

DEMATEL NEUTROSÓFICO APLICADO AL ESTUDIO DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN EL COMPROMISO EXTRA CONTRACTUAL DEL ESTADO ECUATORIANO

Luis Miranda Chávez^{1*}, Oscar Fabian Silva Montoya^{*}, Diego Vladimir Garcés Mayorga^{*}

^{*}Universidad Regional Autónoma de los Andes, Puyo, Pastaza, Ecuador.

ABSTRACT

The State's extra-contractual responsibility is the guarantee of the rights, either for lack or deficient provision of public services or for actions or omissions in the exercise of public powers, the public servant responds for breaking the laws, as well as for excess or defect in the performance of its activity. In this paper, the factors that influence the extra-contractual responsibility of the Ecuadorian State are studied aided by a mathematical method. The chosen method is neutrosophic DEMATEL, which consists in the study of the cause effect in complex situations, as it is the case. The incorporation of Neutrosophy, which is the branch of philosophy that studies all related to neutralities, allows us taking into account the indeterminacy, which is typical when there exists lack of information or contradictory, inconsistent or paradoxical information. This method permits us the evaluation by using linguistic terms, which is a natural way for human beings' assessment.

KEYWORDS: extra-contractual responsibility, public charges, neutrosophy, neutrosophic DEMATEL.

MSC: 03E75, 62C99

RESUMEN

La responsabilidad extracontractual del Estado es la garantía propia de los derechos, ya sea por falta o deficiente prestación de servicios públicos o por acciones u omisiones en el ejercicio de las potestades públicas, el servidor público responde por infringir las leyes, así como por exceso o defecto en el desempeño de su actividad. En el presente artículo se estudia mediante un método matemático los factores que influyen en la responsabilidad extracontractual del Estado Ecuatoriano. El método escogido es el DEMATEL neutrosófico, que consiste en el estudio de causa efecto en situaciones complejas, como es este caso. La incorporación de la Neutrosofía, que es la rama de la filosofía que estudia todo lo relacionado con las neutralidades, permite que se tenga en cuenta la indeterminación, propia de la falta de información, la información contradictoria, inconsistente o paradójica. Este método permite la evaluación mediante el uso de términos lingüísticos, que es una forma natural de evaluación para los seres humanos.

PALABRAS CLAVES: responsabilidad extracontractual, cargas públicas, neutrosofía, DEMATEL Neutrosófico.

1. INTRODUCCIÓN

La responsabilidad extracontractual del Estado es la garantía propia de los derechos, ya sea por falta o deficiente prestación de servicios públicos o por acciones u omisiones en el ejercicio de las potestades públicas, el servidor público responde por infringir las leyes, así como por exceso o defecto en el desempeño de su actividad. Lo cual significa que en sus decisiones no puede verse reflejado su capricho o su deseo sino la realización de los valores jurídicos. Por lo cual el Derecho a través de postulados y principios busca justicia y equidad de manera justa, haciendo referencia a los fines que son el objeto de esta ciencia, véase [2][3][4].

El Derecho Administrativo, es la rama del derecho que busca enmarcar la actividad del Estado dentro de un orden jurídico bajo la responsabilidad que el mismo garantiza y norma, este protege la convivencia de las personas y sus bienes, es decir brinda seguridad a sus asociados.

El Estado tiene sentido y una razón legítima de ser, ante la prestación deficiente de servicios públicos que, causando perjuicios, el Estado tiene que asumir la reparación del daño causado por sus funcionarios en el ejercicio de la actividad estatal. Por lo que se concluye que la responsabilidad extracontractual del Estado es el límite al ejercicio del poder estatal que garantiza los derechos de los ciudadanos ante acciones u omisiones por parte del Estado generando con ello, la obligación de reparar por parte del Estado al ciudadano perjudicado.

La responsabilidad extracontractual exige el cumplimiento de tres requisitos de los que resalta la configuración del daño calificado entendido como aquella carga pública desequilibrada sobre un

¹Email: up.luismiranda@uniandes.edu.ec

administrado debido a la deficiente actuación estatal, lo que conlleva a una reparación patrimonial y de ser el caso moral.

En el presente artículo se estudia el tema de responsabilidad extracontractual del Estado Ecuatoriano mediante la evaluación de cuatro expertos en el tema. Para ello se determinó utilizar el método conocido por *DEMATEL* (*DEcision MAKing Trial and Evaluation Laboratory*);, por sus siglas en inglés, véase [8][10][13], en especial el método de DEMATEL neutrosófico, véase [1]. El método clásico consiste en la formación de matrices donde se incluyen las evaluaciones de expertos sobre la relación causa-efecto de un grupo de criterios o factores seleccionados. El resultado es un gráfico donde se mide la importancia como causa y como efecto de cada uno de los factores.

El DEMATEL neutrosófico incluye el cálculo con conjuntos neutrosóficos. La neutrosofía es la rama de la filosofía que estudia todo lo relacionado con las neutralidades, véase [9][11][12]. En cuanto a la lógica neutrosófica y los conjuntos neutrosóficos, se incluyen por primera vez las funciones de pertenencia de indeterminación, la indeterminación es causada por falta de información, por información contradictoria, inconsistente, paradójica, entre otras. Los conjuntos neutrosóficos generalizan los conjuntos difusos, intuicionistas difusos, entre otros. La indeterminación forma parte de la vida diaria, es por ello que el DEMATEL neutrosófico permite estudiar relaciones complejas de causa-efecto, donde se incluirán la indeterminación y el uso de términos lingüísticos, que es la forma natural de comunicación de los seres humanos.

El presente artículo se divide en una sección de Materiales y Métodos donde se exponen las definiciones y propiedades de la neutrosofía y DEMATEL que se usarán más adelante. Se continúa con la sección de Resultados, donde se exponen los cálculos y la discusión de los resultados obtenidos de aplicar la teoría que se expone en la sección anterior. La última sección es la de las Conclusiones.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Definición 1. Sea X un universo de discurso. Un *Conjunto Neutrosófico* (CN): está caracterizado por tres funciones de pertenencia, $u_A(x), r_A(x), v_A(x) : X \rightarrow]^{-0}, 1^{+}[$, que satisfacen la condición $-0 \leq \inf u_A(x) + \inf r_A(x) + \inf v_A(x) \leq \sup u_A(x) + \sup r_A(x) + \sup v_A(x) \leq 3+$ para todo $x \in X$. $u_A(x), r_A(x)$ y $v_A(x)$: denotan las funciones de pertenencia a verdadero, indeterminado y falso de x en A , respectivamente, y sus imágenes son subconjuntos estándares o no estándares de $]^{-0}, 1^{+}[$ (véase [9]):

Definición 2. Sea X un universo de discurso. Un *Conjunto Neutrosófico de Valor Único* (CNVU): A sobre X es un objeto de la forma:

$$A = \{ \langle x, u_A(x), r_A(x), v_A(x) \rangle : x \in X \} \quad (1)$$

Donde $u_A, r_A, v_A : X \rightarrow [0,1]$, satisfacen la condición $0 \leq u_A(x) + r_A(x) + v_A(x) \leq 3$ para todo $x \in X$. $u_A(x), r_A(x)$ y $v_A(x)$: denotan las funciones de pertenencia a verdadero, indeterminado y falso de x en A , respectivamente. Por cuestiones de conveniencia un *Número Neutrosófico de Valor Único* (NNVU): será expresado como $A = (a, b, c)$;, donde $a, b, c \in [0,1]$ y satisface $0 \leq a + b + c \leq 3$ (véase [9]):

Definición 3. Un *Número Neutrosófico Triangular de Valor Único* (NNTVU):, que se denota por: $\tilde{a} = \langle (a_1, a_2, a_3); \alpha_{\tilde{a}}, \beta_{\tilde{a}}, \gamma_{\tilde{a}} \rangle$, es un CN sobre \mathbb{R} , cuyas funciones de pertenencia de veracidad, indeterminación y falsedad se definen a continuación(véase [9]):

$$T_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} \alpha_{\tilde{a}} \left(\frac{x-a_1}{a_2-a_1} \right), & a_1 \leq x \leq a_2 \\ \alpha_{\tilde{a}}, & x = a_2 \\ \alpha_{\tilde{a}} \left(\frac{a_3-x}{a_3-a_2} \right), & a_2 < x \leq a_3 \\ 0, & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (2)$$

$$I_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} \frac{(a_2 - x + \beta_{\tilde{a}}(x - a_1))}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ \beta_{\tilde{a}}, & x = a_2 \\ \frac{(x - a_2 + \beta_{\tilde{a}}(a_3 - x))}{a_3 - a_2}, & a_2 < x \leq a_3 \\ 1, & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (3)$$

$$F_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} \frac{(a_2 - x + \gamma_{\tilde{a}}(x - a_1))}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ \gamma_{\tilde{a}}, & x = a_2 \\ \frac{(x - a_2 + \gamma_{\tilde{a}}(a_3 - x))}{a_3 - a_2}, & a_2 < x \leq a_3 \\ 1, & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (4)$$

Donde $\alpha_{\tilde{a}}, \beta_{\tilde{a}}, \gamma_{\tilde{a}} \in [0, 1]$, $a_1, a_2, a_3 \in \mathbb{R}$ y $a_1 \leq a_2 \leq a_3$.

Definición 4. Dados $\tilde{a} = \langle (a_1, a_2, a_3); \alpha_{\tilde{a}}, \beta_{\tilde{a}}, \gamma_{\tilde{a}} \rangle$ y $\tilde{b} = \langle (b_1, b_2, b_3); \alpha_{\tilde{b}}, \beta_{\tilde{b}}, \gamma_{\tilde{b}} \rangle$ dos NNTVU y λ es cualquier número real no nulo. Entonces se definen las siguientes operaciones:

Adición: $\tilde{a} + \tilde{b} = \langle (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3); \alpha_{\tilde{a}} \wedge \alpha_{\tilde{b}}, \beta_{\tilde{a}} \vee \beta_{\tilde{b}}, \gamma_{\tilde{a}} \vee \gamma_{\tilde{b}} \rangle$

Substracción: $\tilde{a} - \tilde{b} = \langle (a_1 - b_3, a_2 - b_2, a_3 - b_1); \alpha_{\tilde{a}} \wedge \alpha_{\tilde{b}}, \beta_{\tilde{a}} \vee \beta_{\tilde{b}}, \gamma_{\tilde{a}} \vee \gamma_{\tilde{b}} \rangle$

Inversión: $\tilde{a}^{-1} = \langle (a_3^{-1}, a_2^{-1}, a_1^{-1}); \alpha_{\tilde{a}}, \beta_{\tilde{a}}, \gamma_{\tilde{a}} \rangle$, donde $a_1, a_2, a_3 \neq 0$.

Producto por un escalar:

$$\lambda \tilde{a} = \begin{cases} \langle (\lambda a_1, \lambda a_2, \lambda a_3); \alpha_{\tilde{a}}, \beta_{\tilde{a}}, \gamma_{\tilde{a}} \rangle, & \lambda > 0 \\ \langle (\lambda a_3, \lambda a_2, \lambda a_1); \alpha_{\tilde{a}}, \beta_{\tilde{a}}, \gamma_{\tilde{a}} \rangle, & \lambda < 0 \end{cases}$$

División de dos NNTVU:

$$\frac{\tilde{a}}{\tilde{b}} = \begin{cases} \langle (\frac{a_1}{b_3}, \frac{a_2}{b_2}, \frac{a_3}{b_1}); \alpha_{\tilde{a}} \wedge \alpha_{\tilde{b}}, \beta_{\tilde{a}} \vee \beta_{\tilde{b}}, \gamma_{\tilde{a}} \vee \gamma_{\tilde{b}} \rangle, & a_3 > 0 \text{ y } b_3 > 0 \\ \langle (\frac{a_3}{b_3}, \frac{a_2}{b_2}, \frac{a_1}{b_1}); \alpha_{\tilde{a}} \wedge \alpha_{\tilde{b}}, \beta_{\tilde{a}} \vee \beta_{\tilde{b}}, \gamma_{\tilde{a}} \vee \gamma_{\tilde{b}} \rangle, & a_3 < 0 \text{ y } b_3 > 0 \\ \langle (\frac{a_3}{b_1}, \frac{a_2}{b_2}, \frac{a_1}{b_3}); \alpha_{\tilde{a}} \wedge \alpha_{\tilde{b}}, \beta_{\tilde{a}} \vee \beta_{\tilde{b}}, \gamma_{\tilde{a}} \vee \gamma_{\tilde{b}} \rangle, & a_3 < 0 \text{ y } b_3 < 0 \end{cases}$$

Multiplicación de dos NNTVU:

$$\tilde{a} \tilde{b} = \begin{cases} \langle (a_1 b_1, a_2 b_2, a_3 b_3); \alpha_{\tilde{a}} \wedge \alpha_{\tilde{b}}, \beta_{\tilde{a}} \vee \beta_{\tilde{b}}, \gamma_{\tilde{a}} \vee \gamma_{\tilde{b}} \rangle, & a_3 > 0 \text{ y } b_3 > 0 \\ \langle (a_1 b_3, a_2 b_2, a_3 b_1); \alpha_{\tilde{a}} \wedge \alpha_{\tilde{b}}, \beta_{\tilde{a}} \vee \beta_{\tilde{b}}, \gamma_{\tilde{a}} \vee \gamma_{\tilde{b}} \rangle, & a_3 < 0 \text{ y } b_3 > 0 \\ \langle (a_3 b_3, a_2 b_2, a_1 b_1); \alpha_{\tilde{a}} \wedge \alpha_{\tilde{b}}, \beta_{\tilde{a}} \vee \beta_{\tilde{b}}, \gamma_{\tilde{a}} \vee \gamma_{\tilde{b}} \rangle, & a_3 < 0 \text{ y } b_3 < 0 \end{cases}$$

Donde, \wedge es una t-norma y \vee es una t-conorma.

Una t-norma es un operador $T: [0, 1]^2 \rightarrow [0, 1]$ tal que cumple con los axiomas siguientes para todo a, b, c y d en $[0, 1]$:

1. $T(0,0) = 0, T(a,1) = a$, (Condiciones de frontera):,
2. $T(a,b) \leq T(c,d)$: si $a \leq c$ y $b \leq d$ (Monotonía):
3. $T(a,b) = T(b,a)$: (Conmutatividad):
4. $T(a, T(b,c)) = T(T(a,b), c)$: (Asociatividad):

Una t-conorma es un operador $S: [0, 1]^2 \rightarrow [0, 1]$ tal que cumple con los axiomas siguientes para todo a, b, c y d en $[0, 1]$:

1. $S(1,1) = 1, S(a,0) = a$, (Condiciones de frontera):,
2. $S(a,b) \leq S(c,d)$: si $a \leq c$ y $b \leq d$ (Monotonía):
3. $S(a,b) = S(b,a)$: (Conmutatividad):
4. $S(a, S(b,c)) = S(S(a,b), c)$: (Asociatividad):

Para convertir NNTUV en valores numéricos reales se aplican las fórmulas siguientes, llamados Índice de Puntuación e Índice de Precisión, respectivamente:

$$S(\tilde{a}) = \frac{1}{8} [a_1 + a_2 + a_3] (2 + \alpha_{\tilde{a}} - \beta_{\tilde{a}} - \gamma_{\tilde{a}}) \quad (5)$$

$$A(\tilde{a}) = \frac{1}{8} [a_1 + a_2 + a_3] (2 + \alpha_{\tilde{a}} - \beta_{\tilde{a}} + \gamma_{\tilde{a}}) \quad (6)$$

Antes de detallar el método DEMATEL, se debe especificar la Tabla 1 que determina las escalas de evaluación que mide el grado de influencia entre los factores.

Término Lingüístico	Número Neutrosófico Triangular de Valor Único Correspondiente
No hay influencia	$\tilde{0} = \langle(0, 0, 0); 0,50; 0,50; 0,50\rangle$
Baja influencia	$\tilde{1} = \langle(0, 1, 2); 0,30; 0,75; 0,70\rangle$
Mediana influencia	$\tilde{2} = \langle(1, 2, 3); 0,80; 0,15; 0,20\rangle$
Alta influencia	$\tilde{3} = \langle(2, 3, 4); 0,90; 0,10; 0,10\rangle$
Muy alta influencia	$\tilde{4} = \langle(4, 4, 4); 1,00; 0,00; 0,00\rangle$

Tabla 1. Términos lingüísticos que describen la relación entre dos factores o criterios y su equivalente en NNTVU.

El Método DEMATEL Neutrosófico, que se adaptará a números neutrosóficos triangulares y no trapezoidales se puede resumir en los siguientes pasos (véase [1][6]):

Paso 1. Identificar los objetivos de la decisión: recopilación de la información relevante presente en el problema ([7]):. Consiste en lo siguiente:

1. Selección de expertos y decisores que tengan experiencia en el campo que se estudia. Denotemos a los expertos por $E = \{E_1, E_2, \dots, E_k\}$ ($k \geq 1$):.
2. Se identifican los criterios relevantes que caracterizan el problema. Se denotarán por $C = \{C_1, C_2, \dots, C_m\}$ ($m \geq 2$):.

Paso 2. Se forman las matrices de comparación por pares de criterios relevantes. Los expertos emiten las k matrices de comparación por pares de criterios, con orden $m \times m$. Para esto cada experto debe dar un valor a cada criterio comparado con otro, en forma de NNTVU, evaluando según los valores que aparecen en la Tabla 1. El valor del elemento X_{ij} mide cuánto influye directamente el factor F_i sobre el factor F_j , donde $X_{ij} = \tilde{0}$ si $i = j$.

Paso 3. Se calcula la matriz de relaciones directas como la suma de las k matrices de comparación y luego se divide por k , o lo que es lo mismo, se calcula la matriz que es la media aritmética de las matrices anteriores, donde se utilizan las operaciones entre NNTVU de suma y producto por el escalar $1/k$. Esta matriz se llama $A = (A_{ij})_{m \times m}$.

Paso 4. A se lleva a valores numéricos usando la fórmula de una de las Ecuaciones 5 o 6.

Paso 5. Se normaliza A dividiéndola por $s = \max(\max_{1 \leq i \leq m} \sum_{j=1}^m a_{ij}, \max_{1 \leq j \leq m} \sum_{i=1}^m a_{ij})$, se llamará A_N .

Paso 6. Se calcula la matriz total de relaciones mediante la fórmula siguiente:

$$T = A_N(I - A_N)^{-1} \quad (7)$$

Donde I es la matriz identidad de orden m y el superíndice -1 significa inversa.

Paso 7. Se calcula la suma por filas y por columnas de $T = (T_{ij})_{m \times m}$. La suma por filas se denota por D y la suma por columnas se denota por R . O sea, $D = [\sum_{i=1}^m T_{ij}]_{1 \times m}$ y $R = [\sum_{j=1}^m T_{ij}]'_{m \times 1}$. Donde el apóstrofe indica la trasposición matricial.

Paso 8. Se producen los mapas de influencia de relaciones. Para ello se calcula $(R+D)$: llamado "Prominencia" que mide el grado de rol central que juega el factor o criterio dentro del sistema. Mientras que $(R-D)$: se llama "Relación" y significa el efecto que produce el factor o criterio en el sistema.

1. Si $r_j - c_j > 0$ el factor o criterio C_j se ubica en el grupo de las causas,
2. Si $r_j - c_j < 0$ el factor o criterio C_j se ubica en el grupo de los efectos.

Los pares $(R+D, R-D)$: se pueden representar gráficamente para dar a los decisores una idea gráfica sobre el sistema.

3. RESULTADOS

Esta sección se dedica a exponer los resultados del presente estudio, mediante la aplicación de los métodos expuestos en la sección anterior.

Se seleccionan cuatro expertos en el tema independientes, que emiten sus evaluaciones sobre los factores que influyen en el compromiso extracontractual del Estado Ecuatoriano. Los factores que se determinaron fueron los siguientes:

F_1 : Existencia de provisión de los servicios públicos o cualquier otra prestación al que el particular tenga derecho.

F_2 : No existencia de "Daño calificado". Se llama "Daño calificado" aquel que la persona no tiene la obligación jurídica de soportar o que resulte de la violación del principio de igualdad en el reparto de las

cargas públicas y se deriva específica e inmediatamente de la acción u omisión de las administraciones públicas.

F₃: No existencia de acción u omisión de las administraciones públicas o el hecho dañoso que violente el derecho.

F₄: La responsabilidad del Estado en el Ecuador está constitucionalizada.

F₅: Existe la necesidad de abordar el tema desde el reconocimiento constitucional, algunas normas dispersas consagradas en cuerpos normativos, resoluciones judiciales nacionales e internacionales, como también en el Código Orgánico Administrativo que está tramitándose en la Asamblea Nacional.

Las Tablas 2, 3, 4 y 5 muestran las matrices de comparación por pares de criterios de acuerdo a las evaluaciones emitidas por los Expertos 1, 2, 3 y 4, respectivamente. La Tabla 6 contiene los resultados de la agregación mediante la media aritmética de los NNTVU mostrados en las Tablas 2, 3, 4 y 5. Se utilizó *min* como t-norma y *max* como t-conorma.

Todos los cálculos realizados en este artículo se realizaron con el uso de Octave 4.2.1, que es un software libre que utiliza el lenguaje m de MATLAB, por tanto, con este es fácil realizar cálculos matriciales, véase [5].

Factor	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅
F ₁	0̄	2̄	4̄	0̄	0̄
F ₂	4̄	0̄	4̄	0̄	0̄
F ₃	4̄	4̄	0̄	1̄	1̄
F ₄	3̄	3̄	2̄	0̄	4̄
F ₅	3̄	1̄	2̄	4̄	0̄

Tabla 2. Evaluación realizada por el Experto 1 por pares de factores sobre el grado de influencia directa del factor de la fila sobre el factor de la columna.

Factor	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅
F ₁	0̄	1̄	3̄	0̄	0̄
F ₂	4̄	0̄	4̄	0̄	0̄
F ₃	3̄	4̄	0̄	2̄	2̄
F ₄	3̄	3̄	2̄	0̄	3̄
F ₅	3̄	1̄	2̄	4̄	0̄

Tabla 3. Evaluación realizada por el Experto 2 por pares de factores sobre el grado de influencia directa del factor de la fila sobre el factor de la columna.

Factor	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅
F ₁	0̄	2̄	4̄	0̄	0̄
F ₂	3̄	0̄	4̄	0̄	0̄
F ₃	4̄	4̄	0̄	2̄	1̄
F ₄	3̄	3̄	3̄	0̄	4̄
F ₅	3̄	3̄	3̄	4̄	0̄

Tabla 4. Evaluación realizada por el Experto 3 por pares de factores sobre el grado de influencia directa del factor de la fila sobre el factor de la columna.

Factor	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅
F ₁	0̄	3̄	4̄	0̄	0̄
F ₂	4̄	0̄	4̄	0̄	0̄
F ₃	4̄	4̄	0̄	2̄	0̄
F ₄	3̄	3̄	3̄	0̄	4̄
F ₅	3̄	2̄	1̄	4̄	0̄

Tabla 5. Evaluación realizada por el Experto 4 por pares de factores sobre el grado de influencia directa del factor de la fila sobre el factor de la columna.

Factor	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅
F ₁	0̄	<(1;2;3);0,3; 0,75;0,7>	<(3,5;3,75;4); 0,9;0,1;0,1>	0̄	0̄
F ₂	<(3,5;3,75;4);	0̄	4̄	0̄	0̄

	0,9;0,1;0,1>				
F₃	<(3,5;3,75;4);:; 0,9;0,1;0,1>	$\tilde{4}$	$\tilde{0}$	<(0,75;1,75;2,75) ::0,3;0,75;0,7>	<(0,25;1;1,75): ;0,3;0,75;0,7>
F₄	$\tilde{3}$	$\tilde{3}$	<(1,5;2,5;3,5): ;0,8;0,15;0,2>	$\tilde{0}$	<(3,5;3,75;4):; 0,9;0,1;0,1>
F₅	$\tilde{3}$	<(0,75;1,75;2,75): ;0,3;0,75;0,7>	<(1;2;3);:0,3; 0,75;0,7>	$\tilde{4}$	$\tilde{0}$

Tabla 6. Media aritmética de las evaluaciones de los expertos por pares de factores sobre el grado de influencia directa del factor de la fila sobre el factor de la columna.

La Tabla 7 contiene la matriz total de relaciones T, calculada después de hallarle sucesivamente a los elementos de la matriz en la Tabla 6, el índice de precisión de los elementos con la Ecuación 6, luego se normaliza como se indica en el Paso 5 del algoritmo, y finalmente se aplica la fórmula de la Ecuación 7.

Factor	F₁	F₂	F₃	F₄	F₅
F₁	0,00000	0,11494	0,27778	0,00000	0,00000
F₂	0,27778	0,00000	0,30651	0,00000	0,00000
F₃	0,27778	0,30651	0,00000	0,10057	0,05747
F₄	0,22222	0,22222	0,18199	0,00000	0,27778
F₅	0,22222	0,10057	0,11494	0,30651	0,00000

Tabla 7. Matriz de relaciones totales.

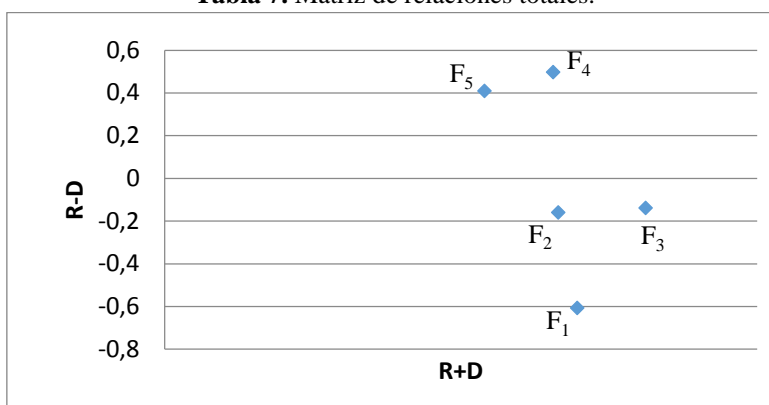


Figura 1. Representación gráfica de los pares (R+D, R-D):. Cada par tiene asociada una leyenda con el factor que representa.

De la Figura 1 se puede apreciar que los factores 4 y 5 son la causa principal de los demás factores. Por tanto, hacer constitucional los derechos es fundamental para evitar los problemas de compromiso extracontractual del Estado, así como la implementación de un cuerpo legal que respalde la constitución.

4. CONCLUSIONES

El presente artículo abordó el estudio de los factores que inciden en los compromisos extracontractuales del Estado Ecuatoriano. Para ello se aplicó el método conocido por DEMATEL neutrosófico, debido a que permite estudiar procesos de causa efecto complejos. El uso de conjuntos neutrosóficos permitió incluir la incertidumbre, la indeterminación y el uso de términos lingüísticos. Se contó con la evaluación de cuatro expertos y se llegó a la conclusión que los factores de mayor incidencia se configuran en el tratamiento constitucional la cual refleja débilmente esta figura y la materialización de la legislación complementaria que respalda y desarrolla este tema desde el ordenamiento jurídico.

RECEIVED: NOVEMBER, 2019.

REVISED: MARCH, 2020.

REFERENCIAS

- [1] ABDEL-BASSET, M., MANOGARAN, G., GAMAL, A. y SMARANDACHE, F. (2018): A hybrid approach of neutrosophic sets and DEMATEL method for developing supplier selection criteria, *Design Automation for Embedded Systems*, 22, 257-278.

- [2] ANDRADE, M. I. (2010): **Responsabilidad extracontractual del Estado ecuatoriano por la acción u omisión de sus funcionarios**. Disponible en <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/543>, Consultado el 17 de enero de 2019.
- [3] BERMÚDEZ, M. (2015):. **La responsabilidad extracontractual del estado por daños ambientales en la obra pública y su relación con el desarrollo sustentable en el Ecuador**. Disponible en <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/12845>, Consultado el 17 de enero de 2019.
- [4] CRESPO, J. (2010):**La responsabilidad extracontractual del estado ecuatoriano derivada de la expedición del mandato constituyente No.1 que viola el derecho a la tutela judicial efectiva**. Disponible en <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/905>, Consultado el 17 de enero de 2019.
- [5] EATON, J. W., BATEMAN, D., HAUBERG, S. y WEHBRING, R. (2017): **GNU Octave: A high-level interactive language for numerical computations**, versión 4.2.1. url: <http://www.gnu.org/software/octave/doc/interpreter>.
- [6] ESTUPIÑAN RICARDO, J., LLUMIGUANO POMA, M. E., ARGÜELLO PAZMIÑO, A. M., ALBÁN NAVARRO, A. D., MARTÍN ESTÉVEZ, L. y BATISTA HERNANDEZ, N (2019): Neutrosophic model to determine the degree of comprehension of higher education students in Ecuador. **Neutrosophic Sets & Systems**, 26, 55-61.
- [7] HERNÁNDEZ, N.B., LUQUE, C. E. N., SEGURA, C. M. L., LÓPEZ, M. D. J. R., HUNGRIA, J. A. C. y RICARDO, J. E. (2019):: La Toma De Decisiones En La Informática Jurídica Basado En El Uso De Los Sistemas Expertos. **Investigación Operacional**, 40, 131-139.
- [8] LEE, H.-S., TZENG, G.-H., YEIH, W., WANG, Y.-J. y YANG, S.-C. (2013): Revised DEMATEL: Resolving the Infeasibility of DEMATEL, **Applied Mathematical Modelling**, 37, 6746-6757.
- [9] LEYVA VÁZQUEZ, M. y SMARANDACHE, F. (2018): **Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre**, Pons, Bruselas.
- [10] SI, S. L., YOU, X. Y., LIU, H. C. y ZHANG, P. (2018): DEMATEL Technique: A Systematic Review of the State-of-the-Art Literature on Methodologies and Applications, **Mathematical Problems in Engineering**, 2018, 1-33.
- [11] SMARANDACHE, F. (2002): Neutrosophy, a new Branch of Philosophy, **Multiple Valued Logic/An International Journal**, 8, 297-384.
- [12] SMARANDACHE, F. (2003): **A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability**, American Research Press, Rehoboth.
- [13] WU, H.-H. y TSAI, Y.-N. (2011): A DEMATEL method to evaluate the causal relations among the criteria in auto spare parts industry, **Applied Mathematics and Computation**, 218, 2334-2342.