

## **Método basado en lógica difusa para la selección de los recursos humanos en proyectos de la Universidad de Guayaquil**

A method based on Fuzzy Logic to select the human resources for the projects in the University of Guayaquil

Inelda Martillo Alcívar<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-8436-5650>

Gilberto F. Castro<sup>1,2</sup> <https://orcid.org/0000-0001-9050-8550>

Nemury Silega<sup>3\*</sup> <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Mauricio Muñoz Landázuri<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-5673-4885>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador

<sup>3</sup> Southern Federal University. Taganrog, Rostov, Russia.

\*Autor para la correspondencia. ([nsilega@gmail.com](mailto:nsilega@gmail.com))

## RESUMEN

La asignación adecuada de personal a proyectos y actividades específicas representa un desafío constante para las instituciones educativas, en particular para la Facultad de Ciencias, Matemáticas y Física de la Universidad de Guayaquil. Garantizar la eficiencia de los procesos de selección y asignación de personal es crucial para responder de manera efectiva a las demandas del entorno académico y científico actual. Existen múltiples factores que complejizan la ejecución de estos procesos. Uno de ellos es la incertidumbre sobre la información de los recursos humanos. En ese sentido, los modelos Fuzzy han emergido como una alternativa factible para la representación y evaluación de la incertidumbre y la imprecisión en sistemas complejos. Considerando esos elementos, el objetivo de este trabajo es describir un método basado en lógica difusa para apoyar los procesos de evaluación y selección de recursos humanos. La integración de técnicas de lógica difusa a la gestión de recursos humanos, contribuirá a mejorar la precisión y la eficiencia en la asignación de personal, teniendo en cuenta la diversidad de habilidades, competencias y preferencias de los docentes. Para facilitar la implementación de la propuesta y por consiguiente aumentar su aplicabilidad, se desarrolló una herramienta web. Para demostrar la pertinencia y aplicabilidad del método desarrollado se describe un caso de estudio que ilustra sus cualidades.

**Palabras clave:** recursos humanos; lógica difusa; proyectos; sistema web.

## ABSTRACT

The proper selection of personnel to projects and specific activities represents a constant challenge for educational institutions, particularly for the Faculty of Science, Mathematics and Physics of the University of Guayaquil. Ensuring the efficiency of personnel selection and assignment processes is crucial to effectively respond to the demands of the current academic and scientific environment. There are multiple factors that complicate the execution of these processes. One of them is the uncertainty about human resources information. In this sense, Fuzzy models have emerged as a feasible alternative for the representation and evaluation of uncertainty and imprecision in complex systems. Considering these elements, the objective of this work is to describe a method based on fuzzy logic to support human resources evaluation and selection processes. The integration of fuzzy logic techniques into human

resources management will contribute to improving the accuracy and efficiency in staff assignment, taking into account the diversity of skills, competencies and preferences of teachers. To facilitate the implementation of the proposal and therefore increase its applicability, a web tool was developed. To demonstrate the relevance and applicability of the developed method, a case study is described that illustrates its qualities.

**Keywords:** human resources; fuzzy logic; projects; web application.

**Recibido:** 25/11/2024

**Aceptado:** 30/01/2025

## Introducción

A partir de un diagnóstico realizado a los proyectos que desarrolla la Universidad de Guayaquil, se identificaron un grupo de insuficiencias en la gestión de los recursos humanos. En ese sentido, existe un grupo de factores que complejizan la gestión de los recursos humanos. Por ejemplo, la magnitud de la universidad; la diversidad de los recursos humanos, en términos de habilidades, experiencia, expectativas, aspiraciones, categoría docente e investigativa, etc. que incluye docentes, personal administrativo, y de apoyo, entre otros. Estos factores determinan que la gestión de los recursos humanos sea un desafío, especialmente para que no afecten el éxito de los proyectos desarrollados.

La incertidumbre es una característica de la información sobre los recursos humanos. Por lo tanto, para llevar a cabo una gestión eficiente y eficaz, es necesario aplicar soluciones que tengan en cuenta la incertidumbre. En esa dirección, los modelos Fuzzy han emergido como una alternativa factible para la representación y evaluación de la incertidumbre (Jatobá, de Castro Nunes, & de Carvalho, 2023).

El objetivo de este trabajo es describir un método basado en lógica difusa para apoyar los procesos de evaluación y selección de recursos humanos. La integración de técnicas de lógica difusa a la gestión de recursos humanos, contribuirá a mejorar la precisión y la eficiencia en la asignación de personal, teniendo

en cuenta la diversidad de habilidades, competencias y preferencias de los docentes. Para facilitar la implementación de la propuesta y por consiguiente aumentar su aplicabilidad, se desarrolló una herramienta web. Para el desarrollo de esta herramienta se utilizaron un grupo de tecnologías que permitieron integrar la lógica difusa a la evaluación y selección de recursos humanos. Como parte del proceso de desarrollo, se realizaron un grupo de pruebas que demostraron que la herramienta satisface los requisitos para los que fue creada. Para demostrar la pertinencia y aplicabilidad del método desarrollado se describe un caso de estudio que ilustra sus cualidades. La implementación de esta propuesta podría contribuir a la reducción del tiempo y costo empleado para la gestión de los recursos humanos así como aumentar su productividad. Consecuentemente estos aspectos contribuirán a lograr el éxito de los proyectos que se ejecutan.

El resto del trabajo tiene la siguiente estructura. En la sección *Métodos o Metodología Computacional* se describen los fundamentos básicos sobre la gestión de recursos humanos y la lógica difusa. Posteriormente, en la sección Resultados y discusión; primeramente se describe el modelo fuzzy desarrollado; luego se describe la herramienta web que utiliza este modelo y posteriormente se ilustra cómo esta solución apoya la evaluación y selección de los recursos humanos. Finalmente se presentan las conclusiones del artículo.

## **Métodos o Metodología Computacional**

### **Gestión de Recursos Humanos**

La gestión de los recursos humanos, es una de las áreas que incluye la guía para la gestión de proyectos PMBOK (PMI, 2021). A su vez, esta área incluye los procesos de evaluación y selección de los recursos humanos. Estos procesos son clave para garantizar que el proyecto contrate los recursos humanos necesarios para lograr el éxito del proyecto. Igualmente, su evaluación sistemática permitirá tener retroalimentación sobre el desempeño de los recursos humanos y así contar con evidencias para la toma de ciertas decisiones.

Por ejemplo, para definir políticas de estimulación o planes de capacitación. La gestión de los recursos humanos incluye los siguientes procesos:

- Reclutamiento y selección del personal adecuado para el proyecto.

- Planificación y asignación de roles y responsabilidades.
- Capacitación y desarrollo profesional de los miembros del equipo.
- Gestión del desempeño y la motivación del personal.

## **Lógica Difusa**

Debido a que la incertidumbre es una característica de la información sobre los recursos humanos, la aplicación de la lógica difusa para su análisis es una alternativa prominente. La lógica difusa es una técnica de razonamiento cercano no probabilístico, se define como una extensión de la lógica multibanda que facilita de manera aproximada la representación de información cualitativa. Se destaca por su capacidad para abordar problemas complejos y parcialmente especificados, los cuales, a través de sistemas convencionales, resultan difíciles de resolver (Álvarez, Narváez, Erazo, & Luna, 2020).

En la lógica difusa, se emplean expresiones que no son completamente verdaderas ni completamente falsas. Se aplica a conceptos que pueden asumir valores de veracidad en un rango entre la verdad absoluta y la falsedad total. La lógica difusa permite trabajar con información imprecisa, en el contexto de conjuntos que carecen de claridad (Bello, 2021).

La premisa fundamental implica el uso de conjuntos de números difusos o borrosos, los cuales representan la pertenencia de elementos o grupos a una categoría o clasificación. Esta pertenencia se expresa con intensidades o grados diversos según las opiniones de expertos, permitiendo la existencia de múltiples niveles entre los valores extremos de cada intervalo, incluso con la posibilidad de establecer relaciones de similitud entre los límites y sus matices internos. Se define como una disciplina matemática contemporánea, que se caracteriza por el uso de expresiones que no son completamente verdaderas ni totalmente falsas (Flores Macalupú, 2022). Este enfoque permite el tratamiento de información imprecisa, como la relacionada con estaturas o temperaturas.

Un Sistema de Inferencia Difusa (FIS) es un marco conceptual utilizado en la lógica difusa para modelar y representar el razonamiento humano en situaciones donde la información es imprecisa o incierta. Consiste en reglas *if-then* que describen relaciones entre variables de entrada y salida. Cada regla está asociada con una función de membresía que cuantifica el grado de pertenencia de una entrada a un conjunto difuso (Arturo et al., 2022). Aquí se presentan algunas de las características clave del FIS:

- **Reglas Difusas:** El FIS se basa en reglas *if-then* difusas que describen relaciones entre variables de entrada y salida. Estas reglas permiten expresar de manera flexible y no precisa las conexiones dentro del sistema.
- **Funciones de Membresía:** Utiliza funciones de membresía para cuantificar el grado de pertenencia de una variable a un conjunto difuso. Estas funciones modelan la vaguedad y la incertidumbre al asignar valores entre 0 y 1, indicando el grado de pertenencia a un conjunto (Valbuena, 2021).
- **Fuzzificación:** La fase de fuzzificación convierte las entradas precisas en valores difusos, adaptándose así a la naturaleza imprecisa de la información del mundo real. Esto facilita la representación de la incertidumbre en el proceso de toma de decisiones. El valor difuso se asigna según la experiencia o mediante un análisis concreto (Cotrina & Ariza, 2022).
- **Inferencia Difusa:** Implica la aplicación de reglas difusas para realizar razonamientos y evaluar la relación entre las variables de entrada y salida. Durante esta etapa, se considera la información difusa proporcionada por las reglas para obtener resultados imprecisos. Revela la conexión entre una premisa y una conclusión de una regla (Corrales & Tarquino, 2021).
- **Agregación:** En esta fase, se combinan los resultados de las reglas difusas para obtener una salida global. La agregación considera la contribución de cada regla ponderada por su grado de activación, proporcionando una visión general del sistema.
- **Desfuzzificación:** La desfuzzificación convierte la salida difusa en un valor preciso o una decisión concreta. Este paso final facilita la interpretación de los resultados y su aplicación en el mundo real. Se emplea para transformar los valores de salida difusos en valores concretos, facilitando su análisis por parte de los expertos y convirtiéndolos a un formato de lenguaje natural (Torres, Rodríguez, Magallanes, & Vázquez, 2022).

- **Adaptabilidad y Flexibilidad:** El FIS es altamente adaptable a diferentes contextos y sistemas. Puede modelar la complejidad de situaciones del mundo real y ajustarse a cambios en el entorno, lo que lo hace valioso en una variedad de aplicaciones.
- **Manejo de Incertidumbre:** Una de las principales características del FIS es su capacidad para manejar la incertidumbre y la imprecisión en los datos. Esto lo hace adecuado para situaciones donde la información disponible es incompleta o inexacta.

El Sistema de Inferencia Difusa (FIS) se ha destacado en diversos campos gracias a su capacidad para modelar la imprecisión y la incertidumbre en situaciones complejas. Existen múltiples variaciones para la construcción de FISs, por ejemplo las Redes Neuronales Difusas (FNN, por sus siglas en inglés, Fuzzy Neural Networks) (Valbuena, 2021), el método Mamdani (Carter, Chiclana, Khuman, & Chen, 2021), el método Sugeno (Angelov, 2022) y el método Tsukamoto (Kahraman & Aydın, 2022). Además, existe otras propuestas más específicas, por ejemplo el Modelo Fuzzy-SECTUR (Carter et al., 2021), el cual es una aplicación concreta en de la lógica difusa en el sector del turismo. Además se han complementado con otras áreas de la inteligencia artificial, por ejemplo en las redes neuro-difusas (Sabry, 2022), las que se componen de un sistema de inferencia difusa integrado en una red neuronal artificial (Alfonso & Sotelo, 2021).

Debido a las potencialidades de la lógica difusa, se ha aplicado en varios sectores. Por ejemplo, en la educación superior y de posgrado (López Viso, Mahou Lago, & Varela Álvarez, 2023); para la evaluación laboral (Barreto, 2022), la identificación de emociones en entornos educativos (González Meneses & GONZALEZ MENESES, 2021), para la búsqueda de oportunidades de práctica laboral (Guevara Edquen, 2021), para la gestión de competencias turísticas (Cevallos & Edilma, 2019), para la evaluación financiera (Beltrán, Álvarez, & Zurita, 2019), entre otras aplicaciones.

## Resultados y discusión

Considerando los elementos analizados anteriormente, se concibe un método para la evaluación y selección de los recursos humanos del proyecto. El método consta de tres pasos generales:

- Definición de las habilidades de interés para el proyecto.
- Evaluación de cada candidato a partir de las habilidades de interés definidas para el proyecto
- Ordenar los candidatos a partir de la puntuación obtenida.

Considerando que este método está basado en lógica difusa, el modelo Fuzzy evaluará las habilidades (técnicas, habilidades blandas, habilidades de diseño, habilidades artísticas), así como la experiencia laboral y nivel educativo. Se definirán métricas difusas para cada criterio de evaluación que incluyen las habilidades, experiencia laboral y nivel educacional.

Las habilidades han sido agrupadas en: técnicas, blandas, de diseño y artísticas. Por lo tanto, el modelo difuso tendrá en cuenta esas variables. Para el desarrollo del modelo difuso se definieron las variables de entrada y salida, el universo de las variables, las funciones de membresía y las reglas difusas. Teniendo en cuenta que es de interés considerar todas las habilidades de cada tipo, se evaluaron todas las habilidades en el sistema de control difuso.

A continuación, se describirán los resultados de las actividades desarrolladas para las habilidades de diseño.

*Variables de entrada:* Puntuación del candidato para cada una de las habilidades de diseño definidas para el proyecto.

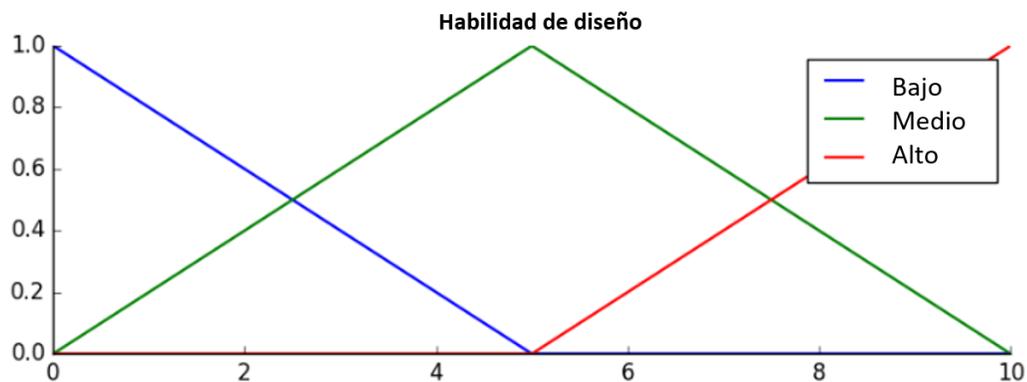
*Variable de salida:* Valor total en cuanto a las habilidades de diseño.

*Universo de las variables:* Se definió que cada habilidad tenga un valor entre 0 y 10. Igualmente el resultado total para cada tipo de variable estará entre 0 y 10.

*Valores lingüísticos:* Tanto las variables de entrada como de salida, tendrán como valores lingüísticos alto, medio y bajo.

*Funciones de membresía:* Se definió que para las funciones de membresía se tomaría una función triangular.

En la figura 1, se muestra un ejemplo de la gráfica con las funciones de membresía para las habilidades de diseño. Para el resto de las habilidades se aplica la misma función.



**Fig. 1** – Funciones de membresía para las habilidades de diseño.

*Reglas difusas:* Se definió una correspondencia directa entre cada habilidad individual y la evaluación total para ese tipo de habilidad. Por ejemplo, para las habilidades de diseño se definió de la siguiente manera:

1. Si la puntuación de la habilidad es baja, entonces el resultado total para ese tipo de habilidad es bajo.
2. Si la puntuación de la habilidad es media, entonces el resultado total para ese tipo de habilidad es medio.
3. Si la puntuación de la habilidad es alta, entonces el resultado total para ese tipo de habilidad es alto.

Después de definir las reglas difusas, corresponde llevar a cabo la fuzzificación para obtener un valor difuso de la variable de salida y posteriormente la desfuzzificación para conocer el valor “*crispy*”. Estos pasos se ilustrarán en la la siguiente sección, donde se explica la arquitectura solución tecnológica de apoyo al proceso de evaluación y selección.

### Arquitectura de la solución tecnológica de apoyo

La figura 2 muestra una vista general de la arquitectura de la solución basada en lógica difusa de apoyo al proceso de evaluación y selección de recursos humanos. Esta propuesta ha sido implementada como un prototipo de aplicación web, que permitió demostrar la aplicabilidad de las propuestas desarrolladas.

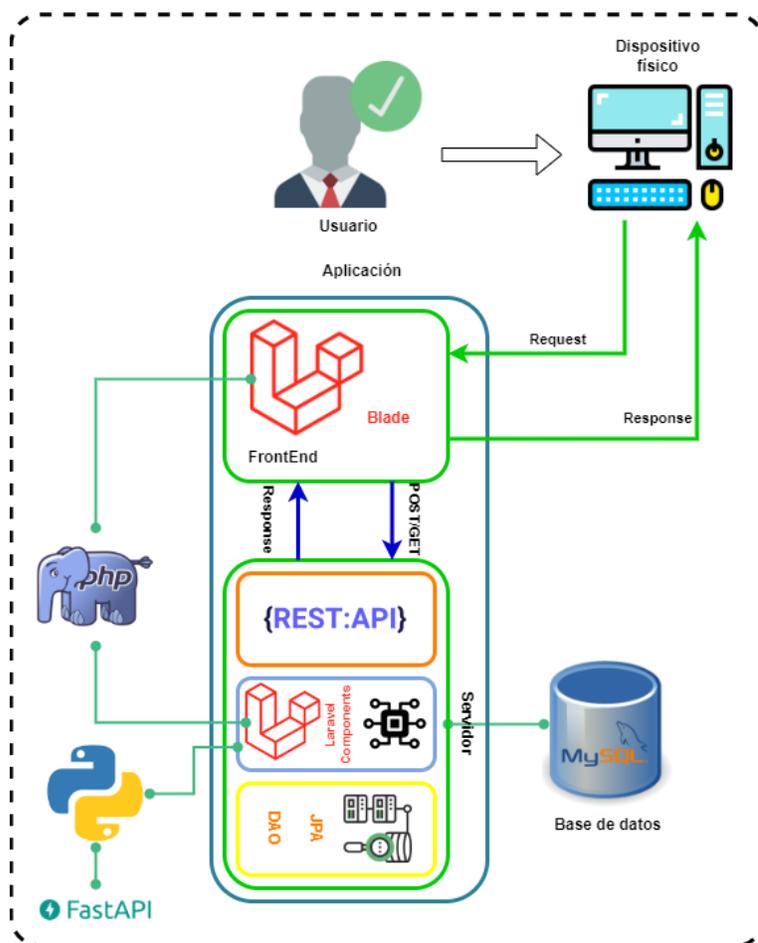
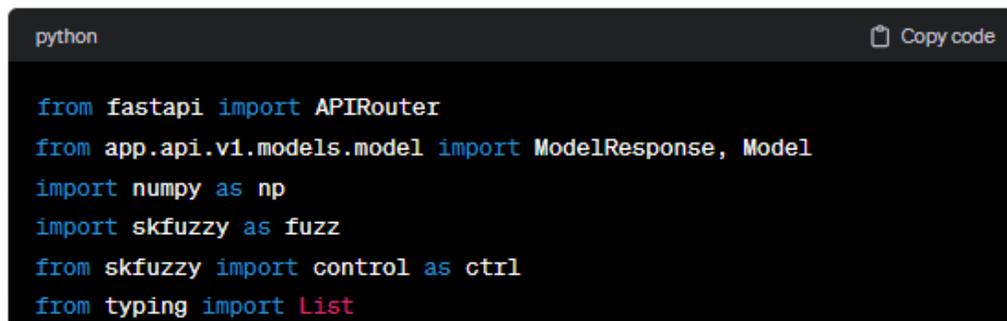


Fig. 2 – Vista general de la arquitectura de la solución tecnológica desarrollada.

El prototipo de interfaz se desarrolló con marco de trabajo Laravel, es un marco de desarrollo web escrito en PHP, de código abierto y que se basa en el patrón arquitectónico MVC (Modelo, Vista, Controlador).

Actualmente es uno de los marcos de trabajo más utilizados para el desarrollo en PHP (Subecz, 2021). Además de Laravel, se utilizó SciKit-Fuzzy, el cual es una recopilación de algoritmos de lógica difusa que facilita la implementación de lógica difusa en diversas aplicaciones, incluida la programación de sistemas basados en reglas difusas (Kahraman & Aydın, 2022). SciKit-Fuzzy está escrito en el lenguaje de programación python. Este paquete facilita la implementación de sistemas de inferencia difusa y redes neuronales difusas (Dick, Kreinovich, & Lingras, 2022). Por lo tanto, en el prototipo desarrollado, se utiliza SciKit-Fuzzy para implementar la lógica difusa. En la figura 3 se muestra cómo se importan las bibliotecas necesarias para realizar la evaluación de candidatos aplicando lógica difusa. Se utilizó *FastAPI* para crear la API, *NumPy* para operaciones numéricas y *scikit-fuzzy* para la implementación de lógica difusa.



```
python Copy code  
  
from fastapi import APIRouter  
from app.api.v1.models.model import ModelResponse, Model  
import numpy as np  
import skfuzzy as fuzz  
from skfuzzy import control as ctrl  
from typing import List
```

**Fig. 3** – Porción del código mostrando las bibliotecas importadas.

Después de importadas las bibliotecas, se implementaron un conjunto de funciones para la evaluación de candidatos. Por ejemplo, la figura 4 muestra una porción del código donde se definen las funciones de membresía y las reglas difusas para las habilidades de diseño.

```
python Copy code  
  
resultado_design_skills['bajo'] = fuzz.trimf(  
    resultado_design_skills.universe, [0, 0, 5])  
resultado_design_skills['medio'] = fuzz.trimf(  
    resultado_design_skills.universe, [0, 5, 10])  
resultado_design_skills['alto'] = fuzz.trimf(  
    resultado_design_skills.universe, [5, 10, 10])  
  
# Definir reglas difusas  
rules_design_skills = []  
for skill in design_skills_proyecto:  
    antecedents_design_skills[skill]['bajo'] = fuzz.trimf(  
        antecedents_design_skills[skill].universe, [0, 0, 5])  
    antecedents_design_skills[skill]['medio'] = fuzz.trimf(  
        antecedents_design_skills[skill].universe, [0, 5, 10])  
    antecedents_design_skills[skill]['alto'] = fuzz.trimf(  
        antecedents_design_skills[skill].universe, [5, 10, 10])
```

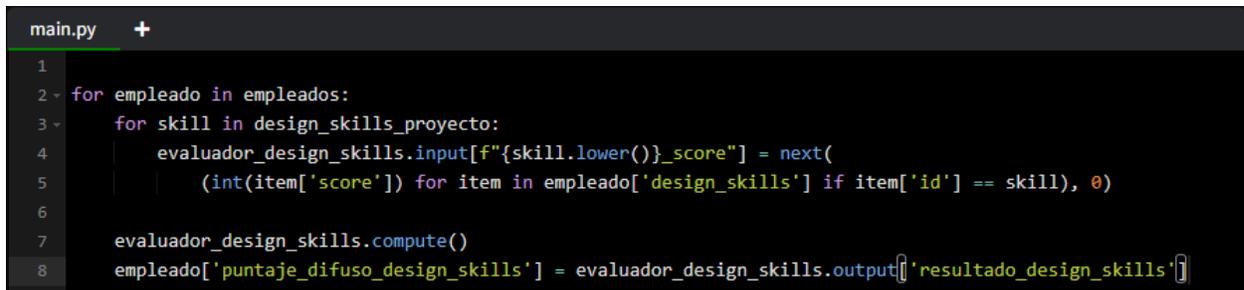
**Fig. 4** – Porción del código mostrando funciones de membresía y reglas difusas.

Luego definir las reglas, se crea un sistema de control difuso que integra todas las reglas difusas definidas anteriormente. Este sistema evalúa la habilidad de diseño de cada candidato y le asigna un puntaje difuso en función de sus habilidades. La figura 5 muestra la porción del código donde se crea el sistema de control difuso.

```
python Copy code  
  
sistema_control_design_skills = ctrl.ControlSystem(rules_design_skills)  
evaluador_design_skills = ctrl.ControlSystemSimulation(  
    sistema_control_design_skills)
```

**Fig. 5** – Porción del código mostrando la creación de un sistema de control.

Después de crear el sistema de control difuso, se evalúa cada empleado y se le asigna puntajes difusos para cada una de sus habilidades de diseño. La figura 6 muestra una porción del código donde se implementan estas acciones.



```
main.py +
1
2 - for empleado in empleados:
3 -     for skill in design_skills_proyecto:
4         evaluador_design_skills.input[f"{skill.lower()}_score"] = next(
5             (int(item['score']) for item in empleado['design_skills'] if item['id'] == skill), 0)
6
7     evaluador_design_skills.compute()
8     empleado['puntaje_difuso_design_skills'] = evaluador_design_skills.output['resultado_design_skills']
```

**Fig. 6** – Porción del código mostrando la evaluación de los empleados.

Un proceso similar se realiza para las habilidades de blandas, las artísticas y las técnicas. Igualmente se evalúa la experiencia profesional y el nivel educacional. Luego de obtener las puntuaciones para cada una de esas dimensiones, se suman las puntuaciones y se obtiene una puntuación general. Con esta puntuación, se ordenarán todos los candidatos de mayor a menor. Así la gerencia del proyecto tendrá un importante insumo para decidir a qué candidato selecciona. La figura 7 muestra un ejemplo de los resultados que arrojó el evaluador difuso para un proyecto de prueba.



The screenshot shows a web interface for 'Candidatos - PROYECTO SEMILLA'. On the left is a sidebar with navigation options: 'Proyectos', 'Habilidades Blandas', 'Habilidades Técnicas', 'Habilidades de Dis...', 'Habilidades Artistic...', and 'Importar Empleados'. The main content area has a header with the 'UG UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL' logo, a user profile 'Administrador Usuario', and a title 'Candidatos - PROYECTO SEMILLA' with an 'Atrás' button. Below the header are two buttons: 'Descargar Candidatos' and 'Obtener Candidatos'. The main part of the interface is a table with the following data:

#	CANDIDATO	PUNTAJE OBTENIDO	ACCIÓN
1	CÉSAR ANDRÉS MERO BAQUERIZO	4.44	Ver
2	ANDREA MARIEL MALAVE GOMEZ	4.39	Ver
3	DIANA ELIZABETH MINDA GILCES	4.39	Ver
4	VERONICA DEL ROCIO MENDOZA MORAN	4.39	Ver
5	YULIANA YOHANY LEON BAZAN	4.39	Ver
6	HECTOR RAUL LARA GAVILANEZ	4.39	Ver

Fig. 7 – Interfaz del sistema mostrando los resultados de la evaluación de candidatos.

Este prototipo web, además de realizar la evaluación de los candidatos, realiza las siguientes funcionalidades:

- *Gestionar habilidades.* Permite crear habilidades categorizadas en blanda, de diseño, artística y técnica.
- *Gestionar candidatos:* Permite introducir los datos de los candidatos y asignarle una puntuación en las habilidades
- *Gestionar proyectos:* Permite crear proyectos y asociarle las habilidades que se desea posean los candidatos. Como se explicó anteriormente, también permite evaluar los candidatos de acuerdo a las habilidades definidas para el proyecto.

### Evaluación de la propuesta

Para la evaluación de la propuesta, se definió el conjunto de indicadores que se muestra en la Tabla 1. Posteriormente, se le solicitó a tres expertos del sector tecnológico en Ecuador que evaluaran la propuesta desarrollada, otorgando una puntuación a cada indicador.

**Tabla 1** – Indicadores para evaluar la propuesta.

Indicador	Criterio
<b>Claridad</b>	La presentación de la información es coherente y comprensible para los usuarios. La interfaz gráfica proporciona indicaciones claras sobre las acciones que pueden realizar los usuarios.
<b>Diseño</b>	La interfaz es estéticamente atractiva y fácil de navegar. El diseño facilita la realización de tareas y la navegación dentro del sistema.
<b>Seguridad</b>	Se utiliza autenticación y encriptación para garantizar la confidencialidad de la información.
<b>Usabilidad</b>	Los usuarios pueden completar las tareas con eficiencia y efectividad. La navegación por el sistema es intuitiva y no requiere de instrucciones complejas.
<b>Metodología</b>	La aplicación de la lógica difusa es coherente y relevante para la evaluación de candidatos. Se siguen buenas prácticas de desarrollo de software para garantizar la fiabilidad del modelo.
<b>Consistencia</b>	El sistema proporciona resultados consistentes y reproducibles en diferentes situaciones. Las salidas del modelo difuso son estables y predecibles ante variaciones en las entradas.
<b>Aplicabilidad</b>	El modelo difuso es aplicable a una amplia gama de situaciones y escenarios dentro del ámbito de la asignación de recursos humanos. Se pueden realizar ajustes o personalizaciones según las necesidades específicas del usuario.
<b>Satisfacción</b>	Los usuarios expresan satisfacción con la funcionalidad y el rendimiento del sistema. Se recopilan comentarios y retroalimentación positiva sobre la experiencia de uso del aplicativo.

Aunque la evaluación se realizó de forma cuantitativa, se definió la siguiente escala para otorgar una evaluación cualitativa por cada criterio: Excelente (81-100), Muy buena (61-80), Buena (41-60), Regular (21-40), Deficiente (0-20). En la Tabla 2 se muestra la evaluación por cada experto y la evaluación final. Como se puede apreciar, todos los criterios recibieron una calificación de excelente, lo que corrobora la alta calidad de la propuesta desarrollada.

**Tabla 2** – Resultados de la evaluación.

Indicador	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Resultado
<b>Claridad</b>	100	100	100	Excelente
<b>Diseño</b>	100	100	100	Excelente
<b>Seguridad</b>	100	100	100	Excelente
<b>Usabilidad</b>	90	95	90	Excelente

<b>Metodología</b>	95	90	95	Excelente
<b>Consistencia</b>	95	95	95	Excelente
<b>Aplicabilidad</b>	90	90	90	Excelente
<b>Satisfacción</b>	90	90	90	Excelente

## Conclusiones

En este trabajo se presentó un método basado en lógica difusa para la evaluación y selección de los recursos humanos en proyectos de la Universidad de Guayaquil. En el artículo se fundamentó el modelo fuzzy desarrollado, el cual evalúa a los candidatos a partir de sus habilidades. Las habilidades son clasificadas en blandas, técnicas, artísticas y de diseño. Esta clasificación contribuye a realizar una evaluación integral de los candidatos. Además, también se considera la experiencia laboral y el nivel educacional. Se desarrolló un prototipo web que utiliza el modelo fuzzy para evaluar los candidatos y ordenarlos a partir de la puntuación obtenida. El prototipo web fue desarrollado utilizando tecnologías sólidas en el desarrollo web y aplicaciones basadas en lógica difusa. La base tecnológica contribuyó a garantizar la calidad del prototipo desarrollado, el cual contribuyó a demostrar la aplicabilidad de la propuesta presentada en este artículo. Se realizó una evaluación de la propuesta a partir de ocho indicadores. Los indicadores fueron considerados por los expertos para evaluar la propuesta. Esta evaluación resultó favorable sobre la propuesta por parte de todos los expertos. Este método puede contribuir a elevar la eficiencia y eficacia de los procesos de evaluación y selección de los recursos humanos en diferentes tipos de proyectos. Como trabajo futuro se pretende considerar otros indicadores para hacer más integral y robusta la evaluación. Igualmente, se pretende realizar una versión móvil de la aplicación desarrollada.

## Referencias

Alfonso, L., & Sotelo, L. (2021). Deep Learning: Teoría y Aplicaciones. *Alpha Editorial*, 1, 93-95.

- Álvarez, C. I., Narváez, C. I., Erazo, J. C., & Luna, K. A. (2020). Lógica difusa como herramienta de evaluación del portafolio de inversiones en el sector cooperativo del Ecuador. *Revista ESPACIOS. ISSN*, 798, 1015.
- Angelov, P. P. (2022). *Handbook On Computer Learning And Intelligence (In 2 Volumes)*: World Scientific.
- Arturo, C., Algarín, R., Pauline, J., Porto, V., Andrés, D., & Leal, R. (2022). *Control neuronal y difuso para sistemas fotovoltaicos*: Editorial Unimagdalena.
- Barreto, M. M. G. (2022). MODELOS COMPUTACIONAIS FUZZY E LINEARES PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, 8(6), 94-115.
- Beltrán, K. P. V., Álvarez, J. C. E., & Zurita, I. N. (2019). La lógica difusa como herramienta de evaluación financiera de proyectos de inversión. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 4(1), 309-348.
- Bello, E. (2021). Lógica Difusa o Fuzzy Logic: Qué es y cómo funciona+ Ejemplos. *Think. Innov. Available online: <https://www.iebschool.com/blog/fuzzy-logic-que-es-big-data/> (accessed on 4 December 2023)*.
- Carter, J., Chiclana, F., Khuman, A. S., & Chen, T. (2021). Fuzzy logic: recent applications and developments.
- Cevallos, C., & Edilma, T. (2019). *Modelo teórico y procedimiento para la gestión de competencias turísticas en el destino de naturaleza Baños de Agua Santa*. (Phd), Universidad de Matanzas. Facultad de Ciencias Empresariales. Retrieved from <http://rein.umcc.cu/handle/123456789/330>
- Corrales, S. M., & Tarquino, I. R. (2021). *Lineamientos de política de uso de agua: para las actividades productivas de subsistencia en la zona rural andina*: Universidad del Valle.
- Cotrina, J. M., & Ariza, R. S. (2022). *Rutas metodológicas para la modelización en ciencias: Aproximaciones a la neurociencia social*: Universidad Externado.
- Dick, S., Kreinovich, V., & Lingras, P. (2022). *Applications of Fuzzy Techniques*. Paper presented at the Proceedings of the 2022 Annual Conference of the North American Fuzzy Information Processing Society NAFIS.
- Flores Macalupú, L. E. (2022). Una introducción a la clasificación difusa.
- González Meneses, Y. N., & GONZALEZ MENESES, Y. N. (2021). Metodología para la identificación de emociones en un ambiente educativo con aprendizaje computacional.

- Guevara Edquen, J. M. (2021). Implementación de una aplicación móvil, aplicando las técnicas fuzzy para apoyar el proceso de búsqueda de oferta de prácticas preprofesionales en la ciudad de Chiclayo.
- Jatobá, A., de Castro Nunes, P., & de Carvalho, P. V. (2023). A framework to assess potential health system resilience using fuzzy logic. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 47, e73.
- Kahraman, C., & Aydın, S. (2022). *Intelligent and fuzzy techniques in aviation 4.0: Theory and Applications*: Springer.
- López Viso, M., Mahou Lago, J. M., & Varela Álvarez, E. J. (2023). Estudio del grado de institucionalización de la coordinación académica en los másteres de las universidades públicas españolas: aplicación del modelo del análisis cualitativo comparativo de categorías difusas (Fuzzy-set QCA). *Política y sociedad*.
- PMI. (2021). *The standard for project management and a guide to the project management body of knowledge* (7th ed.).
- Sabry, F. (2022). *Reconocimiento De Voz: One Billion Knowledgeable*.
- Subecz, Z. (2021). Web-development with Laravel framework. *Gradus*, 8(1), 211-218.
- Torres, L. J. C., Rodríguez, A. A. G., Magallanes, R. I. H., & Vázquez, M. Y. L. (2022). *Los modelos neutrosóficos en la toma de decisiones*: Global knowledge Editorial.
- Valbuena, R. (2021). *Inteligencia Artificial: Investigación Científica Avanzada Centrada en Datos*: ROIMAN VALBUENA.

### **Conflicto de interés**

El autor autoriza la distribución y uso de su artículo.

### **Contribuciones de los autores**

Conceptualización: Inelda Martillo Alcívar, Gilberto F. Castro y Nemury Silega

Curación de datos: Mauricio Muñoz Landázuri

Análisis formal: Inelda Martillo Alcívar, Gilberto F. Castro y Nemury Silega

Adquisición de fondos: Inelda Martillo Alcívar y Mauricio Muñoz Landázuri

Investigación: Inelda Martillo Alcívar, Gilberto F. Castro y Nemury Silega

Metodología: Gilberto F. Castro y Mauricio Muñoz Landázuri

Administración del proyecto: Inelda Martillo Alcívar

Recursos: Inelda Martillo Alcívar

Software: Nemury Silega

Supervisión: Gilberto F. Castro y Mauricio Muñoz Landázuri

Validación: Inelda Martillo Alcívar, Gilberto F. Castro y Nemury Silega

Visualización: Mauricio Muñoz Landázuri

Redacción – borrador original: Inelda Martillo Alcívar, Gilberto F. Castro y Nemury Silega

Redacción – revisión y edición: Inelda Martillo Alcívar, Gilberto F. Castro y Nemury Silega