



Método neutrosófico para determinar las necesidades de mantenimientos preventivos en las TICs

MSc. Laura Marlene Ochoa Escobar¹ and Dra. Tula Carola Sánchez García² and Ing. Jean Pierre Ramos Carpio³

¹ Docente, Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. E-mail: ub.laurachoa@uniandes.edu.ec

² Docente, Facultad de Educación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. E-mail: tula.sanchez1@unmsm.edu.pe.

³ Analista, Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas, Ecuador. E-mail: jeanpierrer88@gmail.com

Resumen: Las Tecnologías de la Información se integran en todas las actividades que realizan las personas en la actualidad. El soporte computacional es extendido mediante numerosos sistemas de aplicaciones que apoyan el cumplimiento de las funciones de trabajo. Sin embargo, en ocasiones las tecnologías se averían causando retraso en la gestión de los procesos administrativos. La presente investigación propone como solución a la problemática planteada mediante el desarrollo de un método para determinar las necesidades de mantenimiento preventivo. El método modela las problemáticas mediante números neutrosóficos y genera como salida, las necesidades de mantenimiento.

Palabras Claves: Tecnologías de la Información, mantenimiento preventivo, recomendaciones.

1 Introducción

Como parte de la vida cotidiana, las personas hacen uso a diario de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) para realizar su actividad laboral. Las TICs contemplan al conjunto de herramientas relacionadas con la transmisión, procesamiento y almacenamiento digitalizado de la información [1] [2], [3]. A partir de su uso se integran cada vez más los procesos de la sociedad [4], [5]. En la actualidad no se concibe una gestión administrativa sin el apoyo de las tecnologías [6]. Sin embargo, a partir del uso derivado de las tecnologías, el hombre crea dependencia para el desarrollo de las actividades fundamentales que realiza [7]. En este sentido garantizar el correcto funcionamiento tecnológico representa una tarea de vital importancia para la sociedad moderna.

Con el objetivo de aumentar la vida útil de los medios tecnológicos se introducen los mantenimientos tecnológicos [8], [9, 10]. El mantenimiento constituye una actividad propia de la ingeniería donde se utilizan diferentes recursos como herramientas, instrumentos de medición, equipos informáticos y programas específicos con la finalidad de garantizar un funcionamiento óptimo [11, 12]. En dependencia de la actividad y tipo de tecnología se han definido procedimientos para anticipar la ocurrencia de fallos [13].

La Organización Internacional de Normalización también ha definido mediante la ISO 9001: 2008 como parte de la cultura organizacional de calidad, las bases necesarias para establecer las acciones de mantenimiento tecnológica [14], [15, 16]. Cada organización implementa su programa de gestión del mantenimiento que tributa a garantizar los servicios que presta sin afectar el flujo de trabajo de su actividad administrativa [11], [17]. Estimar la necesidad de mantenimiento a partir del uso de las tecnologías representa un problema de toma de decisiones que puede ser modelado mediante la lógica neutrosófica donde:

Las necesidades de mantenimiento de los equipos tecnológicos se pueden expresar mediante una triplete neutrosófica $M(T, I, F)$ que representa:

T: el dominio de valores que implica la necesidad de mantenimiento,

I: el grado de indefinición donde no es necesario realizar un mantenimiento,

F: el grado de falsedad.

A partir de la problemática existente se define como objetivo de la presente investigación: Elaborar un método para determinar las necesidades de mantenimiento preventivo en tecnologías de la información mediante números neutrosóficos.

2 Preliminares

Para elevar la comprensión de los principales conceptos asociados a la investigación la presente sección realiza una aproximación a los referentes del tema. Se realiza una descripción de las Tecnologías de la Información, se introduce una aproximación del mantenimiento preventivo como elemento necesario de las Tecnologías de la Información. Por último, se realiza una representación del mantenimiento mediante números neutrosóficos en la modelación de la incertidumbre.

2.1 Tecnologías de la Información

Las Tecnologías de la Información han sido conceptualizadas como la integración y convergencia de la computación microelectrónica, las telecomunicaciones y la técnica para el procesamiento de datos, sus principales componentes son: el factor humano, los contenidos de la información, el equipamiento, la infraestructura material, el software y los mecanismos de intercambio electrónico de información, los elementos de política y regulaciones y los recursos financieros [18].

Las TICs se definen como los dispositivos tecnológicos conformado por hardware y software que permiten editar, producir, almacenar, intercambiar y transmitir datos entre diferentes sistemas de información con protocolos comunes [19]. Las TICs integran medios de informática, telecomunicaciones y redes, posibilitan la comunicación y colaboración interpersonal y la multidireccional [20]. Introducen cambio en la gestión de las organizaciones y aportan nuevas funciones donde el control administrativo representa una vertiente de estas [21].

Garantizar el correcto funcionamiento tecnológico en una organización, constituye una tarea de connotada importancia, del correcto funcionamiento de la tecnología depende la rentabilidad y eficiencia de la organización. Es por ello que el mantenimiento de la tecnología constituye un proceso administrativo que se le debe prestar la atención necesaria.

2.2 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento es definido por la Real Academia Española como el conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias y tecnologías, puedan seguir funcionando adecuadamente [22]. Cada activo o medio posee características distintivas que lo singulariza de los demás, sin embargo todos poseen un ciclo de vida [23, 24]. La Figura 1 muestra una ilustración con el ciclo de vida de los medios tecnológicos.

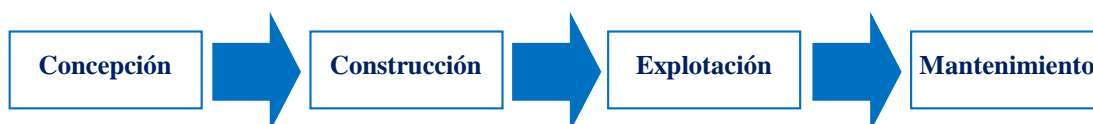


Figura 1: Ciclo de vida de los medios tecnológicos.

El mantenimiento preventivo evita posibles afectaciones y disminuye la ocurrencia de fallos repentinos. El mantenimiento debe ser presupuestado con antelación y este implica una inversión económica que se contrata y planifica. Hacer mantenimiento preventivo a los sistemas informáticos, minimiza los sobresaltos tanto económicos ya que se estima y se conoce con mayor precisión el momento en que se deben realizar nuevas inversiones.

La importancia del mantenimiento tecnológico preventivo es que permite determinar si se está realizando un uso indebido de los equipos informáticos y si éstos están avisando de posibles fallos.

Ventajas del mantenimiento informático preventivo:

- Bajo coste frente a las intervenciones correctivas inesperadas.
- Reducción del riesgo de fallos.
- Reduce la probabilidad de paradas imprevistas.
- Permite planificar las inversiones, porque se anticipa el fallo.

2.3 Representación del mantenimiento mediante números neutrosóficos

La sección presenta la estructura del funcionamiento del método para determinar las necesidades de mantenimiento preventivo a las Tecnologías de la Información. El funcionamiento está guiado por un flujo de trabajo de tres actividades [25]. El método basa su funcionamiento a partir un entorno neutrosófico sobre el esquema de análisis de decisión lingüística que puede abordar criterios de diferente naturaleza y proporcionar resultados lingüísticos en un entorno neutrosófico [1], [26]. La figura 2 muestra el flujo de trabajo del método propuesto.

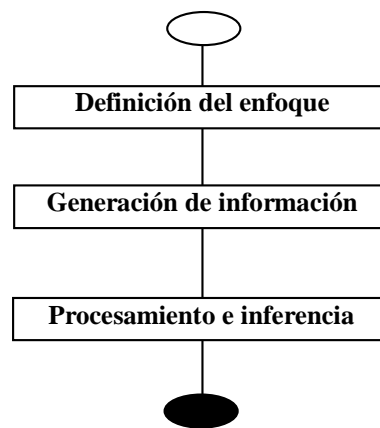


Figura 2: Representación del método.

El método está diseñado para soportar el flujo de trabajo y para determinar las necesidades de mantenimiento en Tecnologías de la Información. Consta de las siguientes actividades: definición del enfoque, generación de información y procesamiento e inferencia. A continuación, se describen las diferentes etapas del método:

1. Definición del enfoque

En esta etapa, el marco de evaluación se define para corregir la estructura sobre las necesidades del mantenimiento. El marco se modela de a partir de los siguientes elementos:

- Sea $E = \{e_1, \dots, e_n\}$, $(n > 2)$ un conjunto de expertos.
- Sea $TI = \{ti_1, \dots, ti_m\}$, $(m > 2)$ un conjunto de Tecnologías de la Información.
- Sea $C = \{c_1, \dots, c_k\}$, $(k > 2)$ un conjunto de criterios que caracterizan las tecnologías.

Se utiliza un marco de información heterogéneo [27]. Para cada experto se puede usar un dominio diferente numérico o lingüístico para evaluar cada criterio, atendiendo a su naturaleza en un entorno neutrosófico [28], [29]. A partir de la modelación de los elementos que definen el enfoque se realiza la generación de las informaciones.

2. Generación de información

Mediante la definición del marco de trabajo se obtiene el conocimiento del conjunto de expertos. Por cada experto se suministra sus preferencias mediante el uso de vectores de utilidad. El vector de utilidad se expresa mediante la ecuación 1:

$$P_j^i = \{p_{j1}^i, \dots, p_{jh}^i\} \quad (1)$$

Donde:

P_j^i representan la preferencia otorgada el criterio c_k sobre las tecnologías r_j expresado por el experto e_i .

La etapa obtiene las informaciones que son de necesidad para el procesamiento de las inferencias, a partir del conjunto de datos obtenidos mediante la consulta a los expertos, se realiza el procesamiento y la inferencia de las informaciones en función de obtener las recomendaciones sobre las necesidades del mantenimiento.

3. Procesamiento e inferencia

La etapa de procesamiento e inferencia es la encargada de a partir del marco de trabajo establecido con el conjunto de datos obtenidos realizar la evaluación lingüística colectiva que sea interpretable para los ingenieros de las Tecnologías de la Información. Para ello la información es unificada y agregada [30, 31].

A partir del procesamiento se realiza un proceso de ordenamiento de alternativas que son priorizados para tratar con información heterogénea y dar resultados lingüísticos.

A 2TLNNS se define como [32, 33]:

A partir de $S = \{s_0, s_g\}$ que representa una 2TLSs con cardinalidad impar $t + 1$. Se define para $(S_t, a), (S_i, b), (S_f, c) \in L$ y $a, b, c \in [0, t]$, donde $(S_t, a), (S_i, b), (S_f, c) \in L$ expresan independientemente el grado de verdad, indeterminación grado, y el grado de falsedad por 2TLSs. Por lo tanto: 2TLNNSs se define:

$$l_j = \{(S_t, a), (S_i, b), (S_f, c)\} \quad (2)$$

Donde:

$$0 \leq \Delta^{-1}(S_t, a) \leq t, 0 \leq \Delta^{-1}(S_i, b) \leq t, 0 \leq \Delta^{-1}(S_f, c) \leq t$$

$$0 \leq \Delta^{-1}(S_t, a) + 0 \leq \Delta^{-1}(S_i, b) + 0 \leq \Delta^{-1}(S_f, c) \leq 3t$$

Mediante la función de puntuación y precisión se clasifica 2TLNN [34].

Sea

$$l_1 = \{(S_{t_1}, a), (S_{i_1}, b), (S_{f_1}, c)\}$$

2TLNN en L la función de puntuación y precisión en l_1 se define como:

$$S(l_1) = \Delta \left\{ \frac{2t + \Delta^{-1}(S_{t_1}, a) - \Delta^{-1}(S_{i_1}, a) - \Delta^{-1}(S_{f_1}, a)}{3} \right\}, \Delta^{-1}(s(l_1)) \in [0, t] \quad (3)$$

$$H(l_1) = \Delta \left\{ \frac{t + \Delta^{-1}(S_{t_1}, a) - \Delta^{-1}(S_{f_1}, a)}{2} \right\}, \Delta^{-1}(h(l_1)) \in [0, t] \quad (4)$$

Unificación de la información:

La información se unifica en un dominio lingüístico específico (S_T). La información numérica se transforma al dominio lingüístico (S_T) siguiendo estos pasos:

- Seleccionar un dominio lingüístico específico, denominado conjunto de términos lingüísticos básicos (S_T).
- Transformación de valores numéricos en $[0, 1]$ al $F(S_T)$.
- Transformación de conjuntos difusos S_T sobre el en 2-tupla lingüística.

Agregación de la información:

La agregación permite la unificación de las informaciones para lo cual se desarrolla mediante dos pasos con el objetivo de calcular una evaluación global de las tecnologías.

El operador de agregación unifica las diferentes ponderaciones expresadas por cada experto [35], teniendo en cuenta su conocimiento y su importancia en el proceso de mantenimiento de Tecnologías de la Información.

Valoración del equipo

El paso final en el proceso de priorización es establecer una clasificación entre las Tecnologías de la Información, esta clasificación permite clasificar las tecnologías con más valor y posponer o rechazar el mantenimiento de otras tecnologías para hacer más efectivo el proceso.

La tecnología de la información más crítica es aquella que tiene la evaluación colectiva máxima $Max \{(r_i, a_j), = 1, 2, n\}$. Los requisitos se priorizan según este valor en orden decreciente.

3 implementaciones del método para determinar necesidades de mantenimientos preventivos

La presente sección, describe el funcionamiento del método propuesto para lo cual se realizó un estudio de caso aplicado a una empresa con el objetivo de determinar las necesidades de mantenimiento de la tecnología disponible. El ejemplo ilustra la aplicabilidad del método.

Desarrollo de la actividad 1: Marco de evaluación

Para el presente estudio de caso, se identificó un marco de trabajo compuesto por:

$E = \{e_1, e_4\}$, que representan los 4 expertos que intervinieron en el proceso.

Los cuales realizan la evaluación:

$TI = \{TI_1, TI_3\}$, de 3 tecnologías de la Información

A partir de la valoración de los

$C = \{c_1, c_5\}$ los cuales conforman los 5 criterios valorativos.

La tabla 1 muestra los criterios utilizados.

Tabla 1: Criterios utilizados para la evaluación de las TICs.

No	Criterio	Descripción
1	Tiempo de explotación	Representa la cantidad de horas promedios que el medio es utilizado en la actividad laboral
2	Fallos	Se considera a la presencia de fallos o defectos antes del tiempo previsto para su mantenimiento
3	Rendimiento	Variación del funcionamiento de la tecnología antes de la aplicación del mantenimiento
4	Condiciones ambientales	Representa las características del entorno geográfico en que se enmarca la organización (Mar, altura, humedad, etc)
5	Climatización	Condiciones adecuadas de temperatura para el correcto funcionamiento del medio tecnológico

Cada experto podría dar la información de forma numérica o lingüística atendiendo a la naturaleza de los criterios. Se elige un dominio lingüístico común para verbalizar los resultados que se expresan en la Figura 3.

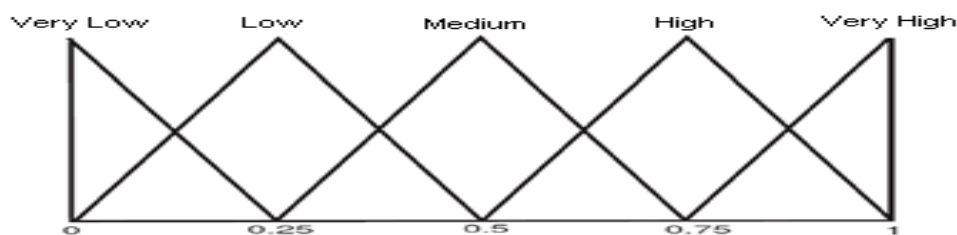


Figura 3. Dominio de Selección S_T .

Para los valores numéricos, se utilizará la escala lingüística siguiente con números neutrosóficos de valor único propuestas en la Tabla 2 [31, 36].

Tabla 2: Términos lingüísticos empleados.

Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente buena (EB)	(1,0,0)
Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)
Muy buena (MB)	(0.8,0.15,0.20)
Buena (B)	(0.70,0.25,0.30)
Medianamente buena (MDB)	(0.60,0.35,0.40)
Media (M)	(0.50,0.50,0.50)
Medianamente mala (MDM)	(0.40,0.65,0.60)
Mala (MA)	(0.30,0.75,0.70)

Muy mala (MM)	(0.20,0.85,0.80)
Muy muy mala (MMM)	(0.10,0.90,0.90)
Extremadamente mala (EM)	(0,1,1)

Desarrollo de la actividad 2: Generación de información

A partir de la información obtenida sobre las Tecnologías de la Información, se almacena para su posterior procesamiento. El marco de evaluación es presentado en la Tabla 3. Los criterios de evaluación se realizan en la escala S_T .

Tabla 3: Presentación de los resultados

	e_1			e_2			e_3			e_4		
c_1	(0.9, 0.1, 0.2)	(0.8, 0.1, 0.3)	(0.5, 0.2, 0.4)	(0.6, 0.3, 0.2)	(0.7, 0.3, 0.1)	(0.8, 0.1, 0.2)	(0.9, 0.2, 0.1)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.3, 0.3)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.4, 0.1)	(0.3, 0.3, 0.2)
c_2	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.4, 0.1)	(0.3, 0.3, 0.2)	(0.9, 0.1, 0.2)	(0.8, 0.1, 0.3)	(0.5, 0.1, 0.4)	(0.6, 0.3, 0.2)	(0.7, 0.3, 0.1)	(0.8, 0.1, 0.2)	(0.9, 0.2, 0.1)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.3, 0.3)
c_3	(0.9, 0.2, 0.1)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.3, 0.3)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.4, 0.1)	(0.3, 0.3, 0.2)	(0.9, 0.1, 0.2)	(0.8, 0.1, 0.3)	(0.5, 0.1, 0.4)	(0.6, 0.3, 0.2)	(0.7, 0.3, 0.1)	(0.8, 0.1, 0.2)
c_4	(0.6, 0.3, 0.2)	(0.7, 0.3, 0.1)	(0.8, 0.1, 0.2)	(0.9, 0.2, 0.1)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.3, 0.3)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.4, 0.1)	(0.3, 0.3, 0.2)	(0.9, 0.1, 0.2)	(0.8, 0.1, 0.3)	(0.5, 0.1, 0.4)
c_5	(0.9, 0.1, 0.2)	(0.9, 0.1, 0.2)	(0.9, 0.1, 0.2)	(0.6, 0.3, 0.2)	(0.7, 0.3, 0.1)	(0.9, 0.2, 0.1)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.3, 0.3)	(0.9, 0.1, 0.2)	(0.6, 0.2, 0.2)	(0.5, 0.4, 0.1)	(0.3, 0.3, 0.2)

La información se transforma para unificar la información heterogénea. Los juegos difusos posteriores sobre S_T se transforman en 2-tuplas lingüísticas.

A partir del proceso de agregación se calculó una evaluación colectiva de las Tecnologías de la Información. Para el proceso de agregación se utilizó el promedio de ponderación de los números neutrosóficos lingüísticos de 2 tuplas. 2-TLNNWA a partir de los datos referidos por para cada experto [19]. En este caso los vectores de ponderación $W=(0.6,0.3,0.2)$.

Tabla 4: Procesamiento del resultado de los datos

	e_1			e_2			e_3			e_4		
c_1	<(S3, 0.2),(S2,0), (S1,1)>	<(S3,0, 3),(S2, 0), (S1,1)>	<(S 3,0, 1),(S2,0)>	<(S3 ,0.4), (S2, 0), (S1, 0)>	<(S 3,0, 3),(S2,0)>	<(S3, 0.5),(S2,0), (S1,3)>	<(S3, 0.0),(S2,0), (S1,0)>	<(S3, 0.0),(S2,0), (S1,0)>	<(S3, 0.0),(S2,0), (S1,0)>	<(S3, 0.0),(S2,0), (S1,0)>	<(S3, 0.0),(S2,0), (S1,0)>	<(S3,0, 0),(S2, 0), (S1,0)>
c_2	<(S3, 0.0),(S2,0), (S1,0)>	<(S3,0, 0),(S2, 0), (S1,0)>	<(S 3,0, 0),(S2,0)>	<(S3 ,0.2), (S2, 0), (S1, 0)>	<(S 3,0, 3),(S2,0)>	<(S3, 0.1),(S2,0), (S1,3)>	<(S3, 0.4),(S2,0), (S1,0)>	<(S3, 0.0),(S2,0), (S1,2)>	<(S3, 0.5),(S2,0), (S1,3)>	<(S3, 0.0),(S2,0), (S1,0)>	<(S3, 0.0),(S2,0), (S1,0)>	<(S3,0, 0),(S2, 0), (S1,0)>

c_3	$\langle(S3, 0.0), (S2, 0), (S1, 0)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 0)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 0)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 0)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 0)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 0)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 0)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 0)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 0)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 0)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 0)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 0)\rangle$
c_4	$\langle(S3, 0.8), (S2, 2), (S1, 5)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 2)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 2)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 2)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 2)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 2)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 2)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 2)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 2)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 2)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 2)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 2)\rangle$
c_5	$\langle(S3, 0.0), (S2, 0), (S1, 0)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 0)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 0)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 0)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 0)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 0)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 0)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 0)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 0)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 0)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 0)\rangle$	$\langle(S3, 0), (S2, 0), (S1, 0)\rangle$

Para calcular la evaluación colectiva, el operador 2-TLNNWA se utiliza el vector de ponderación $V=[0.8,0.2,0.5]$ de la tabla 3.

Tabla 5: Evaluación colectiva para cada equipo.

$\langle(S3,0.7), (S2,25), (S1,46)\rangle$	e_2
$\langle(S3,0.9), (S2,4), (S1,6)\rangle$	e_3
$\langle(S3,0.8), (S2,2), (S1,5)\rangle$	e_1

Finalmente, ordenamos todas las evaluaciones colectivas y establecemos una clasificación entre los equipos con el propósito de identificar las mejores funciones de puntuación calculadas.

Tabla 6: Resultados de la función de puntuación

$\langle(S3,0.8), (S2,2), (S1,5)\rangle$	e_1
$\langle(S3,0.7), (S2,25), (S1,46)\rangle$	e_2
$\langle(S3,0.9), (S2,4), (S1,6)\rangle$	e_3

En el estudio de caso, la clasificación es como sigue: $e_1 < e_2 < e_3$

Conclusiones

Las empresas para lograr garantizar cumplir con la misión encomendada, requieren garantizar que las Tecnologías de la Información sean confiables y estén aptas para satisfacer las necesidades empresariales. Para disminuir el impacto de afectaciones se deben establecer mecanismos que faciliten la toma de decisiones sobre las necesidades de mantenimiento de las tecnologías de la información.

La presente investigación desarrolló un método para la determinación de las necesidades de mantenimiento a las Tecnologías de la Información, en su funcionamiento se nutrió de términos lingüísticos para facilitar su comprensión. El método propuesto fue aplicado mediante un ejemplo demostrativo. Se constató que el método representa una alternativa viable para su puesta en práctica.

Referencias

[1] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosophía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre*: Infinite Study, 2018.

[2] J. Sánchez, “Integración curricular de las TICs: conceptos e ideas,” *Santiago: Universidad de Chile*, 2002.

- [3] P. Martínez Clares, J. Pérez Cusó, and M. Martínez Juárez, "Las TICs y el entorno virtual para la tutoría universitaria," *Educación XXI: revista de la Facultad de Educación*, vol. 19, no. 1, pp. 287-310, 2016.
- [4] D. M. E. Barbosa, and A. H. Ayala, "El uso de las TICs en las PYMES exportadoras," *Dimensión empresarial*, vol. 15, no. 1, pp. 184-205, 2017.
- [5] H. Flores, and E. ROQUELIN, "Uso de Tics en el rendimiento académico de estudiantes del área de educación para el trabajo de 5° año de secundaria IE Manuel Ignacio Seminario Carrasco-Buenos Aires Morropón 2018," 2019.
- [6] A. Gutiérrez, C. Luis, and S. D. Cerezo Yáñez, "Análisis del banco de pruebas para circuitos eléctricos de la universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil utilizando tecnologías Tics," 2019.
- [7] L. M. González Barrón, and G. A. León Duarte, "Sociedad digital frente a la dependencia, socialización y ciberacoso móvil. Una perspectiva desde la interdisciplina," 2018.
- [8] H. Hernandez, "Tecnologías de la información y la comunicación," *Corporacion Universitaria de la Costa*, 2016.
- [9] J. G. Ardila Marín, M. I. Ardila Marín, D. Rodríguez Gaviria, and D. A. Hincapié Zuluaga, "La gerencia del mantenimiento: Una revisión," *Dimensión Empresarial*, vol. 14, no. 2, pp. 127-142, 2016.
- [10] M. Leyva-Vázquez, F. Smarandache, and J. E. Ricardo, "Artificial intelligence: challenges, perspectives and neutrosophy role.(Master Conference)," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valore*, vol. 6, no. Special, 2018.
- [11] M. Herrera-Galán, and Y. Duany-Alfonzo, "Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento," *Ingeniería industrial*, vol. 37, no. 1, pp. 2-13, 2016.
- [12] P. J. E. Ricardo, and P. B. N. M. Roca, "LA PEDAGOGÍA COMO INSTRUMENTO DE GESTIÓN SOCIAL."
- [13] M. I. A. Prieto, "Mantenimiento Predictivo," 2016.
- [14] J. W. M. Erazo, H. D. G. Chicue, and J. F. F. Marulanda, "GUÍA PARA LA GENERACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO BASADOS EN ISO 9001: 2008 Y ANSI/ISA 88, 95. CASO DE ESTUDIO: PLANTA TRILLADORA DE CAFÉ PERGAMINO," *REVISTA COLOMBIANA DE TECNOLOGIAS DE AVANZADA (RCTA)*, vol. 1, no. 33, 2019.
- [15] J. Labarga de Navarro, "Mantenimiento evolutivo de un juego educativo para ordenador," 2015.
- [16] J. Estupiñán Ricardo, M. E. Llumiguano Poma, A. M. Argüello Pazmiño, A. D. Albán Navarro, L. Martín Estévez, and N. Batista Hernandez, "Neutrosophic model to determine the degree of comprehension of higher education students in Ecuador," *Neutrosophic Sets & Systems*, vol. 26, 2019.
- [17] A. Rodríguez-Zulaica, R. Pastor, and F.-V. Ara, "Evolución de la intermediación turística en España tras la aparición de las TIC en el sector," 2017.
- [18] M. E. L. León, and H. S. Medina, "Las TIC. Un nuevo escenario para el desarrollo local de las comunidades," *Opción*, vol. 32, no. 10, pp. 71-94, 2016.
- [19] M. Grande, R. Cañón, and I. Cantón, "Tecnologías de la información y la comunicación: Evolución del concepto y características," *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, no. 6, pp. 218-230, 2016.
- [20] C. G. M. Luz, *Educación y tecnología: estrategias didácticas para la integración de las TIC*: Editorial UNED, 2018.
- [21] J. R. Volpentesta, "El impacto de las TIC sobre las estructuras organizacionales y el trabajo del hombre en las empresas," *FACES*, vol. 22, no. 46, pp. 81-94, 2016.
- [22] RAE, "Diccionario de la Lengua Española," *Real Academia Española*, 2019.
- [23] M. L. T. Clavijo, R. H. ZARTA, J. W. Z. Sossa, R. E. Reveiz, J. H. D. Uribe, and J. G. Garcés, "Vigilancia tecnológica y análisis del ciclo de vida de la tecnología: técnicas de evaluación de la usabilidad, métricas y herramientas en el sector TICs," *Espacios*, vol. 38, no. 22, pp. 28, 2017.
- [24] N. B. Hernandez, and J. E. Ricardo, *Gestión empresarial y posmodernidad: Infinite Study*, 2018.
- [25] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, vol. Vol.9, no. No.6, pp. 79-90, 2016.
- [26] O. Mar, I. Santana, and J. Gulín, "Algoritmo para determinar y eliminar nodos neutrales en Mapa Cognitivo Neutrosófico," *Neutrosophic Computing and Machine Learning*, vol. 8, pp. 4-11, 2019.
- [27] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.
- [28] F. Smarandache, *A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability*: Infinite Study, 2005.
- [29] O. Mar, I. Santana, and J. Gulín, "Competency assessment model for a virtual laboratory system and distance using fuzzy cognitive map," *Revista Investigación Operacional* vol. 38, no. 2, pp. 170-178, 2017.
- [30] J. Ye, "Single-valued neutrosophic minimum spanning tree and its clustering method," *Journal of intelligent Systems*, vol. 23, no. 3, pp. 311-324, 2014.
- [31] R. Sahin, and M. Yigider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.

- [32] J. Wang, G. Wei, and Y. Wei, "Models for green supplier selection with some 2-tuple linguistic neutrosophic number Bonferroni mean operators," *Symmetry*, vol. 10, no. 5, pp. 131, 2018.
- [33] M. L. VÁZQUEZ, N. B. HERNANDEZ, and F. SMARANDACHE, *MÉTODOS MULTICRITERIOS PARA DETERMINACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE LA GESTIÓN PÚBLICA Y EL ANÁLISIS DE LA TRASPARENCIA: Infinite Study*.
- [34] F. Mata, "Modelos para sistemas de apoyo al consenso en problemas de toma de decisión en grupo definidos en contextos lingüísticos multigranulares," *Universidad de Jaén, Doctoral Thesis Jaén*, 2006.
- [35] M. Y. L. Vázquez, K. Y. P. Teurel, A. F. Estrada, and J. G. González, "Modelo para el análisis de escenarios basados en mapas cognitivos difusos: estudio de caso en software biomédico," *Ingeniería y Universidad: Engineering for Development*, vol. 17, no. 2, pp. 375-390, 2013.
- [36] N. B. Hernandez, M. B. Ruilova Cueva, and B. N. Mazacón, "Prospective analysis of public management scenarios modeled by the Fuzzy Delphi method," *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 26, no. 1, pp. 17, 2019.

Received: octubre 23, 2019. Accepted: diciembre 19, 2019