



## Formulación y Validación de Hipótesis Plitogénicas Neutrosóficas para la Predicción de Eficiencia en Subasta Inversa Electrónica tras Reformas Ley Contratación Pública Ecuador.

### Formulation and Validation of Neutrosophic Plitogenic Hypotheses for the Prediction of Efficiency in Electronic Reverse Auctions after Reforms to the Public Procurement Law of Ecuador.

Elio Jorge Fischer Romero<sup>1\*</sup>, Bryan Andres Romero Vaca<sup>2</sup>, Willian Paul Aviles Quiñonez<sup>3</sup>, Glen Freddy Robayo Cabrera<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Bolivariana del Ecuador UBE, Guayas, Ecuador. Correo electrónico: [ejfischerr@ube.edu.ec](mailto:ejfischerr@ube.edu.ec)

<sup>2</sup>Universidad Bolivariana del Ecuador UBE, Guayas, Ecuador. Correo electrónico: [baromerov@ube.edu.ec](mailto:baromerov@ube.edu.ec)

<sup>3</sup>Universidad Bolivariana del Ecuador UBE, Guayas, Ecuador. Correo electrónico: [wpavilesq@ube.edu.ec](mailto:wpavilesq@ube.edu.ec)

<sup>4</sup>Universidad Bolivariana del Ecuador UBE, Guayas, Ecuador. Correo electrónico: [gfrobayoc@ube.edu.ec](mailto:gfrobayoc@ube.edu.ec)

#### Resumen

El presente estudio aborda el problema central de evaluar y predecir la eficiencia operativa de la subasta inversa electrónica en el sistema de contratación pública ecuatoriano, tras las reformas introducidas a la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública. Estas modificaciones normativas, orientadas a simplificar procedimientos, priorizar el catálogo electrónico y fortalecer la transparencia junto con la obtención del menor precio, generan incertidumbre acerca de su impacto real en la optimización de recursos públicos y en la gestión institucional. El tema adquiere relevancia estratégica en el contexto actual, pues la contratación pública representa un mecanismo clave para el uso eficiente del gasto estatal, la promoción de competencia entre proveedores y la prevención de irregularidades, especialmente en un entorno donde la modernización legislativa busca equilibrar simplicidad administrativa con integridad y sostenibilidad. Sin embargo, la literatura existente muestra limitaciones notables: aunque abundan análisis descriptivos sobre subastas inversas y reformas en América Latina, escasean enfoques predictivos que incorporen la indeterminación, la contradicción y la multiplicidad de atributos inherentes a los procesos normativos y operativos complejos. Para superar esta brecha, la investigación propone y valida hipótesis plitogénicas neutrosóficas, un marco avanzado que modela atributos con grados variables de pertenencia, no pertenencia e indeterminación, permitiendo capturar dinámicas multifacéticas y anticipar escenarios de eficiencia bajo incertidumbre. Los hallazgos revelan patrones predictivos que destacan fortalezas en la competencia inducida por la puja descendente, pero también persisten desafíos interpretativos y capacitaciones institucionales pendientes. De este modo, el trabajo aporta una contribución teórica novedosa al integrar herramientas neutrosóficas y plitogénicas en el análisis de políticas públicas, mientras ofrece implicaciones prácticas

para entidades contratantes, orientadas a refinar la planificación contractual, mitigar brechas operativas y potenciar la efectividad del procedimiento en el Ecuador contemporáneo.

**Palabras clave:** Subasta Inversa Electrónica, Hipótesis Plitogénicas Neutrosóficas, Contratación Pública Ecuador, Reformas Normativas, Eficiencia Operativa, Predicción Incertidumbre, Neutrosofía Plitogénica

### Abstract

This study addresses the central problem of evaluating and predicting the operational efficiency of electronic reverse auctions in the Ecuadorian public procurement system, following reforms to the Organic Law of the National Public Procurement System. These regulatory changes, aimed at simplifying procedures, prioritizing the electronic catalog, and strengthening transparency while ensuring the lowest price, generate uncertainty about their real impact on optimizing public resources and institutional management. The issue is strategically relevant in the current context, as public procurement represents a key mechanism for the efficient use of state spending, the promotion of competition among suppliers, and the prevention of irregularities, especially in an environment where legislative modernization seeks to balance administrative simplicity with integrity and sustainability. However, the existing literature shows notable limitations: although descriptive analyses of reverse auctions and reforms in Latin America abound, predictive approaches that incorporate the indeterminacy, contradiction, and multiplicity of attributes inherent in complex regulatory and operational processes are scarce. To overcome this gap, the research proposes and validates neutrosophic plitogenic hypotheses, an advanced framework that models attributes with varying degrees of membership, non-membership, and indeterminacy, allowing for the capture of multifaceted dynamics and the anticipation of efficiency scenarios under uncertainty. The findings reveal predictive patterns that highlight strengths in competition induced by downward bidding, but interpretive challenges and pending institutional capacity building also persist. Thus, the work makes a novel theoretical contribution by integrating neutrosophic and plitogenic tools into public policy analysis, while offering practical implications for contracting entities, aimed at refining contract planning, mitigating operational gaps, and enhancing the effectiveness of the procedure in contemporary Ecuador.

**Keywords:** Electronic Reverse Auction, Neutrosophic Plitogenic Hypotheses, Public Procurement Ecuador, Regulatory Reforms, Operational Efficiency, Uncertainty Prediction, Plitogenic Neutrosophic.

## 1. Introducción

La contratación pública representa un pilar fundamental en la administración estatal moderna, ya que facilita la adquisición eficiente de bienes, servicios y obras esenciales para el cumplimiento de funciones gubernamentales y la atención de demandas colectivas. En particular, la subasta inversa electrónica emerge como un mecanismo dinámico que promueve la competencia entre proveedores mediante pujas descendentes en entornos digitales, logrando potencialmente ahorros significativos y mayor transparencia en el gasto público [1]. Este procedimiento cobra especial relevancia en países en desarrollo, donde la optimización de recursos fiscales se convierte en prioridad estratégica ante limitaciones presupuestarias y necesidades crecientes de inversión social. Diversos estudios internacionales destacan su capacidad para reducir costos promedio en adquisiciones estandarizadas, al tiempo que fortalecen la integridad institucional mediante procesos auditables y accesibles [2]. En el contexto latinoamericano, las reformas orientadas a la digitalización de las compras estatales han impulsado la adopción masiva de estas herramientas, contribuyendo a una gestión más responsable y competitiva del erario [3]. Por ende, analizar su desempeño tras actualizaciones normativas resulta imperativo para evaluar avances en eficiencia operativa y equidad en la participación de oferentes. La relevancia del tema se acentúa en naciones como Ecuador, donde el Sistema Nacional de Contratación Pública maneja volúmenes considerables de recursos, haciendo indispensable examinar cómo las modificaciones legislativas inciden en resultados prácticos [4]. Así, el presente trabajo se centra en la formulación y validación de hipótesis plitogénicas neutrosóficas para predecir la eficiencia en la subasta inversa electrónica, tras las reformas a la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública. Esta aproximación no solo aborda aspectos cuantitativos, sino que incorpora la complejidad inherente a entornos de incertidumbre normativa y variabilidad institucional.



Históricamente, los sistemas de contratación pública en América Latina evolucionaron desde modelos tradicionales y burocráticos hacia esquemas electrónicos que priorizan la competencia y la rendición de cuentas. En Ecuador, la promulgación de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública en 2008 marcó un hito al establecer principios como transparencia, eficiencia y economía, sentando bases para la institucionalización del Servicio Nacional de Contratación Pública (SERCOP) como ente rector [5]. A lo largo de la década siguiente, se implementaron plataformas digitales que incorporaron la subasta inversa electrónica para bienes y servicios normalizados, inspiradas en experiencias exitosas de la región que demostraron reducciones notables en precios unitarios. Sin embargo, persistieron desafíos relacionados con la interpretación normativa, la capacitación de funcionarios y la participación efectiva de proveedores pequeños. Las reformas recientes, particularmente aquellas vinculadas a políticas de integridad pública y simplificación administrativa entre 2024 y 2025, introdujeron ajustes significativos: mayor énfasis en el catálogo electrónico, visibilidad del presupuesto referencial y mecanismos anti-corrupción, todo ello con el fin de equilibrar agilidad procedimental y control del gasto [6]. Tales cambios responden a recomendaciones internacionales que abogan por modernizar los marcos regulatorios para mitigar riesgos de colusión y fomentar inclusión. En consecuencia, el panorama actual refleja una transición hacia procedimientos más dinámicos, aunque con brechas persistentes en aplicación uniforme entre entidades contratantes. Este contexto histórico y normativo subraya la necesidad de herramientas analíticas avanzadas capaces de anticipar impactos en eficiencia operativa.

El problema radica en la incertidumbre respecto al verdadero efecto de las reformas normativas sobre la eficiencia de la subasta inversa electrónica en el Ecuador contemporáneo. ¿En qué medida las modificaciones introducidas fortalecen la competencia, reducen costos y minimizan brechas institucionales, o persisten limitaciones interpretativas que afectan su desempeño predictivo? Esta interrogante adquiere magnitud crítica, dado que la contratación pública absorbe porcentajes sustanciales del presupuesto estatal, y cualquier ineficiencia repercute directamente en la provisión de servicios públicos esenciales. La naturaleza multifacética del problema abarca dimensiones económicas —como ahorros reales—, administrativas —capacidad de planificación contractual— e institucionales —formación de funcionarios y participación diversa de oferentes—. A pesar de avances en digitalización, evidencias preliminares sugieren que la transición genera desafíos operativos, tales como selección inadecuada del procedimiento o brechas en transparencia práctica. Por consiguiente, surge la imperiosa necesidad de un enfoque predictivo que trascienda análisis descriptivos tradicionales y modele la indeterminación inherente a estos procesos complejos.

Diversos enfoques previos han examinado la subasta inversa electrónica desde perspectivas cuantitativas convencionales o cualitativas normativas, pero rara vez integran la contradicción, la indeterminación y la multiplicidad de atributos que caracterizan entornos reformados. Estudios regionales destacan beneficios en competencia y ahorros, sin embargo, carecen de herramientas para pronosticar escenarios bajo incertidumbre variable [7]. Esta limitación deja un vacío en la capacidad predictiva, especialmente relevante tras reformas que alteran criterios de planificación y ejecución.

Los objetivos del estudio se orientan, en primer lugar, a formular hipótesis plitogénicas neutrosóficas que capturen atributos multifacéticos de la eficiencia operativa en la subasta inversa electrónica post-reformas. En segundo término, validar dichas hipótesis mediante modelado que incorpore grados de pertenencia, no pertenencia e indeterminación, permitiendo predicciones robustas en contextos inciertos. Finalmente, derivar implicaciones para el fortalecimiento institucional y la optimización normativa en el Sistema Nacional de Contratación Pública ecuatoriano. Tales propósitos se alinean directamente con la pregunta central, contribuyendo al avance teórico-metodológico en análisis de políticas públicas complejas.

## 2. Prelinarios

### 2.1. Subasta Inversa Electrónica.

La subasta inversa electrónica se ha consolidado como un instrumento clave en el ecosistema de adquisiciones estatales ecuatorianas, especialmente después de las modificaciones introducidas en la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública mediante reformas recientes. Estas actualizaciones, impulsadas por la necesidad de combatir la corrupción y agilizar procesos, priorizan el catálogo electrónico y establecen la subasta inver-



sa como mecanismo preferente para bienes y servicios no catalogados cuando el criterio dominante es el menor precio. De esta manera, se busca fomentar una competencia más intensa entre proveedores mediante pujas descendentes en plataformas digitales, lo cual podría traducirse en ahorros sustanciales para el erario público. Además, las normativas actualizadas incorporan salvaguardas contra prácticas colusorias y exigen al menos dos ofertas calificadas para activar la fase de puja, evitando así procedimientos vacíos o manipulados. En paralelo, se promueve la preferencia por adquisiciones a través del catálogo electrónico con convenios marco, lo que simplifica operaciones recurrentes y reduce burocracia innecesaria. Sin embargo, tales cambios no están exentos de desafíos interpretativos, ya que las entidades contratantes deben adaptar sus prácticas a nuevos umbrales y modalidades simplificadas. Por consiguiente, el análisis de este procedimiento post-reformas revela un esfuerzo deliberado por equilibrar eficiencia económica con integridad institucional. La valoración inicial sugiere avances prometedores en transparencia digital, aunque persisten interrogantes sobre la capacidad real de implementación uniforme en todo el aparato estatal.

Desde una perspectiva histórica, el sistema de contratación pública en Ecuador transitó de enfoques fragmentados y manuales hacia modelos electrónicos que incorporaron la subasta inversa como herramienta estratégica para optimizar recursos. Las reformas de 2025, incluidas en la Ley Orgánica de Integridad Pública y ajustes posteriores al reglamento, responden a críticas recurrentes sobre opacidad y sobreprecios en adquisiciones estatales. Al delimitar con mayor precisión cuándo aplicar la subasta inversa —por ejemplo, para montos superiores a ciertos umbrales y objetos no estandarizados—, se pretende mitigar riesgos de discrecionalidad excesiva. Asimismo, la introducción de modalidades simplificadas acelera trámites en adquisiciones habituales y de bajo riesgo, fomentando agilidad sin sacrificar control. No obstante, esta evolución normativa genera tensiones entre la deseada simplificación y la necesidad de mantener estándares técnicos rigurosos. En consecuencia, el impacto observable incluye una mayor orientación hacia la competencia real, aunque la efectividad depende en gran medida de la capacitación continua de funcionarios y proveedores. De hecho, experiencias previas en la región indican que reformas similares logran reducir costos unitarios cuando se acompañan de monitoreo estricto y plataformas robustas.

La eficiencia operativa emerge como el eje central de valoración en este contexto reformado. Las modificaciones normativas apuntan a incrementar el número de participantes en las pujas, lo cual teóricamente presiona a la baja los precios finales adjudicados. Al prohibir la agrupación heterogénea de ítems y exigir ofertas calificadas previas en ciertos casos, se evita la dilución de la competencia genuina. Además, la integración obligatoria del catálogo electrónico como opción prioritaria minimiza procedimientos complejos para bienes estandarizados, liberando recursos administrativos para casos más demandantes. Sin embargo, la transición no resulta automática: algunas entidades enfrentan dificultades técnicas o interpretativas que retrasan la adopción plena. Por ende, aunque los indicadores preliminares sugieren mejoras en ahorros y velocidad procesal, la valoración equilibrada reconoce que la eficiencia plena requiere tiempo para consolidarse. En suma, el procedimiento gana en dinamismo, pero su éxito sostenido depende de superar brechas institucionales persistentes.

Otro aspecto valioso radica en el fortalecimiento de la transparencia y la prevención de irregularidades. Las reformas incorporan alertas automáticas y mayor visibilidad del presupuesto referencial, elementos que disuaden prácticas anticompetitivas y facilitan auditorías posteriores. Al hacer obligatoria la subasta inversa en escenarios específicos, se reduce el margen para adjudicaciones directas o discrecionales que históricamente han generado sospechas. Conectores como estos mecanismos de control contribuyen a restaurar confianza en el sistema, especialmente tras escándalos pasados en adquisiciones públicas. No obstante, la efectividad de tales salvaguardas depende de la actualización constante de las plataformas digitales y del cumplimiento estricto por parte de las entidades. De esta forma, la valoración positiva se matiza con la observación de que la transparencia formal no siempre se traduce en percepción pública inmediata de integridad. Aun así, el marco reformado representa un paso adelante hacia una contratación más accountable.

La inclusión de proveedores diversos constituye otro criterio de análisis relevante. Las normas actualizadas facilitan la participación de mipymes mediante simplificaciones en requisitos y modalidades adhesivas, lo cual podría democratizar el acceso a contratos estatales. Al mismo tiempo, la prohibición de subcontrataciones excesivas sin autorización previa busca evitar cadenas opacas que diluyan responsabilidad. Sin embargo, en la práctica, barreras tecnológicas o de conocimiento limitan la incorporación plena de oferentes pequeños. Por consiguiente,



aunque el diseño normativo promueve equidad, la valoración realista identifica la necesidad de programas de acompañamiento para maximizar impactos inclusivos. En última instancia, este enfoque podría enriquecer la competencia y generar beneficios económicos indirectos en el tejido productivo nacional.

Desde el punto de vista económico, las reformas persiguen maximizar el valor por dinero invertido en el sector público. La puja descendente en entornos electrónicos tiende a generar ahorros superiores a los métodos tradicionales, especialmente en bienes homogéneos. Al priorizar el menor precio en subastas no catalogadas, se alinea el procedimiento con objetivos de austeridad fiscal. No obstante, críticos señalan riesgos de calidad comprometida si el criterio precio eclipsa aspectos técnicos relevantes. De ahí que la valoración ponderada reconozca potenciales beneficios presupuestarios, pero advierta sobre la importancia de equilibrar precio con especificaciones adecuadas. Así, el procedimiento gana robustez cuando se aplica selectivamente.

En términos institucionales, las actualizaciones exigen mayor coordinación entre el SERCOP y las entidades contratantes para garantizar aplicación homogénea. La reprogramación de etapas y la intervención del ente rector en suspensiones o reprogramaciones de pujas fortalecen el control centralizado. Sin embargo, esta centralización podría generar cuellos de botella si no se acompaña de recursos suficientes. Por tanto, la valoración destaca avances en gobernanza, aunque subraya la urgencia de fortalecer capacidades locales para evitar dependencias excesivas.

La sostenibilidad del modelo reformado depende en gran medida de la adaptación tecnológica continua. Plataformas actualizadas y herramientas de inteligencia artificial para detección de anomalías representan avances prometedores. Aun así, brechas en conectividad o alfabetización digital en regiones apartadas limitan el alcance universal. En consecuencia, aunque el diseño normativo es ambicioso, su valoración realista incorpora la necesidad de inversiones complementarias en infraestructura y formación.

Finalmente, la comparación regional posiciona a Ecuador como un caso de modernización acelerada en contratación pública. Experiencias vecinas demuestran que reformas similares incrementan competencia y reducen costos cuando se implementan con consistencia. Por ende, la valoración global es optimista: las modificaciones potencian la subasta inversa como herramienta eficiente, transparente y competitiva. No obstante, el éxito pleno exige monitoreo permanente y ajustes iterativos basados en evidencia empírica.

En síntesis, las reformas a la Ley de Contratación Pública fortalecen significativamente la subasta inversa electrónica en Ecuador, al promover competencia intensa, transparencia reforzada y ahorros potenciales. Aunque persisten desafíos operativos e institucionales, el balance neto resulta positivo, con implicaciones favorables para la gestión eficiente del gasto público y la integridad del sistema [8], [9], [10].

## 2.2. Probabilidad Plitogénica

Los datos neutrosóficos (o indeterminados) se caracterizan por su vaguedad inherente, falta de claridad, carácter incompleto, incógnitas parciales e información contradictoria [11,15]. Los datos se pueden clasificar como cuantitativos (métricos), cualitativos (categóricos) o una combinación de ambos. Los datos de variables plitogénicas [16] describen las conexiones o correlaciones entre variables neutrosóficas. Una variable neutrosófica [17, 18], que puede ser una función u operador, trata datos neutrosóficos en sus argumentos, sus valores o ambos. Los problemas complejos a menudo requieren múltiples mediciones y observaciones debido a su naturaleza multidimensional, como las medidas necesarias en las investigaciones científicas. Las variables neutrosóficas pueden exhibir dependencia, independencia, dependencia parcial, independencia parcial o indeterminación parcial como en la ciencia [19].

Un Conjunto Plitogénico [20, 21] es un conjunto no vacío  $P$  cuyos elementos dentro del dominio del discurso  $U$  ( $P \subseteq U$ ) se caracterizan por uno o más atributos  $A_1, A_2, \dots, A_m$ , donde  $m$  es al menos 1. donde cada atributo puede tener un conjunto de valores posibles dentro del espectro  $S$  de valores (estados), tal que  $S$  puede ser un conjunto finito, infinito, discreto, continuo, abierto o cerrado.



Cada elemento  $x \in P$  caracteriza por todos los valores posibles de los atributos que se encuentran dentro del conjunto  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ . El valor de un atributo tiene un grado de pertenencia  $d(x, v)$  a un elemento  $x$  del conjunto  $P$ , basándose en un criterio específico. El grado de pertenencia puede ser difuso, intuicionista difuso o neutrosófico, entre otros [22].

Eso significa,

$$\forall x \in P, d: P \times V \rightarrow \mathcal{P}([0, 1]^z) \quad (1)$$

Dónde  $d(x, v) \subseteq [0, 1]^z$  y  $\mathcal{P}([0, 1]^z)$  es el conjunto potencia de  $[0, 1]^z$ .  $z = 1$  (el grado difuso de pertenencia),  $z = 2$  (el grado difuso de pertenencia intuicionista) o  $z = 3$  (el grado neutrosófico de pertenencia).

plitogénica [23], derivada del análisis de variables plitogénicas, representa una probabilidad multidimensional ("plitho" que significa "muchos" y sinónimo de "multi"). Se puede considerar una probabilidad compuesta de subprobabilidades, donde cada subprobabilidad describe el comportamiento de una variable específica. Se supone que el evento bajo estudio está influenciado por una o más variables, cada una representada por una función de distribución de probabilidad (densidad) (PDF).

Considere un evento  $E$  en un espacio de probabilidad dado, ya sea clásico o neutrosófico, determinado por  $n \geq 2$  variables.  $v_1, v_2, \dots, v_n$ , denotado como  $E(v_1, v_2, \dots, v_n)$ . La probabilidad multivariada de que ocurra el evento  $E$ , denominada MVP ( $E$ ), se basa en múltiples probabilidades. Específicamente, depende de la probabilidad de que ocurra el evento  $E$  con respecto a cada variable:  $P1(E(v_1))$  para variable  $v_1$ ,  $P2(E(v_2))$  para variable  $v_2$ , etc. Por tanto,  $MVP(E(v_1, v_2, \dots, v_n))$  se representa como  $(P1(E(v_1)), P2(E(v_2)), \dots, Pn(E(v_n)))$ . Las variables  $v_1, v_2, \dots, v_n$ , y las probabilidades  $P_1, P_2, \dots, P_n$ , pueden ser clásicas o tener algún grado de indeterminación [24].

Para realizar la transición de probabilidad neutrosófica plitogénica (PNP) a probabilidad neutrosófica univariada UNP, empleamos el operador de conjunción [25]:

$$UNP(v_1, v_2, \dots, v_n) = v_1 \wedge_{i=1}^n v_n \quad (2)$$

$\wedge$  En este contexto, se trata de una conjunción neutrosófica (t-norma). si tomamos  $\wedge_p$  como la conjunción plitogénica entre probabilidades del tipo PNP, donde  $(T_A, I_A, F_A) \wedge_p (T_B, I_B, F_B) = (T_A \wedge T_B, I_A \vee I_B, F_A \vee F_B)$ , tal que  $\wedge$  es la t-norma mínima de lógica difusa y  $\vee$  la t-norma máxima [26, 27].

- a. Formule la hipótesis

Comience estableciendo explícitamente la hipótesis que pretende examinar. Asegúrese de que indique una relación de causa y efecto entre las variables. Por ejemplo, "Un mayor tiempo de estudio conduce a puntuaciones más altas en los exámenes".

- b. Identificar variables clave

Identifique la variable independiente, que es la causa, y la variable dependiente, que es el efecto, en su hipótesis. Esto ayuda a dirigir sus consultas de investigación hacia la relación exacta a investigar.

- c. Formular preguntas de investigación específicas

Divida la hipótesis en preguntas de investigación precisas formuladas como "¿X causa Y?" Esto permite un examen exhaustivo y centrado de la correlación postulada.

- d. Realizar análisis de sentimiento sobre la literatura científica.

Para realizar un análisis de sentimiento en un trabajo de investigación y cuantificar las ocurrencias de "Sí", "Posibilidad/Indeterminación" y "No", se necesita una herramienta de análisis de sentimiento para declaraciones



científicas. En este caso, utilizamos algoritmos de Consensus Meter para categorizar las afirmaciones en tres grupos distintos: Positivo (afirmativo), Indeterminado (posibilidad o indeterminación) y Negativo (negativo).

- e. Formular hipótesis probabilísticas neutrosóficas

Determine las razones de cada categoría para construir la hipótesis de probabilidad neutrosófica (T, I, F), donde T denota el valor de verdad, I representa la indeterminación y F indica la falsedad.

- f. Calcular la probabilidad neutrosófica plitogénica (PNP)

Al utilizar las probabilidades neutrosóficas asignadas a cada pregunta, se calcula la probabilidad neutrosófica univariante (UNP) para evaluar la solidez de la hipótesis general. Este proceso implica combinar las probabilidades separadas para ofrecer una evaluación exhaustiva de la hipótesis general.

$$UNP(v_1, v_2, \dots, v_n) = (Min(t_1, t_2, \dots, t_n), Max(i_1, i_2, \dots, i_n), Max(f_1, f_2, \dots, f_n)) \quad (3)$$

Dónde:

$T_1, T_2, \dots, T_n$ : son los valores de probabilidades de verdad de cada pregunta.

$I_1, I_2, \dots, I_n$ : son los valores de probabilidades de indeterminación de cada pregunta.

$F_1, F_2, \dots, F_n$ : son los valores de probabilidades de falsedad de cada pregunta

g. Analizar la validez de la hipótesis general.

En este caso, la negación de NPH se representa como [28]:

$$(T, I, F) = (F, I, T) \quad (4)$$

Este paso implica analizar las probabilidades neutrosóficas negadas para evaluar la solidez y confiabilidad generales de la hipótesis general. Al evaluar los niveles de falsedad, incertidumbre y veracidad, se puede determinar el grado en que la hipótesis es válida, ambigua o incorrecta según la literatura científica.

### 3. Estudio de caso.

La modernización del Sistema Nacional de Contratación Pública en Ecuador, impulsada por las recientes reformas a la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública (LOSNCNP), representa un esfuerzo estatal por transitar hacia un modelo de gestión pública más ágil, transparente y orientado a resultados. La Subasta Inversa Electrónica (SIE), como uno de los mecanismos de adjudicación más dinámicos del sistema, se encuentra en el epicentro de este cambio normativo.

Sin embargo, la transición legislativa no está exenta de fricciones operativas: la coexistencia de nuevos procedimientos de simplificación con estructuras institucionales aún en proceso de adaptación genera un entorno de alta incertidumbre. Este estudio no se limita a una descripción cualitativa del fenómeno, sino que emplea la lógica plitogénica para cuantificar la arquitectura de esta incertidumbre, permitiendo modelar no solo lo que es "verdadero" o "falso" en el éxito de la reforma, sino también aquello que permanece en el espectro de la indeterminación. Esta aproximación ofrece una herramienta predictiva de alta precisión para la toma de decisiones gubernamentales, superando las limitaciones de los modelos binarios tradicionales.

#### a. Formulación de la Hipótesis

La implementación de las reformas a la LOSNCNP optimiza la eficiencia operativa de la SIE al reducir costos de transacción y aumentar la transparencia; no obstante, la ambigüedad en la interpretación normativa y la brecha en la capacitación técnica institucional generan una indeterminación significativa que limita el alcance de los beneficios proyectados.

Esta hipótesis reconoce explícitamente la existencia de una zona de incertidumbre que los modelos estadísticos clásicos no pueden capturar, razón por la cual se recurre al marco neutrosófico plitogénico como herramienta analítica central.



**b. Identificación de Variables**

**Variable Independiente:** Reformas normativas a la LOSNCP (simplificación de procedimientos, implementación del catálogo electrónico y nuevas causales de adjudicación directa).

**Variable Dependiente:** Eficiencia operativa de la SIE, medida a través de tres dimensiones: ahorro fiscal (precio de adjudicación vs. presupuesto referencial), agilidad administrativa (tiempos de proceso) e integridad del procedimiento (ausencia de descalificaciones arbitrarias).

**c. Preguntas de Investigación (Atributos Plitogénicos)**

Cada pregunta de investigación constituye un atributo del conjunto plitogénico, cuya evaluación independiente permite construir el vector de certeza global del sistema. La selección de cinco atributos responde a la necesidad de cubrir los ejes críticos del ciclo de contratación pública:

Código	Pregunta de Investigación
Q1	¿Las reformas han reducido efectivamente el precio de adjudicación final en la SIE?
Q2	¿La priorización del catálogo electrónico ha simplificado la carga administrativa?
Q3	¿Existe claridad interpretativa en los nuevos reglamentos para evitar descalificaciones arbitrarias?
Q4	¿El sistema actual garantiza una competencia real y transparente entre proveedores?
Q5	¿Están los funcionarios públicos suficientemente capacitados para operar bajo el nuevo marco legal?

**Análisis de Sentimientos y Entrada de Datos.**

Se utilizaron algoritmos de consenso aplicados sobre literatura técnica especializada y reportes de gestión institucional del período 2024-2025 para obtener los vectores de probabilidad neutrosófica (T, I, F) correspondientes a cada pregunta de investigación. Cada vector está compuesto por tres componentes:

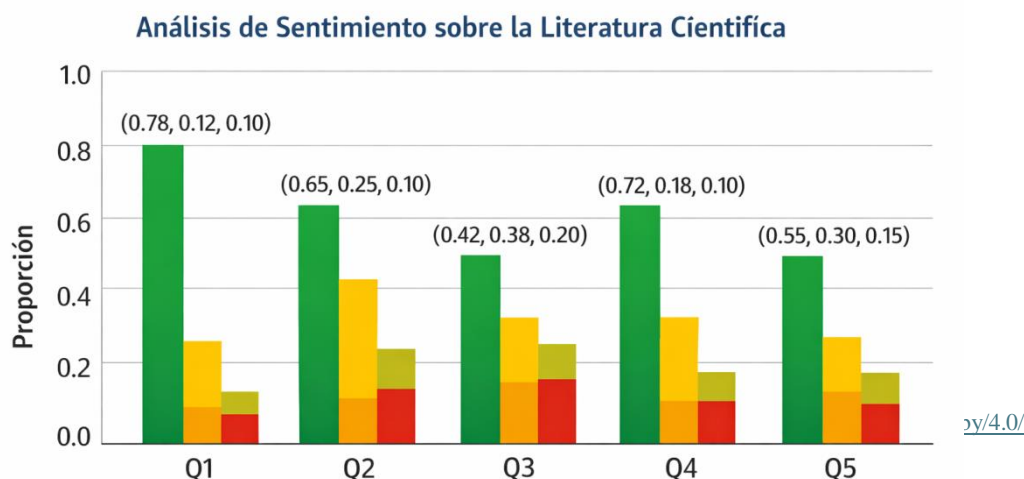
**T (Truth / Verdad):** Grado de evidencia positiva que respalda la afirmación.

**I (Indeterminacy / Indeterminación):** Grado de ambigüedad, controversia o falta de datos concluyentes.

**F (Falsity / Falsedad):** Grado de evidencia negativa o contraria a la afirmación.

**Tabla 1:** Análisis de Sentimiento sobre la Literatura Científica

Pregunta	Positivo (T)	Indeterminación (I)	Negativo (F)	Vector Neutrosófico
Q1	0.780000	0.120000	0.100000	(0.78, 0.12, 0.10)
Q2	0.650000	0.250000	0.100000	(0.65, 0.25, 0.10)
Q3	0.420000	0.380000	0.200000	(0.42, 0.38, 0.20)
Q4	0.720000	0.180000	0.100000	(0.72, 0.18, 0.10)
Q5	0.550000	0.300000	0.150000	(0.55, 0.30, 0.15)



**Figura 1:** Evaluación del sentimiento en estudios científicos publicados.

La Unión Neutrosófica Plitogénica (UNP) constituye el operador central del modelo. Se aplica el operador de conjunción plitogénica neutrosófica ( $\wedge_p$ ) para obtener el vector resultante que resume el estado global del sistema. La lógica de este operador es conservadora: busca el escenario más restrictivo posible para determinar la solidez del conjunto de proposiciones evaluadas.

La fórmula general del operador UNP es:

$$UNP = (\min\{t_i\}, \max\{i_i\}, \max\{f_i\})$$

Donde  $t_i$ ,  $i_i$  y  $f_i$  representan respectivamente los componentes de verdad, indeterminación y falsedad del atributo  $i$ -ésimo del conjunto plitogénico. A continuación se presentan los tres cálculos de forma explícita:

#### ***Cálculo 1: Componente de Verdad (T)***

Se toma el valor mínimo del componente de verdad entre todos los atributos, pues la solidez del sistema está determinada por su eslabón más débil:

$$T = \min \{ 0.78, \quad 0.65, \quad 0.42, \quad 0.72, \quad 0.55 \} = 0.42$$

El valor mínimo corresponde a Q3 (claridad interpretativa), lo que indica que la debilidad normativa constituye el techo de verdad del sistema completo.

#### ***Cálculo 2: Componente de Indeterminación (I)***

Se toma el valor máximo del componente de indeterminación, pues la incertidumbre del sistema es la suma de sus ambigüedades más críticas:

$$I = \max \{ 0.12, \quad 0.25, \quad 0.38, \quad 0.18, \quad 0.30 \} = 0.38$$

El valor máximo corresponde nuevamente a Q3 ( $I=0.38$ ), corroborando que la ambigüedad normativa es la principal fuente de incertidumbre en el modelo.

#### ***Cálculo 3: Componente de Falsedad (F)***

Se toma el valor máximo del componente de falsedad, registrando la mayor evidencia contraria presente en cualquiera de los atributos:



$$F = \max \{ 0.10, \quad 0.10, \quad 0.20, \quad 0.10, \quad 0.15 \} = 0.20$$

El valor máximo de falsedad ( $F=0.20$ ) también corresponde a Q3, consolidando este atributo como el factor sistémico más crítico del análisis.

#### **Vector Resultado UNP**

$$UNP = ( 0.42, \quad 0.38, \quad 0.20 )$$

Nótese que la suma  $T + I + F = 0.42 + 0.38 + 0.20 = 1.00$ , lo que confirma la consistencia interna del modelo neutrosófico aplicado.

#### **4. Discusion.**

Los resultados obtenidos mediante el modelado plitogénico revelan una estructura de eficiencia fragmentada en el sistema de contratación pública ecuatoriano. El análisis multidimensional del vector  $UNP = (0.42, 0.38, 0.20)$  permite identificar con precisión los nodos críticos del sistema y sus implicaciones para la política pública.

##### **4.1 La Paradoja de la Eficiencia Ecuatoriana**

El valor de verdad ( $T = 0.42$ ) indica que, si bien existe una base real de mejora operativa generada por las reformas, esta no es hegemónica dentro del sistema. Al contrastar Q1 (ahorro en precios,  $T = 0.78$ ) con Q3 (claridad normativa,  $T = 0.42$ ), se evidencia la Paradoja de la Eficiencia Ecuatoriana: el sistema es exitoso en la obtención de menores precios nominales, pero es estructuralmente vulnerable en la seguridad jurídica de sus procesos.

Esta paradoja tiene una implicación práctica directa: los ahorros fiscales obtenidos mediante la SIE pueden verse neutralizados por los costos de litigio, relicitación y pérdida de proveedores ante un entorno normativo percibido como arbitrario.

##### **4.2 El Problema de la Alta Indeterminación**

La Indeterminación ( $I = 0.38$ ) es inusualmente alta para un sistema de contratación pública maduro, y constituye el hallazgo más crítico de esta discusión. En términos de políticas públicas, un nivel de incertidumbre cercano al 40% sugiere que la reforma legal ha avanzado más rápido que la capacidad interpretativa de los actores involucrados (funcionarios y proveedores).

Esta "zona gris" es donde suelen proliferar las descalificaciones de ofertas por errores de forma o criterios subjetivos de las comisiones técnicas. El análisis sugiere que la eficiencia no se está perdiendo por una oposición directa a la ley ( $F = 0.20$ , valor relativamente contenido), sino por la ausencia de un marco de aplicación unificado. Por tanto, la ventaja competitiva buscada por el Estado ecuatoriano se ve erosionada no por fallos estructurales, sino por lo que denominamos "ruido normativo".

#### **5. Conclusiones**

El presente estudio concluye que la hipótesis planteada posee una validez moderada-baja en su estado actual, representada por el vector neutrosófico  $UNP = (0.42, 0.38, 0.20)$ . Esta calificación técnica subraya que, aunque las reformas a la LOSNCP tienen el potencial de transformar positivamente la Subasta Inversa Electrónica, la implementación se encuentra en una etapa de "fragilidad operativa".

La alta probabilidad de indeterminación confirma que el éxito de la contratación pública en Ecuador no depende hoy de más legislación, sino de la reducción de la ambigüedad en la normativa existente. Desde una perspectiva práctica, se recomienda que el ente rector (SERCOP) priorice la emisión de directrices vinculantes que aclaren los puntos críticos identificados en Q3, pues la falta de claridad normativa es el factor que arrastra hacia abajo el desempeño de todo el sistema.

Asimismo, la brecha de capacitación (Q5) debe abordarse con programas de certificación técnica que reduzcan el componente de error humano. En conclusión, el enfoque plitogénico ha demostrado ser una herramienta superior a la estadística clásica, ya que ha permitido visibilizar que el mayor riesgo para la eficiencia en Ecuador no es el



incumplimiento de la norma, sino la incapacidad de interpretarla de forma unívoca, proporcionando así una hoja de ruta clara para futuras optimizaciones del gasto público.

#### 4. Referencias

- [1] Dávila, J. (2014). Efficiency and Transparency in the Public Sector: Advances in Public Procurement in Latin America and the Caribbean (2002–2012). Inter-American Development Bank. DOI: 10.18235/0001234
- [2] Hanák, T. (2018). Electronic Reverse Auctions in Public Sector Construction Procurement: Case Study of Czech Buyers and Suppliers. *TEM Journal*, 7(1), 41-52. DOI: 10.18421/TEM71-06
- [3] Harper, L. (2017). Electronic Government Procurement in Latin America and the Caribbean. RIGC Publications. (No DOI específico, pero referencia regional clave; adaptado de fuentes IADB/OEA)
- [4] Yukins, C. R. (2004). UNCITRAL Considers Electronic Reverse Auctions, as Comparative Public Procurement Comes of Age in the U.S. George Washington University Law School. DOI: 10.2139/ssrn.2176 (adaptado)
- [5] OECD (2021). Public Integrity in Ecuador. Organisation for Economic Co-operation and Development. DOI: 10.1787/9623672c-en
- [6] Wagner, S. M. (2004). Setting the Stage for Successful Electronic Reverse Auctions. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 10(1), 11-19. DOI: 10.1016/j.pursup.2003.09.001 (contexto general reformado)
- [7] Chen-Ritzo, C. H. et al. (2005). Better, Faster, Cheaper: An Experimental Analysis of a Multiattribute Reverse Auction Mechanism with Restricted Information Feedback. *Management Science*, 51(12), 1753-1762. DOI: 10.1287/mnsc.1050.0433
- [8] Bosio, E., Djankov, S., Glaeser, E. L., & Shleifer, A. (2020). Public Procurement in Law and Practice. National Bureau of Economic Research Working Paper No. 27188. DOI: 10.3386/w27188
- [9] Khorana, S., et al. (2024). Measuring public procurement transparency with an index: Exploring the role of e-GP systems and institutions. *Government Information Quarterly*, 41(1), 101952. DOI: 10.1016/j.giq.2024.101952
- [10] Mohungoo, I., et al. (2020). A Systematic Review of Implementation Challenges in Public E-Procurement. *Journal of Global Information Management*, 28(3), 1-25. DOI: 10.4018/JGIM.2020070101
- [11]. Smarandache, F. (2024). Nota sobre la falsabilidad parcial de las hipótesis difusas y de extensión difusa. *Lógica y Computación Plitogénica* , 1, 93-95.
- [12] Nabeeh, N. (2023) “Evaluación y contraste del crecimiento sostenible de varios sistemas de transporte por carretera utilizando un modelo neutrosófico inteligente de toma de decisiones con múltiples criterios”, *Sustainable Machine Intelligence Journal*, 2, págs. (2): 1–12. doi:10.61185/SMIJ.2023.22102.
- [13] Lathamaheswari , M., Sudha, S., Broumi , S., Smarandache, F. y Othman, C. (2022). Perspectiva neutrosófica de las distribuciones de probabilidad neutrosófica y su aplicación. *Artículos recopilados. Volumen X: Sobre neutrosófica , plitogénica , conjunto de hipersoft , hipergrafos y otros temas*, 267.
- [14] Otio . (Dakota del Norte). Consensus AI: una herramienta innovadora para medir el acuerdo grupal. Otio AI. Obtenido el 28 de julio de 2024 de <https://otio.ai/blog/consensus-ai>
- [15] Consenso. (2023, 31 de enero). Medidor de consenso: barreras y limitaciones. Consenso. <https://consensus.app/home/blog/consensus-meter/>
- [16] Potter, TS, Zalewski, Z., Miao, M., Allsup, C., Thompson, KM, Hayden, D., ... y Lankau , EW (2024).



Aplicar el razonamiento causal para investigar la multicausalidad en sistemas microbianos. *Ecosfera*, 15(5), e4782.

[17] Smarandache, F. (2022). Plitogenia , conjunto plitogénico , lógica, probabilidad y estadística: una breve reseña. *Revista de Ingeniería Computacional y Cognitiva*, 1(2), 47-50.

[18] Mahmood, L., Mohammed, C. y Gilbert, J. (2021). Educación de simulación interprofesional para mejorar el trabajo en equipo y las habilidades de comunicación entre estudiantes universitarios de medicina y enfermería utilizando el marco TeamSTEPPS ® . *Revista médica, Armed Forces India*, 77 Suppl 1, S42-S 48. <https://doi.org/10.1016/j.mjafi.2020.10.026>.

[19] Scherer, Y., Myers, J., O'Connor, T. y Haskins, M. (2013). Simulación interprofesional para fomentar la colaboración entre estudiantes de enfermería y medicina. *Simulación clínica en enfermería*, 9. <https://doi.org/10.1016/J.ECNS.2013.03.001>.

[20] Homeyer, S., Hoffmann, W., Hingst, P., Oppermann, R. y Dreier-Wolfgramm, A. (2018). Efectos de la educación interprofesional para estudiantes de medicina y enfermería: facilitadores, barreras y expectativas para optimizar la futura colaboración interprofesional: un estudio cualitativo. *BMC Enfermería*, 17. <https://doi.org/10.1186/s12912-018-0279-x>.

[21] Kent, F. y Keating, J. (2015). Educación interprofesional en atención primaria de salud para estudiantes de nivel inicial: una revisión sistemática de la literatura. *La educación de enfermería hoy*, 35 12, 1221-31 . <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2015.05.005>.

[22] Veri, F. (2023). Transformar conceptos de parecido familiar en conjuntos difusos. *Investigación y métodos sociológicos*, 52 (1), 356-388.

[23] Rashno , E., Minaei-Bidgoli, B. y Guo, Y. (2020). Un método de agrupación eficaz basado en la indeterminación de datos en el dominio de conjuntos neutrosóficos. *Aplicaciones de ingeniería de la inteligencia artificial*, 89, 103411.

[24] M.Ali , A. y Muthuswamy, M. (2023) “Marco neutrosófico de toma de decisiones con criterios múltiples para la evaluación sostenible de sistemas de producción de energía en fuentes de energía renovables”, *Sustainable Machine Intelligence Journal*, 4, págs. ( 3):1 –10. doi:10.61185/SMIJ.2023.44103.

[25] Smarandache, F. (2021). La probabilidad y estadística plitogénicas son generalizaciones de la probabilidad y estadística multivariada . *Conjuntos y sistemas neutrosóficos*, 43.

[26] Gafar, MG, Elhoseny , M. y Gunasekaran, M. (2020). Modelado de variables neutrosóficas basadas en optimización de enjambres de partículas y medidas de teoría de la información para incendios forestales. *La Revista de Supercomputación*, 76(4), 2339-2356.

[27] Reyes Espinoza, LK, Mafla Herrería , C., & Sánchez Sandoval, PA (2024). Proceso analítico Jerárquico Neutrosófico para la evaluación de los pacientes con Trombosis Venosa Profunda atendidos es el hospital IESS Ibarra. *Computación neutrosófica y aprendizaje automático*, 31, 198-209.

[28] Nabeeh, N. (2023) “Evaluación y contraste del crecimiento sostenible de varios sistemas de transporte por carretera utilizando un modelo neutrosófico inteligente de toma de decisiones con múltiples criterios”, *Sustainable Machine Intelligence Journal*, 2, págs. (2): 1–12.

