



FACULTAD
DE CIENCIAS
ECONÓMICAS



Universidad
Nacional
de Córdoba

REPOSITORIO DIGITAL UNIVERSITARIO (RDU-UNC)

Aplicaciones del método Topsis con variables lingüísticas

Raúl Alberto Ercole, Claudia Etna Carignano,
Catalina Lucía Alberto

Capítulo del Libro Aplicación de multi-metodologías para la gestión y evaluación de sistemas sociales y tecnológicos. Tomo I, 1º ed. publicado en 2013 – ISBN 978-987-1436-73-6



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

APLICACIONES DEL MÉTODO TOPSIS CON VARIABLES LINGÜÍSTICAS

RAÚL ALBERTO ERCOLE

CLAUDIA ETNA CARIGNANO

CATALINA LUCÍA ALBERTO

Palabras Claves: TOPSIS, variables lingüísticas, selección personal, decisión inmobiliaria.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo pretende analizar la aplicación de una herramienta adecuada de elección de una acción o alternativa en el seno interno de una Organización, en donde se presenten las características que distintas acciones o alternativas son factibles, que existen diversos criterios o pautas de evaluación con diferente peso o ponderación y que se puedan usar variables lingüísticas tanto en el peso o ponderación de los criterios como en la evaluación de acciones o alternativas. En este sentido, el trabajo propone la utilización de la herramienta TOPSIS en un entorno borroso o difuso, específicamente se utiliza el modelo con etiquetas lingüísticas propuesto por Chen (2000).

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) es un método de decisión multicriterio compensatorio, cuyo objetivo es la ordenación de un conjunto finito de alternativas. El principio básico es que la alternativa elegida debe tener la menor distancia a la solución ideal positiva y la mayor distancia a la solución ideal negativa. Una solución ideal se define como una colección de puntuaciones o valores en todos los atributos considerados en la decisión, pudiendo suceder que tal solución sea inalcanzable. El vector compuesto por los mejores valores del *j-ésimo* atributo respecto de todas las acciones posibles es quien recibe el nombre de "solución ideal positiva"; asimismo la "solución ideal negativa" será aquella cuyo vector contenga los peores valores en todos los atributos. A fin de lograr la ordenación se define un índice de similaridad (o proximidad relativa) respecto a la solución ideal positiva combinando la proximidad a la solución ideal positiva y la lejanía respecto a la solución ideal negativa. Se selecciona aquella alternativa que se ubica lo más lejos posible a la máxima similaridad respecto a la

solución ideal negativa, es decir aquella cuyo índice de similaridad esté más próximo a 1.

Los casos de decisiones expuestos en este trabajo están referidos al problema general de selección de personal en una organización y a un desarrollo inmobiliario.

Se hace constar por otra parte, que el texto base de este capítulo ha sido presentado en carácter de full paper en el XXXIV Congreso Argentino de Profesores Universitarios de Costos, realizado en la ciudad de Bahía Blanca durante el año 2011. En esa oportunidad fue sometido a referato y aceptado por la comisión científica del evento.

2. EL MODELO

Los problemas de toma de decisión se centran en el proceso de encontrar la mejor alternativa entre varias factibles. Dichas alternativas son las distintas acciones que podrá encarar el decisor y se simbolizan como el conjunto A de m elementos:

Estas acciones serán elegidas luego de analizada la información del proceso decisorio y teniendo en cuenta las variables endógenas y exógenas que hacen a la situación. De hecho, para la elección de las acciones se operará con un modelo que respete los objetivos organizacionales.

El decisor evaluará las distintas alternativas a partir de varios criterios. Se está en presencia, consecuentemente, de un modelo decisorio multiatributo o multicriterio.

Los aspectos o criterios que se tomarán en cuenta para guiar el proceso decisorio forman el conjunto C de n elementos:

La calificación que cada decisor brinda a cada una de las alternativas para cada uno de los criterios, forma la matriz X, en la que cada elemento $[x_{ij}]$ representa preferencia de la alternativa i respecto al criterio j ($i=1, \dots, m; j=1, \dots, n$)

Los criterios seguramente no tendrán la misma relevancia entre sí dentro de un proceso decisorio y por ello se asocia a los mismos un peso o ponderación formando el conjunto W de n elementos:

En este modelo en particular se considera la utilización de variables lingüísticas para los pesos de los criterios y la evaluación de algunas de las alternativas, lo que sin duda brinda mayor flexibilidad al proceso de decisión.

Una variable lingüística toma valores que son palabras o sentencias. Es decir, admite que sus valores sean etiquetas. Además, cada etiqueta es un término que se define como un conjunto difuso o borroso.

Las variables tienen asociado un dominio que puede estar dividido en tantos conjuntos borrosos como un experto considere oportuno, cada uno de los mismos tiene asociada una etiqueta lingüística.

La cantidad de etiquetas elegidas determina una medida de la discriminación entre los distintos grados de incertidumbre. Esta cantidad debe ser suficiente para describir cualquier situación relativa al contexto en el que se sitúa el problema.

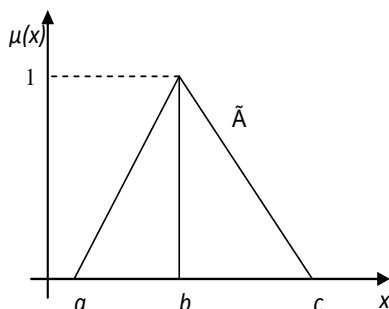
Un *conjunto borroso o difuso* \tilde{A} en un universo X se caracteriza a través de la función $\mu_{\tilde{A}} x$ que asocia a cada elemento x en X , un número real en el intervalo $[0,1]$. Además, el valor de la función $\mu_{\tilde{A}} x$ representa el grado de pertenencia de x en \tilde{A} . De acuerdo a las definiciones usuales, un número borroso es un subconjunto borroso en el universo X que es convexo y normal.

Los números difusos más utilizados por su simplicidad son los triangulares. Un número borroso triangular se define con 3 elementos (a , b , c) y con una función de pertenencia $\mu_A(x)$ del tipo:

$$\mu_A(x) = \left\{ \begin{array}{ll} 0, & \text{si } x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{si } a \leq x \leq b \\ \frac{x-c}{b-c}, & \text{si } b \leq x \leq c \\ 0, & \text{si } x > c \\ 1, & \text{si } x = b \end{array} \right\} \quad (1)$$

Gráficamente un número borroso triangular se puede observar en la figura siguiente.

Figura 1: Número Borroso Triangular



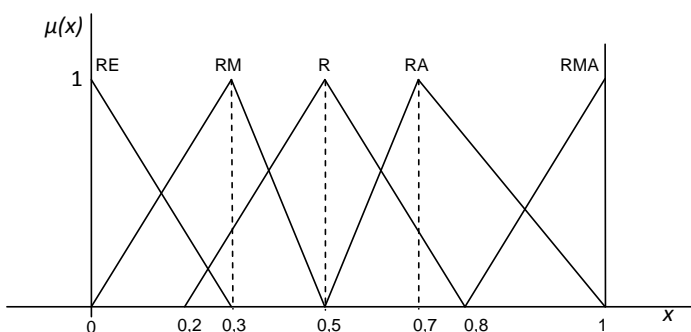
Por ejemplo, las etiquetas correspondientes al peso o importancia de los criterios y sus números borrosos triangulares positivos (a, b, c) pueden asumir la siguiente representación:

Tabla 1: Importancia de Criterios

PESO	NÚMERO BORROSO ASOCIADO		
	a	b	c
Relevancia escasa (RE)	0	0	0,3
Relevancia moderada (RM)	0	0,3	0,5
Relevante (R)	0,2	0,5	0,8
Relevancia alta (RA)	0,5	0,7	1
Relevancia muy alta (RMA)	0,7	1	1

Los números difusos triangulares que representan las etiquetas pueden ser simétricos o no, como en este caso. En la figura 2 puede verse la representación de las etiquetas y sus valores utilizados para la valoración de los criterios en este trabajo.

Figura 2: Etiquetas lingüísticas de criterios



Del mismo modo, el rating o calificación que cada decisor brinda a cada una de las acciones o alternativas (para cada uno de los criterios) forma la matriz X , en la que cada elemento:

$$x_{ij} = \text{rating de la acción } i \text{ en el criterio } j \quad i: 1 \dots m, j: 1 \dots n$$

Dicho rating queda expresado también como una variable lingüística con números borrosos triangulares del tipo (a, b, c) . Las etiquetas pueden asumir los conceptos de muy bueno, bueno, regular, malo y muy malo, o bien otra escala similar.

En el modelo utilizado en el presente trabajo, se utilizan de manera combinada funciones de utilidad, expresadas como números reales, y variables lingüísticas. Por este motivo se definen algunas operaciones con números borrosos.

Si:

$$\begin{aligned} m &= (a, b, c) \\ n &= (d, e, f) \end{aligned} \quad (2)$$

son números borrosos y r es un número real

$$\begin{aligned} m \oplus n &= (a + d, b + e, c + f) \\ m \otimes n &= (a \cdot d, b \cdot e, c \cdot f) \\ m \div r &= \left(\frac{a}{r}, \frac{b}{r}, \frac{c}{r} \right) \end{aligned} \quad (3)$$

Finalmente, si $r = (a, b, c)$ es un número real, entonces $a=b=c=r$

Hasta aquí han sido descriptos los elementos que integran el modelo.

3. SECUENCIA DEL MODELO PROPUESTO

El modelo supone una serie de pasos en su aplicación que se pueden expresar del modo siguiente:

PASO 1

El decisor evalúa la importancia o peso de cada criterio y lo presenta haciendo uso de la variable lingüística pertinente.

PASO 2

El decisor evalúa cada alternativa respecto de cada criterio, en algunos casos a través de variables lingüísticas y en otros a través de una función de utilidad de valores reales.

PASO 3

Se convierten las evaluaciones lingüísticas (PASO 1) en números borrosos triangulares, de acuerdo con la tabla pertinente. De este modo, se logra formar la matriz de ponderaciones o pesos borrosos de los criterios.

Finalizado el PASO 3 queda conformado un vector de pesos borrosos para los distintos criterios:

$$[w_1, w_2, \dots, w_n] \quad (4)$$

Donde cada elemento del vector es un número borroso triangular.

PASO 4

El mismo procedimiento utilizado en el PASO 3 se sigue para convertir las evaluaciones lingüísticas del PASO 2 en una matriz de decisión borrosa.

En el caso de evaluaciones a través de números reales, éstos serán expresados como números borrosos.

Finalizado el PASO 3 queda, consecuentemente, una matriz de decisión constituida por números borrosos triangulares con el siguiente diseño:

$$\begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \cdot \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdot & x_{mn} \end{bmatrix} & & & \end{matrix} \quad (5)$$

PASO 5

Consiste en la preparación de la matriz de decisión borrosa normalizada con el objetivo de que la escala sea la misma para todos los criterios.

Para la normalización existen diferentes alternativas. Entre las más utilizadas se encuentra la normalización por suma o la normalización euclídea.

Una alternativa viable en cuanto a su sencillez es emplear una escala lineal para transformar las evaluaciones de los criterios en una escala comparable.

A partir de cada número borroso correspondiente a las alternativas

$$x_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$$

se obtiene un número borroso triangular normalizado, para el caso de criterios a maximizar se divide cada elemento del número borroso anterior por el valor máximo del elemento **c** en cada criterio.

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{\max c_j}, \frac{b_{ij}}{\max c_j}, \frac{c_{ij}}{\max c_j} \right) \quad (6)$$

y para el caso de criterios a minimizar se divide el valor mínimo del elemento a por cada elemento en orden inverso del número borroso anterior

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{\min a_j}{c_{ij}}, \frac{\min a_j}{b_{ij}}, \frac{\min a_j}{a_{ij}} \right) \quad (7)$$

De este modo el procedimiento asegura que los números borrosos resultantes siguen perteneciendo al intervalo $[0, 1]$.

La matriz normalizada resultante es una matriz de dimensión $m \times n$ con el siguiente diseño:

$$\begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \cdot \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdot & r_{mn} \end{bmatrix} & & & \end{matrix} \quad (8)$$

PASO 6

Consiste en la preparación de la matriz de decisión borrosa normalizada y ponderada por el peso de los criterios.

En este caso, cada número borroso triangular de la matriz obtenida en el paso anterior debe ser afectado por el peso o ponderación del criterio respectivo, obteniendo un nuevo número borroso triangular del modo siguiente:

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \otimes W_j \quad (9)$$

El diseño de la matriz resultante es similar a la obtenida en el paso anterior (matriz de dimensión $m \times n$):

$$\begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \cdot \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ v_{m1} & v_{m2} & \cdot & v_{mn} \end{bmatrix} & & & \end{matrix} \quad (10)$$

PASO 7

En este estado de la aplicación del método, es posible definir las soluciones ideal positiva (A^+) e ideal negativa (A^-) también como números borrosos triangulares.

Para la solución ideal positiva podría considerarse la siguiente solución:

$$A^+ = \left[\tilde{v}_1^+, \tilde{v}_2^+, \dots, \tilde{v}_n^+ \right] \quad (11)$$

donde

\tilde{v}_j^+ es el máximo para cada criterio o pauta.

Del mismo modo, para la solución ideal negativa, se tiene:

$$A^- = \left[\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^- \right] \quad (12)$$

donde

\tilde{v}_j^- es el mínimo para cada criterio o pauta.

Sin embargo, puede utilizarse un método alternativo con números triangulares borrosos equivalentes a números reales, que representen indudablemente el máximo y el mínimo, respectivamente, de cada criterio, es decir:

$$A^+ = \left[1, 1, 1 \quad , \quad 1, 1, 1 \quad , \dots, \quad 1, 1, 1 \right] \quad (13)$$

$$A^- = \left[0, 0, 0 \quad , \quad 0, 0, 0 \quad , \dots, \quad 0, 0, 0 \right]$$

siendo los valores máximos y mínimos de cada uno de los números borrosos que conforman la matriz calculada en el paso anterior, para cada uno de los criterios.

PASO 8

El siguiente paso consiste en calcular la distancia entre cada acción o alternativa y las soluciones ideal positiva e ideal negativa, respectivamente, lo que debe ser efectuado para cada uno de los criterios o pautas intervinientes en el proceso de decisión.

Puede calcularse la distancia entre 2 números borrosos con un resultado también difuso (por ejemplo, una distancia euclídea).

Sin embargo, la distancia entre dos números borrosos triangulares h y k puede ser calculada también eliminando la borrosidad y arribando a un número real, mediante el método Vertex (Chen-Tung Chen 2000):

$$d(h,k)=\sqrt{\frac{1}{3} \left[a_h - a_k^2 + b_h - b_k^2 + c_h - c_k^2 \right]} \quad (14)$$

Consecuentemente, se calcula la distancia entre las matrices obtenidas en los pasos 6 y 7, del modo siguiente:

$$d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^+) = \sqrt{\frac{1}{3} \left[a_{ij} - 1^2 + b_{ij} - 1^2 + c_{ij} - 1^2 \right]} \quad (15)$$

$$d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-) = \sqrt{\frac{1}{3} \left[a_{ij} - 0^2 + b_{ij} - 0^2 + c_{ij} - 0^2 \right]} \quad (16)$$

y finalmente se calcula la distancia de cada alternativa o acción al ideal positivo y al ideal negativo, sumando las distancias obtenidas para cada criterio:

$$d_i^+ = \sum_{j=1}^n d(v_{ij}, v_j^+) \quad (17)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(v_{ij}, v_j^-) \quad (18)$$

lo que permite construir una tabla del tipo:

Tabla 2: Distancias a A^+ y A^-

	IDEAL POSITIVO A^+	IDEAL NEGATIVO A^-
A_1	d_1^+	d_1^-
A_2	d_2^+	d_2^-
...
A_m	d_m^+	d_m^-

PASO 9

En este paso se calcula el índice de similaridad (IS) de cada alternativa, lo que permitirá el ordenamiento final de las mismas.

$$IS_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \quad (19)$$

Tal cual se observa en la relación, el IS calcula la lejanía al ideal negativo en relación a la suma de distancias hacia ambos ideales.

Obviamente, la alternativa con el mayor valor de este índice resultará la preferida.

4. APLICACIONES DEL MODELO

4.1. Caso I: Selección de Personal

Una industria frigorífica debe seleccionar un “Jefe de Producción”, quien es el responsable de controlar la faena en todas sus etapas y asegurar la calidad del producto final.

CRITERIOS:

Las características del puesto requieren de los postulantes capacidades específicas, que son las siguientes:

- Experiencia en faena de animales vacunos y porcinos adquirida en industrias de mediano a gran tamaño.
- Conocimiento del equipamiento de la industria frigorífica y la factibilidad de implementar variantes.
- Experiencia en manejo de personal
- Edad (preferible de 35 a 40 años)

Los criterios expuestos serán los considerados en la decisión.

Para los pesos de los criterios, se utiliza la tabla ya visualizada en el trabajo y que es la siguiente:

Tabla 3: Importancia de Criterios

PESO	NÚMERO BORROSO ASOCIADO		
Relevancia escasa (RE)	0	0	0,3
Relevancia moderada (RM)	0	0,3	0,5
Relevante (R)	0,2	0,5	0,8
Relevancia alta (RA)	0,5	0,7	1
Relevancia muy alta (RMA)	0,7	1	1

En este sentido, el decisor ha considerado las siguientes ponderaciones para los criterios:

- Experiencia en faena: Relevancia alta (RA)
- Conocimiento del equipamiento: Relevancia moderada (RM)
- Experiencia en personal: Relevante (R)
- Edad: Relevancia escasa (RE)

RATINGS DE POSTULANTES:

Analizados los postulantes presentados, y luego de una primera selección, se visualizan como posibles los siguientes candidatos con las calificaciones que en cada caso se especifican en la tabla siguiente:

Tabla 4: Evaluación de Candidatos

POSTULANTE	EXPER	CONOC	PERS	EDAD
------------	-------	-------	------	------

Ramón	B	R	MB	34
Luis	R	B	B	38
Anselmo	MB	R	R	42
Hugo	B	B	R	40
Juan	R	B	MB	50

La variable lingüística utilizada para evaluar a los postulantes está compuesta por las etiquetas muy bueno, bueno, regular, malo y muy malo.

El decisor ha considerado, en el caso de la edad, la siguiente correspondencia entre los intervalos de edades y las etiquetas de la variable lingüística utilizada:

Tabla 5: Variable Lingüística Edad

INTERVALO DE EDAD	VARIABLE LINGÜÍSTICA ASOCIADA
Menor de 30 años	Malo (M)
30 a 34 años	Bueno (B)
35 a 40 años	Muy bueno (MB)
41 a 45 años	Regular (R)
Mayor a 45 años	Muy malo (MM)

En la tabla se presenta la relación entre cada etiqueta lingüística y el número borroso triangular asociado.

Para el caso de los ratings de los postulantes el decisor estima utilizar la tabla siguiente de correspondencia entre las variables lingüísticas y los números borrosos triangulares

Tabla 6: Números Borrosos Edad

ETIQUETA LINGÜÍSTICA	NUMERO BORROSO ASOCIADO		
Muy malo (MM)	0	0,15	0,3
Malo (M)	0,2	0,35	0,5
Regular (R)	0,4	0,55	0,7
Bueno (B)	0,6	0,75	0,9
Muy bueno (MB)	0,8	0,95	1

4.2. Caso II: Desarrollo de un Proyecto Inmobiliario

En esta sección se trabaja con un caso real de decisión para ilustrar el método de decisión TOPSIS mediante el algoritmo propuesto. El objetivo global del problema es ayudar a un inversor a seleccionar el mejor terreno para un desarrollo inmobiliario. Por las características de la futura construcción -complejo de residencias en altura- se establecieron los siguientes requisitos:

1.- La ubicación del terreno es sumamente importante; deberá seleccionarse dentro de las zonas permitidas para este tipo de emprendimientos teniendo en cuenta que sean de fácil acceso por carretera, sin villas de emergencia en las cercanías y próximos a la zona de colegios bilingües y centros comerciales.

2.- El tamaño del terreno es otro factor importante. Se descartan lotes de menos de 5 Has.

3.- La disponibilidad de contar con servicios de energía eléctrica, agua corriente, gas y cloacas es otro requisito a considerar.

4.- Respecto al monto destinado a la adquisición del terreno, se dispone de hasta U\$S 1.000.000.

En primer lugar se definen los criterios que el inversor consideró relevantes para la selección.

CRITERIOS:

C1: Ubicación del terreno.

C2: Tamaño del lote, medido en Has.

C3: Servicios disponibles en el terreno.

C4: Costo del terreno, en miles de pesos.

Se localizaron 3 lotes factibles con las dimensiones y costos que se detallan en la tabla:

Tabla 7: Dimensiones y Costos

ALTERNATIVA	TAMAÑO	COSTO
Lote 1	5	1000
LOTE 2	8	700
LOTE 3	10	450

Para los criterios no cuantificables se le propuso al inversor utilizar las etiquetas lingüísticas que se presentan a continuación:

Tabla 8: Variable lingüística Ubicación y Servicios

M	Malo	0	1	3
R	Regular	3	5	7
B	Bueno	5	7	9
MB	Muy bueno	7	9	10

Para la valoración de la importancia de cada criterio se le propuso las etiquetas lingüísticas siguientes:

Tabla 9: Importancia de Criterios

RE	Relevancia escasa	0	0	0,3
RM	Relevancia moderada	0	0,3	0,5
R	Relevante	0,2	0,5	0,8
RA	Relevancia alta	0,5	0,7	1
RMA	Relevancia muy alta	0,7	1	1

5. SOLUCION FINAL DE LOS CASOS PLANTEADOS

Resueltos los casos planteados mediante la utilización de una rutina *ad-doc* desarrollada en planilla de cálculo, se llega a los siguientes resultados:

5.1. Caso I: Selección de Personal

Las distancias entre cada alternativa y las soluciones ideal positiva e ideal negativa, respectivamente, de acuerdo a lo detallado anteriormente, son:

Tabla 10: Distancias a A^+ y A^-

POSTULANTE	d_i^+	d_i^-
RAMON	2,8188	1,5752
LUIS	2,9399	1,4452
ANSELMO	2,8791	1,4634
HUGO	2,9025	1,4851
JUAN	2,9394	1,3952

Cálculo del índice de similaridad (*IS*) de cada alternativa:

Tabla 11: Índice de Similaridad

POSTULANTE	IS
RAMON	0,3585
LUIS	0,3296
ANSELMO	0,3370
HUGO	0,3385
JUAN	0,3219

De acuerdo a los resultados obtenidos y según esta metodología, Ramón es el postulante mejor calificado.

5.2. Caso II: Desarrollo de un Proyecto Inmobiliario

Las distancias entre cada alternativa y las soluciones ideal positiva e ideal negativa, respectivamente, de acuerdo a lo detallado anteriormente, son:

Tabla 12: Distancias a A^+ y A^-

ALTERNATIVA	d_i^+	d_i^-
A1 - Lote 1	2,4063694	1,952267
A2 - Lote 2	2,7405897	1,5901947
A3 - Lote 3	2,396778	2,0336978

Cálculo del índice de similaridad (IS) de cada alternativa:

Tabla 13: Índice de Similaridad

ALTERNATIVA	IS
A1 - Lote 1	0,4479078
A2 - Lote 2	0,367184
A3 - Lote 3	0,4590247

Se observa que la mejor alternativa de acuerdo a los resultados obtenidos es comprar el LOTE 3.

6. CONCLUSIONES

El trabajo pretende mostrar de una manera sencilla y práctica cómo utilizar una variante del método de apoyo multicriterio a las decisiones TOPSIS en un entorno difuso. Además se puede apreciar claramente la flexibilidad que otorga al analista la modelización de criterios mediante variables lingüísticas.

Considerando la importancia que significa la posibilidad de tomar decisiones de jerarquía, ya sea para cada individuo o como grupo en una organización, y la demanda cada vez más frecuente con que es necesario involucrarse en este proceso, la agilidad en la obtención de una respuesta eficiente se vuelve un hecho indispensable en la vida de todas las personas. Es por lo cual el sistema desarrollado representa una herramienta de relevancia para la toma de decisiones, ya que permite al decisor una alternativa clara en la definición de criterios, en la ponderación de cada uno de ellos y en el análisis de cada alternativa.

Como se expresó, la orientación en el proceso decisorio es el objetivo primordial del trabajo.

El presente modelo se enmarca en ese enfoque y su utilidad proviene justamente de su versatilidad y su sencilla aplicación. Su mecanismo técnico es simple en sus pasos matemáticos, por lo que facilita la programación o creación de un software adecuado para su aplicación, que permita visualizar las salidas finales desde las entradas brindadas por un decisor no especializado en métodos cuantitativos.

Es de destacar también la flexibilidad del método que, con sus ponderaciones a libre elección del decisor/es, permite distintos análisis de sensibilidad en la obtención de un rating de preferencia de las acciones posibles; es, entonces, una herramienta útil e importante en la decisión.

Consecuentemente, es hora de pensar en la extensión de estos modelos hacia las pequeñas organizaciones. El analista o asesor de Gestión futuro necesariamente deberá ser interdisciplinario y trabajar y coordinar equipos con la ayuda de tecnología apropiada.

BIBLIOGRAFÍA

- Chen-Tung Chen (2000): *Extensions of the TOPSIS for group-decision making under fuzzy environment* - Fuzzy Sets and Systems Vol 114. Pp.1-9
- Ercole R., Alberto C. y Carignano . (2010): *TOPSIS en acciones con Variables Lingüísticas* - XXXIII Congreso IAPUCO - Mar del Plata, Argentina.
- Carignano, Claudia - Martinez, Rodrigo J - Paterno, Cecilia I (2011): *TOPSIS fuzzy application program* - ENDIO 2011 - Río Cuarto, Córdoba.
- Mallo P. (2004): *Gestión de la Incertidumbre en los Negocios*. RIL Editores. Editorial Melusina. Santiago de Chile, Chile.
- Kosko B. (1995): *Pensamiento Borroso* – Traducción castellana de Juan Pedro Campos – Ed. Crítica. Barcelona, España.
- Autran Gomes L., González Araya M. y Carignano C. (2004): *Tomada de Decisoões em Cenários Complexos*. Thomson Editores. Sao Paulo, Brasil.
- Carignano C., Zanazzi J. y Boaglio L. (2005): *Evaluación del Desempeño por Competencias mediante Variables Lingüísticas.- Anales del XVIII ENDIO - XVI EPIO*. Córdoba, Argentina.
- García Cascales M. y Lamata M.T. (2010): *Nueva Aproximación al Método TOPSIS Difuso con Etiquetas Lingüísticas*. Anales del XV Congreso Español sobre Tecnologías y Lógica Fuzzy. España.