bajo: Cpsico ≤ 4 Medio: $5\leq$ Cpsico ≤ 7 Alto: Cpsico ≥ 8

Es válido destacar que estos indicadores son de fácil procesamiento, ya que se puede utilizar el Excel y, en este caso específico, las operaciones que se proponen son de suma principalmente (en estos casos se adicionan los extremos inferiores entre sí y los extremos superiores entre sí).

6.3. Aplicación de los Indicadores Propuestos en la empresa METALCUBA

METALCUBA es una empresa que tiene como **misión** satisfacer las demandas de metales con un servicio eficiente que satisfaga las necesidades de los clientes, a través de los servicios de importación directa y venta de mercancías bajo régimen de consignación, estableciendo las alianzas comerciales y financieras que se requieran y poniendo a disposición de los clientes la experiencia, ética y profesionalidad de sus trabajadores en la actividad de Comercio Exterior.

Desde sus inicios, se ha ido desarrollando hasta convertirse en una dinámica organización, la cual se encuentra en Perfeccionamiento Empresarial; y tiene el cometido de ofrecer a sus clientes un servicio garantizado que satisfaga sus expectativas. Para ello cuenta con una cartera de proveedores internacionales cuidadosamente seleccionada entre los que se encuentran China, Bélgica, España, Méjico, República Checa e incluso Canadá.

Su **visión** se basa en mantener el liderazgo en el mercado de metales, perfeccionando los servicios a los clientes, incrementando la diversidad de surtidos, manteniendo precios competitivos y logrando mayor eficiencia y eficacia en la gestión empresarial, con el empleo de las nuevas tecnologías de la información y con un personal altamente preparado, motivado y comprometido con los valores y resultados de la organización. Al ser METALCUBA una organización prestadora de servicios, se hace imprescindible que cuente con el recurso humano idóneo que garantice eficiencia, eficacia y profesionalidad en su actuar, permitiendo el desarrollo exitoso de la misma

A continuación se presenta la aplicación de la propuesta de indicadores borrosos para evaluar la gestión de los Recursos Humanos.

De un total de 53 plazas ocupadas, fue escogida una muestra para la aplicación de una encuesta, en la que se puso a disposición de los trabajadores, las tablas que se expusieron con anterioridad en la propuesta teórica, en aras de recopilar las percepciones de los trabajadores de la empresa objeto de estudio. Dicha muestra se obtuvo a través de un Muestreo Irrestricto Aleatorio el cual parte del Muestreo Aleatorio Simple, siendo posible aplicarlo debido a que la población a analizar es conocida.

De los 37 trabajadores que realizaron la encuesta, dos eran directivos, uno administrativo, treinta y tres técnicos y uno era de servicio. Por otra parte, veinticinco de los encuestados poseen nivel superior, once son de nivel medio superior y solamente uno de secundaria. Además, treinta y dos fueron mujeres y cinco fueron hombres.

Los indicadores calculados fueron: Satisfacción Laboral, Sentido de compromiso o de pertenencia hacia la institución laboral, Perceptibilidad del Liderazgo y Clima psicosociológico o laboral.

En la siguiente tabla se muestran los resultados generales obtenidos para cada indicador:

Tabla 6.5. Valores generales alcanzados por los indicadores

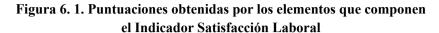
Satisfa Labora		Sentido de compromiso o de pertenencia hacia la institución laboral (Sc) Perceptibi Liderazgo			Clima psic laboral (•	
59.38	64.81	8.53	8.82	8.19	8.66	6.58	7.06

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se analizarán cada uno de estos indicadores:

El primer indicador a estudiar es el de **Satisfacción laboral**, cuyo resultado mostrado en la tabla anterior, permite clasificarlo como bajo. Contar con trabajadores satisfechos resulta de gran importancia para cualquier entidad, pues permite alcanzar un desempeño óptimo en la realización de las tareas. Además, un empleado satisfecho, presenta bajos niveles de fluctuación, rotación y absentismo; y teniendo en cuenta los altos costes de estas variables, es necesaria una elevada satisfacción laboral.

A partir de la Figura 6.1 se pudo determinar que, de todos los elementos a evaluar dentro de la variable satisfacción, aquel que más influyó en el resultado obtenido fue el salario. Según entrevistas realizadas en la entidad, la insatisfacción de los trabajadores se debió a dificultades que hubo en el 2014 con el pago por resultados y el pago de la estimulación, al producirse pérdidas por parte de la empresa. Por otro lado, el aspecto de la evaluación del desempeño fue el que obtuvo las mayores evaluaciones, demostrando el buen trabajo que realiza la empresa en este sentido.





El segundo indicador a examinar es el de **Sentido de compromiso o de pertenencia** hacia la institución laboral. En este caso las valoraciones obtenidas, reflejadas en la Tabla 5, permiten clasificar al indicador en cuestión como alto, demostrándose el elevado grado de identificación que tienen los trabajadores con la misión, la visión, los valores de la institución y con la alta dirección. Los resultados alcanzados en este sentido pueden definirse como positivos; puesto que se evidencia que el Capital Humano de METALCUBA se siente comprometido con el lugar donde trabajan a tener un buen desempeño en la función que realizan y a participar activamente en la confrontación de los cambios que se puedan suceder en el entorno empresarial.

Un tercer indicador es **Perceptibilidad del Liderazgo** donde, el valor obtenido para este indicador, permite clasificarlo como alto. Los resultados alcanzados revelan que entre los dirigentes y el resto de los trabajadores existen muy buenas relaciones y una estrecha comunicación, ya que los jefes conocen las necesidades personales y laborales de sus subordinados.

Se puede afirmar además que los jefes son justos en el momento de realizar las evaluaciones, elogiando o criticando según sea el caso. Por otra parte, también se llegó a la conclusión de que los trabajadores de la entidad, en su gran mayoría,

reconocen la labor de sus directivos, planteando que hay un elevado grado de confianza en las decisiones que ellos toman, por lo tanto, se puede inferir que poseen suficiente capacidad y experiencia para el cargo que ocupan. Los líderes juegan un papel clave en el éxito de la organización, debido a que no solo son responsables de marcar el rumbo hacia el logro de las metas, sino también, dado un excelente liderazgo, se obtendrán mejores indicadores de rentabilidad, eficiencia y competitividad; además de asegurar las condiciones para un buen clima dentro la empresa.

El último indicador a estudiar es el **Clima psicosociológico o laboral**, el cual engloba, de cierta forma, a todos los demás indicadores.

7,35
6,70
5,76
6,30

Satisfacción con Motivación Relación con los Relación con los Comunicación Trabajo en Ambiente laboral equipo

Minimo Máximo

Figura 6. 2. Puntuaciones obtenidas por los criterios que componen el Indicador Clima laboral

De todos los aspectos a evaluar, reflejados en la figura anterior, los que mayor incidencia tuvieron en el resultado obtenido por el indicador, fueron la motivación y el trabajo en equipo, los que recibieron puntuaciones promedio de [5.76; 6.30] y [5.89; 6.32] respectivamente. Estos dos elementos son de suma importancia para el logro de los resultados propuestos. En primer lugar, la motivación que pueda sentir un trabajador para realizar sus funciones es vital para lograr que las tareas se hagan de la mejor manera posible, y el saber trabajar en equipo es una de las competencias que más significación tiene en la actualidad siendo de las que más se debería buscar en una persona cuando se lleva a cabo un proceso de selección del personal.

Este resultado hace un llamado a la empresa a interesarse en las causas que lo provocan para así tratar de mejorar, pues son dos aspectos que pueden estar influyendo de manera negativa en la eficiencia y en la eficacia de la organización. Por otro lado, los elementos que obtuvieron puntuaciones altas fueron la relación con los compañeros de trabajo y la relación con los jefes.

6.4. Consideraciones Finales

- El sistema de indicadores que se propone ayuda a monitorear el estado de la gestión del capital humano en las organizaciones de forma flexible y sencilla, lo que facilita la toma de decisiones. Una gestión efectiva parte de hacer coincidir los objetivos empresariales con los individuales y eso sólo será posible si, además de reconocerlos como ente económico, también se ven desde su dimensión más social. Así, se sintetizan los elementos de orden psicológicos que influyen en el desempeño de los mismos que parten de sus niveles de satisfacción, sentido de compromiso, percepción del liderazgo y cuya visión más general se encuentra en el Clima laboral.
- La teoría de los subconjuntos borrosos ayuda a atenuar la subjetividad presente en este tipo de elementos, ayudando a tomar decisiones más certeras en lo relativo a la gestión del capital humano, al ayudar a determinar sobre qué elementos se debe trabajar con mayor urgencia.

CAPÍTULO 7.

PREDICCIÓN DEL UMBRAL DE RENTABILIDAD MEDIANTE LA TEORÍA DE SUBCONJUNTOS BORROSOS. CASO: COMPLEJO HOTELERO CENTRO HABANA

Estudiar, investigar y analizar tanto las causas como las consecuencias de un fenómeno económico que involucre costes y beneficios para comprender, prever, administrar y tomar decisiones, es parte de las tareas diarias de un economista. Este planteamiento responde al interrogante acerca de qué nivel de ventas debe alcanzar el Complejo Hotelero Centro Habana (CHCH) en pesos cubanos convertibles (cuc) y moneda total¹⁴ para no tener pérdidas en su gestión, dada la incertidumbre en el comportamiento futuro de las ventas y los costes.

El principal objetivo es determinar el mínimo de ventas necesario en una entidad hotelera para no tener pérdidas. Para ello se ha recurrido al análisis de datos, encuestas y entrevistas a expertos, la observación directa y la bibliografía consultada. Los intervalos de confianza sirven como instrumentos para medir la incertidumbre y mostrar, mediante un ejemplo práctico, la dificultad que entraña el cálculo del Umbral de Rentabilidad, para lo cual se propone un procedimiento en base a la matemática borrosa, tomando como objeto al Complejo Hotelero, pero pudiendo generalizarse a otros tipos de entidades.

7.1. Umbral de rentabilidad en la industria turística

Cuba está insertada en el espacio denominado Caribe en la región insular. Al igual que el resto de los países caribeños, posee una imagen turística internacional asociada mayoritariamente a la modalidad de sol y playa. Ha ido creando y diversificando nuevas ofertas complementarias al alojamiento en las modalidades de: turismo de salud, marinas y náutica, golf e inmobiliaria, turismo de aventura y naturaleza, parques temáticos, crucerismo, historia, cultura y patrimonio, convenciones, congresos y ferias, entre otras, incluyendo el estudio de las potencialidades en la costa sur.

El sector turístico representa el segundo capítulo de ingresos en divisas para Cuba, después de la exportación de servicios. En 2013 el turismo internacional

¹⁴ Como moneda total se considera la suma de las dos monedas domésticas cubanas (cup y cuc) a la tasa de cambio vigente para el sector empresarial (1:1).

generó a Cuba ingresos por unos mil 804 millones de dólares, también en su mayor parte en alojamientos y gastronomía, de los que mil 36 millones entraron al país en el primer semestre del año.

La industria turística reportó a Cuba ingresos por unos mil 77 millones de dólares en el primer semestre del año 2014, lo que significa un aumento del 4 % respecto al mismo periodo de 2013 y casi un 60 % de la recaudación total del sector al cierre de ese año.

Las autoridades turísticas cubanas calculan que en 2016 visitaron el país caribeño 3,7 millones de turistas extranjeros, 175 200 por encima de los contabilizados en 2015, cuando el país rompió récord propio con la recepción de más de 3,5 millones de viajeros. (Agencias, 2016)

El estudio e investigación de empresas del sector turístico pueden mejorar su gestión económica y financiera, su rentabilidad, y permitirá cumplir sus planes de ingresos, como un aporte al desarrollo de la economía cubana.

Los operadores hoteleros y los operadores de activos conjuntamente con los analistas, aplican el análisis del Punto de Equilibrio para calcular las potenciales ganancias de un hotel incluso antes de decidir un funcionamiento estratégico para el mismo. En un mercado hotelero cada vez más competitivo, junto a los propietarios de hoteles que son cada vez más exigentes, este método, usado por sí solo, puede provocar un conflicto de intereses entre el gestor de activos, el operador y el inversor debido a que ignora las necesidades que un accionista tiene en ese activo.

El punto muerto, punto de equilibrio o umbral de rentabilidad (en inglés break-evenpoint-BEP) es el número mínimo de unidades que una empresa necesita vender para que el beneficio en ese momento sea cero, es decir, cuando los costes totales igualan a los ingresos totales por venta. Éste permite estudiar la relación que existe entre los costes fijos, los costes variables, el volumen de ventas y las utilidades, posibilita determinar el momento en el cual las ventas cubrirán la totalidad de los costes, y la magnitud de las utilidades o pérdidas de la empresa cuando las ventas exceden o caen por debajo de ese punto (Gujarati, 2001).

Gil Lafuente, (1993) plantea que una vez empezado el proceso de producción, y a medida que las cantidades de bienes y/o servicios aumentan al mismo tiempo que su venta, siempre que el precio de venta sea superior a los costes variables medios, los ingresos correspondientes van absorbiendo una parte cada vez mayor de los costes fijos, reduciendo paulatinamente las pérdidas hasta que, para un determinado volumen de producción y venta, los ingresos cubren los costes variables y los costes fijos. Este punto, en el que no existe ni beneficio ni pérdida, se denomina "punto muerto". Aparece pues, como una situación de equilibrio económico. Aumentos sucesivos de producción permitirán que la diferencia entre ingresos y costes variables dé lugar a un beneficio, ya que los costes fijos han sido cubiertos en su totalidad.

En las entidades hoteleras, muchas veces no se tienen clasificados los costes, no se brinda un solo servicio, sino que existe el servicio de alojamiento que es la razón de ser del hotel, pero también hay servicios de restaurantes, cafeterías, entre otros, que en su conjunto le imprimen un sello de complejidad característico. Existen varios tipos de habitaciones como pueden ser sencillas, dobles, cada una de las cuales tiene asociados unos costes al igual que tienen diferentes precios lo cual hace que se le dé un tratamiento como si fuera un tipo de producto. Además, los precios varían por época del año: si es de temporada alta tienen un precio, si es de temporada baja tienen otro.

El cálculo del umbral de rentabilidad tradicional no tiene en cuenta el factor incertidumbre, por lo que la utilización de la matemática borrosa es una alternativa para esta investigación. Acerca de este tema Blanco (2009) plantea que las empresas, necesitan estrategias para su supervivencia y la información de que disponen para la toma de decisiones puede ser cierta, aleatoria o incierta pero cada día aumenta la necesidad de tomar decisiones en un ambiente de incertidumbre. En el ámbito de la empresa se plantean problemas que se salen del marco de la certeza y la aleatoriedad. La toma de decisiones cuando tanto los objetivos que se pretenden alcanzar como las condiciones del entorno empresarial son imprecisos, requiere de un tratamiento con técnicas que permitan trabajar con datos inciertos y obtener resultados fiables y fundamentados científicamente.

7.2. Aplicación de la teoría de los subconjuntos borrosos a la actividad hotelera

El siguiente método, propuesto por Gil Lafuente (1993) es aplicable si se entiende la necesidad de analizar el punto de equilibrio en la incertidumbre, introduciendo los intervalos de confianza.

Se parte de la fórmula:

$$Q = \frac{CF}{p - cv} \tag{1}$$

Donde:

Q: Punto de equilibrio en unidades físicas

CF: Costes fijos p: Precio unitario

cv: Coste variable unitario

Pero en vez de establecer rigidez en la información de los costes y del precio, se habla de intervalos de costes fijos, de costes variables y de precios.

A través de la información de los costes y de los precios que se obtienen a lo largo de un período de operación determinado se establecen rangos de movilidad de los mismos, por ejemplo: se ha obtenido mediante un análisis de los mismos que los costes fijos en el periodo que se analiza se han movido entre dos valores:

$$CF = [Cfmin; Cfmax],$$

siendo Cf mínimo el menor valor que han alcanzado los mismos en ese periodo y Cf máximo, el mayor. Pero, en el caso de los costes fijos, se supone que permanecen constates si no se han producido cambios sustanciales en la capacidad o en algún activo fijo.

Los costes variables (CV) también oscilan entre un valor mínimo y otro máximo:

$$CV = [Cvmin; Cvmax]$$

Con los precios sucede lo mismo: Px se ha comportado entre los rangos [pmin; pmax].

De esta forma, la fórmula quedaría de la siguiente forma:

$$[P. Emin; P. Emax] = \frac{([Cfmin; Cfmax])}{([pmin; pmax] - [Cvmin; Cvmax])}$$
(2)

Bajo estos supuestos resultará que el umbral de rentabilidad no sería un punto sino un intervalo, se concluiría que la producción mínima, es decir, la realizada en las mejores circunstancias debe ser como mínimo Xmin, y que en las peores circunstancias será preciso realizar ventas igual a Xmax para cubrir los costes fijos y variables.

El supuesto básico del análisis del punto de equilibrio es la igualación de los costes y los ingresos, pero en el caso específico de la actividad hotelera, el análisis del punto de equilibrio puede efectuarse tomando como base los diferentes indicadores turísticos de las principales áreas: alojamiento y gastronomía, que determinan el grueso de los ingresos y gastos hoteleros.

Cuando se habla de punto de equilibrio, en una empresa por ejemplo que produce bienes, la función de ingresos vendría dada por el precio del bien, y por la cantidad vendida o por vender, si se está proyectando. En el hotelería en específico se dificulta el poder expresar la función del punto de equilibrio en unidades. Los hoteles no venden unidades sino un servicio completo de alojamiento y gastronomía, entre otros. Por tanto, se debe usar otra fórmula que exprese el valor de los servicios, como se presenta más adelante.

Para la determinación del punto de equilibrio en empresas de servicios o de producción de amplios surtidos, se recomienda la utilización de otra fórmula donde en vez de unidades, éste se expresa en ingresos.

$$V^* = \frac{CF}{V - \frac{V}{CV}} \tag{3}$$

Donde:

V*: Punto de equilibrio en ingresos

V: Ingresos

Aplicando la misma lógica del método propuesto por Gil Lafuente, (1993) para la industria, pero adaptado a la actividad hotelera, se obtiene la fórmula (4):

$$[UR min; UR max] = \frac{[Cfmin; Cfmax]}{\frac{[[VN min; VN max](-)[CV min; CV max]]}{[VN min; VN max]}}$$
(4)

VN: Ventas netas

Mediante esta expresión se determinan el intervalo de las ventas o niveles de ingresos dentro del cual oscila el punto de equilibrio en un determinado período de tiempo.

7.3. Determinación del umbral de rentabilidad mediante la teoría de los subconjuntos borrosos

Clasificación de los costes y gastos del Complejo Hotelero

Los costes dependen de los ingresos, mientras que los gastos no varían con las ventas, sino que dependen de la capacidad de servicio del hotel dada fundamentalmente por el número de trabajadores, la administración y otros gastos de funcionamiento.

Clasificación de costos y gastos del Complejo Hotelero					
	Costos Fijos Costos Variables				
Salarios, Impuestos Costo de Mercancías y servicios vendi			de Mercancías y servicios vendidos		
	Salario	Gastronomía			
	Impuestos s/ Nómina	Alimentos			
Seguridad Social				Bebidas	
De	Depreciación y Amortización				

Gastos Fijos					
Otros (Otros Gastos				
Gastos de alimentos	Servicios de Asesoría y Consultoría				
Compensación 10 CUC	Servicios artísticos				
Gastos por Transporte Obrero	Otros Servicios				
Capacitación y Adiestramiento	Mermas y Deterioros				
Comisión Bancaria	Impuestos Varios				
Variación de Tasa de Cambio	Comisión p/compra de divisas				
Comisión de Tarjeta de Crédito	Cancelaciones de cuentas por cobrar				
Comunicación y mensajería	Bajas de Activos Fijos				
Arrendamiento de locales e Inmuebles	Lic. Comercial				
Alquiler de Equipos	Protección e higiene del trabajo				
Servicio de Protección Física	Otros				
Servicios Comunales y Fumigación					

Dentro de los costes fijos se encuentran los salarios, impuestos y seguros que no son más que los gastos que corresponden al impuesto sobre el uso de la fuerza de trabajo, la contribución a la seguridad social a corto y largo plazo, otros impuestos, tasas y contribuciones. Excluye el impuesto sobre las ventas y el impuesto sobre utilidades.

Dentro de los costes variables se encuentra el coste de las mercancías y servicios vendidos, que son los costes de las producciones terminadas, servicios prestados, trabajos ejecutados y mercancías vendidas entregadas a los clientes. Incluye el coste de adquisición de todos los productos gastronómicos que se ad-

quieren para la elaboración de los alimentos que se sirven a los clientes, y de las mercancías que se les vende sin elaboración alguna.

Dentro de la cuenta de otros gastos se registran aquellos que no corresponden a las actividades fundamentales de la empresa. No se incluyen los gastos financieros, pérdidas, faltantes ni gastos de años anteriores, pero sí los gastos por concepto de: comedores, cafeterías y actividades socio culturales, servicios no industriales prestados a trabajadores, gastos de capacitación para que los trabajadores alcancen hasta el noveno grado y mantenimiento y reparaciones corrientes de Activos Fijos Tangibles arrendados. También se registran en estas cuentas los gastos que asume la entidad por paralizaciones totales o parciales, por causas no imputables a la misma (falta de materias primas, materiales, combustibles o energía), así como los gastos de reparaciones generales, mantenimiento y reparaciones corrientes de los Activos Fijos Tangibles, (cuando la paralización exceda a tres meses y los importes de las reparaciones generales de dichos activos excedan la provisión creada para su financiamiento).

Sin embrago, no todos los gastos y costes tienen un comportamiento claramente definido como fijo o variable. Existen algunos costes semivariables, los cuales en su estructura presentan un componente fijo y otro variable, de acuerdo a los niveles de ingresos del hotel. La aplicación de la expresión (4) sólo incluye costes fijos y costes variables, por lo que resulta necesario separar los componentes fijo y variable en los costes semivariables. La parte fija se suma al resto de los costes fijos del hotel.

Para separar el componente fijo del componente variable se empleó la matriz de correlación del programa Eview, una herramienta de la estadística matemática, que brinda la posibilidad de conocer el grado de relación existente entre las variables, a través del coeficiente de correlación (r²), el cual representa la medida de bondad del ajuste global del modelo de regresión estimado. Mediante el indicador; coeficiente de regresión ajustado (R²) se determina la capacidad explicativa de la variable dependiente sobre la independiente. En este caso en específico se definen los costes antes mencionados en función de las ventas netas, el índice

de ocupación y los turistas días en ambas monedas en 24 observaciones mensuales pertenecientes a los años 2015 y 2016 en ambas monedas, obteniéndose 36 ecuaciones. A modo de ejemplo, a continuación, se detallan las ecuaciones pertenecientes a un costo semivariable (centro nocturno, en cuc) relacionado con los tres indicadores. El objetivo es determinar la ecuación de mayor R² pues será la de mejor ajuste y en función de ello separar el componente fijo del componente variable.

Centro Nocturno cuc=f (Ventas Netas cuc)
Centro Nocturno cuc=f (Turistas Días)
Centro Nocturno cuc=f (Ocupación)

Según los resultados estadísticos antes mencionados, se determina con qué indicador se relaciona mejor, si las variables dependientes siguen una función lineal con las independientes, así como determinar si los costos son totalmente semivariables o se pueden considerar finalmente como fijos.

En caso de que exista una relación lineal entre los costes y las ventas netas, o la ocupación, o los turistas días, es conveniente la utilización de la ecuación de la recta (y = a + bx). Esta es la forma más utilizada para determinar qué parte de los costes son fijos y qué parte de los costes son variables. Se considera que "a" representará la parte de los costes que tiene la empresa sea cual sea su nivel de actividad, es decir, los costes fijos., mientras que "b" representa el coste variable por unidad monetaria de ventas netas.

En correspondencia con el \mathbb{R}^2 de las ecuaciones efectuadas se demuestra que la relación más fuerte es con las ventas netas y a partir de aquí se observa la matriz de correlación y el gráfico lineal para las variables analizadas.

Los costes de centro nocturno en cuc y moneda total, lavandería cuc, luz, fuerza y agua en ambas monedas, materias primas y materiales en cuc y moneda total y otros costes mantienen un valor casi fijo en ambos años; excepto en el pico de la temporada, pero no afecta la poca fluctuación del mismo. El coeficiente de

correlación r² muy bajo de la matriz de correlación demuestra que existe muy poca relación entre estos costes y los indicadores antes mencionados, por lo que estos costes se pueden considerar como fijos. Los gastos de servicios de mantenimiento varían cada mes y dependen de diferentes factores, no solo de la ocupación de una habitación, sino de equipos que se van depreciando, existiendo roturas, algún incidente con el agua caliente o la electricidad de habitaciones, mantenimientos asociados a deterioro de áreas ya sea por mucho o poco uso, entre otros. Para ello, a menudo son precisas nuevas inversiones con el fin de cambiar equipamientos de habitaciones u oficinas. El coeficiente de correlación r² (-0.204883) de la matriz demuestra que no existe relación alguna entre este coste y las ventas netas, por lo que este coste se puede considerar igualmente fijo.

En el caso del servicio de lavandería en moneda total, en relación con las ventas netas en moneda total, el programa Eview arrojó la siguiente ecuación:

Lavandería =
$$3567,33 + 46,5$$
 Ventas Netas $R^2 = 0.73$

Se demuestra que este coste presenta un componente fijo y otro variable mediante la ecuación lineal presentada anteriormente.

Con la constante de la ecuación se establece el componente fijo mensual que al multiplicarlo por doce se añade al resto de los costos fijos del hotel.

Lavandería moneda tota	ıl	
	Año 2015	Año 2016
Componente fijo	42.808,01	42.808,01
Componente variable	131.455,40	228.391,99
Total	174.263,41	271.200,00

Determinación del umbral de rentabilidad

Después de analizar diferentes vías para el cálculo del umbral de rentabilidad por los multivariados precios con los que se operan en el Complejo Hotelero, se decide trabajar con la fórmula del punto de equilibrio en ventas.

Tabla 7.1. Cálculo del Umbral de Rentabilidad

Cálculo del Umbral de Rentabilidad del CHCH						
Indicadores	2015		2016	2016		
	CUC	MT	CUC	MT		
Ventas Netas	3 001 273	3 001 286	3 823 846	4 733 883		
Costes Variables	414 807	580 278	521 190	782 241		
Margen Bruto	2 586 466	2 421 008	3 302 656	3 951 642		
Costes y Gastos Fijos	1 148 990	3 151 592	1 572 239	3 561 448		
BAIT	1 437 476	-730 584	1 730 417	390 194		
Umbral de Rentabilidad	1 333 260	3 906 979	1 820 353	4 266 448		

La determinación del punto muerto sólo tiene sentido si se hace referencia a un periodo futuro, pero en un contexto de incertidumbre es necesario desarrollar un esquema que sea apto para obtener el umbral de rentabilidad en el ámbito de la incertidumbre para un período inmediato. Con este objetivo se siguen los siguientes pasos:

Paso 1: Con la información del plan del año 2016 y el cumplimiento de periodos anteriores se tiene una idea de posibles intervalos de confianza, por lo que se confecciona la encuesta para que los expertos determinen los niveles mínimo y máximo de ventas para el año actual.

Paso 2: Selección de expertos.

a. Se aplicó a todos los miembros del Consejo de Dirección.

Paso 3: Aplicación de la Encuesta.

a. Encuesta aplicada al Consejo de Dirección.

A cada experto se le pidió un criterio pesimista y uno optimista para los indicadores de ventas netas y costes variables, para el año 2016, como un porcentaje del plan.

Se encuestaron a 13 expertos en el tema, del Complejo Hotelero: director general, subdirector, auditor adjunto, directora económica, directora RRHH, director comercial, chef de cocina, jefe de recepción, jefe de compras, jefe de servicios técnicos, ama de llaves, informática y un especialista comercial, todos miembros del consejo de Dirección.

Paso 4: Procesamiento de la encuesta.

Tabla 7.2. Resultados de Encuesta #1

	Ventas	Ventas Netas		Variables
Expertos	Criterio Pesimista %	Criterio Optimista %	Criterio Pesimista %	Criterio Optimista %
1	95	100	90	85
2	90	95	90	85
3	90	120	90	80
4	97	110	90	85
5	100	125	100	85
6	95	110	103	92
7	101,6	110,6	101,5	100,5
8	90	150	110	100
9	93	108	101	82
10	95	105	100	90
11	80	100	100	80
12	100	125	105	95
13	100	120	90	85

Para comprobar el comportamiento de los datos se calcula el coeficiente de variación:

Tabla 7.3 Estadígrafos de dispersión.

Estadígrafos de dispersión.	Ventas Netas		Costes y Gastos totales		
	Criterio Pesimista %	Criterio Optimista %	Criterio Pesimista %	Criterio Optimista %	
Media	94,354	113,738	97,731	88,038	
Varianza (S2)	35,094	210,223	47,526	48,186	
Desviación(S)	5,924	14,499	6,894	6,942	
Coeficiente de Variación	0,063	0,127	0,071	0,079	

Este resultado demuestra que la variación de las opiniones entre expertos es mínima, por lo que se puede trabajar con ellos y escoger la media para determinar los intervalos de variación con respecto al real de las ventas netas y de los costes totales.

Paso 5: Cálculo del intervalo de confianza.

El siguiente paso es hallar los extremos de los intervalos. En el caso de las ventas netas el extremo mínimo se halla deduciéndole el 6% al real proyectado para 2016 y el extremo máximo sumándole el 14% al propio valor mencionado con anterioridad, ya que el promedio de expertos determinó que lo mínimo que se pueden cumplir las ventas con respecto al plan es del 94% y el posible sobrecumplimiento del 114%. En el caso de los costes fijos, estos se tomaron como constantes y para los costes variables se sigue el mismo procedimiento a partir de la media aritmética, con los datos correspondientes a este indicador.

Así se espera que:

• Las ventas netas se hallen en el intervalo [3 594 414; 4 359 184] unidades monetarias de cuc y [4 449 849; 5 396 626] en moneda total.

$$VN_{\text{cuc}} = [3\ 594\ 414;\ 4\ 359\ 184]$$

 $VN_{\text{mt}} = [4\ 449\ 849;\ 5\ 396\ 626]$

- Los costes fijos se mantienen igual a los contenidos en el plan, 1 572 238 cuc y 3 561 448 en moneda total.
- Los costes variables se hallen en el intervalo [458 647; 505 554] unidades monetarias de cuc y [688 372; 758 774] en moneda total.

$$CV_{\text{cuc}} = [458 647; 505 554]$$

 $CV_{\text{mt}} = [688 372; 758 774]$

Estas evaluaciones permiten obtener el umbral de rentabilidad. En efecto, aplicando la expresión (4):

$$UR_{cuc} = \frac{1572\ 238}{\left[[3\ 594\ 414;\ 4\ 359\ 184](-)[458\ 647;\ 505\ 554] \middle/ [3\ 594\ 414;\ 4\ 359\ 184] \right]}$$

$$= \frac{1\ 572\ 238}{\left[[3\ 088\ 860;\ 3\ 900\ 537] \middle/ [3\ 594\ 414;\ 4\ 359\ 184] \right]}$$

$$= \frac{1\ 572\ 238}{\left[0.71;\ 1.09 \right]}.$$

$$= [1\ 448\ 846;\ 2\ 218\ 837]$$

$$UR_{mt} = \frac{3561448}{\left[\left[4449849; 5396626 \right] (-) \left[688373; 758774 \right] \right] / \left[4449850; 5396626 \right]}$$

$$= \frac{3561448}{\left[\left[3691075; 4708253 \right] / \left[4449850; 5396626 \right] \right]}$$

$$= \frac{3561448}{\left[0,69; 1,06 \right]}$$

$$= \left[3365985; 5207102 \right]$$

Dado que el resultado el umbral de rentabilidad no será un punto, sino un intervalo de confianza, se concluye que el equilibrio se alcanza en las mejores circunstancias con ventas de \$1 millón 449 mil cuc y \$3 millones 365 mil en moneda total; mientras que, en las condiciones más desfavorables, será preciso alcanzar ventas de 2 millones 200 mil en cuc y 5 millones 200 mil para cubrir los costos y gastos fijos y variables.

A continuación, se sintetizan los resultados para mejor comprensión de lo analizado anteriormente:

Tabla 7.4 Umbral de Rentabilidad del Complejo Hotelero Centro Habana.

Indicadores	CUC		Moneda Total		
	Mín	Máx	Mín	Máx	
Ventas Netas	3 594 414	4 359 184	4449 849	5 396 626	
Costes Variables	458647	505 554	688 372	758 774	
Margen Bruto	3 088 861	3 900 537	3 691 075	4 708 253	
Costes Fijos	1 572 239		3 561 448		
BAIT	1 516 622	2 328 298	129 627	1 146 805	
Umbral de Rentabilidad	1 448 846	2 218 837	3 365 985	5 207 102	

Como el intervalo de confianza que se obtuvo como umbral de rentabilidad es muy amplio puede llegar a ser de escasa utilidad para la toma de decisiones. Puede parecer poco práctico decir que el umbral de rentabilidad se situará aproximadamente entre 1.45 y 2.2 millones en cuc y entre 3.3 y 5.2 millones en moneda total, y es posible que esto no sea suficiente.

A partir de aquí se propone un nuevo camino para darle solución al problema antes expuesto, basado en la teoría de los subconjuntos borrosos para reducir el intervalo representativo del umbral de rentabilidad.

Una vez obtenido el intervalo de confianza que representa el umbral de rentabilidad se sigue la siguiente metodología (adaptado del contraexpertizaje de (Gil, 1993)).

Paso 1: Confección de la encuesta.

a. Se pide a los expertos que expresen sus opiniones, mediante un sistema endecadario, señalando si se acerca o se aleja a uno de los extremos de la siguiente manera:

2da Encuesta a Expertos:

El intervalo definido según la primera encuesta al Consejo de Dirección del Complejo Hotelero para el Umbral de Rentabilidad es de:

```
[1 448 846; 2 218 836] = [a_1; a_2] en CUC
y de [3 365 985; 5 207 102] = [b_1; b_2] en Moneda Total.
```

Por la amplitud de los intervalos, se pidió a los expertos que señalaran si el Punto de Equilibrio se acercaba o se alejaba a uno de los extremos teniendo en cuenta las siguientes escalas:

Moneda cuc

```
0, para (a<sub>1</sub>)
0.1, prácticamente (a<sub>1</sub>)
0.2, casi (a<sub>1</sub>)
0.3, cercano a (a<sub>1</sub>)
0.4, más cerca de (a<sub>1</sub>) que de (a<sub>2</sub>)
0.5, tan cerca de (a<sub>2</sub>) como de (a<sub>1</sub>)
0.6, más cerca de (a<sub>2</sub>) que de (a<sub>1</sub>)
0.7, cercano a (a<sub>2</sub>)
0.8, casi (a<sub>2</sub>)
0.9, prácticamente (a<sub>2</sub>)
1, para (a<sub>2</sub>)
```

Moneda Total

```
0, para (b<sub>1</sub>)
0.1, prácticamente (b<sub>1</sub>)
0.2, casi (b<sub>1</sub>)
0.3, cercano a (b<sub>1</sub>)
0.4, más cerca de (b<sub>1</sub>) que de (b<sub>2</sub>)
0.5, tan cerca de (b<sub>2</sub>) como de (b<sub>1</sub>)
0.6, más cerca de (b<sub>2</sub>) que de (b<sub>1</sub>)
0.7, cercano a (b<sub>2</sub>)
0.8, casi (b<sub>2</sub>)
0.9, prácticamente (b<sub>2</sub>)
1, para (b<sub>2</sub>)
```

Paso 2: Selección de expertos.

a. Sólo se seleccionó a la Directora Económica y al Director General del Complejo Hotelero pues estos manejan más información que el resto de los miembros del Consejo de Dirección. Por ejemplo, tienen los resultados actualizados hasta el primer trimestre del año del cumplimiento de los ingresos; además, tienen mayor experiencia en el trabajo con los estados contables y son los principales decisores en cuanto a las acciones con el cumplimiento del plan de ventas.

Paso 3: Aplicación de la encuesta.

Paso 4: Se admite la siguiente correspondencia. Si el experto proporciona su opinión del número impreciso [1 448 846; 2 218 836] en cuc y [3 365 985; 5 207 102] en moneda total mediante $\alpha \in [0,1]$, significará que estima este número impreciso por:

1 448 846 + (2 218 836 – 1 448 846)
$$\alpha$$
 = 1 448 846 + 769 990 α
3 365 985 + (5 207 102 – 3 365 985) α = 3 365 985 + 1 841 117 α

De esta manera los expertos estimaron para cuc el número "cercano a (a_1) " y "prácticamente (a_2) "; para moneda total "prácticamente (b_1) " y "más cerca de (b_1) que de (b_2) ", se obtuvo:

Se concluye que el umbral de rentabilidad en las mejores circunstancias es de \$1 millón 700 mil en cuc y \$3 millones 550 mil en moneda total, mientras que, en las condiciones más desfavorables, será preciso alcanzar ventas de 2 millones 140 mil en cuc y 4 millones 103 mil para cubrir los costes y gastos fijos y variables.

(Gil, 1993) destaca que solo cuando se reduce la incertidumbre del intervalo de confianza representativo del umbral de rentabilidad se convierte en un punto, el punto muerto.

Si se desea una única estimación correspondiente a la opinión agregada de los expertos se podría determinar la media para cada moneda.

$$\overline{UR_{cuc}} = \frac{1679843 + 2141837}{2} = 1910840$$

$$\overline{UR_{mt}} = \frac{3550096 + 4102432}{2} = 3826264$$

Con la determinación de este umbral de rentabilidad reducido se puede determinar un nuevo BAIT:

Tabla 7.5 Cálculo del BAIT mediante punto de equilibrio.

Resultado en un punto					
	CUC	Moneda Total			
Punto de Equilibrio Ventas	1 910 840	3 826 264			
Plan Ventas	3 823 846	4 733 882			
CF	1 572 238	3 561 448			
CV	338 602	264 816			
BAIT	1 913 006	907 618			

A modo de conclusión se muestran a continuación la relación de los diferentes umbrales de rentabilidad hallados para poder compararlos.

Tabla 7.6 Resultado de cálculo de Umbral de Rentabilidad en diferentes métodos.

Método	Indicador	С	UC	Moneo	la total
Clásico	Punto de Equilibrio	1 820 353		4 266 448	
TSB	UR	1 448 846	2 218 837	3 365 985	5 207 102
TSB (contraexpertizaje)	UR	1 679 843	2 141 837	3 550 096	4 102 432
Valores medio del contraexpertizaje	Promedio de UR	1 910 840		3 826 264	

No basta con conocer el nivel de ventas necesarios para el cumplimento del plan y, por ende, la maximización de beneficios si esto no se traduce en utilidad para otras áreas del complejo hotelero como el caso de alojamiento, por lo que se procede a hallar el umbral de rentabilidad para determinado nivel ocupacional.

Hallar el umbral rentabilidad para diferentes áreas del complejo hotelero es una gran ventaja para el trabajo de todos los trabajadores; los prepara en aras de visualizar sus objetivos de cumplimiento del plan, por citar solo este ejemplo.

Metodología a seguir:

Paso 1: Determinar las ventas por concepto de alojamiento anuales.

- a. Según el estado de resultado proyectado para el año 2016 representan el 60% del total de ventas netas.
- Paso 2: Determinar precio de las habitaciones acordado con las agencias de viaje.
 - a. Promedio de \$35,00 en dependencia de la temporada, para la moneda cuc ya que es donde se operan los alojamientos.

Paso 3: Cálculo del porcentaje ocupacional

a. Se puede escribir de la siguiente forma:

$$Habitaciones \ días \ ocupadas = \frac{\text{Ventas de Alojamiento}}{Precio_{\text{habitación/día}}}$$

Así se espera que:

• Las ventas de alojamiento anual se hallan en el intervalo [2.156.648,94; 2.615.510,41] en cuc.

• Los precios de las habitaciones se hallan en el intervalo [29; 39] en unidades monetarias en cuc.

$$Precio_{hab} = [29; 39]$$

Estas evaluaciones permiten obtener el porcentaje de ocupación. En efecto:

Habitaciones días ocupadas =
$$\frac{[2.156.648,94; 2.615.510,41]}{[29; 39]} = [55299; 90190]$$

Porcentaje de ocupación =
$$\frac{[55299; 90190]}{106506}$$
 *100 = [52; 85]

El resultado del índice ocupacional no será un punto, sino un intervalo de confianza; por lo que se concluye que en las mejores circunstancias es de un 52%, mientras que, en las condiciones más desfavorables, será preciso alcanzar el 85% de ocupación.

7.4. Consideraciones finales

- La Teoría de Subconjuntos Borrosos es válida para el cálculo del Umbral de Rentabilidad cuando las condiciones del entorno son inciertas y se pronostica el futuro.
- Se predice para el 2016 un punto de equilibrio en ventas netas de 1 820 353 cuc y 4 266 448 en moneda total utilizando el método tradicional de punto de equilibrio. El umbral de rentabilidad se encuentra en los intervalos [1 000 449; 200 000] en cuc y [3 000 365; 5 200 000] en moneda total.
- Al reducir el intervalo de confianza según el trabajo con expertos, se concluye que el umbral de rentabilidad en las mejores circunstancias es de \$1 millón 700 mil en cuc y \$3 millones 550 mil en moneda total, mientras que, en las condiciones más desfavorables, será preciso alcanzar ventas de 2 millones 140 mil en cuc y 4 millones 103 mil para cubrir los costes y gastos fijos y variables.

- El Plan de utilidades proyectado por la entidad coincide dentro del intervalo de confianza calculado para el BAIT, por lo que esta investigación no se aleja de la realidad de la empresa.
- El índice ocupacional en temporada alta deberá mantenerse por encima de 52%, mientras que, en temporada baja, será preciso alcanzar el 85% de ocupación.

CAPÍTULO 8. APLICACIÓN DE LAS MATEMÁTICAS BORROSAS A LA EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS EMPRESARIALES DE OPERACIÓN

El estudio del riesgo empresarial se ha convertido en un elemento clave a tener en cuenta por la empresa en el desarrollo de su actividad. Son varios los factores que están provocando una mayor preocupación por la administración de los riesgos empresariales de operación, tanto a nivel internacional como en el contexto nacional. La irrupción de nuevas tecnologías, el aumento de la complejidad en los procesos productivos y tecnológicos, la existencia de mercados cada día más competitivos y exigentes en calidad, la búsqueda de nuevos productos y servicios, el aumento de las catástrofes naturales, las exigencias en el cumplimiento de legislaciones cada vez más estrictas, el efecto de la globalización y otras condiciones imperantes en el ámbito socio-económico internacional, entre otros, hacen necesaria una actitud proactiva de la administración de riesgos que brinde a los grupos de interés de la empresa una seguridad razonable sobre el cumplimiento de sus objetivos.

En los últimos años han sido elaborados varios documentos sobre la administración de los riesgos empresariales a nivel internacional. El Informe COSO, que en su primera versión fue el marco de referencia de resoluciones sobre el control interno en varios países, incluida Cuba, en su segunda versión brinda un marco para la administración de los riesgos empresariales.

La Resolución No. 297-2003 sobre el Control Interno, del Ministerio de Finanzas y Precios (MFP) constituye un documento de obligado cumplimiento que incluye la evaluación de riesgos como un componente del sistema de control interno. Para algunas empresas la aplicación de esta resolución ha constituido el marco en el que por vez primera realizan algunas de las actividades propias de la administración de los riesgos empresariales de operación.

Varios investigadores cubanos coinciden al confirmar la escasa cultura de administración de riesgos empresariales existente en el país. Las causas pueden ser diversas, pero las consecuencias son la exposición consciente o inconsciente a daños y pérdidas (económicas y no económicas), que, en última instancia, repercuten en la economía del país.

Es una realidad que en Cuba resulta insuficiente el conocimiento de las técnicas y procedimientos propios de la administración de riesgos por parte de los directivos y especialistas empresariales cubanos para poder llevar a cabo esta actividad con los resultados que se esperan de ella. Con el objetivo de dar cumplimiento a la citada Resolución del MFP, las direcciones de grupos empresariales y de grandes empresas han confeccionado metodologías que tratan de suplir la general falta de práctica en administración de riesgos. Sin embargo, esta solución no deja de ser provisional y no resuelve totalmente el problema, pues las mismas enfatizan más en buscar cierta uniformidad del proceso y de la información resultante, que en exponer la diversidad de técnicas que, en dependencia del lugar donde se realice y las condiciones propias de la unidad empresarial, evaluarían los riesgos con mayor rigor, contribuyendo a su eficaz administración.

Una característica de las técnicas actualmente utilizadas en la evaluación de riesgos es que el análisis de sus variables (frecuencia e intensidad) presupone la existencia de información estadística suficiente para aplicar la teoría de las probabilidades. Sin una cantidad determinada de datos sobre ocurrencias pasadas del riesgo y la cuantificación de sus daños cuando sea pertinente resultará casi imposible evaluar estas variables. Cabe entonces la pregunta: ¿qué métodos utilizan en la actualidad las empresas para evaluar los riesgos de operación? En el caso de que éstos se basen en las probabilidades, ¿se cumplen los supuestos que exige esta teoría para una mayor veracidad de los resultados?

Además de la insuficiencia de información, los riesgos de operación tienen la característica de que no siempre se identifican con el azar o aleatoriedad, sino con la incertidumbre, y ésta no puede ser "medida" ni tratada con las mismas técnicas con las que se trata la aleatoriedad. La búsqueda de solución al problema se encaminó entonces a la aplicación de técnicas, reconocidas en el ámbito académico, que permitieran trabajar con información incierta (puesto que los riesgos están referidos al futuro), y a la vez subjetiva: en ausencia de datos se convertía la opinión de expertos en la principal fuente de información.

La matemática borrosa o difusa es un cuerpo de conocimientos capaz de aportar herramientas que permiten trabajar adecuadamente en situaciones en las que la incertidumbre es el principal factor que dificulta la medición. La teoría de los subconjuntos borrosos, como dice Zadeh, su principal autor, es un paso hacia el acercamiento entre la precisión de las matemáticas clásicas y la sutil imprecisión real; es una parte de las matemáticas que se halla perfectamente adaptada al tratamiento tanto de lo subjetivo como de lo incierto; es un intento de recoger un fenómeno tal cual se presenta en la vida real y realizar su tratamiento sin intentar deformarlo para hacerlo preciso y cierto, Kaufmann y Gil Aluja (1986:18)

Se plantea como hipótesis de este trabajo que los riesgos empresariales de operación pueden y deben ser evaluados con métodos basados en herramientas de las matemáticas borrosas cuando no se disponga de la información necesaria para aplicar las probabilidades. Entre las variadas técnicas de las matemáticas borrosas aplicables a la administración de empresas en general, como muestra la bibliografía consultada, se escogió el método Fuzzy Delphi por incluir las ventajas del conocido método Delphi con un procesamiento de la opinión de expertos por medio de técnicas de las matemáticas borrosas.

8.1. Consideraciones teóricas sobre la administración de riesgos

La administración de riesgos se aplica desde hace mucho tiempo, aunque sus desarrollos matemáticos son más recientes y su concepción metodológica ha ido evolucionando hasta el presente, en que ha sido reconocida como una herramienta de la que no puede prescindir la dirección de una empresa en su empeño por lograr una mejora continua de sus procesos y alcanzar sus objetivos estratégicos.

En la presente década los esfuerzos se dedican al desarrollo de las capacidades humanas y tecnológicas para la administración de riesgos, al tiempo que ésta se consolida con un enfoque integral que va más allá de su marco inicial como componente del control interno. Tradicionalmente la administración de riesgos ha sido considerada como un proceso de tres etapas: identificación, evaluación o análisis, y control o tratamiento de riesgos. Aunque éstas pudieran llamarse "el núcleo" del proceso de la administración de riesgos, en la práctica su ejecución sin un nexo con la misión, la estrategia, los objetivos y en general, con la gestión empresarial, le resta eficacia en sus resultados.

El antiguo paradigma de la administración de riesgos comenzó a cambiar a mediados de la pasada década cuando sale a la luz la primera versión del estándar australiano neozelandés sobre administración de riesgos. Éste propone un proceso más detallado, que incluye, además de la identificación, análisis, evaluación y tratamiento de los riesgos, otras tareas que contribuyen a la incorporación de la administración de riesgos a la dirección estratégica de la organización. Estas tareas son: establecer el contexto, comunicar y consultar, y monitorear y revisar. La propuesta de COSO parte de la relación entre los objetivos de la entidad, los componentes del proceso de administración de riesgos y los niveles de la entidad.

La evaluación de riesgos es sólo una de las etapas de un proceso de administración de riesgos y su eficacia depende de la calidad con la que se desarrollan todas sus fases. No obstante se pone de manifiesto la importancia de disponer de los métodos apropiados.

8.2. Procedimiento para la evaluación de riesgos

Dada la importancia de esta etapa, se propone no sólo un orden metodológico para la evaluación, sino además las técnicas para hacerlo.

En concreto se plantean herramientas de las matemáticas borrosas como el método Fuzzy Delphi y el expertón. Las causas que justifican el empleo de dichas herramientas se pueden resumir en:

- Necesidad de utilizar la opinión de expertos: Gran número de empresas no cuentan con una base de datos sobre los riesgos que se han materializado en el pasado. Se sobreestima el valor de la información que aportan los estados financieros y otras fuentes estadísticas y, por el contrario, no se considera en su justa medida la opinión de expertos sobre el impacto y la frecuencia de los riesgos a la que se encuentra expuesta la organización.
- Flexibilidad de estas herramientas. Afirma Gil Lafuente (1993) que para dotar a la empresa de técnicas adecuadas para realizar previsiones acerca de su futuro en un contexto de incertidumbre, basta partir de instrumentos clásicos. "Se trata simplemente de aplicar a estos modelos clásicos unas técnicas nuevas cuyos cálculos matemáticos toman en consideración la incertidumbre¹⁴
- El método Fuzzy Delphi y los expertones se constituyen en medios que permiten, a partir de las opiniones subjetivas de varios individuos, obtener una estimación más acertada de las variables que determinan y componen el riesgo, permitiendo jerarquizarlos en función de su nivel. Cuando se plantea que la estimación es más acertada porque representa las opiniones de un número determinado de individuos que se califican como expertos, se refiere a que siempre tendrá más validez que la opinión de una sola persona, aunque ésta ocupe un alto cargo en la organización. Por otro lado, el resultado de la estimación tampoco constituye una verdad absoluta: sólo en el tiempo puede ser comprobada.

La evaluación de riesgos se realiza en dos momentos, los cuales se grafican en la figura 8.1

¹⁴ Gil Lafuente A. M. (1993). El análisis financiero en la incertidumbre. Editorial Ariel Economía, España, p.56

Pasos:

1. Selección de los expertos
2. Acuerdo sobre las escalas de las variables
3. Acuerdo sobre el número de rondas o el criterio de parada
4. Aplicación de las encuestas a los expertos
5. Agregación de la opinión de expertos
6. Repetición de los pasos 4 y 5 según acuerdo alcanzado en el paso 3
7. Cálculo del nivel de riesgo y jerarquización.

Riesgos
Seleccionados

Análisis Cuantitativo

Expertones

Figura 8.1. Proceso de Evaluación de Riesgos

Primer paso: Selección de los expertos.

El criterio de selección de los expertos para la calificación de las variables de los riesgos (frecuencia y consecuencias) es el conocimiento que tiene la persona sobre los procesos vinculados a cada objetivo al que se analizan los riesgos. Lo más importante en la selección es la calidad y no la cantidad. La elección como experto de una persona con conocimientos del proceso escasos o medios provocará afectaciones en el resultado del análisis.

Segundo paso: Acuerdos sobre las escalas de las variables frecuencia e intensidad.

La frecuencia y la intensidad de las consecuencias de un riesgo son variables que requieren diferentes escalas para su evaluación (o valuación). Estas escalas pueden variar en cuanto a la cantidad de niveles y a la nominación de estos niveles: mediante expresiones lingüísticas, valores numéricos o ambos. En esta

etapa de la evaluación se utilizan expresiones lingüísticas: leve, moderado, grave u otras, con tantos niveles como se estime necesario por el grupo.

Tercer paso: Acuerdo sobre el número de rondas o criterio de parada.

En el análisis cualitativo de las variables del riesgo suelen bastar dos rondas de encuestas para lograr un acercamiento entre las valuaciones vertidas por los expertos. No obstante, el grupo puede decidir otro criterio de parada, como por ejemplo: cuando no se observen cambios importantes en las opiniones de las dos últimas rondas. Si un experto tiene una apreciación muy alejada de las opiniones del resto de los expertos, y mantiene esa opinión en una segunda ronda, el equipo que dirige el proceso puede pedirle alguna explicación en forma indirecta e individual.

Cuarto paso: Aplicación de las encuestas a los expertos.

Se solicita a cada experto que califique tanto la frecuencia como el impacto para cada riesgo. Si la escala escogida es amplia, el experto tiene la libertad de expresar su opinión en un intervalo de niveles y no centrado en un solo nivel, tal como se aplican las encuestas tradicionalmente. Esta libertad da la posibilidad de recoger las opiniones tal y como piensan las personas, con sus dudas e imprecisiones, sin forzarlas a decidirse por un solo nivel de la escala.

Al final se dispondrá de n intervalos de confianza para cada variable y riesgo:

$$\begin{bmatrix} A_{1,j,l}^{(i)}, B_{1,j,l}^{(i)} \end{bmatrix} \qquad i = 1, 2, ..., n$$

$$j = 1, 2$$

$$1 = 1, 2..., m$$
(3.1):

donde:

i es el número del experto y n es el total de éstos, j = 1 representa la frecuencia y j = 2 el impacto de las consecuencias, l representa los riesgos y m es el total de ellos, el subíndice 1 corresponde a la primera ronda del proceso.

Quinto paso: Agregación de las valuaciones.

En esta fase del análisis se computan todas las valuaciones por variable y riesgo. Aquí se trata de "valuación" y no de "evaluación" pues los expertos han calificado las variables a través de intervalos de confianza que, mediante la técnica conocida como "expertón" podrán ser agregadas.

Dado que, en la primera ronda sólo se busca hallar la media de las valuaciones del grupo para cada variable y riesgo, así como las distancias entre cada valuación y esta media, y conociendo que la media de las observaciones coincide con la esperanza matemática del expertón, se puede obviar el cálculo de los expertones. Basta con realizar solamente los cálculos de las medias de los valores mínimos y máximos dados por los expertos para cada variable y riesgo, además de las distancias entre el intervalo de confianza medio así obtenido y los intervalos de confianza que representan las valuaciones de cada experto.

Se obtendrá para cada variable y riesgo el intervalo:

$$\left[A_{1j,l}^{(m)}, B_{1,j,l}^{(m)}\right] \tag{3.2}$$

donde:

$$A_{1,j,l}^{(m)} = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_{i,j,l}}{n}$$
 (3.3)

$$B_{i,j,l}^{(m)} = \frac{\sum_{i=1}^{n} B_{i,j,l}}{n}$$
(3.4)

Es necesario recordar que hasta este punto se ha trabajado con los valores de la escala, definidos del 0 al 10 para facilidad de los expertos. Tanto para construir el expertón como para calcular las distancias, se requiere que todas las observaciones (valuaciones de los expertos) se expresen en el intervalo [0,1]. Para ello basta dividir cada observación por el mayor valor de la escala (10 si se aplicó la escala endecadaria).

Entonces los intervalos quedarán definidos de la forma:

$$[A_{l,j,l}^{(i)}/k, B_{l,j,l}^{(i)}/k] = [a_{l,j,l}^{(i)}, b_{l,j,l}^{(i)}]$$
 (3.5)

siendo k el mayor valor de la escala (10 si se aplicó la escala de 11 niveles), y:

$$[a_{1j,l}^{(i)},b_{1,j,l}^{(i)}] \subset [0,1]$$

Los valores medios antes calculados también se expresan en el intervalo [0,1].

$$\left[A_{1,j,l}^{(m)}/k, B_{1,j,l}^{(m)}/k\right] = \left[a_{1,j,l}^{(m)}, b_{1,j,l}^{(m)}\right]$$
(3.6)

y:
$$\left[a_{1j,l}^{(m)}, b_{1,j,l}^{(m)}\right] \subset [0,1]$$

La distancia relativa entre los intervalos de confianza (3.5) y (3.6) estará dada por:

$$d_{1,j,l}^{(i,m)} = \frac{\left|a_{1,j,l}^{(i)} - a_{1,j,l}^{(m)}\right| + \left|b_{1,j,l}^{(i)} - b_{1,j,l}^{(m)}\right|}{2}$$
(3.7)

para cada variable, riesgo y experto.

Sexto paso: Segunda ronda de encuestas.

Cada experto recibe información sobre los promedios de los intervalos de cada variable y riesgo, y las distancias entre sus repuestas individuales en la primera ronda así como estos intervalos promedios. La encuesta es la misma, pero ahora cada persona tiene la libertad de confirmar o variar sus calificaciones anteriores.

Se obtendrán nuevos intervalos de confianza:

$$\left[A_{2,j,l}^{(i)}, B_{2,j,l}^{(i)}\right]$$
 $i = 1, 2, ..., n$ (3.8)

El subíndice 2 representa el número de la ronda.

Con las observaciones de los expertos llevadas a la escala [0,1] (dividiendo cada observación por k) se construyen los expertones con la ayuda de una hoja Excel. El cálculo de un expertón se explica en el capítulo 1. De cada riesgo se tendrán dos expertones: uno de la frecuencia y otro de la intensidad: F_l , I_l .

Séptimo paso: Cálculo del nivel de cada riesgo y jerarquización de los mismos. $N_{\scriptscriptstyle I}$

El nivel del riesgo se obtiene en forma de expertón (), multiplicando frecuencia por intensidad.

$$N_l = F_l \times I_l \tag{3.9}$$

La multiplicación de dos expertones se halla con el producto de los valores situados en la misma posición en ambos expertones.

Ya en este momento se puede hacer caer la entropía y calcular la esperanza

$$N_l$$

matemática del expertón N_l . La esperanza matemática de N_l será el intervalo de confianza $[n_{l,p}, n_{2,l}]$.

Los riesgos se ordenan de mayor a menor según su nivel. Para ello se calcula el SUPREMUM de los intervalos $[n_{1,p}, n_{2,l}]$, y las distancias entre cada uno de ellos y el SUPREMUM. El riesgo de mayor nivel será aquel que posea la menor distancia entre el intervalo de confianza que caracteriza su nivel y el SUPREMUM. Si se organizan estas distancias en orden ascendente, se obtendrá el orden de los riesgos en prioridad descendente.

Como resultado del análisis cualitativo se obtiene un orden jerárquico según la importancia de cada riesgo. El equipo responsable del proceso decidirá los riesgos que serán sometidos al análisis cuantitativo, los cuales serán aquellos cuyas consecuencias puedan ser cuantificadas y que clasifiquen entre los de mayor nivel.

Cuando las consecuencias de un riesgo no se pueden expresar en términos económicos (por ejemplo, riesgos como las afectaciones a la imagen y prestigio de la organización y la fluctuación de fuerza de trabajo especializada), si el nivel del riesgo sobrepasa el nivel aceptado por la empresa, las respuestas para el tratamiento se implementan sin realizar el análisis cuantitativo.

Los riesgos con niveles de frecuencia e intensidad menores no se desestiman totalmente. Simplemente no están dentro del grupo de los riesgos que más requieren de esfuerzos de control. A medida que lo permitan los recursos disponibles (tiempo, personas, dinero, materiales), estos se van incorporando al grupo de riesgos con tratamiento.

Análisis cuantitativo:

En este punto surge una interrogante: Si a partir del análisis cualitativo se obtiene una jerarquización de los riesgos, ¿para qué entonces es necesario un análisis cuantitativo de éstos? La respuesta es sencilla: si las medidas de tratamiento implican gastos, el nivel de éstos debe estar en correspondencia con las pérdidas que podrían producirse de tener lugar la ocurrencia del riesgo.

El análisis cuantitativo también se realiza con información dada por expertos mientras la empresa no cuente con estadísticas suficientes. Por tanto, también es válida la aplicación de la teoría de los subconjuntos borrosos, al menos hasta tanto se logre crear una base de datos suficiente para aplicar otros modelos.

El análisis cuantitativo sólo es aplicable a aquellos riesgos cuyo impacto es susceptible de ser expresado en valor. La definición de un intervalo de la cuantía del impacto de los riesgos dará a la dirección de la empresa información para decidir sobre la forma de controlar o tratar los riesgos que exigen la erogación de dinero.

El análisis cuantitativo implicará solamente a la variable impacto de las consecuencias del riesgo, puesto que la frecuencia fue calificada anteriormente. La secuencia de pasos es la siguiente:

- 1. Se solicita a algún especialista (o a varios) su apreciación sobre la cuantía de este impacto en caso de que el evento que constituye el riesgo se produjese. Cuando a un experto se le pide un valor sobre las pérdidas de un riesgo particular, éste suele tener dificultades para realizar tal predicción, y es lógico. Sin embargo, responderá sin vacilación si se le pide el valor mínimo que podría representar dicha pérdida y el máximo valor expuesto a pérdida. Su respuesta será el intervalo: [B₁, B₂], donde: B₁ es la menor pérdida que el riesgo podría ocasionar y B₂ indica la mayor pérdida posible por la ocurrencia del riesgo. En el caso de que varios especialistas hayan dado sus predicciones se tomará como B₁ el menor de todos los valores dados por los expertos y como B₂ el mayor de todos los valores dados.
- 2. La opinión de una sola persona, sobre todo si B₁ y B₂ son relativamente distantes, poco o nada ayudará a la dirección de la empresa a tomar una decisión respecto al riesgo i. Puede solicitarse a otros especialistas su valoración sobre el mismo hecho. El procedimiento del expertón también es aplicable. En este caso la escala toma las siguientes definiciones de sus niveles:

0	Para B_{I}
0.1	Prácticamente B_I
0.2	Casi B_I
0.3	Cercano a B_I
0.4	Más cerca de B_1 que de B_2
0.5	Tan cerca de B_1 como de B_2
0.6	Más cerca de B_2 que de B_I
0.7	Cercano a B ₂
0.8	Casi B_2
0.9	Prácticamente B_2
1	Para B_2

Se somete a la consideración de otros expertos (contraexpertos) la escala anterior y se les pide una valuación de las pérdidas. En caso de que el contraexperto quisiera dar su opinión fuera de los límites del intervalo, se tomaría un nuevo límite (o dos si fuera necesario) y se realizaría el proceso con el nuevo intervalo.

Cada contraexperto dará su opinión mediante un intervalo de confianza. Por ejemplo: [0.7, 0.9] si considera que las pérdidas serían cercanas a B_2 como mínimo y prácticamente B_2 a lo sumo. Con estas valuaciones se construye el expertón b_1 para cada riesgo.

3. Para obtener el intervalo que representa las opiniones de todas las personas consultadas, es decir, convertir el expertón en datos, habrá que calcular la esperanza matemática del R- expertón (B_I) para cada riesgo.

$$\varepsilon(\underline{B}_{l}) = B_{*l} (+) (B_{l}^{*} - B_{*l}) * \varepsilon(\underline{b}_{l})$$
(3.9)

donde:

 B_{*l} es el mínimo valor del intervalo y B_{l}^{*} es el máximo valor del intervalo.

8.3. Aplicación de las técnicas propuestas para la evaluación de riesgos. Caso: Sub-gerencia de Almacenes de una empresa de servicios de telecomunicaciones.

Aspectos fundamentales:

- a) Se adoptó la escala de la empresa, definida con 15 niveles, tanto para la frecuencia como para las consecuencias de los riesgos.
- b) Se definieron dos rondas de encuestas.
- c) Los riesgos (13) identificados y analizados por el grupo de expertos (9) mediante el procedimiento ya descrito, fueron jerarquizados de acuerdo a

- la matriz que exige la metodología aprobada por la empresa (de 15 x15) con cuatro categorías de prioridad y, además, en base a su nivel.
- d) El cálculo de las distancias de Hamming entre las opiniones de cada experto y el intervalo de distancia medio, reveló una disminución de las mismas en la segunda ronda, tanto en la variable frecuencia como en la variable consecuencias del riesgo.
- e) Para ordenar los riesgos en base a su nivel, se procedió a calcular el nivel de cada riesgo como el producto del expertón frecuencia por el expertón consecuencia, obtenidos en la segunda ronda de encuestas. La esperanza matemática del expertón nivel de riesgo es un intervalo de confianza, lo que permitió ordenarlos en forma descendente, atendiendo a su distancia respecto del SUPREMUM. El resultado obtenido fue el siguiente.

Tabla 8.1. Orden jerárquico de los riesgos de la subgerencia de almacenes atendiendo a su nivel.

Riesgos	Prioridad según matriz de la entidad	Extremo inferior del intervalo	Extremo superior del intervalo	Distancia al SUPREMUN	Distancias en orden decreciente	Riesgos ordenados	Lugar
1	Segunda	0,187	0,356	0,529	0,085	12	1
2	Segunda	0,274	0,407	0,390	0,127	8	2
3	Segunda	0,303	0,421	0,347	0,226	10	3
4	Segunda	0,210	0,374	0,487	0,267	5	4
5	Primera	0,323	0,481	0,267	0,347	3	5
6	Segunda	0,205	0,362	0,505	0,390	2	6
7	Tercera	0,211	0,334	0,527	0,487	4	7
8	Primera	0,299	0,645	0,127	0,505	6	8
9	Segunda	0,216	0,346	0,509	0,509	9	9
10	Primera	0,360	0,486	0,226	0,527	7	10
11	Cuarta	0,091	0,215	0,766	0,529	1	11
12	Primera	0,426	0,560	0,085	0,541	13	12
13	Tercera	0,133	0,398	0,541	0,766	11	13
SUPREMUM		0,426	0,645				

La diferencia en cuanto a resultado de ambos procedimientos consiste en la precisión en cuanto al orden que proporciona el método de la distancia entre intervalos de confianza. Este método, además, ilustra cuán cerca o distantes están dos riesgos consecutivos en el orden. Por ejemplo, los riesgos 6 y 9 tienen prácticamente la misma prioridad, pues sus distancias apenas difieren, mientras el riesgo 11 se encuentra bastante alejado del penúltimo riesgo en importancia.

De esta forma se confirma que el procedimiento es válido y superior en cuanto a la precisión en el orden de los riesgos.

8.4. Consideraciones finales

- La necesidad de aplicar las matemáticas borrosas a la evaluación de los riesgos de operación viene determinada por dos condiciones fundamentales: la insuficiente información disponible en las empresas para evaluar una gran parte de estos riesgos y los rápidos cambios que se producen en las empresas y su entorno. Este último factor provoca el no cumplimiento del supuesto de normalidad que exigen los modelos tradicionales de evaluación de riesgos, basados en la teoría de las probabilidades, y potencia la necesidad de utilizar la opinión de expertos. Su aplicabilidad a la evaluación de riesgos se sustenta en la naturaleza de éstos: la incertidumbre, así como en la subjetividad de la información de partida.
- El método Fuzzy Delphi es aplicable a la evaluación de los riesgos de operación, cuando la información es obtenida a partir de expertos. La agregación de las valuaciones mediante la técnica del expertón es válida tanto en el análisis cualitativo como en el cuantitativo y permite ordenar los riesgos estrictamente en función de su nivel.
- La participación de expertos tanto en la identificación como en la evaluación de riesgos y el procesamiento de sus opiniones con métodos borrosos confiere más veracidad a los resultados de la evaluación, en comparación

con la evaluación realizada por una sola persona, a la vez que contribuye a fomentar en la empresa una cultura de administración de riesgos.

• El procedimiento propuesto permite evaluar los riesgos con rigor a partir de las opiniones de expertos y aunque se fundamenta en una teoría no muy utilizada en las investigaciones económicas en el país, posee las ventajas de una operatoria matemática no compleja y operable sobre la aplicación Microsoft Excel.

CAPÍTULO 9.

GESTIÓN DE LAS CUENTAS POR COBRAR APLICANDO HERRAMIENTAS DE LA TEORÍA DE LOS SUBCONJUNTOS BORROSOS

Los recursos financieros de una empresa son limitados y requieren de una correcta administración. En el marco del perfeccionamiento del modelo económico cubano resulta de vital importancia la adecuada administración del capital de trabajo en las empresas, lo cual implica no solamente cuánto invertir en cada partida de activo circulante, sino, además, qué fuentes de financiamiento utilizar.

Las cuentas por cobrar forman parte de los activos circulantes de la empresa. Estas consisten en el crédito que una compañía otorga a sus clientes en la venta de bienes o servicios (Noriega-Castro, 2011). Generalmente son una inversión muy importante ya que representan aplicaciones de recursos que se transformarán en efectivo para terminar el ciclo financiero a corto plazo.

Entre los objetivos de la gestión de cobros se encuentran (Castillo-Sánchez, Blanco-Campins, Sánchez-Abreu, & Perez-Morfi, 2013):

- Diagnosticar las causas principales, tanto internas como externas, de los problemas en la gestión de las cuentas por cobrar.
- Reducir el nivel de riesgos derivados del crédito a clientes, mediante un proceso que permita garantizar la adecuación de los niveles de riesgo a conceder y una vez concedido este, asegurar su cobro en la forma y el plazo establecido
- Permitir mejorar el flujo de efectivo de la empresa mediante la realización del cobro en los plazos acordados.
- Mejorar el servicio al cliente, a través de una mayor eficiencia para la detección y solución de los problemas o incidencias surgidos en la relación comercial

El presente trabajo indaga solamente en la primera parte del análisis: la determinación de las causas principales de los problemas que inciden en la gestión de las cuentas por cobrar, mediante un enfoque de administración de riesgos. Para ello se utiliza un procedimiento basado las matemáticas borrosas propuesto por la autora.

9.1. La gestión de cuentas por cobrar

Para las empresas es más factible cobrar al contado a la hora de efectuar una venta. Sin embargo, la competencia se hace cada vez más fuerte en los mercados y una vía para poder lidiar con ellas es brindar la posibilidad de otorgar un crédito con la finalidad de aumentar la cartera de clientes ante la facilidad de pago. El nivel de cuentas por cobrar de una organización depende del entorno económico y de las políticas de crédito de la misma.

En la economía cubana, no siempre el otorgamiento de crédito comercial a los clientes está relacionado con la existencia de empresas competidoras, sino que es una práctica comercial habitual, utilizada en un importante número de empresas sin valoraciones de rentabilidad – riesgo. Las condiciones del entorno país también influyen en los altos niveles de crédito que ofrecen las empresas, estatales en su gran mayoría.

El crédito comercial, como casi todas las decisiones en el ámbito financiero, origina beneficios y costes a la empresa. Los beneficios surgen como consecuencia del aumento de las ventas, mientras que los costes van a estar vinculados a los gastos asociados al cobro, a las pérdidas por cuentas incobrables y con morosidad, así como por los costes financieros de oportunidad al no poder invertir estos recursos en otras actividades. A la hora de gestionar los cobros en la empresa se debe buscar el equilibrio entre los costes y los beneficios que se pueden generar. Esta dicotomía refuerza la necesidad de tomar decisiones acertadas y establecer una política de crédito que potencie los beneficios sobre los costes y los gastos.

Las posibles políticas de cobro son:

- Política flexible, que brinda facilidades a los clientes con lo cual la empresa, aunque venderá más incurrirá en gastos administrativos y financieros más elevados.
- Política restrictiva en la concesión de créditos a clientes logrando así minimizar los costos administrativos y financieros, pero disminuirán también las ventas.

Tomar la decisión de qué política definir para una empresa presupone la existencia de información sobre los posibles incrementos (o disminuciones) que se producirán en las ventas si se adopta una u otra política, lo cual no siempre es posible. En ocasiones no se define una política determinada por falta de conocimiento, principalmente en las pequeñas y medianas empresas donde hay carencia de personal con preparación en temas financieros. Todo ello conlleva a riesgos en el cumplimiento de los objetivos que persigue la empresa con respecto a la gestión del crédito comercial.

La identificación de los problemas, su evaluación y medidas de control constituyen el núcleo de la administración de los riesgos asociados a la gestión de cuentas por cobrar. Los expertos son capaces de identificar las causas que dan lugar a los problemas o que dificultan el logro de los objetivos de la gestión de cobros, pero no resulta sencillo establecer las relaciones de causalidad sin que prevalezca la subjetividad. Para ello se precisa encontrar modelos que ayuden al empresario a tomar decisiones acertadas en condiciones de incertidumbre, principalmente cuando la información disponible es subjetiva.

9.2. Identificación y evaluación de riesgos en la gestión comercial

La identificación y evaluación de riesgos operacionales puede realizarse mediante la siguiente secuencia de pasos:

Primer paso: Selección de los expertos.

El criterio de selección de los expertos para la identificación y calificación de las variables de los riesgos (frecuencia y consecuencias) es el conocimiento que tiene la persona sobre los procesos vinculados a cada objetivo al que se le analizan los riesgos. Lo más importante en la selección es la cualidad y no la cantidad. La elección como experto de una persona con conocimientos del proceso escasos o medios, provocará afectaciones en el resultado del análisis.

Segundo paso: Concienciación del grupo de expertos sobre los objetivos – metas del área.

También se identifican los riesgos que afectan el cumplimiento de estos objetivos mediante tormenta de ideas. Reducción del listado.

Tercer paso: Acuerdos sobre las escalas de las variables frecuencia e intensidad.

La frecuencia y la intensidad de las consecuencias de un riesgo son variables que requieren diferentes escalas para su evaluación (o valuación). Estas escalas pueden variar en cuanto a la cantidad de niveles y a la denominación de estos niveles: mediante expresiones lingüísticas, valores numéricos o ambos. En esta etapa de la evaluación se utilizan expresiones lingüísticas: leve, moderado, grave u otras, con tantos niveles como se estime necesario por el grupo. También se debe llegar a un acuerdo sobre el número de ronda o criterio de parada.

Cuarto paso: Aplicación de las encuestas a los expertos.

Se solicita a cada experto que califique tanto la frecuencia como el impacto para cada riesgo. Si la escala escogida es amplia, el experto tiene la libertad de expresar su opinión en un intervalo de niveles y no centrado en un solo nivel, tal como se aplican las encuestas tradicionalmente. Esta libertad da la posibilidad de recoger las opiniones tal y como piensan las personas, con sus dudas e imprecisiones, sin forzarlas a decidirse por un solo nivel de la escala.

Al final se dispondrá de n intervalos de confianza para cada variable y riesgo:

$$[A_{1,j,l}^{(i)}, B_{1,j,l}^{(i)}]$$
 $i = 1, 2, ..., n$ (4.1)
 $j = 1, 2$
 $l = 1, 2, ..., m$

donde:

i es el número del experto y n es el total de éstos,

i = 1 representa la frecuencia $v_i = 2$ el impacto de las consecuencias.

l representa los riesgos y m es el total de ellos,

el subíndice 1 corresponde a la primera ronda del proceso.

Quinto paso: Agregación de las valuaciones.

En esta fase del análisis se computan todas las valuaciones por variable y riesgo. Aquí se trata de "valuación" y no de "evaluación" pues los expertos han calificado las variables a través de intervalos de confianza que, mediante la técnica conocida como "expertón" podrán ser agregadas.

Dado que, en la primera ronda sólo se busca hallar la media de las valuaciones del grupo para cada variable y riesgo, así como las distancias entre cada valuación y esta media, y conociendo que la media de las observaciones coincide con la esperanza matemática del expertón, se puede obviar el cálculo de los expertones en esta primera ronda y realizar solamente los cálculos de las medias de los valores mínimos y máximos dados por los expertos para cada variable y riesgo, además de las distancias entre el intervalo de confianza medio así obtenido y los intervalos de confianza que representan las valuaciones de cada experto.

Se obtendrá para cada variable y riesgo el intervalo:

$$A_{l,j,l}^{(m)}, B_{l,j,l}^{(m)}$$
 (4.2)

donde:

$$A_{1,j,l}^{(m)} = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_{i,j,l}}{n}$$
(4.3)

$$B_{1,j,l}^{(m)} = \frac{\sum_{i=1}^{n} B_{i,j,l}}{n}$$
(4.4)

Los intervalos quedarán definidos de la forma:

$$\left[A_{1,j,l}^{(i)}/k, B_{1,j,l}^{(i)}/k\right] = \left[a_{1j,l}^{(i)}, b_{1,j,l}^{(i)}\right] \tag{4.5}$$

siendo k el mayor valor de la escala (10 si se aplicó la escala de 11 niveles), y:

$$[a_{1j,l}^{(i)},b_{1,j,l}^{(i)}] \subset [0,1]$$

Los valores medios antes calculados también se expresan en el intervalo [0,1].

$$\left[A_{1j,l}^{(m)} / k, B_{1,j,l}^{(m)} / k \right] = \left[a_{1,j,l}^{(m)}, b_{1,j,l}^{(m)} \right]$$
 (4.6)
y:
$$\left[a_{1j,l}^{(m)}, b_{1,j,l}^{(m)} \right] \subset [0,1]$$

La distancia relativa entre los intervalos de confianza (4.5) y (4.6) estará dada por:

$$d_{1,j,l}^{(i,m)} = \frac{\left| a_{1,j,l}^{(i)} - a_{1,j,l}^{(m)} \right| + \left| b_{1,j,l}^{(i)} - b_{1,j,l}^{(m)} \right|}{2}$$
(4.7)

para cada variable, riesgo y experto.

De cada riesgo se tendrán dos expertones: uno de la frecuencia y otro de la intensidad: F_l , I_l .

Sexto paso: Cálculo del nivel de cada riesgo y jerarquización de los mismos.

El nivel del riesgo se obtiene en forma de expertón (N_l), multiplicando frecuencia por intensidad.

$$N_l = F_l \times I_l \tag{3.9}$$

La multiplicación de dos expertones se halla multiplicando los valores situados en la misma posición en ambos expertones.

Ya en este momento se puede hacer caer la entropía y calcular la esperanza matemática del expertón $\sum_{l}^{N_l} l$. La esperanza matemática de $\sum_{l}^{N_l} l$ será el intervalo de confianza $[n_{l,l}, n_{2,l}]$

Los riesgos se ordenan de mayor a menor según su nivel. Para ello se calcula el SUPREMUM de los intervalos $[n_{1,l}, n_{2,l}]$ y las distancias entre cada uno de ellos y el SUPREMUM. El riesgo de mayor nivel será aquel que posea la menor distancia entre el intervalo de confianza que caracteriza su nivel y el SUPREMUM. Si se organizan estas distancias en orden ascendente, se obtendrá el orden de los riesgos en prioridad descendente.

El ordenamiento de los riesgos en orden de prioridad es un paso muy importante para la implementación de las actividades de control de riesgos, pero no garantiza que se hayan considerado todas las relaciones de incidencia de primer y segundo orden.

La aplicación se realizó en la empresa comercial Mayabeque, dedicada a la comercialización de rones, licores y otros derivados de la industria azucarera.

Los expertos (especialistas y gerentes de la entidad) identificaron cuatro riesgos en la gestión del crédito comercial. Se aplicó el procedimiento antes descrito y se obtuvo que el orden de prioridad en la atención y financiación de medidas de control de tales riesgos es: Prioridad 1: Riesgo: Exceso de ventas a crédito

Prioridad 2: Riesgo: Período medio de cobro que excede el plazo de crédito otorgado

Prioridad 3: Riesgo: Liquidez de los clientes

Prioridad 4: Riesgo: Conocimiento de herramientas financieras por parte del personal del área.

Se obvian los detalles de la evaluación, ya que han sido tratados con anterioridad 14

9.3. Aplicación de la Teoría de los efectos olvidados a la gestión del crédito comercial

A pesar de un buen sistema de control, siempre surge la posibilidad de dejar de considerar u olvidar de forma voluntaria algunas relaciones de causalidad que no siempre resultan explicitas, evidentes o visibles, y normalmente no son percibidas directamente. (Gil Lafuente & Barcellos de Paula, 2010). Es habitual que aquellas relaciones de incidencia queden ocultas por tratarse de efectos sobre efectos, existiendo pues una acumulación de causas que las provocan. En el ámbito de la gestión del crédito comercial, resulta de vital importancia no olvidar ninguna relación de causalidad que pueda poner en riesgo la salud financiera de la empresa.

Para determinar la relación de causalidad entre los objetivos del departamento de crédito en una pequeña empresa comercial y las causas que inciden en los mismos se aplica la Teoría de los Efectos Olvidados, técnica de tratamiento secuencial que permite relacionar causas y efectos elaboradas a partir de matrices de incidencia para obtener o recuperar los elementos que no tomaron en cuenta los

¹⁴ Ver: (Blanco Campins, Evaluación de riesgos de operación con matemáticas borrosas, 2012)

expertos por tratarse de incidencias ocultas o indirectas. Se toman como referencia los trabajos de (Kaufmann & Gil Aluja, 1989) y (Gil Lafuente & Barcellos de Paula, 2010) para la aplicación de la teoría de los efectos olvidados.

La aplicación en la empresa comercial Mayabeque comenzó con la identificación y evaluación de riesgos en la gestión de las cuentas por cobrar. A estos riesgos, que no son más que los hechos que pueden potenciar o limitar el cumplimiento de los objetivos propuestos, se les trata como las causas que inciden en los objetivos (efectos).

El trabajo con los expertos permitió definir como objetivos o metas de la gestión del crédito comercial los siguientes.

- E 1. Tener definida una política financiera fundamentada
- E 2. No tener cuentas por cobrar fuera de término
- E 3. Mantener la liquidez de la empresa por el cobro oportuno de las cuentas por cobrar.

A su vez, las causas fueron enumeradas según la prioridad con que fueron clasificadas en su evaluación como riesgos:

- C 1. Exceso de ventas a crédito.
- C 2. Período medio de cobro que excede el plazo de crédito otorgado
- C 3. Liquidez de los clientes
- C 4. Conocimiento de herramientas financieras por parte del personal del área.

Los expertos expresaron sus opiniones sobre los niveles de incidencia mediante la siguiente escala:

0	Sin incidencia
0.1	Prácticamente sin incidencia
0.2	Casi sin incidencia
0.3	Muy débil incidencia
0.4	Débil incidencia
0.5	Mediana incidencia
0.6	Incidencia sensible
0.7	Bastante incidencia
0.8	Fuerte incidencia
0.9	Muy fuerte incidencia
1	La mayor incidencia

Las opiniones de los expertos sobre las incidencias de C (causas) sobre E (efectos) se presenta en la matriz M:

		e1	e2	e3
	c1	0	0,8	0,8
M =	c2	0,3	0,8	0,7
	c3	0,1	0,8	0,8
	c4	0,9	0,3	0,2

A su vez, la incidencia de las causas sobre sí mismas se presenta en la matriz A:

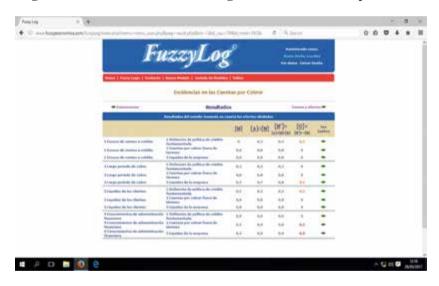
		c1	c2	c3	c4
	c1	1,0	0,7	0,1	0,1
A =	c2	0,4	1,0	0,7	0,2
	c3	0,3	0,8	1,0	0,0
	c4	0,8	0,1	0,0	1,0

La matriz de incidencia de los efectos entre sí quedó de la siguiente forma:

		e1	e2	e3
	e1	1,0	0,7	0,7
E =	e2	0,1	1,0	0,8
	e3	0,1	0,3	1,0

Se procesó la información con el software FuzzyLog, obteniéndose los resultados que se muestran en la figura 9.1

Figura 9.1. Efectos olvidados en la gestión de las cuentas por cobrar



Pude apreciarse que los efectos olvidados son de poca significación. Sólo merece atención la incidencia de los conocimientos de administración financiera en la liquidez de la empresa con un valor de 0.6, y la incidencia de esta misma causa sobre las cuentas por cobrar fuera de término (0.5).

Los expertos consideraron que el nivel de conocimientos del personal del departamento de Finanzas casi no tenía incidencia sobre la liquidez de la empresa, lo cual es lógico, pues la liquidez de una empresa depende en mayor medida de otros factores, como las decisiones de inversión en activos circulantes y las decisiones de financiación con recursos permanentes. Sin embargo, olvidaron que este nivel de conocimientos (sobre todo si es bajo), incide fuertemente en la a realización de ventas a crédito en exceso, lo que a su vez también tiene una fuerte incidencia en que existan cuentas por cobrar fuera de término, tal como se aprecia en la figura 9.2.

Figura 9. 2. Efectos olvidados en la incidencia de los conocimientos de administración financiera en la liquidez de la empresa



La explicación del otro efecto olvidado significativo, con valor de 0.5, tiene una explicación similar. En la figura 9.3 se puede apreciar esta relación.

Figura 9.3. Efectos olvidados en la incidencia de los conocimientos de administración financiera en las cuentas por cobrar fuera de término



Aunque esta aplicación es de por sí un caso sencillo, permite demostrar la necesidad de complementar el estudio de los riesgos, la determinación del orden de prioridad en que deben ser atendidos y controlados, con la metodología de los efectos olvidados.

La evaluación de los riesgos de la gestión de las cuentas por cobrar mediante las opiniones de expertos dio prioridad cuatro (4) a los conocimientos sobre administración financiera que poseen los empleados del departamento de Finanzas, mientras que la aplicación de la teoría de los efectos olvidados demostró que existen relaciones de causalidad relativamente fuertes entre esta causa y uno de los objetivos de la empresa que es la liquidez.

Es por esa razón que entre las medidas de control de riesgos deben incluirse acciones de capacitación en administración financiera a todo el personal del departamento de Finanzas de la entidad.

9.4. Consideraciones finales

- La aplicación demuestra la necesidad de la aplicación de la teoría de los efectos olvidados.
- El estudio de las incidencias causa efecto complementa la evaluación de riesgos.
- La prioridad en el control varía con la aplicación de la teoría de los efectos olvidados.
- Los riesgos del crédito pueden ser evaluados con técnicas de matemáticas borrosas.
- La definición de la prioridad del riesgo facilita la toma de decisiones para su control.
- La gestión del crédito comercial influye en la liquidez de la empresa.

CAPÍTULO 10. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE PROVEEDORES CON HERRAMIENTAS DE LA TEORÍA DE LOS SUBCONJUNTOS BORROSOS

Bajas tasas de crecimiento del PIB mundial, crisis económico-financieras, globalización, riesgos e incertidumbre, por un lado, y un desarrollo de las empresas cada vez más subordinado a su capacidad de acción y reacción ante entornos sumamente competitivos, por otro; son algunos de los factores que han conducido, tanto a las grandes multinacionales como a las pequeñas y medianas empresas, a concentrar sus esfuerzos en la minimización de los costos y en el desarrollo de estrategias que permitan mejorar el desempeño económico-competitivo.

Consecuentemente, las actividades relacionadas con la logística empresarial han cobrado una significativa relevancia; pues las circunstancias mencionadas junto al crecimiento exponencial de las exigencias de los clientes, han llevado a las empresas a priorizar la efectividad de cada uno de los eslabones que componen el sistema logístico.

La gestión de aprovisionamiento constituye el primero de estos eslabones, en el que se establecen las relaciones entre el proveedor y el cliente, y se aseguran los recursos necesarios para la producción de bienes o la prestación de servicios; y dentro de esta una eficaz y eficiente gestión de compras, garantiza que los insumos sean de calidad, con las mejores condiciones de entrega, plazo, etc., siendo determinante trabajar con los mejores proveedores.

Ante estas realidades, Cuba asume la evaluación de proveedores como uno de los aspectos que requiere de mayor atención en el país, con vistas a fortalecer la cartera de proveedores de las empresas, logrando de esta forma una mayor racionalidad en la gestión importadora y la consolidación del poder de compra del país.

Evidentemente ante esta situación, se convierte en una necesidad imperiosa para las empresas cubanas alcanzar estándares más competitivos. En este sentido, en el presente capítulo se propone un procedimiento efectivo de evaluación de proveedores basado en el enfoque multicriterio y empleando herramientas de la teoría de los subconjuntos borrosos, que contribuya, a su vez, al perfeccionamiento de la gestión de compras en las empresas cubanas.

10.1 Evaluación de proveedores

La selección de los proveedores involucra múltiples criterios; lo que genera conflictos a la hora de decidir cuáles son los que realmente definen la idoneidad del proveedor y del método a utilizar para evaluar su desempeño.

Cada empresa diseña o adopta un proceso de selección determinado, en función de sus necesidades. No obstante, independientemente del procedimiento escogido por la entidad, siempre se procura durante el mismo, la validación de proveedores con las competencias para satisfacer adecuadamente los requerimientos de la empresa.

En esta dirección, se desencadenan un conjunto de pasos, a través de los cuales, se profundiza ascendentemente en las particularidades del proveedor objeto de estudio. Esto conlleva a una reducción paulatina del listado de los mismos, hasta establecer los proveedores finales con los que la empresa negociará sus compras y firmará sus contratos.

Para desarrollar una correcta evaluación, se hace necesario en primera instancia seleccionar los criterios a utilizar en la misma; luego ponderarlos según el nivel de importancia y por último calcular la puntuación correspondiente a cada proveedor.

En correspondencia a los resultados obtenidos, los proveedores se agrupan en categorías que se emplean como base para la adjudicación de contratos, la realización de compras o la posible suspensión de vínculos comerciales.

Existen cuatro criterios considerados básicos en un proceso de evaluación de proveedores (Santos, 2000):

 Precio: debe estar definido por unidad de producto e incluir conceptos tales como manipulación, transporte, etcétera, así como las especificidades necesarias si son productos de importación.

- Calidad: optimizar en este sentido según los requerimientos de la organización
- Condiciones de pago: la negociación en este caso depende de la posición de la empresa en el mercado y la forma de pago final dependerá de los tipos de contratos establecidos con los proveedores.
- Plazo de entrega: debe ser lo más pequeño posible para trabajar con una menor cartera de pedidos y tener una menor financiación comprometida. Además debe ser fiable para no tener que mantener niveles muy altos del inventario de seguridad, incurriendo así en mayores costos de conservación. Para lograr plazos adecuados debe conocerse la evolución de la demanda y así poder negociar con el proveedor la cantidad y frecuencia de los pedidos.

De igual forma, existen otros criterios como: volumen de compras; flexibilidad; fiabilidad de la información; solidez financiera; forma de pago; estabilidad; **imagen; garantías; f**altantes en la entrega; entre otros. No obstante, no se debe generalizar una lista de criterios exclusivos a aplicar en una entidad, se recomienda crear una lista inicial en correspondencia a las funciones básicas que realice la entidad y en dependencia de las circunstancias específicas, modificarla prestando atención a los criterios que son más importantes en ese caso.

En este sentido existen diversos métodos que permiten realizar las evaluaciones y la selección posterior del proveedor, cada autor los emplea acorde a las características del producto, la industria o el tipo de mercado. Algunos métodos han sido casos especiales de aplicación en ciertos sectores industriales, tales como el de Chen enfocado a la industria textil, Vinodh en la industria manufacturera y Zeydan en la industria automotriz (De Bóer, Labro, & Morlacchi, 2011). Por su parte los métodos se nutren de diversas técnicas entre las que se destacan: el Data Envelopment Analysis (DEA); la programación matemática; el Analytic Hierarchy Process (AHP) y Case-Based Reasoning (CBR); el Analytic Network Process (ANP) y lógica difusa. De la misma forma, se han empleado algoritmos genéticos y la Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART).

10.2. Desarrollo del procedimiento para la evaluación de proveedores

La metodología propuesta parte de un procedimiento multicriterio desarrollado por Ortiz Torres (2004) para la selección y evaluación de los proveedores, el cual plantea a grandes rasgos, la valoración cualitativa y/o cuantitativa de un conjunto de parámetros (7), que variarán en dependencia de las características de la organización objeto de estudio, de la disponibilidad de información estadística sobre el comportamiento del parámetro, y de la naturaleza del mismo.

El procedimiento propuesto consta de 4 etapas: primeramente se elegirán los expertos que participarán en las evaluaciones; luego se llevará a cabo la determinación de los parámetros a tener en cuenta para evaluar; posteriormente se aplicarán las encuestas a los expertos según los criterios seleccionados, y por último se efectuará la evaluación de los proveedores en función del procesamiento de las encuestas aplicadas, mediante el uso de herramientas de matemática borrosa; tal como se muestra en la figura 10.1.

Etapas para la evaluación de proveedores Evaluación de Diseño y aplicación de encuestas Cálculo de Determinación expertones de parámetros Cálculo de Selección distancias de de Hamming expertos

Figura 10. 1. Etapas para la evaluación de proveedores

Etapa 1: Selección de expertos.

Una correcta selección de los expertos con es crucial, pues los mismos comprometen la eficacia del proceso de evaluación. En este sentido es importante determinar quiénes y cuántos se involucrarán en cada una de las etapas del procedimiento propuesto.

Según diversos autores (Kaufmann & Aluja 1992; Kaufmann & Aluja 1993; Blanco 2007 y García 2010) la cantidad de expertos es indiferente; lo más importante en la selección de los mismos es la cualidad y no la cantidad. Se trata de escoger a aquellos expertos que tengan mayor conocimiento tanto teórico como práctico sobre el tema objeto de investigación.

El resultado final de este paso es un listado de las personas que actuarán como expertos en las etapas 2 y 3 de la metodología antes mencionada. Resulta necesario destacar que no necesariamente son los mismos expertos los que participan en cada proceso, depende de lo que se pretenda evaluar en cada caso concreto.

Etapa 2: Determinación de parámetro.

La selección de los parámetros a considerar durante la evaluación de proveedores, es un paso determinante, ya que de ello depende el éxito de todo el proceso, ello estará en correspondencia con las necesidades de la empresa, por lo que estos pueden variar de una empresa a otra.

Se recomienda utilizar los que plantea el procedimiento multicriterio desarrollado por Ortiz Torres (2004), a los que se podrán agregar o suprimir todos aquellos que se deseen, siempre en dependencia de los intereses del consumidor final de la investigación.

Etapa 3: Diseño y aplicación de encuestas.

Como plantea la Dra. Blanco (2007), el trabajo con los expertos permite realizar la valuación de una variable sin descartar todo el grado de "vaguedad" que caracteriza al pensamiento humano.

El objetivo principal al establecer las encuestas es que los expertos expresen su valuación con relación a los parámetros seleccionados en el paso anterior, para cada uno de los proveedores objeto de estudio, así como asignar el nivel de importancia a cada criterio en correspondencia con las características de la entidad. Todo esto con el fin de arribar a una evaluación final de los proveedores.

En el diseño de las encuestas se ha tomado en consideración emplear dos variables: "comportamiento" e "importancia". Con la primera se pretende evaluar precisamente el comportamiento de cada uno de los parámetros seleccionados previamente, en los proveedores objeto de estudio. Con la segunda se busca ponderar dichos criterios con el objetivo de establecer la importancia relativa de cada uno de ellos a la hora de evaluar a los proveedores objeto de estudio.

Un aspecto que reviste vital importancia, con vistas a que los resultados respondan a los requerimientos de la investigación, es dejar bien clara la correspondencia semántica de las variables, en correspondencia con la escala utilizada.

Una vez elaborados los cuestionarios, éstos se distribuirán de manera individual a los expertos. De esta forma se pide a cada experto que califique la variable "comportamiento" para cada uno de los parámetros respecto a cada proveedor objeto de estudio. Igualmente se les solicita que califiquen la variable "importancia" para cada uno de los parámetros escogidos.

Esto conducirá a disponer de *n* intervalos de confianza para la variable "comportamiento" respecto a cada parámetro en cada proveedor objeto de estudio:

$$\left[A_{l,n}^i, B_{l,n}^i\right]$$

donde:

i, número del experto y n total de estos.

l, representa el parámetro y m el total de estos.

p, representa el proveedor y z el total de estos.

De igual forma se tendrán n intervalos de confianza para la variable "importancia" respecto a cada parámetro:

$$\left[A_l^i, B_l^i\right]$$

Esta posibilidad permite utilizar el método de los expertones para la evaluación de proveedores tanto si éste es cualitativo como si es cuantitativo.

Etapa 4: Evaluación de los proveedores.

Para realizar la evaluación del proveedor se deben se calcular los expertones para las variables "comportamiento" e "importancia". El Expertón se obtiene con la estadística de las veces que los expertos han dado la misma valuación como extremo inferior y como extremo superior. Después se hallan las frecuencias normalizadas para cada extremo, finalmente se construye el expertón a través de la acumulación complementaria de los extremos (Kaufmann & Gil Aluja 1986).

Así considerado, es posible realizar con el expertón las mismas operaciones que tienen lugar con los intervalos de confianza repitiéndolas para cada nivel de la escala utilizada. Teniendo en cuenta la necesaria monotonía horizontal y vertical. Finalmente se obtiene la esperanza matemática del expertón¹⁵, obteniendo para

¹⁵ Siempre que se trabaje con operadores matemáticos lineales, habrá coincidencia entre la media de las observaciones y la esperanza matemática del expertón.

cada parámetro en cada proveedor de los expertones de comportamiento $\overset{C}{\underset{\sim}{\sum}}_{l,p}$, y de importancia $\overset{I_{l}}{\underset{\sim}{\sum}}$.

La multiplicación de dos expertones (C_{lp} , I_l) se realiza nivel a nivel, multiplicando los valores situados en la misma posición en ambos expertones, agregando los valores a la izquierda y a la derecha, excepto el nivel cero, y dividiendo en dependencia de la escala utilizada;

De esta forma, se obtendrá para cada uno de los parámetros en cada proveedor objeto de estudio el expertón evaluación.

$$E_{l,p} = C_{l,p} \times I_l$$

La esperanza matemática de $E_{l,p}$ será un intervalo de confianza $[e_{1,l,p}, e_{2,l,p}]$ que permitirá evaluar cada uno de los proveedores objeto de investigación, atendiendo a un enfoque multicriterio.

La jerarquización de los parámetros y los proveedores, se obtiene a través de la del cálculo de las distancias de Hamming tomando como referente para ello la esperanza matemática de un proveedor denominado "proveedor ideal".

El "proveedor ideal" se determina sobre la base de otorgar el máximo de puntuación a cada parámetro, expresado en el expertón M_l con lo que asumirá el valor [1,1]. Luego este expertón M_l se multiplica por los expertones importancia I_l para cada parámetro, según la valuación dada por los expertos; y se obtienen así los expertones para cada parámetro del proveedor ideal denominado O_l . A continuación se calcula esperanza matemática de O_l , expresada finalmente en el intervalo de confianza $[o_{I,P}, o_{2,l}]$.

Finalmente para obtener la distancia entre las esperanzas matemáticas de los expertones $E_{l,p}$ y O_l , se hallará la distancia de Hamming, la cual queda definida por la siguiente expresión:

$$d^{e,o} = \frac{|e_I - o_1| + |e_2 - o_2|}{2}$$

Los parámetros en cada uno de los proveedores, así como los proveedores en cada parámetro, se ordenan de menor a mayor, en dependencia de sus distancias, de forma tal que mientras más cercanos estén al "proveedor ideal", tendrán una mejor evaluación.

La evaluación final del proveedor se determina por el investigador de conjunto con el grupo de expertos, quienes conforman, mediante trabajo en equipo, los intervalos de comparación que permiten calificar si el proveedor responde a los requerimientos de la entidad.

Para ello se establecen tres categorías para la evaluación: "proveedor ideal", "proveedor conveniente" y "proveedor aceptable", quedando establecidos los intervalos para una escala pentaria de la siguiente manera:

Proveedor ideal: [1,1]

Proveedor Conveniente: [0.75,1]

Proveedor Aceptable: [0.5,0.75]

Una vez determinadas establecidos los intervalos para cada categoría y en función de las distancias de Hamming de cada uno de los proveedores evaluados con respecto al "proveedor ideal", se determinarán los intervalos que permitirán clasificar finalmente si un proveedor resulta conveniente, aceptable o inapropiado para la organización.

El procedimiento permite realizar estos análisis de forma general, pues a partir de la sumatoria de los resultados de cada parámetro por proveedor, se obtienen evaluaciones globales de los proveedores, que igualmente pueden jerarquizarse y calificarse.

10.3. Aplicación del procedimiento propuesto

Para realizar el estudio de campo se escogió una empresa comercial y, dentro de ella, el grupo de proveedores, que resultaron ser los de mayor peso en cuanto a volumen de compras durante el año que se realizó el estudio. Para su determinación se aplicó el método ABC resultando clasificados dentro del grupo A un total de 9 proveedores (los que se identifican con las siglas siguientes BTT, ZKE, BSN, HIG, SIT, GTE, FEI, LTD Y SIL) todos ellos sujetos al proceso de evaluación según la metodología propuesta, y cuyos resultados se muestran a continuación:

Etapa 1: Selección de los expertos.

El principal requisito para escoger a los expertos fue su conocimiento y experiencia en el trabajo con los proveedores de la empresa. Consecuentemente fueron seleccionados especialistas de la Dirección de Desarrollo y Sistema, y especialistas comerciales que, durante al menos 5 años, hubieran tenido vínculo directo y/o indirecto con los proveedores en cartera.

Se trabajó con dos grupos de expertos: el primero participó en la valuación de los parámetros en cada uno de los proveedores seleccionados, y el segundo dio sus valuaciones acerca de la importancia de los parámetros. La división fue establecida tomando en consideración el nivel de conocimiento de los expertos.

Etapa 2: Determinación de parámetros.

Los parámetros seleccionados, en correspondencia con las características de la empresa estudiada y el criterio de los especialistas y la alta dirección de la empresa fueron:

✓ Precio (Pr): Se refiere a si los precios ofertados son adecuados o no, a partir de la relación entre el precio mínimo establecido por el mercado y el precio planteado por el suministrador.

- ✓ Calidad (C): En relación a la certificación de los productos y al grado de cumplimiento de las características cualitativas de los artículos que suministra el proveedor.
- ✓ Flexibilidad (F): Se tiene en cuenta el grado de respuesta del proveedor frente a nuevas necesidades de la empresa, que no estén contempladas en los contratos pactados.
- ✓ Documentación (D): Se examina en este caso la entrega en tiempo de los documentos solicitados y la calidad de la información técnica de los productos.
- ✓ Faltantes en la Entrega (FE): Se hace alusión al nivel de cumplimiento de las cantidades solicitadas en cada pedido.
- ✓ Cumplimiento en los Tiempos de Entrega (CTE): Se evalúa del total de solicitudes recibidas, cuántas han cumplido con los plazos de entregas acordados.
- ✓ Estabilidad en el suministro (ES): Se evalúa el grado de estabilidad que presenta el proveedor, en relación a la disponibilidad de los productos en el momento que se solicitan.

Etapa 3: Diseño y aplicación de encuestas.

Para medir las variables "comportamiento" e "importancia" se empleó la escala pentaria, la cual fue escogida de forma consensuada entre todos los implicados. Las correspondencias semánticas de las variables "comportamiento" e "importancia" se observan en la tabla 10.1:

Tabla 10.1. Correspondencia semántica de las variables "importancia" y "comportamiento"

	Variable "Importancia"		Variable "Comportamiento"	
0	Insignificante	0	Desfavorable	
1	Más insignificante que importante	1	Más desfavorable que favorable	
2	Ni insignificante, ni importante	2	Ni desfavorable, ni favorable	
3	Más importante que insignificante	3	Más favorable que desfavorable	
4	Importante	4	Favorable	

Los expertos pudieron expresar su opinión en un intervalo de niveles. Por ejemplo, un experto pudo considerar que el nivel de importancia del criterio "Precios" se encuentra entre "más importante que insignificante" e "importante", entonces señaló en la encuesta el valor de 3 en el escaque mínimo y el valor de 4 en la casilla máximo. De igual forma, si tuvo definido que el criterio "Calidad" es totalmente "importante", escribió el mismo número en ambas casillas, o sea, el valor de 4, tanto en la casilla mínimo como en la de máximo. Una fracción de una de estas encuestas se muestra a continuación:

Tabla 10. 2. Fragmento del cuestionario para la variable "Comportamiento"

Proveedor	Criterio	Mínimo	Máximo
	Precio		
LTD	Calidad		
	Flexibilidad		

Etapa 4: Evaluación de los proveedores¹⁶.

Primeramente se procesó toda la información obtenida en una hoja de cálculo Excel y se llevó a la escala [0,1] las observaciones de los expertos, tal como se muestra en la tabla 10.3:

¹⁶ Respecto a los proveedores, solo se presentarán sus iniciales.

Tabla 10.3. Escala transformada

Escala pentaria			
0	0		
1	0.25		
2	0.5		
3	0.75		
4	1		

A partir de este momento, cuando se haga referencia a cálculos que implican a expertones de todos los proveedores, solo se presentarán los resultados asociados al proveedor LTD. Los expertones $\stackrel{C}{\iota_{lp}}$ de la variable "comportamiento", así como los expertones $\stackrel{I_l}{\iota_{lp}}$ de la variable "importancia" y la esperanza matemática $\stackrel{E}{\iota_{lp}}$ resultante de la multiplicación de los expertones para cada criterio, se muestran a continuación en la tabla 10.4:

Tabla 10.4. Expertones de las variables comportamiento e importancia en el proveedor seleccionado

Criterio	Comportamiento		Importancia		Esperanza Matemática	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Pr	0.75	1.00	0.68	0.86	0.61	0.86
C	0.75	1.00	0.89	1.00	0.71	1.00
F	0.83	1.00	0.43	0.68	0.43	0.68
D	0.75	0.92	0.79	0.96	0.71	0.89
FE	0.75	0.92	0.89	1.00	0.71	0.92
CTE	0.83	1.00	0.93	1.00	0.81	1.00
ES	0.92	1.00	0.79	0.96	0.76	0.96

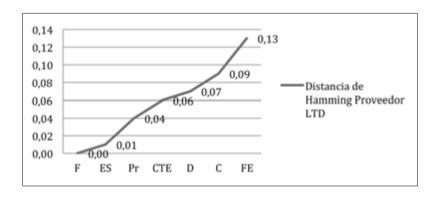
Luego, siguiendo un proceso similar al anterior, se hallaron los expertones del "proveedor ideal M_l , a partir de otorgar la mayor puntuación (1) en cada uno de los criterios analizados, obteniéndose finalmente la esperanza matemática del proveedor ideal O_l . Posteriormente, se halló la distancia de Hamming (D.H.) entre la esperanza matemática de los expertones evaluados $E_{l,p}$ para cada criterio

en cada proveedor, y la esperanza matemática del proveedor ideal ${\cal O}_{\!\! l}$. Ambos resultados se muestran en la tabla 10.5. Estas distancias fueron ordenadas de forma descendiente, obteniéndose la jerarquización de los criterios analizados, es decir, se determinó desde el criterio mejor posicionado hasta el más deficientemente evaluado.

Tabla 10.5. Esperanza matemática del proveedor ideal y distancia de Hamming por criterio para el proveedor LTD

Criterio	Esperanza Matemática Proveedor Ideal		Esperanza Matemática Proveedor LTD		D.H
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	
Pr	0.68	0.86	0.61	0.86	0.04
\mathbf{C}	0.89	1.00	0.71	1.00	0.09
F	0.43	0.68	0.43	0.68	0.00
D	0.79	0.96	0.71	0.89	0.07
FE	0.89	1.00	0.71	0.92	0.13
CTE	0.93	1.00	0.81	1.00	0.06
ES	0.79	0.96	0.76	0.96	0.01

Figura 10.2. Jerarquización de los criterios en el proveedor LTD



Analizando los casos extremos, en el proveedor LTD la "Flexibilidad" es óptima pues su evaluación coincide con la calculada para el proveedor ideal, lo que hace que su distancia de Hamming sea cero, dado que recibió la máxima evaluación por parte de todos los expertos. Su punto más deficiente es "Faltantes en la entrega", pues se aleja en mayor medida del "proveedor ideal". Posteriormente se agregaron las distancias obtenidas en cada uno de los criterios, para jerarquizar el comportamiento general de los mismos en los proveedores estudiados según se expresa en la tabla 10.6.

Tabla 10.6. Jerarquización de los criterios de forma general

Criterio	D.H
F	0.18
ES	0.32
D	0.74
Pr	1.14
FE	1.28
C	1.32
CTE	1.55

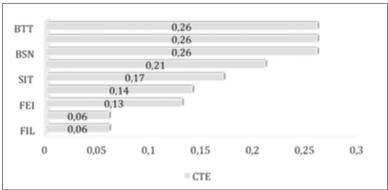
Se pudo comprobar que el criterio que mejor desempeño presenta es "Flexibilidad". Por otro lado, como se observa en la tabla anterior, "Cumplimiento en los tiempos de entrega" resulta ser el más deficiente.

También es evidente la considerable distancia que separa a los criterios de los extremos. En este sentido se hace importante destacar, que los criterios a los que se le otorgó mayor ponderación por parte de los expertos, son los que peores resultados obtuvieron: "Cumplimiento en los tiempos de entrega", como se había señalado anteriormente, junto a "Calidad" y "Faltantes en la entrega".

Finalmente se jerarquizaron los proveedores en cada uno de los criterios analizados, como se muestra en la figura 10.3, que contiene los resultados relacionados al criterio CTE, pues este constituye el parámetro más deficientemente eva-

luado, por lo que resulta importante para la empresa un análisis pormenorizado del mismo con vistas a tomar acciones para atenuar sus efectos.

Figura 10.3. Jerarquización de los proveedores analizados en el criterio "Cumplimiento en los tiempos de entrega"



En este caso, se pudo constatar que los proveedores que mejor responden al criterio "Cumplimiento en los tiempos de entrega" son FLI y LTD, mientras que BNS, ZKE, y BTT son los que más dificultades presentan.

Seguidamente, con el objetivo de calificar los criterios en cada proveedor, se conformaron intervalos de evaluación a partir de calcular un proveedor "conveniente" y un proveedor "aceptable".

Estos cálculos fueron similares a los establecidos en la búsqueda del proveedor ideal, pues el proveedor "conveniente" se halló a partir de darle una puntuación en cada criterio de [0.75;1], y así mismo con el proveedor "aceptable", dándole una puntuación dentro del rango [0.5; 0.75] para cada uno de los criterios analizados.

Luego se multiplicaron los resultados obtenidos por los mismos expertones de la variable importancia enunciados en la tabla 10.4 para así obtener finalmente las esperanzas matemáticas de un proveedor "conveniente" y de un proveedor "aceptable", expresados mediante intervalos de confianza, tal como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 10.7. Expertones por criterios de un proveedor "conveniente" y uno "aceptable"

Criterio	Conveniente		Aceptable	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Pr	0.61	0.86	0.43	0.6817
C	0.71	1.00	0.50	0.75
F	0.43	0.68	0.36	0.57
D	0.71	0.96	0.50	0.75
FE	0.75	1.00	0.50	0.75
CTE	0.75	1.00	0.50	0.75
ES	0.71	0.96	0.50	0.75

Se prosiguió con el cálculo de las distancias de Hamming de cada clasificación con respecto a la esperanza matemática del proveedor "ideal" expuesta en la tabla 10.5, obteniéndose las distancias mostradas en la tabla 10.8 y, partir de dichos resultados, se determinaron rangos de clasificación por criterios para los proveedores (tabla 10.9).

Tabla 10.8. Distancia de Hamming por criterio de los proveedores "conveniente" y "aceptable"

	Conveniente	Aceptable
Criterio	D.H	D.H
Pr	0.04	0.21
C	0.09	0.32
F	0.00	0.09
D	0.04	0.25
FE	0.07	0.32
CTE	0.09	0.34
ES	0.04	0.25

¹⁷ Los intervalos planteados no son excluyentes ya que los datos empleados constituyen información no exacta. Lo expresado anteriormente no influirá en la conformación de los intervalos pues, para ello, se tomarán como marco referencial las distancias de Hamming.

Tabla 10. 9. Rangos de clasificación por criterios para los proveedores (P)

Criterio	Conveniente	Aceptable	Inapropiado
Pr	$P \le 0.04$	$0.04 < P \le 0.21$	P > 0.21
C	$P \le 0.09$	$0.09 < P \le 0.32$	P > 0.32
F	P = 0.00	$0.00 < P \le 0.09$	P > 0.09
D	$P \le 0.04$	$0.04 < P \le 0.25$	P > 0.25
FE	$P \le 0.07$	$0.07 < P \le 0.32$	P > 0.32
CTE	$P \le 0.09$	$0.09 < P \le 0.34$	P > 0.34
ES	$P \le 0.04$	$0.04 < P \le 0.25$	P > 0.25

Se desarrolló, consecuentemente, un análisis por criterio de cada proveedor como se muestra en el siguiente ejemplo de LTD:

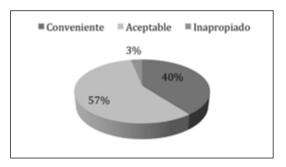
Tabla 10.10. Parte del diagnóstico por criterio realizado a los proveedores (proveedor LTD)

Criterio	LTD	Conveniente	Aceptable	Inapropiado
Pr	0.04	P ≤ 0.04	$0.04 < P \le 0.21$	P > 0.21
\mathbf{C}	0.09	$P \le 0.09$	$0.09 < P \le 0.32$	P > 0.32
F	0.00	P = 0.00	$0.00 < P \le 0.09$	P > 0.09
D	0.07	$P \leq 0.04$	$0.04 < P \le 0.25$	P > 0.25
FE	0.13	$P \leq 0.07$	$0.07 < P \le 0.32$	P > 0.32
CTE	0.06	$P \le 0.09$	$0.09 < P \le 0.34$	P > 0.34
ES	0.01	$P \leq 0.04$	$0.04 < P \le 0.25$	P > 0.25

Se puede constatar en el caso particular del proveedor LTD que los criterios "Documentación" y "Faltantes en la entrega" caen en la clasificación "Aceptable", siendo el último criterio el más afectado. No obstante, el resto de los parámetros resultaron "Convenientes". Por tanto la entidad debe alertar al proveedor para que realice acciones que tributen a superar las deficiencias reveladas y así alcance una mejor calificación.

Teniendo en cuenta las evaluaciones de los criterios, hubo un total de 25 clasificados como convenientes, 36 como aceptables y 2 como inapropiados. Dichos resultados se resumen en la figura 10.4.

Figura 10. 4. Clasificaciones obtenidas en los criterios analizados de los proveedores objeto de estudio



Aproximadamente el 60% de los criterios fueron evaluados "Aceptables", lo que implica que los proveedores en su conjunto no son óptimos en su desempeño. Resalta en este sentido BSN que solo tuvo un criterio calificado "Conveniente" y el resto "Aceptable", así como ZKE y FEI en donde los criterios "Calidad" y "Precios" respectivamente resultaron "Inapropiados".

Finalizando el análisis parcelado de los proveedores a partir de los criterios definidos, y revelados los problemas al respecto, se complementó el estudio realizando un análisis de forma general de cada proveedor, en aras de poder establecer un diagnóstico final.

Para ello, se estableció la suma de los resultados obtenidos anteriormente en cada criterio, de forma tal que, en primer lugar, se totalizaron los cálculos desarrollados para la jerarquización de los criterios (esperanza matemática de los expertones $E_{l,p}$ totales para cada proveedor), luego se calculó la distancia de Hamming (D.H) para cada proveedor partiendo de que el proveedor ideal obtuvo una valuación de [5.39;6.46], y finalmente se prosiguió a la jerarquización de los mismos (figura 10.5).

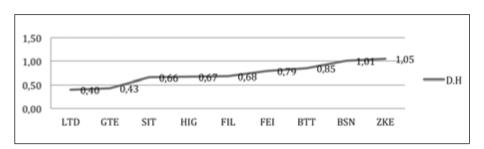


Figura 10.5. Jerarquización de los proveedores

Seguidamente se determinaron intervalos de clasificación (conveniente y aceptable) de forma general a partir de agregar los valores antes obtenidos por criterios, y se calculó la distancia de Hamming agregada para establecer posteriormente los rangos de clasificación para los proveedores P. La tabla 10.11 muestra la clasificación de los proveedores de forma global.

Los resultados mostrados en la tabla indican que se debe prestar especial atención a estos proveedores, pues siendo de los más representativos para la entidad, no satisfacen del todo sus requerimientos. No obstante, hay que señalar que LTD es el más cercano al límite inferior del rango, lo cual lo convertiría en conveniente y demuestra su mejor desempeño respecto al resto de los suministradores al sólo tener dos criterios evaluados como aceptables y el resto de convenientes, como se pudo verificar en las clasificaciones realizadas por criterios. De igual forma se debe puntualizar que ZKE, ocupando el peor puesto, aún se aleja de una clasificación inapropiada.

A modo de resumen se puede plantear que el criterio mejor evaluado de forma general es "Flexibilidad", obteniendo incluso la evaluación máxima en 4 proveedores: FIL, LTD, BTT y SIT. Este resultado podría estar indicando la preferencia de la empresa de trabajar con proveedores que se adapten con facilidad a circunstancias que surjan repentinamente.

Tabla 10.11. Clasificación de los proveedores de forma global

Proveedor	D.H agregada	Aceptable
LTD	0.40	0.36 <p 1.79<="" th="" ≤=""></p>
GTE	0.43	$0.36 < P \le 1.79$
SIT	0.66	$0.36 < P \le 1.79$
HIG	0.67	$0.36 < P \le 1.79$
FIL	0.68	$0.36 < P \le 1.79$
FEI	0.79	$0.36 < P \le 1.79$
BTT	0.85	$0.36 < P \le 1.79$
BSN	1.01	$0.36 < P \le 1.79$
ZKE	1.05	$0.36 < P \le 1.79$

Por el contrario, el criterio que presenta mayores dificultades es "Cumplimiento en los tiempos de entrega". Esto constituye un aspecto a examinar cuidadosamente por la entidad, pues dicho criterio fue el que obtuvo mayor ponderación en cuanto a su nivel de importancia en la evaluación de proveedores, y precisamente es el que más problemas presenta en los suministradores analizados.

Se puede distinguir, además, el desempeño general de cada uno de los proveedores, donde LTD resulta el mejor evaluado seguido de GTE; y por otro a ZKE seguido de BSN como los más críticos. Este último proveedor fue el de mayor peso al aplicar el Método ABC y, sin embargo, ha resultado ser uno de los peores evaluados, lo que constituye otro aspecto a profundizar.

En vistas de lo analizado, se hacen necesarias propuestas de mejoras a la empresa que contribuyan a erradicar los problemas detectados con respecto a sus proveedores, pues con el tiempo dichos problemas pudieran agravarse y convertirse en obstáculos para su efectivo desempeño empresarial. Dichas propuestas son:

✓ Informar a todos los proveedores evaluados de su situación actual, haciendo énfasis en los resultados obtenidos en cuanto a los criterios analizados.

- ✓ Establecer comunicación con ZKE y BSN, para comunicarles las deficiencias detectadas, proponiéndoles reevaluarlos en un periodo de cinco meses para verificar si han cambiado su estatus.
- ✓ Alertar a FEI sobre su posición desfavorable en cuanto al criterio precios en aras de mejorar futuras negociaciones.
- ✓ Mantener relaciones con los proveedores LTD y GTE ya que resultaron ser los que más se ajustan a los requerimientos de la empresa.
- ✓ Evaluar sistemáticamente la cartera de proveedores de la empresa.

10.4. Consideraciones finales

- ✓ El procedimiento propuesto para evaluar proveedores, utiliza herramientas de la teoría de los subconjuntos borrosos, lo que permite resolver problemas de toma de decisión multicriterios, donde imperan condiciones especialmente subjetivas e inciertas.
- ✓ Se aplicó el método diseñado a 9 proveedores chinos de la empresa; evaluando los criterios precios, calidad, flexibilidad, documentación, faltantes en la entrega, cumplimiento de los tiempos de entrega y estabilidad del suministro.
- ✓ El criterio mejor evaluado de forma general fue "Flexibilidad", mientras que aquel que presentó mayores dificultades fue "Cumplimiento en los tiempos de entrega". Se obtuvieron 25 criterios clasificados "convenientes" (40%), 36 "aceptables" (57%) y 2 "inapropiados" (3%).
- ✓ El proveedor mejor evaluado fue LTD, mientras que el de peor desempeño resultó ser ZKE. Todos los proveedores de la muestra trabajada resultaron "Aceptables" de forma general, es decir, obtuvieron una evaluación media.

CAPÍTULO 11. LA GESTIÓN DE INVENTARIOS EN CONDICIONES DE INCERTIDUMBRE

Integración multinacional, globalización de los mercados, crisis económicofinanciera, internacionalización de las culturas, riesgo, incertidumbre en torno al futuro, lucha por la seguridad alimentaria y por el cuidado medioambiental son, entre otros, procesos que impactan profundamente tanto en las organizaciones como en el hombre en su papel de consumidor y de trabajador. Esta realidad impone un gran reto a la logística empresarial, dada la imperiosidad de, por un lado, entregarle al cliente el producto o servicio exigido, y por otro, de concentrar esfuerzos con el fin de minimizar los costes y de desarrollar estrategias que desemboquen en una mejor posición ante la competencia. Según Peter Drucker, la logística es la "nueva frontera de la competitividad" en las organizaciones (Gómez & Acevedo, 2010).

Es en la gestión de aprovisionamiento donde primero se ha de hacer hincapié, especialmente en la administración de inventarios, pues esta constituye un área perfecta para la reducción de los costes, sin afectar, ni la calidad del bien o servicio ofertado, ni la generación de ingresos; jugando un papel primordial la utilización, para ello, de técnicas o modelos económico-matemáticos que, dada la diversidad y complejidad del entorno, necesitan ser esquemas cada vez más complejos, precisos y flexibles. La matemática de la borrosidad concede esencialmente, la flexibilidad de la que se encuentran desprovistos los modelos de los ámbitos de la certeza y del riesgo.

Cuba, nación insertada en el actual contexto turbulento y con restricciones para el comercio con el exterior, enfrenta su realidad planteándose un extendido período de Perfeccionamiento Empresarial que conduzca a las entidades por el camino de la eficiencia, la competitividad y la rentabilidad, acorde al nuevo modelo económico y social.

En este sentido, las Tiendas Recaudadoras de Divisas (TRD) y con ellas sus trabajadores, tienen la misión de brindar a sus clientes productos y servicios de calidad, y de hacer del negocio un ejercicio rentable. El sistema logístico, enfocado en la gestión de los inventarios, permite coordinar acciones y estrategias que hacen posible obtener tales resultados.

El presente capítulo está dedicado a responder a un interrogante cuya solución sugiere cambios en los modelos empleados para establecer las variables del sistema de inventario a implantar en la organización objeto de estudio: ¿cómo proceder a la hora de determinar la política de inventario de un producto, cuando la demanda del mismo se presenta en condiciones de incertidumbre?

11.1. Modelos económico-matemáticos para la gestión de inventarios en condiciones de incertidumbre

11.1.1. Elementos generales de la teoría de inventarios

En este apartado se plantea un modelo matemático que permite representar el comportamiento de los regímenes de inventario aplicando la lógica de la borrosidad, para así determinar la política a seguir en términos de cuánto pedir y cada qué tiempo, de manera que se logre el manejo del sistema con un coste total económico; de ahí la importancia práctica del mismo para la toma de decisiones en las empresas.

Antes de plantear la formulación matemática del modelo, es necesario puntualizar algunos elementos generales relacionados con los sistemas de inventario, los cuales están referidos a:

- ✓ Los Costes
- ✓ La Demanda
- ✓ El Suministro
- ✓ El Almacenamiento

1. Costes

Con independencia del tipo de modelo que lleve a cabo la entidad objeto de estudio para gestionar sus stocks, el propósito del diseño de las políticas de inventario es minimizar los costes totales en los que incurre la organización por ese concepto.

Existe un conjunto de costes relacionados con los sistemas de inventario y que tributan a la magnitud del coste total. Estos son:

- ✓ Coste de adquisición o de producción del producto (K).
- ✓ Coste de lanzamiento de un pedido o de preparar un lote (Co).
- ✓ Coste de conservación (Ch).
- ✓ Coste por faltante.

"En la práctica, tanto el coste del lanzamiento de un producto (Co) como su coste de conservación (Ch), no se conocen con exactitud, de ahí que se pueda plantear que Co y Ch son números borrosos y que, para mayor facilidad, toman la forma triangular" (Aluja & Kaufman, 1986). Sean, pues:

$$\begin{split} C_o &= C_{Io}, \ C_{2o}, \ C_{3o} \\ \widetilde{C}_h &= C_{Ih}, \ C_{2h}, \ C_{3h} \end{split}$$

Independientemente de que Co y Ch sean números borrosos triangulares, el resultado de su cociente, su multiplicación y su radicación no lo será, de ahí que deberá realizarse el cálculo para los α - cortes.

Se puede escribir para los α - cortes de Co y Ch:

$$C_o^{\ \alpha} = [C_{1o} + (C_{2o} - C_{1o}) \ \alpha, C_{3o} - (C_{3o} - C_{2o}) \alpha]$$

$$C_h^{\alpha} = [C_{1h} + (C_{2h} - C_{1h}) \alpha, C_{3h} - (C_{3h} - C_{2h})\alpha]$$

Igualmente se podría incorporar la posibilidad de que se produzca una ruptura de los stocks en el ámbito de lo borroso, el proceder con este costo por faltante será el mismo que con Co y Ch.

Según (Aluja & Kaufman, 1986), esta transformación de datos formales en datos borrosos se puede aplicar a otros muchos problemas relativos a la gestión de stocks.

2. Demanda

La *demanda* (D), su comportamiento, resulta de vital importancia a la hora de determinar el modelo matemático más adecuado para la gestión de los inventarios, sobre todo aquellos artículos cuya demanda está influida por las condiciones del mercado y existe gran incertidumbre en cuanto a su valor real.

Los modelos se clasifican en deterministas, cuando la demanda es conocida y constante, y probabilista cuando ésta es aleatoria pero su comportamiento se puede establecer a través de un patrón de probabilidad.

Para los productos con demanda independiente y arbitraria, en el procedimiento para la Gestión de Inventarios en Empresas Comerciales y de Servicios (GISERCOM) (Torres, 2004) se propone realizar un estudio de su comportamiento teniendo en cuenta tres escenarios posibles: pesimista, con mayor posibilidad y optimista, para así obtener un intervalo que encierre los valores mínimo y máximo entre los que puede oscilar la demanda de ese artículo.

Partiendo de este planteamiento se considera que es posible la formación de un número borroso triangular (tal como se procedió anteriormente con los costes), cuyo límite inferior equivale al valor del escenario pesimista (Dp), el límite superior coincidirá con el escenario optimista (Do) y el valor central será el del escenario más posible (Dm) y corresponderá al máximo nivel de presunción. Dicho número difuso triangular tendrá la forma .

$$D^{\alpha} = [D_n^{\alpha}, D_m^{\alpha}, D_o^{\alpha}].$$

Alternativamente se puede definir dicho número triangular en forma de intervalo de confianza para su posterior utilización en dependencia del modelo matemático seleccionado, como sigue:

$$D^{\alpha} = \left[\begin{array}{c} D_{p}^{\alpha}, D_{o}^{\alpha} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} D_{p} + (D_{m} - D_{p}) \ \alpha, D_{o} - (D_{o} - D_{m}) \ \alpha \end{array} \right] \tag{i}$$

3. Suministro

Cuando se habla de suministro se hace referencia a la cantidad y forma en que los productos se reciben en la empresa, de ahí que, en este momento, sean los proveedores los que adquieran un papel primordial, teniendo en cuenta la variedad de sus ofertas y sus condiciones.

Los atributos más importantes a tener en cuenta en este sentido serán:

- ✓ Tiempo de entrega del suministrador (L).
- ✓ Tamaño de la orden o pedido a realizar (Q).
- ✓ Tasa de reaprovisionamiento (S).
- ✓ Tiempo entre pedidos (T).

4. Almacenamiento

A la hora de diseñar las políticas de inventario, es importante tener en cuenta las características del almacén donde se depositan los bienes, y si existen o no limitaciones físicas en términos de volumen de producto que puede ser almacenado.

Una vez apuntados los elementos fundamentales que caracterizan los sistemas de inventario, se proseguirá al desarrollo del modelo de inventario EOI.

Uno de los supuestos básicos de dicho modelo, es el hecho de considerar que la demanda del producto al cual se haga referencia para un horizonte de planificación dado, es conocida, y su tasa, constante y continua. Dicho supuesto, en condiciones de demanda independiente, es muy improbable que se cumpla y, con el fin de dar solución a tal cuestión, aparecen los modelos de inventario con demanda probabilista, es decir, modelos que trabajan la demanda a través de una distribución de probabilidades que puede ser empírica o teórica.

Sin embargo, dada la incertidumbre real que existe actualmente en el mercado, se torna en ocasiones difícil realizar pronósticos acertados de la demanda y establecer una distribución de probabilidades que caracterice su comportamiento. Es por ello que, considerando la demanda en condiciones de incertidumbre, se plantea la formación del número borroso triangular cuyo límite inferior equivaldrá al valor del escenario pesimista (Dp), el límite superior coincidirá con el escenario optimista (Do) y el valor central será el del escenario más posible (Dm), tal como se explicó anteriormente.

A continuación, se propone el modelo EOI con demanda en condiciones de incertidumbre, dado que es el que se puede aplicar a los productos de la empresa seleccionada como muestra. Dicho modelo toma por base las ecuaciones matemáticas que ya han sido definidas con anterioridad por los estudiosos del tema para los modelos deterministas de inventario; pero introduciendo las variaciones correspondientes al parámetro "demanda".

De lo anterior se desprende que en el modelo que se presenta a continuación, se cumplirán los mismos supuestos que en el EOI básico¹⁵, excepto el hecho de que se considera a la demanda en condiciones de incertidumbre y no como una variable conocida.

11.1.2. Modelo de intervalo económico de reorden o modelo EOI.

En este modelo, la demanda se satisface a partir del inventario con que se cuenta, pero los reabastecimientos se realizan a intervalos fijos de tiempo y la cantidad que se solicita está subordinada al nivel de existencias que quede en el momento en que se realiza la revisión.

En este caso la prioridad es determinar un intervalo fijo óptimo para llevar a cabo las revisiones del inventario y, tal como se expuso inicialmente, se trabajará con la incertidumbre presente en el parámetro demanda.

Dicho modelo plantea que se realice la revisión del inventario cada vez que transcurre un período fijo T, momento en el cual se emite un pedido Q igual a la

¹⁵ Los modelos deterministas pueden ser consultados en (Stevenson & Hojati, 2001, pág. 423).

diferencia entre una cantidad máxima denotada por M y la cantidad de producto que se tiene en el inventario R.

La expresión matemática que define al intervalo económico de reorden (T) es:

$$T_{X} = \sqrt[2]{\frac{2 * Co}{D_{X} * Ch_{X}}} = \sqrt[2]{\frac{2}{D_{X}}} * \sqrt[2]{\frac{Co}{Ch_{X}}}$$

$$T_{X} = \sqrt[2]{\frac{Co}{Ch_{X}}} * \sqrt[2]{2 * (D_{X})^{-1}}$$

$$T_{X} = \sqrt[2]{\frac{Co}{Ch_{X}}} * \sqrt[2]{2 * (\frac{1}{D_{X_{0}}}, \frac{1}{D_{X_{0}}})}$$

$$T_{X} = \left[\left(\sqrt[2]{2 * \frac{Co}{Ch_{X}}} * \sqrt[2]{\frac{1}{D_{X_{0}}}} \right), \left(\sqrt[2]{2 * \frac{Co}{Ch_{X}}} * \sqrt[2]{\frac{1}{D_{X_{0}}}} \right) \right]$$

$$(ii)$$

Inmediatamente después que se encuentra el período económico de reorden ($T_{x_p}^{\alpha}, T_{x_m}^{\alpha}, T_{x_o}^{\alpha}$), es posible determinar el coste total empleando la siguiente ecuación:

$$CT_{x} = \frac{Co}{T_{x}} + \frac{T_{x}}{2} * D_{x} * Ch_{x}$$

$$CT_{x} = \frac{Co}{(T_{x_{p}}^{\alpha}, T_{x_{o}}^{\alpha})} + \frac{(T_{x_{p}}^{\alpha}, T_{x_{o}}^{\alpha})}{2} * \left(D_{x_{p}}^{\alpha}, D_{x_{o}}^{\alpha}\right) * Ch_{x}$$

$$CT_{x} = \left[\frac{Co}{T_{x_{o}}^{\alpha}} + \left(\frac{Ch_{x}}{2} * T_{x_{p}}^{\alpha} * D_{x_{p}}^{\alpha}\right), \frac{Co}{T_{x_{p}}^{\alpha}} + \left(\frac{Ch_{x}}{2} * T_{x_{o}}^{\alpha} * D_{x_{o}}^{\alpha}\right)\right]$$

$$(iii)$$

La ecuación que define el nivel máximo hasta el que se ordena es:

$$\begin{split} M_{x} &= D_{x} * (T_{x} + L) \\ M_{x} &= \left[D_{x_{p}}^{\alpha} * \left(L + T_{x_{p}}^{\alpha} \right), D_{x_{0}}^{\alpha} * \left(L + T_{x_{o}}^{\alpha} \right) \right] \end{split} \tag{iiii}$$

Una vez establecidos los elementos teóricos necesarios que definen el cómo proceder en el modelo EOI¹⁶, se proseguirá a una aplicación en la empresa TRD "La Casa Verde"

11.2. Aplicación del procedimiento GISERCOM con demanda en condiciones de incertidumbre en la empresa comercial TRD La Casa Verde

Resulta interesante la aplicación de las transformaciones realizadas al modelo EOI, al procedimiento GISERCOM creado por Ortiz Torres para lograr una mejor gestión de los stocks en empresas comerciales y de servicios.

Para ello se seleccionó la entidad "TRD La Casa Verde", pues se contaba con los resultados de la aplicación con anterioridad del procedimiento GISERCOM, con lo cual se podría comprobar si, con una misma base de datos, los resultados eran congruentes.

Dicho procedimiento consta de tres etapas:

 Caracterización de la situación de la gestión de aprovisionamiento en la organización objeto de estudio en el momento en que se efectúa la investigación.

¹⁶ Los modelos EOQ básico, EOQ con reabastecimiento uniforme y EOQ con descuento por cantidades también fueron reformulados por (Santos, 2014) (www.fec.uh.cu)

- 2. Diseño de políticas de inventario mediante el uso de modelos económicomatemáticos.
- 3. Control y actualización periódica de los resultados.

A la hora de diseñar la política de inventario a seguir por la entidad (segundo paso), es necesario determinar el modelo económico-matemático más adecuado para que esta gestione sus stocks. Dado que en la entidad seleccionada como muestra existen varios productos en la muestra que son servidos por un solo proveedor, el sistema de inventario a implantar en esta TRD es el de revisión periódica de las existencias, de ahí que el modelo a utilizar para determinar un intervalo de tiempo óptimo entre las revisiones, sea el EOI, el cual arrojaría un período económico de reorden "borroso" si se tienen en cuenta las adecuaciones al modelo original planteadas en el apartado anterior.

El elemento inicial esencial para arribar al mencionado intervalo económico de reorden, es la proyección de la demanda de cada producto en los tres escenarios posibles: pesimista, más probable y optimista; para la ulterior formación del número borroso triangular.

Una vez conocidos los posibles valores de la demanda, el próximo paso es la definición de ese número triangular como un intervalo de confianza, para su posterior utilización en el cálculo de las diferentes variables del modelo. Siguiendo lo que se plantea en (i), los intervalos de demanda para cada bien según la entidad a la que pertenezca, se resumen en la tabla 11.1 que se presenta a continuación:

Tabla 11.1: Intervalos de demanda.

Productos	$D_{x_p}^{\alpha}$	$D_{x_0}^{\alpha}$
Jabón de tocador 125g. M Four Seasons	79719	89683,88
Agua de Rosas 300ml. M Bonabel	1756	1975,5
Desodorante Roll On Heno 85g. M Sport	16851	18957,38
Agua de Violetas 300ml. M Boni	2469	2777,63
Agua de Violetas 300ml. M Bonabel	3066	3449,25
Pasta Dental Acción Anticaries Menta 100ml. M Natural Dent	4253	4784,63
Desodorante Roll On Kafé 85g. M Sport	21226	23879,25
Acondicionador 300ml. M Bonabel	1479	1663,88
Crema de Almendras c/Aceite de Oliva 300ml. M Bonabel	2679	3013,88
Jabón de Tocador Noche de Miel 90g. M Lux Suave	21226	23879,25
Jabón de Tocador Aceite Aromático 125g. M Kinder	30083	33843,38
Rexona Roll On Active 55g.	1876	2110,5
Rexona Roll On Extreme 55g.	1575	1771,88
Rexona Roll On Cotton 55g.	2188	2461,5
Jabón Infantil 120g. M Floresta	4469,6	5028,3
Agua de Tocador Un Toque P/H 85ml.	874	983,25

Para determinar la política óptima es necesario calcular el período de reaprovisionamiento que hace mínimo el costo total de inventario para cada producto de la muestra seleccionada. Dichos valores se calcularon según se indica en (ii) y los resultados se muestran en las tres primeras columnas de la tabla 11.2.

Tabla 11.2: Períodos de reaprovisionamiento anuales.

Productos	T _{xp} anual	T _{x0} anual	T según GISERCOM anual
Jabón de tocador 125g. M Four Seasons	0,12187	0,12926	0,12
Agua de Rosas 300ml. M Bonabel	0,38286	0,40608	0,36
Desodorante Roll On Heno 85g. M Sport	0,20956	0,22227	0,47
Agua de Violetas 300ml. M Boni	0,35524	0,37679	0,34
Agua de Violetas 300ml. M Bonabel	0,28974	0,30732	0,28
Pasta Dental Acción Anticaries Menta 100ml. M Natural Dent	0,39327	0,41713	0,38
Desodorante Roll On Kafé 85g. M Sport	0,18672	0,19804	0,18
Acondicionador 300ml. M Bonabel	0,70734	0,75025	0,66
Crema de Almendras c/Aceite de Oliva 300ml. M Bonabel	0,44821	0,47539	0,42
Jabón de Tocador Noche de Miel 90g. M Lux Suave	0,21560	0,22868	0,21
Jabón de Tocador Aceite Aromático 125g. M Kinder	0,16767	0,17784	0,16
Rexona Roll On Active 55g.	0,53561	0,56810	0,51
Rexona Roll On Extreme 55g.	0,58455	0,62001	0,56
Rexona Roll On Cotton 55g.	0,49595	0,52604	0,48
Jabón Infantil 120g. M Floresta	0,46984	0,49834	0,43
Agua de Tocador Un Toque P/H 85ml.	0,48329	0,51260	0,46

Para comprobar la veracidad de las aproximaciones de T expuestas en la tabla anterior, resulta conveniente verificar si los períodos de reaprovisionamiento calculados en la investigación precedente para cada bien según el procedimiento GISERCOM, pertenecen a los intervalos de variación propuestos para ellos. Lo anterior se traduce en confirmar, por ejemplo, que el valor de T para el Jabón de Tocador Noche de Miel de 90g, marca Lux Suave, (0.2156), queda dentro de los límites del intervalo sugerido (0.2156-0.22868). Si $T \in \left[T_{x_p}^{\alpha}, T_{x_o}^{\alpha}\right]$ entonces es válida la propuesta.

Al tratar de insertar los resultados de T expuestos en la última columna de la tabla 11.2 para cada producto, dentro de los intervalos propuestos en las 2 anteriores, es posible constatar la pertenencia de la mayoría de los valores al rango propuesto para él. En aquellos casos en que esto no ocurre, se debe, fundamentalmente, a aproximaciones decimales, de ahí que se pueda afirmar que la propuesta realizada para el cálculo de los intervalos de reaprovisionamiento de artículos con demanda en condiciones de incertidumbre, es válida.

El procedimiento GISERCOM plantea que, una vez calculado el período de reaprovisionamiento para cada producto, se debe elegir el de menor cuantía por proveedor y tomar ese valor para el resto de los bienes, garantizando así que no se produzcan rupturas de stocks en ninguno de los productos antes de la próxima revisión.

Siguiendo lo explicado anteriormente, tras calcular los períodos de reabastecimiento, se procedió a determinar el mínimo por proveedor y, posteriormente, se calcularon los posibles intervalos en los que oscilarán tanto el costo total de inventario como el nivel máximo hasta el que se ordena. Los resultados de los cálculos de M y CT para la TRD "La Casa Verde" se muestran a continuación:

Tabla 11.3: Intervalos de M y CT según GISERCOM.

Productos	M	1	CT	ŗ
	M_{xp}^{a}	$M_{x_0}^{\alpha}$	$CT_{x_{\mathbf{p}}}^{\alpha}$	$CT_{x_0}^{\alpha}$
Jabón de tocador 125g. M Four Seasons	11243,26	13311,67	500,50	563,06
Agua de Rosas 300ml. M Bonabel	247,66	293,22	282,23	302,61
Desodorante Roll On Heno 85g. M Sport	2376,60	2813,82	339,76	371,26
Agua de Violetas 300ml. M Boni	348,22	412,28	286,20	307,35
Agua de Violetas 300ml. M Bonabel	432,42	511,97	300,59	324,52
Pasta Dental Acción Anticaries Menta 100ml. M Natural Dent	599,83	710,18	280,94	301,07
Desodorante Roll On Kafé 85g. M Sport	2993,63	3544,37	361,09	396,71
Acondicionador 300ml. M Bonabel	208,59	246,97	264,83	281,85
Crema de Almendras c/Aceite de Oliva 300ml. M Bonabel	377,84	447,35	275,57	294,67
Jabón de Tocador Noche de Miel 90g. M Lux Suave	3965,76	4704,35	294,02	326,01
Jabón de Tocador Aceite Aromático 125g. M Kinder	5620,56	6667,34	363,79	409,26
Rexona Roll On Active 55g.	350,50	415,78	204,55	219,25
Rexona Roll On Extreme 55g.	294,27	349,07	201,77	215,94
Rexona Roll On Cotton 55g.	408,80	484,93	207,43	222,68
Jabón Infantil 120g. M Floresta	2185,67	2602,19	129,82	146,05
Agua de Tocador Un Toque P/H 85ml.	427,39	508,84	126,36	141,92

Tras aplicar el modelo y considerando laborables al año 250 días, se le recomienda a "La Casa Verde" que, para aquellos productos que son suministrados por Suchel Camacho, debe revisar los inventarios en un período entre los 30 y los 33 días, para los que son surtidos por Suchel Lever, entre los 42 y los 45 días, y para los que son proporcionados por Suchel Trans, entre los 117 y los 125 días.

Tomando como ejemplo al jabón de tocador de 125g marca Four Seasons, el stock máximo no debe exceder las 13311.67 unidades ni ser inferior a las 11243.26, incurriendo así en un costo de inventario que oscilará entre los \$500.5 y los \$563.06, en dependencia del valor de M. Un análisis semejante se pude realizar con el resto de los bienes en esta Unidad Comercial.

Pero, ¿cómo determinar si los intervalos de variación son correctos? Para ello habría que tomar el mismo valor de T resultante de la investigación precedente (0.083 año, es decir, aproximadamente 21 días) y recalcular M y CT, para luego realizar el correspondiente análisis de pertenencia de los valores a los intervalos propuestos. Dichos resultados se muestran en la tabla 11.4.

Tabla 11.4: Parámetros del modelo EOI con T= 0.083 año.

Productos	$CT_{x_{\mathbf{p}}}^{\alpha}$	$CT_{x_0}^{\alpha}$	$M_{\mathrm{x_p}}^{}\alpha}$	$M_{\mathbf{x_0}}^{\alpha}$
Jabón de tocador 125g. M Four Seasons	566,622	587,299	8144,625	9162,703
Agua de Rosas 300ml. M Bonabel	417,966	420,061	179,405	201,830
Desodorante Roll On Heno 85g. M Sport	457,150	464,143	1721,611	1936,812
Agua de Violetas 300ml. M Boni	420,673	423,106	252,250	283,781
Agua de Violetas 300ml. M Bonabel	430,470	434,128	313,243	352,398
Pasta Dental Acción Anticaries Menta 100ml. M Natural Dent	417,090	419,075	434,515	488,830
Desodorante Roll On Kafé 85g. M Sport	471,675	480,484	2168,590	2439,663
Acondicionador 300ml. M Bonabel	406,115	406,729	151,105	169,993
Crema de Almendras c/Aceite de Oliva 300ml. M Bonabel	413,434	414,963	273,705	307,918
Jabón de Tocador Noche de Miel 90g. M Lux Suave	454,058	460,664	2168,590	2439,663
Jabón de Tocador Aceite Aromático 125g. M Kinder	488,596	499,520	3073,480	3457,665
Rexona Roll On Active 55g.	409,769	410,839	191,665	215,623
Rexona Roll On Extreme 55g.	408,395	409,293	160,913	181,027
Rexona Roll On Cotton 55g.	411,193	412,442	223,541	251,483
Jabón Infantil 120g. M Floresta	412,334	413,725	456,644	513,725
Agua de Tocador Un Toque P/H 85ml.	411,723	413,038	89,294	100,455

Estos costes totales de inventario tienen incorporados el factor riesgo, pues fueron calculados teniendo en cuenta la incertidumbre de la demanda a partir de los resultados de las T borrosas. Por tanto, no es necesario añadirle el coste de un inventario de seguridad adicional, de ahí que, para poder compararlos con los costes arrojados por la investigación anterior, resulta indispensable determinar el coste de los inventarios corrientes, que sería el valor indicado para comprobar si pertenece o no a los intervalos propuestos para cada producto en las diferentes entidades.

Los desembolsos por concepto de inventario corriente (CSc) se determinan sustrayéndole al costo total anual de inventario (CT), el valor del coste total anual de inventario de seguridad.

A la hora de analizar el nivel máximo hasta el que se ordena (M), ocurre algo similar a lo explicado anteriormente con los costes: es preciso determinar el inventario corriente pues la M calculada en la investigación precedente, tiene incorporada la necesidad de mantener ciertos niveles de stocks de seguridad.

A continuación, se presentan los valores de CT y M excluyendo lo referido al inventario de seguridad:

Tabla 11. 5: CT y M asociados al inventario corriente.

Productos	CT (CSc)	M (Sc)
Jabón de tocador 125g. M Four Seasons	585,794	9088,586
Agua de Rosas 300ml. M Bonabel	419,908	200,198
Desodorante Roll On Heno 85g. M Sport	463,634	1921,145
Agua de Violetas 300ml. M Boni	422,929	281,486
Agua de Violetas 300ml. M Bonabel	433,862	349,548
Pasta Dental Acción Anticaries Menta 100ml. M Natural Dent	418,931	484,875
Desodorante Roll On Kafé 85g. M Sport	479,843	2419,929
Acondicionador 300ml. M Bonabel	406,684	168,618
Crema de Almendras c/Aceite de Oliva 300ml. M Bonabel	414,852	305,427
		Cont

Jabón de Tocador Noche de Miel 90g. M Lux Suave	460,183	2419,929
Jabón de Tocador Aceite Aromático 125g. M Kinder	498,725	3429,696
Rexona Roll On Active 55g.	410,761	213,879
Rexona Roll On Extreme 55g.	409,228	179,562
Rexona Roll On Cotton 55g.	412,351	249,449
Jabón Infantil 120g. M Floresta	413,624	509,570
Agua de Tocador Un Toque P/H 85ml.	412,943	99,643

Si se trata de ubicar cada resultado en el intervalo que le corresponde en dependencia del artículo y el parámetro al que se haga referencia, se podrá palpar que en ningún caso los valores del coste total y del nivel máximo hasta el que se ordena, se encuentran fuera de los límites del intervalo.

Las conclusiones a las cuales se llegó en el estudio del período de reaprovisionamiento, de los costes totales de inventario y del nivel máximo hasta el que se ordena, es decir, la validez de los intervalos propuestos, evidencia la veracidad y aplicabilidad del modelo EOI con demanda en condiciones de incertidumbre, que en esta investigación se propone.

La decisión a tomar por la gerencia de la Unidad Comercial objeto de estudio en cuanto al tiempo entre revisiones, la cantidad a pedir, el nivel máximo de existencias y los costes totales de inventario en los que incurrirán, debe tener en cuenta los resultados arrojados por los modelos de gestión de stocks con demanda en condiciones de incertidumbre, presentados en este trabajo. Además, dependerá no solo de la cuantía de los desembolsos monetarios, sino también de otros elementos como las restricciones de capacidad de almacenamiento que presente la entidad y la política, en términos de revisión, establecida previamente con los proveedores.

Como se puede apreciar, los modelos propuestos presentan una forma razonable y aplicable tanto a entidades comerciales y de servicios como a empresas productivas, permitiendo alcanzar a una política de inventario económica en términos de costes, y con demanda en condiciones de incertidumbre. De esta manera, se logra simplificar la cantidad de información y de tiempo necesarios a la hora de trabajar con los modelos probabilistas, los cuales requieren de series de tiempo que le permitan realizar pronósticos con un alto grado de certeza, y de información confiable referida a las desviaciones estándar, para así asegurar inventarios de seguridad que respondan a las necesidades de la empresa, y no incurrir en altos costos por este concepto.

11.3. Consideraciones finales

- ✓ La modelización de la gestión de inventarios con demanda en condiciones de incertidumbre, utilizando herramientas de la teoría de los subconjuntos borrosos, permite gestionar los inventarios cuando la información para los modelos probabilistas no es confiable.
- ✓ Se comprobó la pertenencia de los resultados propuestos a partir de los valores de las variables: período de reaprovisionamiento, nivel de inventario máximo y coste total de inventario calculados en la anterior investigación para cada uno de los productos de la muestra seleccionada en la empresa.

CAPÍTULO 12. SELECCIÓN DE LOS MERCADOS INTERNACIONALES DE LOS SERVICIOS

Según Galván (2003) la selección de mercados exteriores es la decisión más importante de la empresa cuando desea expandirse internacionalmente. Es una decisión sobre el posicionamiento competitivo de la empresa, tanto en sentido geográfico como psicológico. La selección de un país compromete a la empresa a operar en un terreno determinado, lo que establece los cimientos para su futura expansión internacional. Una mala decisión puede ser muy costosa debido a que puede llevar a la entidad a un fracaso rotundo, que más allá de los costes directos que esto traería aparejado, la podría desmotivar en su proceso de internacionalización. Asimismo, una correcta selección permitirá dirigir y adecuar las ofertas hacia aquellos mercados donde la empresa tiene mayores posibilidades de éxito y de mantenimiento a largo plazo. En este capítulo se propone un procedimiento para la selección de los mercados internacionales de los servicios, donde se incorporan el método Fuzzy Delphi y los expertones.

12.1. Consideraciones teóricas sobre la selección de mercados internacionales

Al igual que sucede con el término marketing, se pueden encontrar en la literatura especializada múltiples definiciones de marketing internacional (Cateora (1995); Santesmases (1996), Keegan (1997), Nieto y Llamazares (1998), Cateora y Graham (2000), Cerviño (2006, 2009), Kotler (2010), entre otros). El marketing internacional puede ser definido como la aplicación de los preceptos y herramientas de la disciplina de los mercados a empresas que realizan sus actividades fuera de sus fronteras.

La diferenciación entre el marketing que se aplica en un solo país y el marketing internacional es un tema ampliamente discutido entre profesionales y académicos en el ámbito de la investigación de mercados. En el marketing internacional se toman dos decisiones fundamentales intrínsecas al mismo: la selección de los mercados y la forma de entrada en los mismos.

La selección de mercados internacionales en la literatura especializada ha sido abordada desde dos perspectivas. La literatura sobre internacionalización ha sido descrita a través de la decisión sobre la localización de la producción en el mercado exterior, mientras que los especialistas en marketing internacional la han abordado a través de la elección de mercados exteriores para los productos de la empresa (García Rondón, 2010). Se define la selección de mercados internacionales como la preferencia por los mercados de destino de entre las diversas opciones de la organización.

En la literatura especializada existen pocas investigaciones acerca de la selección de mercados internacionales; la mayoría de los autores se centran en investigar la elección del modo de entrada. Ambas decisiones tienen un carácter estratégico para la organización, y se encuentran interrelacionadas. Si son consideradas incorrectamente traen grandes prejuicios para la organización.

La selección de mercados internacionales implica dos decisiones fundamentales: a qué mercados dirigirse y cuántos mercados abordar. Generalmente, se recomienda que la entrada en mercados internacionales sea gradual.

En la literatura especializada se encuentran distintos enfoques alternativos de selección de mercados internacionales (Andersen y Buvik (2002), Benito y Gripsrud (1992), entre otros). El propuesto por Galván (2003) reconoce tres enfoques de selección de mercados internacionales: relacional, no sistemático y sistemático

El enfoque relacional basa la selección de los mercados en la posesión de nexos en el mercado de destino. El enfoque no sistemático se basa en criterios puntuales, como la menor distancia psicológica o la cercanía geográfica. En el enfoque sistemático la decisión se adopta de una manera estructurada, teniendo en cuenta un grupo de factores determinantes del éxito del proceso. Este enfoque se considera el más acertado

La situación financiera de Cuba determina la necesidad de acudir a la exportación, no como resultado de un agotamiento de las posibilidades de crecimiento a partir del mercado interno de las empresas como resulta clásico, sino de manera obligada. El país tiene grandes potencialidades de exportación de servicios, las cuales son muy poco aprovechadas.

Las empresas cubanas que han exportado servicios han carecido de un enfoque sistemático de selección de mercados internacionales. Generalmente, se ha seguido un enfoque relacional, seleccionando mercados en base a las relaciones que se posee en los mismos, ya sea a través de empresas cubanas en el exterior, misiones diplomáticas, sucursales extranjeras en Cuba, parte extranjera de empresas mixtas, etc.

Poseer contactos en los mercados de destino es de gran ayuda en el proceso exportador, pues los mismos pueden ser de gran utilidad para tener acceso a gremios, asociaciones sectoriales, para obtener cobertura mediática para artículos, reportajes, para identificar nichos, competidores y clientes potenciales, entre otros beneficios sumamente importantes en el sector de los servicios. Sin embargo, se considera inadecuado la decantación por determinados mercados solamente en función de este criterio.

En ocasiones la selección se ha basado en la cercanía geográfica o la menor distancia psicológica de los mercados, siguiendo un enfoque de selección de mercados no sistemático.

No se encontró evidencia en la investigación de la utilización por parte de las entidades cubanas, de algún método sistemático propuesto en la literatura especializada para la selección de mercados internacionales. Asimismo, tampoco se obtuvo referencia de la elaboración de algún procedimiento sistemático desarrollado por las entidades cubanas oferentes de estos servicios para elegir los destinos de sus ofertas

Se considera que la selección de mercados internacionales debe realizarse a través de un procedimiento sistemático, que se adapte a las condiciones del actual entorno internacional y a las peculiaridades de los servicios.

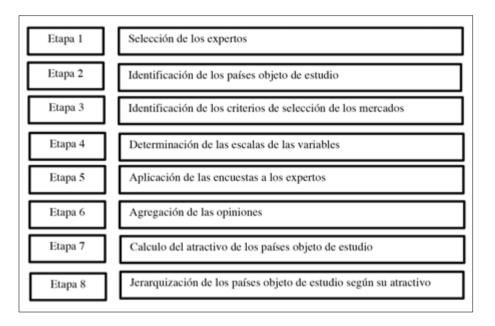
Los métodos sistemáticos para la selección de mercados internacionales son escasos (Green y Allaway (1985), Lyn y Cavusgil (1986), Papadopoulos (1987) y Kumar y otros (1994), entre otros) y no se consideran apropiados para la selección de mercados de los servicios, debido a que implican la obtención de abundante información, la cual no siempre está disponible en los mercados internacionales, o posee un alto coste.

Debido a lo anterior, se propone un procedimiento para la selección de los mercados donde se incorporan herramientas de la teoría de los subconjuntos borrosos.

12.2. Procedimiento para la selección de los mercados internacionales de los servicios

Obtener información sobre los criterios de selección de mercados es sumamente difícil para las entidades cubanas. Obtener información primaria a través de investigación de mercado en el país objeto de estudio para las empresas nacionales tiene un coste sumamente elevado, que estas no pueden afrontar. Por lo que se hace necesario recurrir a la búsqueda de información secundaria a través de Internet. Sin embargo, las estadísticas oficiales sobre el comercio de los servicios en el mercado internacional son escasas, y generalmente no suplen todas las necesidades. Ante esta situación es necesario recurrir a criterios de expertos, que calcen los vacíos informativos con sus conocimientos. El método Fuzzy-Delphi y los expertones constituyen herramientas que permiten a partir de las opiniones subjetivas de varias personas obtener una estimación con mayor rigor científico del atractivo de los mercados exteriores, permitiendo jerarquizarlos en función del mismo. El procedimiento propuesto consta de siete etapas, las cuales se presentan en la figura 12.1 y se describen a continuación.

Figura 12.1 Procedimiento para la selección de los mercados internacionales de servicio



Etapa 1. Selección de los expertos

El procedimiento inicia con la selección de los expertos. Para determinar el nivel de competencia de los mismos se propone la utilización del coeficiente de competencia de los expertos (K), el cual se obtiene a partir de dos coeficientes: Coeficiente de Conocimiento (Kc) y Coeficiente de Argumentación (Ka). Se recomienda utilizar en el estudio, solo expertos de competencia alta.

Etapa 2. Identificación de los países objeto de estudio

En la etapa dos se identifican los países que van a ser analizados. Un gran número de países aumenta el tiempo de aplicación del procedimiento y por ende, su costos; sin embargo también se debe evitar desechar mercados atractivos.

Etapa 3. Identificación de los criterios de selección de los mercados

En la revisión bibliográfica se encontraron gran cantidad de criterios propuestos por diferentes autores para la selección de los mercados (Liander y otros (67), Nieto y Llamazares (98), Cateora y Graham (2000), Papadopoulos y otros (2002), Galván (2003), Bertrán (2004), Cerviño (2006)). Los criterios a considerar deben estar en dependencia del tipo de servicio, aunque existen criterios comunes a todos los servicios, por ejemplo: factores económicos, políticos, legales, relaciones bilaterales, demanda, competidores, la imagen de marca del país, distancia psicológica, experiencia internacional previa y las relaciones en el mercado.

Se considera oportuno distribuir los criterios seleccionados en dos grupos: análisis a nivel externo y análisis a nivel interno.

Etapa 4. Determinar las escalas de las variables

El procedimiento propone la utilización de dos variables: comportamiento e importancia. La variable comportamiento evalúa el comportamiento de cada uno de los criterios seleccionados previamente, en los países objeto de estudio. La variable importancia pondera los criterios seleccionados. Para ambas variables se propone la utilización de la escala endecadaria, recomendada por Kaufmann y Gil Aluja al ser esta ni demasiado pequeña con insuficiencia de matices ni demasiado grande con exceso de matización (Kaufmann y Gil Aluja, 1987:17).

A continuación se muestra la correspondencia semántica propuesta para la variable "comportamiento" y para la variable "importancia".

Tabla 12.1. Correspondencia semántica de la variable "comportamiento"

	Variable "comportamiento"
0	Desfavorable
1	Prácticamente desfavorable
2	Casi desfavorable
3	Bastante desfavorable
4	Más desfavorable que favorable
5	Ni desfavorable ni favorable
6	Más favorable que desfavorable
7	Bastante favorable
8	Casi favorable
9	Prácticamente favorable
10	Favorable

Tabla 12.2. Correspondencia semántica de la variable "importancia"

	Variable "Importancia"
0	Insignificante
1	Prácticamente insignificante
2	Casi insignificante
3	Bastante insignificante
4	Más insignificante que importante
5	Ni insignificante ni importante
6	Más importante que insignificante
7	Bastante importante
8	Casi importante
9	Prácticamente importante
10	Importante

Etapa 5. Aplicación de las encuestas a los expertos

Se solicita a cada experto que califique la variable comportamiento para cada uno de los criterios respecto a cada país objeto de estudio. Asimismo, se le pide que califique la variable importancia para cada uno de los criterios que componen el primer filtro.

Se indica a los expertos que pueden utilizar un intervalo de la escala o un solo valor. Un experto puede opinar que para el país nº 1, el criterio *factores económicos* es entre bastante favorable y prácticamente favorable, entonces señalará en la encuesta el valor 7 en el extremo inferior y el valor 9 en el extremo superior. La persona puede expresar su opinión también mediante un solo valor de la escala, en cuyo caso se escribiría el mismo valor en ambos extremos.

Al final se dispondrá de n intervalos de confianza para la variable *comporta- miento* respecto a cada criterio en cada país objeto de estudio:

$$\left[A_{1,l,p}^{(i)},B_{1,l,p}^{(i)}\right]$$

i=1,2,...,n *l*=1,2,...,m

p=1,2,...,z

donde:

i : número del experto y n el total de éstos,

l: representa el criterio y m el total de estos,

p : representa el país y z el total de estos,

el subíndice 1 corresponde a la primera ronda del proceso.

Asimismo, se obtendrán n intervalos de confianza para la variable importancia respecto a cada criterio:

$$\left[A_{1,l}^{(i)},B_{1,l}^{(i)}\right]$$

donde:

i : número del experto y n el total de éstos,

l: representa el criterio y m el total de estos,

el subíndice 1 corresponde a la primera ronda del proceso.

Etapa 6. Agregación de las opiniones.

En esta etapa se procede a la agregación de las opiniones vertidas por los expertos. Para ello es necesario determinar la media de las valuaciones del grupo para cada variable, así como las distancias entre cada valuación y esta media.

De esta forma se obtendrá, para la variable comportamiento para cada criterio en cada país objeto de estudio, el intervalo:

$$\left[A_{1,l,p}^{(m)},B_{1,l,p}^{(m)}\right]$$

donde:

$$A_{1,l,p}^{(m)} = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_{1,l,p}^{(i)}}{n} \qquad B_{1,l,p}^{(m)} = \frac{\sum_{i=1}^{n} B_{1,l,p}^{(i)}}{n}$$

Asimismo, se obtendrá, para la variable importancia para cada criterio, el intervalo:

$$\left[A_{1,l}^{(m)},B_{1,l}^{(m)}\right]$$

donde:

$$A_{1,l}^{(m)} = \frac{\sum_{i=1}^n A_{1,l}^{(i)}}{n} \qquad B_{1,l}^{(m)} = \frac{\sum_{i=1}^n B_{1,l}^{(i)}}{n}$$

Para el cálculo de las distancias relativas de Hamming, se requiere que todas las valuaciones de los expertos se expresen en el intervalo [0,1]. De esta forma los intervalos quedarán definidos como sigue para la variable comportamiento:

$$\left[A_{1,l,p}^{(i)}/k, B_{1,l,p}^{(i)}/k\right] = \left[a_{1,l,p}^{(i)}, b_{1,l,p}^{(i)}\right]$$

Mientras que para la variable importancia será:

$$\left[A_{1,l}^{(i)}/k, B_{1,l}^{(i)}/k\right] = \left[a_{1,l}^{(i)}, b_{1,l}^{(i)}\right]$$

Siendo k el mayor valor de la escala aplicada, y

$$\left[a_{1,l,p}^{(i)},b_{1,l,p}^{(i)}\right]\subset \left[0,1\right] \qquad \left[a_{1,l}^{(i)},b_{1,l}^{(i)}\right]\subset \left[0,1\right]$$

Los valores medios antes calculados también se expresan en el intervalo [0,1]

$$\left[A_{1,l,p}^{(m)}/k,B_{1,l,p}^{(m)}/k\right] = \left[a_{1,l,p}^{(m)},b_{1,l,p}^{(m)}\right]$$

$$\left[A_{1,l}^{(m)} \big/ k, B_{1,l}^{(m)} \big/ k\right] = \left[a_{1,l}^{(m)}, b_{1,l}^{(m)}\right]$$

donde:

$$\left[a_{1,l,p}^{(m)},b_{1,l,p}^{(m)}\right]\subset \left[0,1\right] \qquad \left[a_{1,l}^{(m)},b_{1,l}^{(m)}\right]\subset \left[0,1\right]$$

La distancia relativa de Hamming entre los intervalos de confianza estará dada para la variable comportamiento para cada criterio, país y experto por:

$$d_{1,l,p}^{(i,m)} = \frac{\left| a_{1,l,p}^{(i)} - a_{1,l,p}^{(m)} \right| + \left| b_{1,l,p}^{(i)} - b_{1,l,p}^{(m)} \right|}{2}$$

Mientras que para la variable importancia para cada criterio y experto será:

$$d_{1,l}^{(i,m)} = \frac{\left|a_{1,l}^{(i)} - a_{1,l}^{(m)}\right| + \left|b_{1,l}^{(i)} - b_{1,l}^{(m)}\right|}{2}$$

Posteriormente se lleva a cabo la segunda ronda de encuestas. Cada experto recibe información sobre los promedios de los intervalos de variable comportamiento para cada criterio y país, así como los valores medios de los intervalos de la variable importancia para cada criterio. Asimismo, se le da a conocer la distancia entre sus respuestas individuales en la primera ronda y los intervalos promedios anteriores. La encuesta es la misma, pero cada persona tiene libertad de confirmar o variar sus calificaciones anteriores.

Posteriormente se obtendrán nuevos intervalos de confianza para cada variable:

$$\left[A_{2,l,p}^{(i)},B_{2,l,p}^{(i)}\right]$$

$$\left[A_{2,l}^{(i)},B_{2,l}^{(i)}\right]$$

$$i = 1, 2, ..., n$$

el subíndice 2 representa el número de la ronda.

Los expertos deben determinar cuántas rondas de encuestas son necesarias para tomar la decisión.

Se sigue el mismo procedimiento hasta obtener una propuesta final de opiniones. Con objeto de demostrar la confiabilidad de las opiniones se recomienda la utilización del coeficiente de concordancia de Kendall, que constituye un estadígrafo muy útil en estudios de confiabilidad entre expertos de una materia, al determinar la asociación entre distintas variables. Los valores del mismo tienen un rango de 0 a +1. Entre mayor sea el valor, más fuerte será la asociación, siendo considerados buenos coeficientes de 0.6 o mayores. Un coeficiente de concordancia de Kendall alto implica que los evaluadores están aplicando esencialmente el mismo estándar cuando evalúan las muestras.

Con las observaciones de los expertos llevadas a la escala [0,1] se construyen los expertones comportamiento C e importancia I con la ayuda de una hoja Excel.

Siguiendo un proceso similar al anterior, para cada criterio en cada país se obtendrán los expertones favorable $C_{l,p}$

donde

$$l = 1, 2, ..., 6$$

 $p = 1, 2, ..., z$

Así como para cada criterio se obtendrán los expertones importancia \tilde{z}_{i}^{I}

donde
$$l = 1, 2, ..., 6$$

Etapa 7. Cálculo del atractivo de los países objeto de estudio

En este paso primeramente se multiplica el expertón obtenido para cada criterio respecto a la variable comportamiento por el expertón importancia que evidencia el peso dado por los expertos a cada criterio. De esta forma, se obtendrá para cada uno de los criterios en cada país objeto de estudio el expertón atractivo A_{Lp} el cual se obtiene multiplicando comportamiento por importancia

$$A_{l,p} = C_{l,p} \times I_l$$

Se calcula la esperanza matemática del expertón $\overset{A}{\sim}_{l,p}$, resultando el intervalo de confianza $[a_{1,l,p},a_{2,l,p}]$.

El atractivo de un mercado se puede obtener a través de la distancia entre la evaluación del mismo para cada criterio y la puntuación ideal del mercado respecto a los mismos. En la selección de mercados internacionales el óptimo sería un mercado que obtuviera el máximo de puntuación en cada criterio, expresado en el expertón D_l donde l=1,2,..., 6. Evidentemente la esperanza matemática de D_l será el intervalo de confianza $[d_{1,l},d_{2,l}]$ que asumirá el valor [1,1].

Para obtener la distancia entre la puntuación de cada mercado y la puntuación ideal se hallará la distancia relativa de Hamming entre las esperanzas matemáticas de cada expertón de cada criterio para cada país y la esperanza matemática del expertón ideal, la cual queda definida para cada país como sigue:

$$d_{1,l}^{(c,d)} = \frac{\sum_{i=1}^{6} \left| a_{1,l} - d_{1,l} \right| + \left| a_{2,l} - d_{2,l} \right|}{12}$$

Etapa 8. Jerarquización de los países objeto de estudio según su atractivo

Los países se ordenan de mayor a menor según su atractivo. Para ello se organizan las distancias obtenidas anteriormente en orden descendiente, obteniéndose los países objeto de estudio ordenados según su atractivo de mayor a menor.

Las ventajas o beneficios que aporta la aplicación de un procedimiento sistemático de selección de mercados internacionales es muy difícil de cuantificar, aún menos en el corto plazo. Su eficacia depende no sólo de la correcta elección de los mercados, sino también de lo acertada de las estrategias de marketing que se acometan para la penetración de los mercados previamente seleccionados.

La principal contribución del trabajo es pues, un procedimiento que permite seleccionar los mercados con mayor rigor a partir de las opiniones de los expertos supliendo la escasez de información existente en el sector.

12.3. Aplicación del procedimiento propuesto

Para probar el procedimiento se decidió aplicar el mismo a algunos servicios de gestión medioambiental cubanos tomando como punto de partida algunos países seleccionados.

Se escogieron las ofertas de servicios de gestión medioambiental que habían sido exportadas con anterioridad, resultando: saneamiento del agua, recogida y

tratamiento de residuos sólidos urbanos, reciclaje de desechos, plan de contingencia, ingeniería costera, paisajismo y consultorías.

Asimismo, para la selección de países se tomó en cuenta las zonas geográficas a las que se habían dirigido con anterioridad las exportaciones, estas resultaron: Unión Europea, Centroamérica y las Grandes Antillas del Caribe, América del Sur y África austral, quedando 61 países.

Se realizó una preselección de personas que cumplieran con los requisitos anteriores y que se encontraran disponibles para la aplicación del procedimiento, contando con 25 personas, las cuales eran especialistas del MES y de distintos niveles del CITMA, incluyendo a las empresas pertenecientes al mismo. A estas personas se les determinó su coeficiente de competencia. Solamente seis personas clasificaron como expertos de alta competencia, los demás lo hicieron como competencia media y baja. Se decidió trabajar solamente con los especialistas de competencia alta aunque pudieran parecer pocos atendiendo a que en la literatura se hace referencia a que lo importante es la cualidad y no la cantidad, y no se deseaba comprometer los resultados.

Todos los expertos seleccionados darán sus valuaciones sobre la variable importancia. Respecto a la variable favorable dos expertos participarán en la valuación de todos los mercados, y los otros cuatro trabajarán cada uno en una de las zonas escogidas, resultando tres expertos por zona geográfica. La división es debido a la gran cantidad de mercados contentivos en cada zona geográfica y por tanto la cantidad de información que se debe acopiar, de igual forma, la misma se sustentó en los conocimientos de los expertos acerca de estos.

Al concluir el procedimiento, los expertos determinaron el nivel de prioridad de cada oferta/ mercado, resultando las siete primeras como las más atractivas, estas son: servicios de consultoría/ Bolivia, servicios de consultoría/ Venezuela, agua para consumo humano y gestión de aguas residuales/ República Dominicana, agua para consumo humano y gestión de aguas residuales/ Venezuela, manejo de desechos sólidos y peligrosos/ Venezuela, restablecimiento y limpieza del suelo y el agua/ Venezuela y servicios de Consultoría/ México.

Las ventajas o beneficios que aporta la aplicación de un procedimiento sistemático de selección de mercados internacionales es muy difícil de cuantificar, aún más en el corto plazo. Su eficacia depende no sólo de la correcta elección de los mercados, sino también del acierto de las estrategias de marketing que se acometan para la penetración de los mercados previamente seleccionados.

La continuidad de este proceso en el tiempo, para incluir nuevos mercados, volver a contemplar los eliminados por la aplicación del procedimiento, y la reevaluación de los seleccionados es esencial, así como asumir una política integral y con enfoque marketing de los servicios de gestión medioambiental del país, con objeto de potenciar las exportaciones de los mismos, de tanta urgencia para la economía de la nación.

12.4. Consideraciones finales

- Se pueden distinguir tres enfoques para la selección de los mercados internacionales: relacional, no sistemático y sistemático, reconociéndose el último como el más acertado por la gran mayoría de la comunidad científica internacional. Los métodos sistemáticos existentes no se adaptan a las peculiaridades del actual entorno internacional, al presuponer la existencia de abundante y certera información, la cual no está siempre disponible, problema más acuciado en el sector de los servicios.
- La necesidad de aplicar la teoría de los subconjuntos borrosos a la selección de mercados internacionales se basa en la escasez de información disponible en el mercado internacional. Esto determina la necesidad de utilizar la opinión de expertos. El método Fuzzy-Delphi es aplicable a la selección de mercados internacionales cuando la información es obtenida a partir de expertos. La agregación de las valuaciones mediante la técnica de expertones permite agregar las opiniones de los mismos con rigor científico, y ordenar los mercados en función de su atractivo.

• Las ventajas que aporta la aplicación de un proceso sistemático de selección de mercados internacionales es muy difícil de cuantificar en el corto plazo. Su eficacia depende no sólo de la correcta elección de los mercados, sino también de lo acertada de las estrategias de marketing que se acometan para la penetración de los mercados previamente seleccionados.

CAPÍTULO 13. PRINCIPALES SISTEMAS A GESTIONAR EN LAS EMPRESAS BIOTECNOLÓGICAS CUBANAS

En la actualidad las organizaciones se ven enfrascadas en la mejora de su gestión, con el propósito de ser más competitivas en los mercados en los que operan. Las empresas gestionan varios sistemas a la vez, los cuales poseen procesos en común; los requisitos y componentes de cada uno de ellos son gestionados de manera independiente, pudiéndose gestionar de manera integrada. Los sistemas dentro de las organizaciones pueden variar dependiendo del grado de madurez que las mismas posean, así como de su objeto social.

En este capítulo se determinan los principales sistemas a gestionar dentro de las organizaciones biotecnológicas cubanas, de acuerdo con la legislación vigente. En su confección se utilizan diversas técnicas y herramientas, entre ellas las más recurridas son: los cuestionarios, la consulta de documentos, los análisis estadísticos, la teoría de Efectos Olvidados y el estudio de las principales regulaciones y legislaciones vigentes relacionadas con el sistema empresarial cubano.

13.1. Sistemas que integran el Sistema de Dirección y Gestión en Cuba

Las empresas estatales cubanas trabajan a partir de lo estipulado en el Decreto No. 281 de 2014, el cual plantea las bases del Sistema de Dirección y Gestión (SDG); el mismo, está compuesto por 18 sistemas de gestión (tabla 13.1), los cuales deben administrarse de forma obligatoria en las organizaciones que opten por el Perfeccionamiento Empresarial (PE).

Tabla 13.1. Los 18 sistemas que componen el SDG

Sistemas que componen el SDG		
1.Sistema de organización general	2. Sistema de métodos y estilos de dirección	
3 Sistema de atención al hombre	4 Sistema de organización de la producción de bienes y servicios	
5. Sistema de gestión de la calidad	6 Sistema de gestión del capital humano	

Cont...

Sistemas que componen el SDG		
7. Sistema de gestión ambiental	8 Sistema de gestión de la innovación	
9 Sistema de planificación	10 Sistema de contratación económica	
11 Sistema de contabilidad	12. Sistema de control interno	
13 Sistema de relaciones financieras	14 Sistema de costos	
15 Sistema de precios	16.Sistema informativo	
17 Sistema de mercadotecnia	18 Sistema de comunicación empresarial	

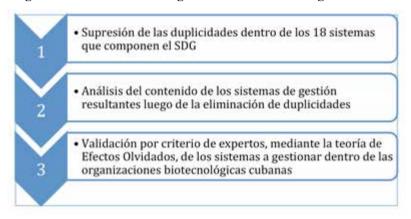
Las organizaciones del sector biotecnológico cubano constituidas en empresas en el año 2013 deben implantar el SDG y gestionar los 18 sistemas que lo componen. Estas organizaciones trabajan a ciclo completo y, debido al tipo de productos que desarrollan y producen, deben cumplir con requisitos y legislaciones nacionales e internacionales.

Gestionar un gran número de sistemas dentro de las organizaciones trae consigo duplicidad en el manejo de la información y una limitada interacción entre las diferentes áreas de la empresa. En consecuencia con lo planteado con anterioridad se desarrolla la presente investigación con el objetivo de determinar los principales sistemas a gestionar dentro de las organizaciones biotecnológicas cubanas.

13.2 Procedimiento para identificar los principales sistemas a gestionar en las empresas biotecnológicas

Con el objetivo de cumplir con lo legislado y eliminar las duplicidades entre los sistemas e identificar los elementos a gestionar dentro de las organizaciones biotecnológicas cubanas, se utilizan los tres pasos que se observan en la figura 13.1.

Figura 13.1. Pasos utilizados para identificar los principales sistemas a gestionar dentro de las organizaciones biotecnológicas cubanas



Cada uno de los pasos se describe a continuación.

 Supresión de las duplicidades dentro de los 18 sistemas que componen el SDG

De los 18 sistemas que integran el SDG ocho poseen normas para su implementación, existiendo duplicidades entre ellos; gestionarlos de forma independiente dificulta su ejecución dentro de una organización, suponiendo retos administrativos, técnicos y humanos. Se procede a descartar aquellos sistemas que se encuentran integrados dentro de otros más amplios teniendo en cuenta los objetivos de cada uno de ellos.

 Análisis del contenido de los sistemas de gestión resultantes una vez eliminadas las duplicidades

Se realiza un análisis de contenido a los conceptos de los sistemas de gestión, con el objetivo de determinar las variables claves de cada uno de ellos.

Realizado el análisis de contenido se determinan las correlaciones entre los sistemas de gestión aplicando el coeficiente de correlación de Spearman, ρ (rho),

que es una medida de la correlación (la asociación o interdependencia) entre dos variables. El coeficiente puede tomar valores entre -1 y 1: un valor de 1 significa una relación lineal perfecta directa, mientras un valor de -1 indica una relación lineal perfecta negativa. El coeficiente es una medida simétrica y muestra la correlación entre los sistemas partiendo de las variables que los conforman.

El procesamiento se realiza a través del <u>software</u> SPSS versión 22. En la salida de máquina se puede apreciar el coeficiente de correlación, el número de caso sobre el cual se calcula y el nivel crítico que le corresponde, bajo la hipótesis nula de que su valor poblacional es 0.

Se estudian las agrupaciones que pudieran existir entre los sistemas resultantes, teniendo en cuenta los valores que presentan las correlaciones y se da una propuesta de agrupación de sistemas.

 Validación por criterio de expertos, mediante la teoría de Efectos Olvidados, de los sistemas a gestionar dentro de las organizaciones biotecnológicas cubanas.

Con el propósito de triangular el análisis realizado, que dio como resultado en el paso anterior la propuesta de agrupación de los sistemas, se encuestan a expertos sobre el tema para recoger y procesar sus criterios acerca de cuáles son los principales sistemas a gestionar en una organización perteneciente al sector biotecnológico cubano.

Se identifican los expertos con conocimientos sobre el tema, a los que se les diseña y aplica un cuestionario para conocer su nivel de experticia. De los resultados alcanzados se seleccionan aquellos expertos que posean alta experticia sobre el tema objeto de estudio.

Una vez seleccionados los expertos con competencia alta se diseña y aplica el cuestionario elaborado a partir de la teoría de los Efectos Olvidados, con el objetivo de validar la agrupación de sistemas realizada en el paso anterior.

La teoría de los Efectos Olvidados se establece en 1988 por los profesores Kaufmann y Gil Aluja. Esta teoría tiene en cuenta las relaciones de incidencia o causalidad y permite obtener todas las relaciones directas e indirectas, recuperando lo que se denomina "efectos olvidados" (Kaufmann, A. y Gil Aluja, J., 1988).

Esta teoría se basa en establecer relaciones de incidencias, directas en un primer momento, según el criterio de expertos, para que, a través de un proceso de composición max-min entre las matrices resultantes, poder llegar al cálculo de los efectos olvidados. Se trata de aquellas relaciones indirectas que podrían quedar olvidadas en los análisis de causalidad. En este sentido, como causas se pueden determinar, en función de la investigación, los elementos que se toman como variables independientes, siendo entonces los efectos las variables dependientes.

En opinión de los autores de la teoría toda actividad se somete a algún tipo de incidencia causa-efecto ya que todos los eventos, hechos y fenómenos que forman parte de la dialéctica de la sociedad se integran en algún tipo de sistema o subsistema (Kaufmann, A. y Gil Aluja, J., 1988).

Resulta pertinente apoyarse en modelos y herramientas que permitan crear una base técnica que de manera clara determine todas las relaciones de causalidad directa e indirecta, de esta forma la toma de decisiones comprenderá todas las informaciones posibles. Las relaciones de causalidad no siempre resultan explícitas, visibles o evidentes, por lo que comúnmente no se perciben de forma directa. Ello conlleva a que exista siempre una posibilidad de dejar de considerar u olvidar de forma voluntaria algunas relaciones de causalidad, estas relaciones de incidencia quedan ocultas por tratarse de efectos sobre efectos, provocado por una acumulación de causas (Kaufmann, A. y Gil Aluja, J., 1988).

La función de pertenencia concierne al intervalo [0,1], siendo la relación de incidencia más alta cuando más cercana sea la valoración a 1 y será más débil cuando más cercana a 0 sea el valor que le corresponda. Se utiliza una escala endecadaria que se muestra en la tabla 13.2.

Tabla 13.2. Correspondencia semántica de la escala endecadaria

Valor	Correspondencia
0	Sin incidencia
0,1	Prácticamente sin incidencia
0,2	Casi sin incidencia
0,3	Muy débil incidencia
0,4	Débil incidencia
0,5	Media incidencia
0,6	Considerable incidencia
0,7	Bastante incidencia
0,8	Fuerte incidencia
0,9	Muy fuerte incidencia
1	La mayor incidencia

Fuente: Adaptado de (Kaufmann, A. y Gil Aluja, J., 1988)

Se toman como Efectos los sistemas resultantes principales de los 18 que integran el SDG, y las Causas las variables que quedan luego de extraerle al total aquellas que solo se reflejan en un sistema de gestión.

Una vez determinados los elementos que se tendrán en cuenta como Causas o variables independientes, así como los Efectos o variables dependientes, se ponen a consideración de los expertos que son los encargados de valorar el grado de incidencia entre los mismos a través del cuestionario.

Con los criterios emitidos se procede al cálculo de los Expertones, herramienta matemática que se utiliza con el propósito de buscar un consenso en las opiniones emitidas a través del cálculo de las esperanzas matemáticas.

Una vez obtenidos los Expertones, los mismos se introducen en el programa Fuzzylog para el cálculo de los efectos olvidados. Dicho programa permite confeccionar, a partir de los expertones, las matrices de incidencias directas y el cálculo de una matriz de incidencias indirectas o matriz de los efectos olvidados. Esta matriz identifica los efectos que los expertos pueden olvidar al valorar las relaciones entre los sistemas de gestión y las variables de forma directa.

Se analizan los resultados de la salida de máquina, específicamente aquellos de la matriz Efecto-Efecto para corroborar, por parte de los expertos, los resultados obtenidos del análisis de contenido y la correlación de Spearman, determinando los sistemas que se deben gestionar de forma agrupada.

Con el objetivo de validar que son esos los sistemas que se deben gestionar en las empresas biotecnológicas cubanas, se eliminan del análisis los sistemas que no resultan seleccionados como principales y se procede a calcular nuevamente los efectos olvidados, según el procedimiento expuesto con anterioridad, pero en esta oportunidad buscando que los sistemas resultantes contemplen todas las variables presentes en los 18 sistemas del SDG.

13.3. Resultados de la aplicación del procedimiento en el Centro de Inmunología Molecular

A continuación se describen los resultados alcanzados después de aplicar los tres pasos expuestos anteriormente en el Centro de Inmunología Molecular, institución insigne de la Industria Biotecnológica Cubana.

Supresión de las duplicidades dentro de los 18 sistemas que componen el SDG

Quedan integrados seis de los 18 sistemas de gestión contemplados en el SDG y dos quedan agrupados en uno denominado Sistema de gestión de la información y la comunicación.

Del análisis desarrollado queda como resultado que 11 sistemas comprenden el total de 18 planteados en el Decreto No. 281, ellos son listados en la tabla 13.3

Tabla 13.3. Sistemas a gestionar dentro de una organización

Sistemas	Normas
Sistema de organización general (SOG)	-
Sistema de organización de la producción de bienes y servicios (SOPBS)	-
Sistema de gestión de la calidad (SGC)	NC-ISO 9001:2015
Sistema de gestión del capital humano (SGCH)	NC-ISO 10018: 2016
Sistema de gestión ambiental (SGMA)	NC-ISO 14001:2015
Sistema de gestión de la innovación (SGIn)	
Sistema de planificación (SP)	-
Sistema de control interno (CI)	Resolución No. 60/11
Sistema de relaciones financieras (SF)	NC: Información Financiera:2012
Sistema de gestión de la información y la comunicación (SGI)	ISO/IEC 27001:2013
Sistema de marketing (SMK)	-

Análisis de contenido de los 11 sistemas de gestión resultantes tras la eliminación de duplicidades

Son identificadas 36 variables que pueden estar contempladas en cada uno de los sistemas de gestión. Del análisis conceptual efectuado, se establece que el Sistema de Organización General es el que debe incidir de manera directa en los otros sistemas que dentro de las organizaciones se gestionen. Este sistema define las principales concepciones organizativas para la implantación del SDG.

En la salida del software SPSS versión 22 se observan correlaciones significativas entre los sistemas de Gestión de calidad, Producción de bienes y servicios y Gestión medioambiental; de igual manera ocurre entre los sistemas de Gestión de la información y la comunicación y el de Innovación.

Tomando como base los resultados alcanzados los sistemas de gestión dentro de una organización se agrupan como se muestra en la figura 13.2.

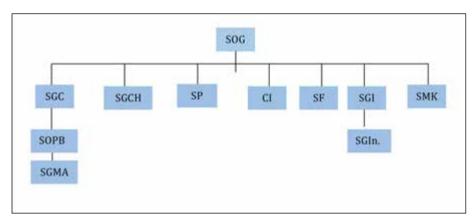


Figura 13.2. Relación entre los sistemas de gestión dentro de una organización.

Estos sistemas tienen dimensiones comunes según concepto, por lo que pueden gestionarse como un solo sistema que englobe a todos los sistemas integrantes de su grupo. Esto no supone la supresión de los sistemas que los integran, solo una gestión más eficiente de ellos al eliminar o reducir incongruencias en los procesos, duplicidades de información y de documentos.

 Validación por criterio de expertos, mediante la teoría de Efectos Olvidados, de los sistemas a gestionar dentro de las organizaciones biotecnológicas cubanas

Se identifican 17 expertos sobre sistemas de gestión integrados a los cuales se les aplica el cuestionario de experticia. El procesamiento de los cuestionarios arroja que 12 poseen coeficiente de competencia alto y cinco reflejan una competencia media (figura 13.3).

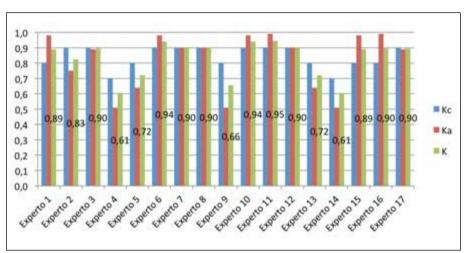


Figura 13.3. Coeficiente de competencia de los expertos

Se seleccionan los 12 expertos con competencia alta y se les aplica el cuestionario para validar la agrupación determinada anteriormente. Los 11 sistemas resultantes como principales de los 18 que integran el SDG se toman como Efectos y las 23 variables que quedan, luego de extraerle al total de 36 las 13 variables que solo se reflejan en un sistema de gestión, constituyen las Causas (tabla 13.4).

Tabla 13.4. Causas y Efectos definidos para el estudio.

Causas:	Efectos:
C1. Organización	E1. Sistema de organización general
C2. Recursos	E2. Sistema de organización de la producción de bienes y servicios
C3. Objetivos	E3. Sistema de gestión de la calidad
C4. Producción	E4. Sistema de gestión del capital humano
C5. Calidad	E5. Sistema de gestión ambiental
C6. Eficiencia	E6. Sistema de gestión de la innovación
C7. Toma de decisiones	E7. Sistema de planificación
C8. Comunicación externa	E8. Sistema de control interno
	Cont

Causas:	Efectos:
C9. Responsabilidad	E9. Sistema de relaciones financieras
C10. Desempeño laboral	E10. Sistema de gestión de la información y la comunicación
C11. Productividad	E11. Sistema de marketing
C12. Procesos	-
C13. Productos	-
C14. Mejoras	-
C15. Desarrollo	-
C16. Conocimiento	-
C17. Tecnología	-
C18. Planificación	-
C19. Control	-
C20. Pronóstico	-
C21. Cálculo	-
C22. Clientes	-
C23. Distribución	-

El orden seguido en el procesamiento fue primeramente buscando las incidencias directas entre las causas y los efectos, luego las incidencias de las causas con ellas mismas y por último las incidencias directas que presentaban los efectos sobre ellos mismos.

En el cuadro de incidencias estimadas entre Causas-Efectos del total de 253 incidencias 91 se clasifican como muy fuertes, dentro de ellas se destacan las variables 6, 7, 14, 15 y 16 como las de mayor presencia en todos los sistemas. Las 162 incidencias restantes se valoran por los expertos de la siguiente forma: fuerte incidencia 71, bastante incidencia 44, considerable incidencia 38, media incidencia ocho y como débil incidencia solamente una.

El cuadro de incidencias entre las diferentes causas refleja que del total de 506 incidencias, no unitarias, se determinan como muy fuertes 82 destacándose las variables 5, 6, 7 y 11 como las de mayor presencia en todos los sistemas.

Las 447 incidencias restantes se clasifican por los expertos de la siguiente forma: fuerte incidencia 160, bastante incidencia 140, considerable incidencia 23, media incidencia 41, débil incidencia 37 y 23 de muy débil incidencia.

En la salida de máquina que muestra la incidencia entre los diferentes efectos o sistemas (tabla 13.5), se observa una muy fuerte incidencia del efecto tres sobre los efectos dos y cinco, así como, del efecto 10 sobre el seis.

Tabla 13.5. Incidencias entre los diferentes efectos B^{-1}

	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈	E ₉	E ₁₀	E ₁₁
E ₁	1	0,63	0,53	0,62	0,58	0,56	0,60	0,57	0,55	0,59	0,58
E ₂	0,67	1	0,99	0,48	0,44	0,46	0,39	0,45	0,33	0,48	0,52
E ₃	0,66	0,81	1	0,56	0,80	0,42	0,45	0,43	0,42	0,43	0,54
E ₄	0,62	0,48	0,48	1	0,44	0,44	0,43	0,46	0,34	0,47	0,53
E ₅	0,66	0,50	0,98	0,53	1	0,55	0,53	0,51	0,44	0,43	0,58
E ₆	0,62	0,58	0,58	0,56	0,55	1	0,53	0,43	0,42	0,98	0,73
E ₇	0,66	0,54	0,55	0,54	0,57	0,53	1	0,53	0,56	0,53	0,56
E ₈	0,68	0,57	0,53	0,54	0,55	0,56	0,56	1	0,55	0,56	0,53
E ₉	0,62	0,33	0,33	0,37	0,38	0,43	0,44	0,37	1	0,42	0,43
E ₁₀	0,54	0,46	0,37	0,38	0,44	0,71	0,42	0,43	0,44	1	0,44
E ₁₁	0,60	0,58	0,53	0,64	0,63	0,58	0,66	0,66	0,65	0,63	1

Fuente: Salida de Máquina del programa Fuzzylog

Queda de esta manera corroborado por los expertos los resultados obtenidos del análisis de contenido y la correlación de <u>Spearman</u>, por lo que se deben gestionar de forma agrupada los sistemas de Organización de la producción de bienes y servicios y Gestión ambiental con el Sistema de gestión de la calidad y el Sistema de gestión de la innovación con el Sistema de gestión de la información y la comunicación. Coincidiendo en que los ocho principales sistemas a gestionar a lo interno de las organizaciones biotecnológicas cubanas son: SOG, SGC, SGCH, SP, CI, SF, SGI y SMK.

En las empresas biotecnológicas se relacionan estrechamente en la gestión el Sistema de organización de la producción de bienes y servicios y el Sistema de Calidad. La calidad total se construye en el proceso de producción y este debe responder a las agencias regulatorias que certifican la misma. Se deben tomar en cuenta además los costes de la no calidad como fundamento para una mejor gestión de los procesos y la eficiencia de los mismos con el medioambiente.

La gestión medioambiental se vincula directamente con el Sistema de calidad, este último se gestiona de manera transversal en las organizaciones relacionándose con cada uno de los procesos que la integran; de esta manera los objetivos medioambientales son tomados en cuenta proporcionándoles a las entidades ventajas comparativas.

El Sistema de gestión de la información y la comunicación se encarga de distribuir a lo interno de la organización aquel conocimiento necesario, el cual es la base para la innovación. Ello le brinda oportunidades de crear mejoras organizacionales a los trabajadores y que se tengan en cuenta para la toma de decisiones.

Una vez analizadas las incidencias existentes entre los efectos se continúa con el cálculo de los efectos olvidados en aras de verificar si, a través de las incidencias indirectas existen relaciones que podrían quedar olvidadas y no resultar adecuada la agrupación propuesta. Los resultados obtenidos muestran que los efectos olvidados son prácticamente nulos, por lo que la agrupación propuesta resulta válida

Con el objetivo de validar que son esos los sistemas que se deben gestionar en las empresas biotecnológicas cubanas, se procede a calcular nuevamente los efectos olvidados, según el procedimiento explicado con anterioridad, pero en esta oportunidad buscando que los ocho sistemas resultantes contemplen todas las variables presentes en los 18 sistemas del SDG. En los resultados se observan siete efectos olvidados, tres de ellos sin incidencia, dos casi sin incidencia y otros dos con muy débil incidencia. Los que presentan incidencia responden a la variable Cálculo con un valor de 0 3

El efecto olvidado de la variable Cálculo con el efecto Sistema de marketing se puede observar en la figura 13.4.

Cálculo

0.6

Sistema de Marketing

0.92

Desarrollo

Figura 13.4. Efecto olvidado entre la variable Cálculo y el efecto Sistema de marketing

Fuente: Salida de Máquina del programa Fuzzylog

El cálculo no es una variable que directamente se aprecie en la definición del Sistema de marketing, no obstante es una variable que se encuentra presente en este sistema empresarial. En un primer momento los expertos le estiman una relación directa de 0.6, que se clasifica como una considerable incidencia, sin embargo esta variable tiene un impacto en el Desarrollo pues los cálculos sirven de base para la elección de alternativas para el desarrollo y este a su vez nutre las líneas para el desempeño del Sistema de marketing.

El otro efecto olvidado con muy débil incidencia que se obtuvo se encuentra presente entre la variable Cálculo, pasando igualmente por el Desarrollo con un efecto en el Sistema de gestión de la calidad tal y como se aprecia en la figura 13.5

Cálculo

0.6

Sistema de Gestión de la Calidad

0.93

Desarrollo

Figura 13.5. Efecto olvidado entre la variable Cálculo y el efecto Sistema de gestión de la calidad

Fuente: Salida de Máquina del programa Fuzzylog

Existe relación directa entre las variables Cálculo y Desarrollo, a partir de que el cálculo sirve de base para la valoración de las decisiones encaminadas al logro de los objetivos propuestos. A su vez el desarrollo constituye un elemento esencial para el logro y mantenimiento de la calidad en la organización. Por ello existe relación entre la variable Cálculo y el Sistema de gestión de la calidad, la cual fue estimada por los expertos como una relación directa de 0.6, que se clasifica como una considerable incidencia; pero cuando se toma en cuenta la variable Desarrollo la relación es de 0.9 considerada de muy fuerte incidencia.

13.4 Consideraciones finales

 Los pasos desarrollados para eliminar duplicidades entre los sistemas e identificar los principales, de estos, a gestionar dentro de las organizaciones biotecnológicas cubanas, permiten cumplir con la legislación vigente. • De los 18 sistemas que componen el SDG seis se encuentran recogidos dentro de otros; por lo que se procede a su eliminación del total de sistemas a gestionar y dos que se gestionan en la actualidad como uno solo. Tres sistemas quedan incluidos como subsistemas, por lo que son ocho (SOG, SGC, SGCH, SP, CI, SF, SMK y SGI) los principales sistemas a gestionar dentro de las organizaciones biotecnológicas cubanas.

Bibliografía

- Acosta Aguilera, E., Piña León, L., & Espallargas Ibarra, D. (2008). Curso Breve de Estadística. La Habana: Departamento Estadística-Informática. Facultad de Economía. Universidad de La Habana.
- 2. Albaum, G. "y otros" (1989), "International Marketing and Export Management". Editorial Addison-Wesley Publishing Company, USA.
- 3. Andersen, O. y Buvik, A. (2002), "Firms internationalization and alternative approaches to the international customer/market selection". International Business Review, Vol. 11, pp. 347-363.
- 4. Autores, C. d. (2005). *Análisis e interpretación de estados financieros*. La Habana: Centro de Estudios Contables Financieros y de Seguros (CECOFIS).
- 5. Autores, C. d. (2010). *La gestión de recursos humanos, surgimiento, evolución y esencia de la gestión empresarial*. Recuperado en marzo de 2014, de <u>www.</u> monografias.com/trabajos71/gestion-recursos-humanos.
- 6. Axinn, C.N. y Matthyssens, P. (2002), "Reassessing the Internationalization of the Firm. Advances in International Marketing". JAI/Elsevier Inc. Holanda.
- 7. Beer. (1989). *Gestión de Recursos Humanos*. España: Editorial al Ministerio del Trabajo.
- 8. Bertrán, J. (2004), "Marketing Internacional y Exportación. Cómo aumentar sus exportaciones y hacer rentable su empresa." Primera Edición, Ediciones Gestión 2000 S.A., España.
- 9. Blanco, B. (2006): Riesgos empresariales: ¿peligro u oportunidad? Una nueva concepción de la gestión de los riesgos empresariales de operación. Ponencia presentada al Evento "44 Aniversario de los Estudios Económicos en la Universidad de la Habana", La Habana.
- Blanco, B. (2007). Procedimiento para la Evaluación de los Riesgos Empresariales de Operación con métodos de las matemáticas borrosas. Tesis Doctoral. Universidad de la Habana.

- 11. Blanco, B. (2009). *Elementos Básicos de la Teoría de los Subconjuntos Borro*sos. Departamento de Ciencias Empresariales.
- 12. Canals, J. (1994), "La Internacionalización de la Empresa. Cómo evaluar la penetración en mercados exteriores". Editorial Mc Graw-Hill/Interamericana de España, S.A., España.
- 13. Cateora, P. R. y Graham, J. L. (2000), "Marketing Internacional". Décima Edición, Editorial Mc Graw-Hill, México.
- Cavusgil, S. T. y Godiwalla, Y.M. (1982), "Decision making for international marketing. A comparative review". Management Decision, Vol. 20 (4), pp. 47-54
- 15. Cerviño, J. (2006), "Marketing Internacional. Nuevas perspectivas para un mercado globalizado". Ediciones Pirámide, España.
- Chiavenato, I. (2000). Administración de Recursos Humanos. Santa fé de Bogotá, Colombia: Mc Graw-Hill Interamericana, S.A.
- 17. Chiavenato, I. (2001). Administración de Recursos Humanos. El capital humano en las organizaciones. (5ta. Edición). Colombia: McGraw-Hill Interamericana, S.A.
- Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO) (2004): Gestión de Riesgos Corporativos – Marco Integrado. Técnicas de Aplicación.
- 19. Consultores, E. &. (2000). Manual del Director de Recursos Humanos. (Adecuación persona-puesto).
- 20. Cuesta Santos, A. (2005). *Gestión de Recursos Humanos (GRH)*(Compilación bibliográfica para curso a distancia ed.). La Habana.
- 21. Cuesta Santos, A. (2010). *Tecnología de Gestión de Recursos Humanos*. La Habana: Félix Varela y Academia.
- 22. Cuesta Santos, A. (2010). *Gestión del talento humano y del conocimiento*. Bogotá: Ediciones Ecoc.

- 23. Cyert, R.M.; March, J.G. (1965). *Teoría de las decisiones económicas de la empresa*. Herrero Hermanos, México.
- 24. De Miguel, E. (1993). *Introducción a la gestión (management)*. Universidad Politécnica de Valencia.
- 25. Davis, D. (2000). *Investigación en administración para la toma de decisiones*. Thomson, México.
- 26. De Armas, R. L. (2011). El Turismo y su influencia en la estrategia de desarrollo en Cuba / Tourism and its influence in Cuban development strategy. *Revista Cubana de Investigaciones Turísticas.*, Vol 2.
- 27. De Bóer, L., Labro, E., & Morlacchi, P. (2011). A review of methods supporting suplier selection. *European Journal of puchasing and Supply Management*, 75-89.
- 28. del Castillo, L. S. (2011). La empresa como eslabón básico del sistema de relaciones de producción. Las principales decisiones empresariales y sus subsistemas. Diplomado de Empresa. Escuela de Cuadros del PCC. La Habana, Cuba
- Del Castillo-Sánchez, L. d., Blanco-Campins, B., Sánchez-Abreu, E., & Perez-Morfi, D. (2013). Administración Financiera a corto plazo. Material de apoyo a la docencia. La Habana: Félix Varela.
- Del Castillo, L. (2014). Las transformaciones de la Empresa Estatal y sus retos en la actualización del modelo económico cubano. Escuela de Cuadros del PCC. La Habana, Cuba. 49.
- 31. Díaz, I., & Echevarría, D. (S/A). El Sistema de Dirección y Gestión Empresarial en Cuba: Un análisis imprescindible. La Habana: www.eumed.net.
- 32. Diez, J. (2008). *Impacto del turismo internacional en la economía cubana*. U.N.M.d.P v F.A.C.E.S.
- 33. Douglas, S.P. y Craig, C.S. (1992), "Advances in international marketing". International Journal of Research in Marketing, Vol. 9 (14), pp. 291-318.
- 34. Dow, D. (2000). "A note on psychological distance and export market selection". Journal of International Marketing, Vol. 8 (1), pp. 51-64.

- Durán A., M. V. y Abreu H., M. (2007): Metodología para el proceso identificación de Riesgos. Consultoría BISE S. A. V Encuentro Internacional de Contabilidad, Auditoría y Finanzas, La Habana.
- 36. Echevarría, A. A. (2015). Aplicación de herramientas de la teoría de subconjuntos borrosos al proceso de capacitación en la empresa CUBAEXPORT. Tesis de Diploma, Facultad de Economía. Universidad de La Habana.
- 37. Espallargas I., D., & Solís Corvo, M. (2009). *Econometría y Series Temporales. Aplicaciones*. La Habana.
- 38. Frost Ch., Allen D., Porter J. y Bloodworth Ph. (2002): Manual de Gestión de Riesgos Operativos. Deusto. España.
- 39. Galván, I. (2003), "La Formación de la Estrategia de Selección de Mercados Exteriores en el proceso de Internacionalización de las Empresas". Tesis Doctoral, Universidad de Palmas de Gran Canaria, España.
- 40. García Rondón, I. (2010). Procedimiento para la selección de los mercados internacionales de los servicios de gestión medioambiental cubanos. Cuba: Tesis Doctoral, Universidad de la Habana.
- 41. Gil Lafuente, A. M. (1993). *El análisis financiero en la economía*. Barcelona: Ariel S.A.
- 42. Gil Lafuente, J. (1997). *Marketing para el nuevo milenio. Nuevas técnicas para la gestió comercial en la incertidumbre*. España: Editorial Pirámide.
- 43. Gil Lafuente, J. (2002) "El mejor sistema de designación arbitral: el algoritmo húngaro". Actas del International Congress ACSEG 2002, 167-180, Boulogne-Sur-Mer.
- 44. Gil Lafuente, J. (2004): The best systems for appointing referees. Sergiy Butenko, Jaime Gil Lafuente and Panos M. Pardalos (ed.), Economics, management and optimization in sports, 101-120. Springer, Berlin.
- 45. Gil Lafuente, A., & Gil Lafuente, J. (2007). Modelos y Algoritmos para el tratamiento de la Creatividad en la Gestión Empresarial. España: Editorial Milladoiro.

- 46. Gil Lafuente, J. y Rojas Mora, J. C. (2007). *La idónea asignación arbitral con altos niveles de incertidumbre*. España. Conferencia.
- 47. Gómez, M. I., & Acevedo, J. A. (2010). La logística moderna en la empresa. Félix Varela.
- 48. González F., Flores B. y Chagolla M. (2006): Las distancias de Hamming y Euclides como elementos estratégicos en las contrataciones empresariales en la incertidumbre. Universidad de Morelia, México.
- González-Cueto A. (2002): La Administración del Riesgo Cambiario en el contexto de la economía cubana. Tesis Doctoral. Santiago de Compostela, España.
- 50. Green, R. T. y Allaway, A. W. (1985), "Identification of Export Opportunities: A Shift-Share Approach". Journal of Marketing, Vol. 49, (invierno), pp. 83-88.
- 51. Greenwood, W. (1978). *Teoría de decisiones y sistemas de información*. Trillas, México.
- 52. Hammin, A. (2014). *Control financiero interno bajo incertidumbre: control de gestión de la liquidez.* Barcelona: Universitat de Barcelona.
- 53. Herrera, F.; Herrera-Viedma, E.; Verdegay, J.L. (1996). "Direct approach processes in group decision making using linguistic OWA operators". *Fuzzy Sets and Systems*, 79, 1996.
- 54. Houston, F. S. y Gassenheimer, J. B. (1987), "Marketing and Exchange". Journal of Marketing, Vol. 51 (10), pp. 3-18.
- 55. Huber, G.P. (1984). Toma de decisiones en la gerencia. Trillas, México.
- 56. Kamlesh, M. y Solow, D. (2005). *Investigación de Operaciones. El arte de la toma de decisiones*. Editorial Pearson Hall Hispanoamericana, S.A., México.
- 57. Kaufmann, A., y Gil Aluja, J. (1986). *Introducción de la teoría de los sub-conjuntos borrosos a la gestión de las empresas*. España: Editorial Milladoiro.
- 58. Kaufmann, A., y Gil Aluja, J. (1987). *Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre*. España: Editorial Hispano Europea.

- 59. Kaufmann, A., y Gil Aluja, J. (1990). Las matemáticas del azar y de la incertidumbre. Elementos básicos para su aplicación en economía. España: Editorial Centro de Estudios "Ramón Areces".
- 60. Kaufmann, A. y Gil Aluja J. (1992): Técnicas de gestión de empresa. Previsiones, decisiones y estrategias. Ediciones Pirámide, Madrid, España.
- 61. Kaufmann, A. y Gil Aluja J. (1993a): Técnicas especiales para la gestión de expertos. Editorial Milladoiro, España.
- 62. Kaufmann, A. y Gil Aluja J. (1993b): Nuevas Técnicas para la Dirección Estratégica. 2ª. Edición, Publicacions Universitat de Barcelona, España.
- 63. Kaufmann A. y Gil Aluja J. (1994): Las matemáticas en la incertidumbre. Ariel Economía, España.
- 64. Koprinarov B. (2005): El riesgo empresarial y su gestión. Conferencia. Universidad de Burgas, Bulgaria. Kuhn, H. W. (s.f.). *The Hungarian Method for the assignment problem*. Recuperado de http://polilibros/portal/Polilibros/PTerminados//Common/IO-modulo4-asignacionpura.htm el 10 de diciembre de 2014.
- 65. Kotler, P. (2000), "Dirección de Marketing". Edición del Milenio, Editorial Prentice Hall, España.
- 66. Kotler, P. y Lane Keller, K. (2006), "Dirección de Marketing". Duodécima Edición, Pearson Educación, México.
- 67. Kumar, V. "y otros" (1994), "An interactive approach to identifying potential foreign markets". Journal of International Marketing, Vol. 2 (1), pp. 29-52.
- 68. L. Lazzari, L., M. Machado, E., & H. Pérez, R. (2004). Los conjuntos borrosos: una introducción.
- Leal Millán, A., Román Onsalo, M., de Prado Sagrega, A., & Rodriguez Félix,
 L. (2004). El factor humano en las relaciones laborales. Manual de Dirección y Gestión. Madrid: Pirámides.
- López Domínguez, I. (1998): Gestión de Riesgos en la Empresa. Cuadernos Cinco Días. Instituto Superior de Técnicas y Prácticas Contables, España

- 71. Luciano, E. V. (2014). *Algoritmo para el tratamiento y selección de productos financieros en la incertidumbre*. Unversitat de Barcelona: Tesis doctoral.
- 72. Machado Labrada, D., de miguel Guzmán, M., & Marrero Fornaris, C. (2006). Evolución de la Planeación de los Recursos Humanos y sus manifestaciones en modelos precedentes y actuales. Holguín, Cuba.
- Martínez, P. M. (2002) "Métodos Básicos de Selección de Mercados Exteriores". pp. 695-709, disponible en http://www.jeyl.es/jcy/cee/dgeae/congresos_ecoreg/CERCL/52695.pdf consulta: 19/10/2008.
- 74. Mascareñas, J. (2001). *Análisis del Apalancamiento*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- 75. Melón, O. U. (2012). Diseño de un Sistema Integrado de Gestión y su herramienta automatizada para la toma de decisiones en la APCI. La Habana: Tesis de Maestría.
- 76. Menguzzato, M.; Renau, J.J. (1995). *La dirección estratégica de la empresa*. *Un enfoque innovador del management*. Ariel, Barcelona.
- 77. Miguel Guzmán, M., Pérez Campdesuñer, R., & Noda Hernández, M. (2010). ¿Qué es la Planeación de Recursos Humanos? Holguín: Centro de Información y Gestión Tecnológica.
- 78. Ministerio de Auditoría y Control. Resolución No. 13/06. Gaceta Oficial de la República de Cuba. Año CIV. No.6.
- 79. Ministerio de Finanzas y Precios. Resolución No. 297-2003 de Control Interno. Gaceta Oficial de la República de Cuba.
- 80. Moody, P.E. (1991). *Toma de decisiones gerenciales*. Mc Graw Hill Latinoamericana, Bogotá.
- 81. Morales, E. (2002). *GRH*, evolución, conceptos y diferentes perspectivas vistas en la realidad cubana. Otros conceptos y herramientas de RRHH. Recuperado el 7 de octubre de 2014, de http://www.gestiopolis.com/canales/derrhh/artículos/30/grh.htm

- 82. Morillas, A. (2001). *Introducción al análisis de datos difusos*. Curso de Doctorado en Economía Cuantitativa, Universidad de Málaga, España.
- 83. NC 3000. (2007). Sistema de Gestión Integrada de Capital Humano-Vocabulario. Oficina Nacional de Normalización.
- 84. NC 3002. (2007). Sistema de Gestión Integrada de Capital Humano- Implementación. Oficina Nacional de Normalización.
- 85. Nieto, A. y Llamazares, O. (1998), "Marketing Internacional". Segunda Edición, Ediciones Pirámide, España.
- 86. Noriega-Castro, J. V. (2011). Administración de las cuentas por cobrar. Un enfoque para la toma de decisiones en la industria maquiladora de prendas de vestir en Guatemala. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- 87. Núñez-Naranjo, N. c. (2016). Las finanzas populares a través de la teoría de efectos olvidados en el sector cooperativo. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- 88. Oficina Nacional de Estadísticas e Información (ONEI). (s.f.). *Oficina Nacional de Estadísticas e Información (ONEI)*. Recuperado el 04 de mayo de 2016, de www.onei.cu: http://www.onei.cu/Ingresos en divisas asociados al turismo / Tourism hard currency revenues
- 89. Ortiz, M. (2004) Procedimiento para la gestión de inventarios con demanda independiente en empresas comerciales y de servicios. Tesis doctoral, Universidad de La Habana, Cuba.
- 90. Papadopoulos, N. y Denis, J.E. (1988), "Inventory, Taxonomy and Assessment of Methods for International Market Selection". International Marketing Review, Vol. 5 (otoño), pp. 38-51.
- 91. Parra-Merroño, C. y.-B. (2014). Estrategias de Marketing Turístico. *Retos Turísticos Vol.2*.
- 92. Quezasa, M. E. (2014). Propuesta de un modelo de gestión financiera para la empresa BIOAGRO de la ciudad de Cuenca. Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.

- 93. Ravsberg, F. (17 de febrero de 2016). *Cartas desde Cuba*. Obtenido de http://cartasdesdecuba.com/crece-el-sector-turistico-no-estatal/
- 94. Raya, A. M. (s.f.). Introducción al análisis de datos difusos. Universidad de Málaga.
- 95. Rico, M., & Tinto, J. (Año 13 No. 21, Julio- Diciembre 2010). Herramientas con base en subconjuntos borrosos. Propuesta procedimental para aplicar expertizaje y recuperar efectos olvidados en la información contable. *Actualidad Contable FACES*, 127-146.
- Sailema-Masaquiza, J. A. (2016). Las finanzas en el sector cooperativo y el modelo de efectos olvidados. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- 97. Santesmases, M. (1996), "Marketing. Conceptos y Estrategias". Tercera Edición, Edición Pirámide, España.
- 98. Santos, I. (2000). Logística Comercial y Empresarial. Mdrid: ESIC.
- 99. Sastre Castilo, M., & Aguilar Pastor, E. (2003). *Dirección de recursos humanos. Un enfoque estratégico*. España: Mc Graw-Hill Interamericana de España.
- 100. Simon, H.A. (1977). *The new science of management decision*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- 101. Simon, H.A. (1980). El comportamiento administrativo. Estudio de los procesos decisorios en la organización administrativa. Aguilar, Madrid.
- 102. Stevenson, W., & Hojati, M. (2001). Production Operation Managemen. Canadá: Mc Graw-Hill. Ryerson Limited.
- 103. Stoner, J. (2000). Administración (5ta. Edición). España: Mc Graw-Hill.
- 104. Souto Anido, L. (2013). Aplicación de herramientas de la Teoría de los subconjuntos borrosos a los procesos de selección del personal. Cuba: Tesis de Maestría en Administración de Negocios, Universidad de La Habana.
- 105. Taha, H. A. (2012). *Investigación de Operaciones*. (9na. Edición). México: Editorial Pearson Educación.

- 106. Taylor, F. (1911). The Principles of Scientific Management.
- 107. Valle Cabrera, R. (2001). *Gestión Estratégica de los RR.HH*. Addison Wesley Iberoamericana.
- 108. Vicens, E.; Albarracín, J.M.; Palmer, M.E. (2005). *Métodos cuantitativos de ayuda a la toma de decisiones: problemas*. Universidad Politécnica de Valencia.
- 109. Winston, W. L. (2005). *Investigación de operaciones y aplicación de algoritmos*. (4ta. Edición). México: Editorial Thomson.
- 110. Zadeh, L.A. Utilization of fuzzy evidence in decision analysis. ORSA/TIMS Joint Meeting Houston, Octubre 1981.
- 111. Zimmermann, H.J. (1991). Fuzzy sets theory and its application. Kluwer Academic Publishers, Boston.



PUBLICACIONES DE LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS

*Las publicaciones señaladas con el simbolo setán disponibles en formato PDF en nuestra página web: https://racef.es/es/publicaciones

**R.A.C.E.F. T.V. en 🛅 $_{o}$ 🕡

Los símbolos ____ v v indican que hay un reportaje relacionado con la publicación en el canal RACEF TV