

# Inteligencia Artificial

**D01**

Jorge Mejías Donoso 100495807

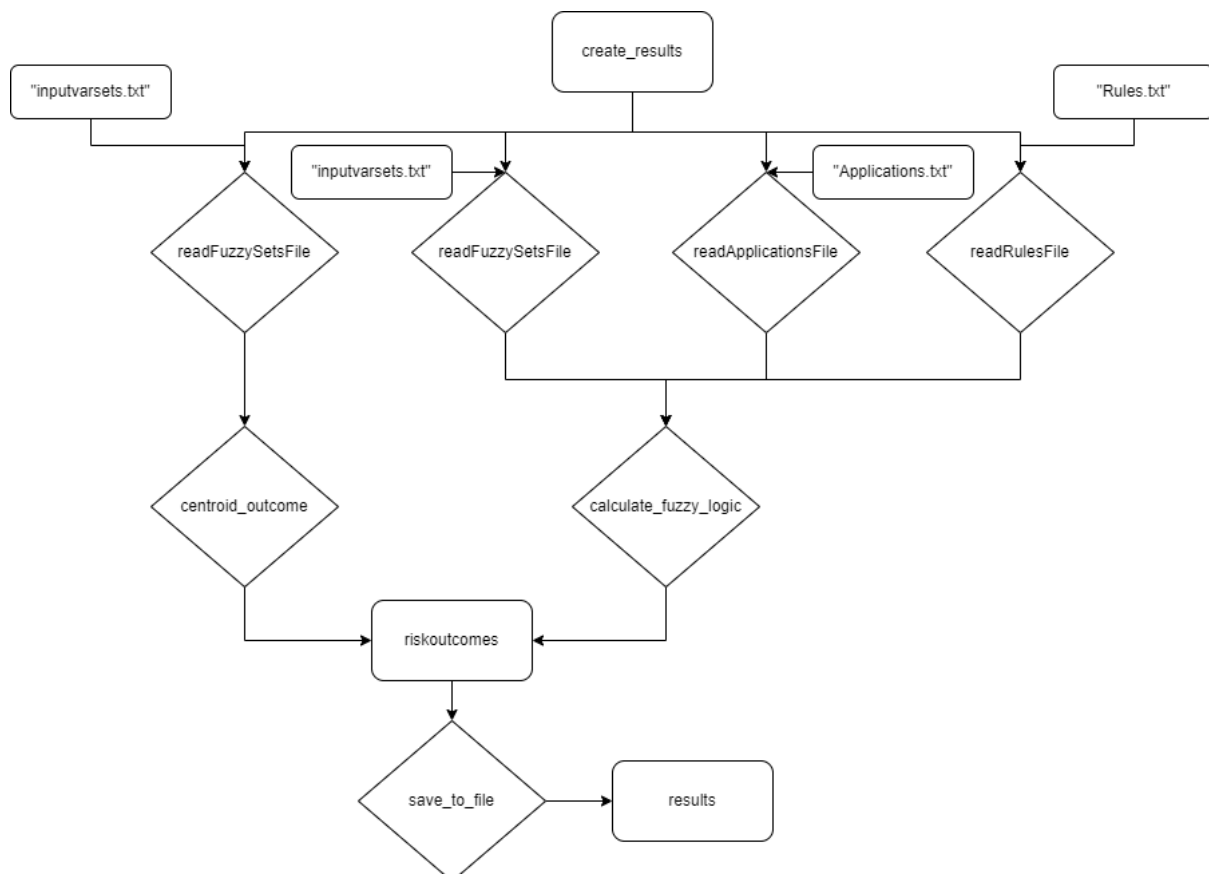
Javier Moyano San Bruno 100495884

Fernando Lopez de Olmedo Rodriguez-Solano 100495977

# INFORME DEL PROYECTO

## RESUMEN EJECUTIVO:

- Este proyecto se basa en la implementación de un sistema de inferencia difusa para calcular el riesgo asociado con una serie de aplicaciones. Utiliza el concepto de lógica difusa, que permite manejar conceptos vagos o imprecisos, a diferencia de la lógica booleana tradicional que solo permite valores de verdadero o falso.
- El sistema de inferencia difusa utiliza un conjunto de reglas difusas y un conjunto de conjuntos difusos para calcular el riesgo. Las reglas difusas son reglas que tienen antecedentes y consecuentes difusos, y los conjuntos difusos son conjuntos que tienen una función de membresía que varía entre 0 y 1.
- Para calcular el riesgo para una aplicación, el sistema de inferencia difusa primero calcula el grado de membresía de cada antecedente en su conjunto difuso correspondiente. Luego, toma el mínimo de estos grados de membresía para obtener el grado de membresía de la regla. Finalmente, si este grado de membresía de la regla es mayor que el riesgo actual para el consecuente, actualiza el riesgo para el consecuente.
- El resultado final es un riesgo calculado para cada aplicación, que se representa como un conjunto difuso de riesgo. Este conjunto difuso de riesgo se puede utilizar para tomar decisiones sobre las aplicaciones.
- Además, el proyecto incluye la generación de gráficos para visualizar los conjuntos difusos y los resultados de la inferencia difusa.



## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE INFERENCIA:

El sistema de inferencia difusa que se ha construido se basa en el concepto de lógica difusa, que es una forma de lógica que permite manejar conceptos vagos o imprecisos, a diferencia de la lógica booleana tradicional que solo permite valores de verdadero o falso. En la lógica difusa, un valor puede ser parcialmente verdadero y parcialmente falso al mismo tiempo.

El sistema de inferencia difusa se utiliza para calcular el riesgo asociado con una serie de aplicaciones. Para cada aplicación, se calcula el riesgo utilizando un conjunto de reglas difusas y un conjunto de conjuntos difusos.

Las reglas difusas son reglas que tienen antecedentes y consecuentes difusos. Por ejemplo, una regla difusa podría ser "Si la edad es joven y el nivel de ingresos es bajo, entonces el riesgo es alto". Los antecedentes y los consecuentes de las reglas difusas se representan como conjuntos difusos.

Los conjuntos difusos son conjuntos que tienen una función de membresía que varía entre 0 y 1. Por ejemplo, un conjunto difuso podría ser "joven", que tiene una función de membresía que es 1 para las edades de 0 a 20, y luego disminuye linealmente hasta 0 a la edad de 30.

Para calcular el riesgo para una aplicación, el sistema de inferencia difusa primero calcula el grado de membresía de cada antecedente en su conjunto difuso correspondiente. Luego, toma el mínimo de estos grados de membresía para obtener el grado de membresía de la regla. Finalmente, si este grado de membresía de la regla es mayor que el riesgo actual para el consecuente, actualiza el riesgo para el consecuente.

El resultado final es un riesgo calculado para cada aplicación, que se representa como un conjunto difuso de riesgo. Este conjunto difuso de riesgo se puede utilizar para tomar decisiones sobre las aplicaciones.

### **Ejemplo:**

Procedemos a calcular manualmente la aplicación 20.

En la primera imagen hemos seleccionado las condiciones que cumple la primera aplicación en las gráficas que se nos han generado. Con eso hemos podido ver que las únicas reglas que tiene un grado de verdad mayor que 0 son la regla 2, 3, 5 16, 17 23 y 26. El resto de ellas no nos importan para la inferencia de esta aplicación.

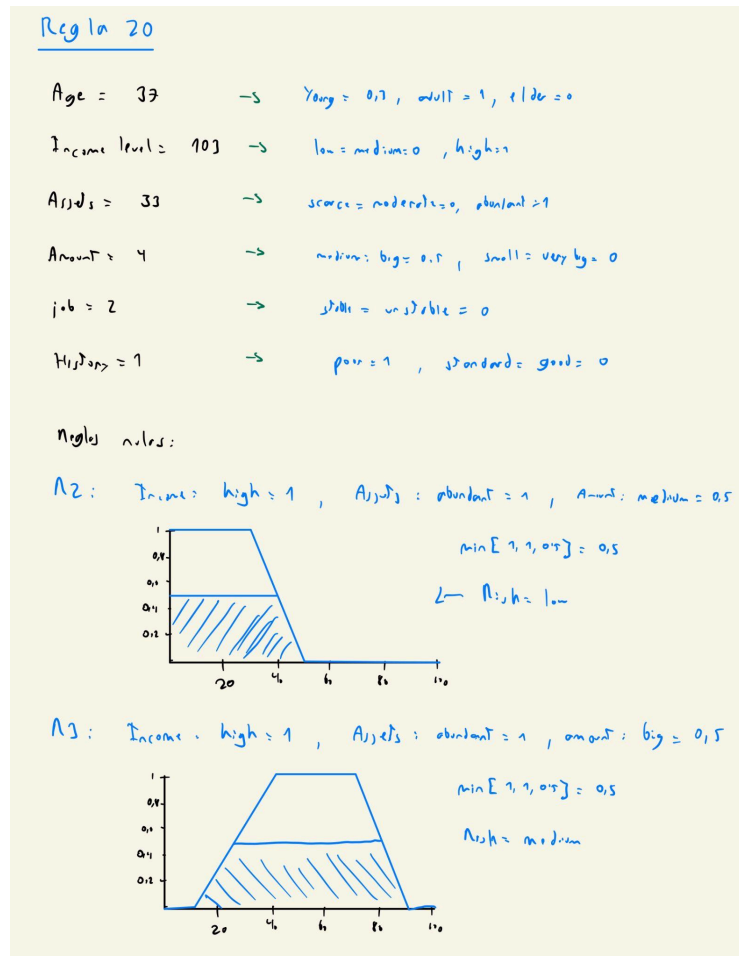
**Regla 2:** "Rule02, Risk=LowR, IncomeLevel=Hig, Assets=Abundant, Amount=Medium"

Como podemos ver en esta regla si el nivel de ingresos (IncomeLevel) es alto (High), los activos (Assets) son abundantes (Abundant) y la cantidad (Amount) es grande (Medium), sus valores de verdad son 1, 1 y 0.5 respectivamente. Para calcular el valor de verdad debemos de hacer el mínimo de los tres, esto hace que nuestro valor de verdad sea 0,5 y

como el consecuente es LowR dibujamos el area de dicha función cuya altura no sea mayor a 0.5

La Regla 3 es: "Rule03, Risk=MediumR, IncomeLevel=Hig, Assets=Abundant, Amount=Big"

Para esta regla, si el nivel de ingresos (IncomeLevel) es alto (Hig), los activos (Assets) son abundantes (Abundant) y la cantidad (Amount) es grande (Big), sus valores de verdad son 1, 1 y 0.5 respectivamente. Esta regla como consecuente tiene MediumR, dibujamos el área de dicha función con valor de verdad 0.5 como techo.



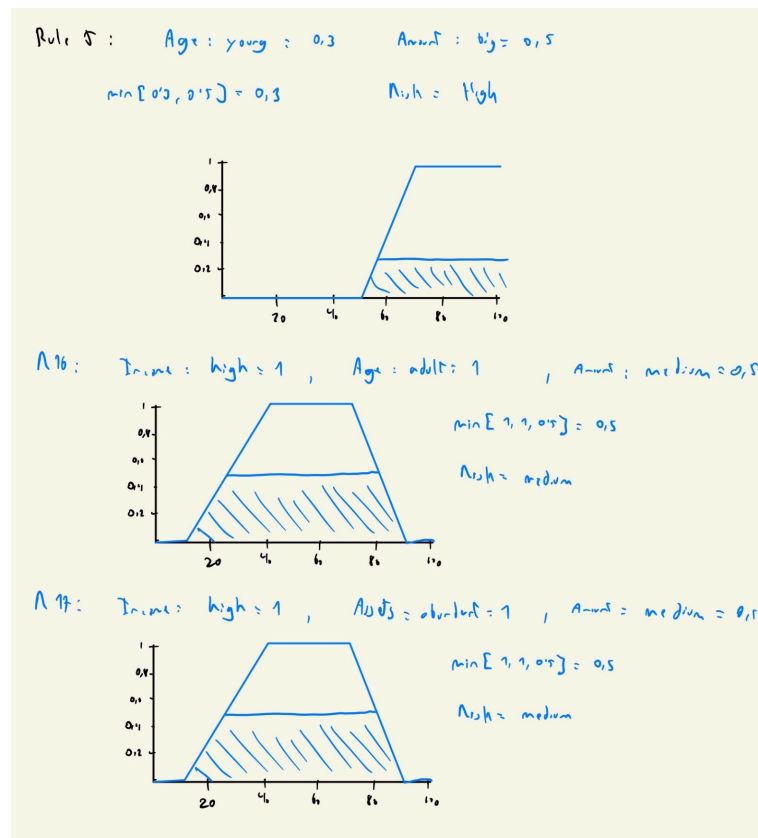
Regla 5: "Rule05, Risk=HighR, Age=Young, Amount=Big"

Para esta regla, la edad (Age) es joven (young), y la cantidad (Amount) es grande (Big), sus valores de verdad son 0,3 y 0,5 respectivamente. Esta regla tiene como mínimo 0.3 y como consecuente high por tanto debemos usar dicha función

Regla 16: "Rule16, Risk=MediumR, Age=Adult, IncomeLevel=Hig, Amount=Medium"

Para esta regla la edad (Age) es adulta (Adult), el nivel de ingresos es alto (High) y la cantidad (Amount) es mediana (Medium), estas tienen como valores de verdad 1, 1 y 0.5 respectivamente. Esta regla como consecuente tiene MediumR, dibujamos el área de dicha función con valor de verdad 0.5 como techo.

Regla 17: "Risk=MediumR, Age=Adult, Assets=Abundant, Amount=Medium"



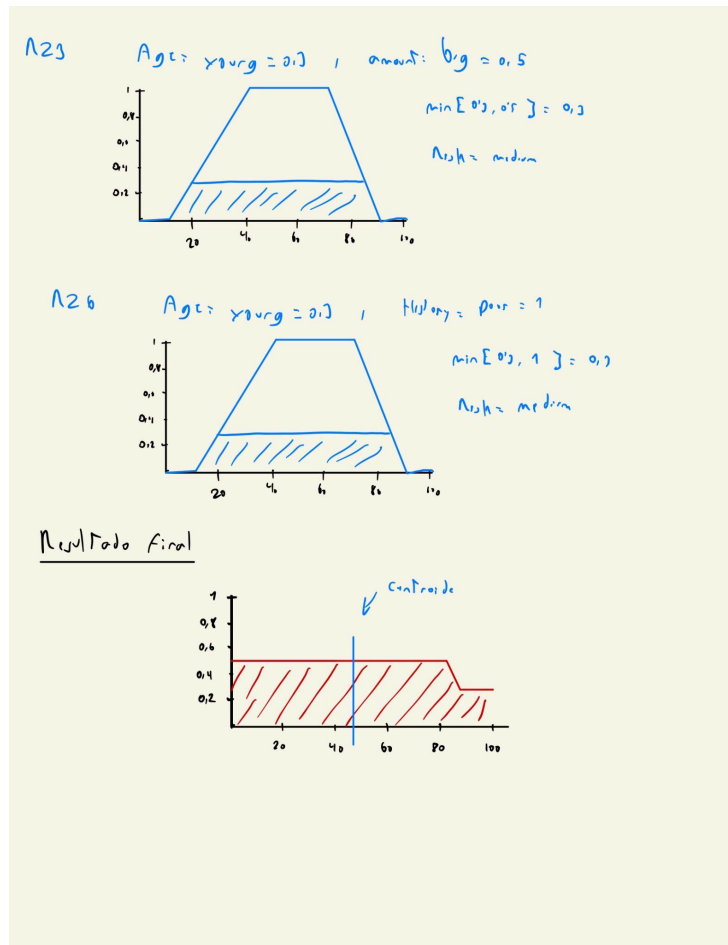
Para esta regla la edad (Age) es adulta, los activos (Assets) son abundantes (Abundant) y la cantidad (Amount) es mediana (Medium), estos tienen como valores de verdad 1, 1 y 0.5 respectivamente. Esta regla como consecuente tiene MediumR, dibujamos el área de dicha función con valor de verdad 0.5 como techo

Regla 23: "Risk=MediumR, Age=Young, Amount=Big"

Para esta regla la edad (Age) es joven y la cantidad (Amount) es grande (Big), éstos tienen como valores de verdad 0,3 y 0,5 respectivamente, además esta regla tiene como consecuente MediumR, dibujamos el área de dicha función con valor 0,3 como techo.

Regla 26: "Risk=MediumR, Age=Young, History=Poor"

Para esta regla la edad (age) es joven y el historial (History) es pobre (Poor), éstos tienen como valores de verdad 0,3 y 1 respectivamente, además esta regla tiene como consecuente MediumR, dibujamos el área de dicha función con valor 0,3 como techo



La línea azul de la última gráfica representa el centroide de esta aplicación y el área roja es el área del conjunto borroso asociado a la aplicación número 20.

```
0020 LowR: 0.5, MediumR: 0.5, HighR: 0.3
Centroid: 46.82183908045982
```

Como podemos observar el centroide ha salido 46.82, si lo comparamos con la gráfica anterior vemos que nos cuadra el resultado obtenido y por lo tanto que se está ejecutando bien el sistema de inferencia

# Metodología

El desarrollo del sistema de ayuda a la decisión de concesión de préstamos personales del Banco Pichin se estructuró en varias fases interdependientes. A continuación se detallan las tareas realizadas en cada fase:

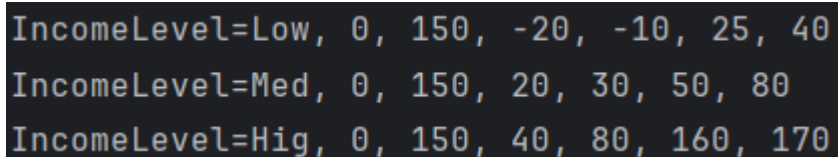
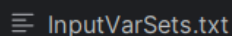
## Fase 1: Definición de Variables

En esta fase inicial, se llevaron a cabo las siguientes tareas:

**Identificación de Variables Relevantes:** Se realizó un análisis exhaustivo para identificar las variables críticas que influyen en la decisión de otorgar préstamos. Entre estas variables se encontraban el nivel de ingresos, los bienes en posesión, la estabilidad del empleo, la cantidad prestada en relación a los ingresos mensuales, el historial de préstamos y pagos, y la edad del solicitante. Estos factores fueron determinantes en la evaluación del riesgo asociado a cada solicitud de préstamo.

**Conceptualización de Conjuntos Borrosos:** Una vez identificadas las variables, se procedió a definir grupos borrosos para cada variable. Estos conjuntos se caracterizaron por funciones de pertenencia trapezoidales o triangulares, reflejando la incertidumbre inherente a cada variable se abordó cuidadosamente mediante el diseño de rangos de valores y puntos significativos del trapecio para cada conjunto borroso, teniendo en cuenta las características específicas de cada variable y su impacto en la decisión de préstamo.

**Desarrollo de Descripciones de Conjuntos:** Se elaboraron descripciones detalladas de cada conjunto borroso, que incluían su variable asociada, etiqueta descriptiva, límites de valores y puntos significativos del trapecio. Estas descripciones se registraron en el archivo "InputVarSets.txt", proporcionando información clara y concisa sobre los conjuntos borrosos definidos variable. Un ejemplo:



```
IncomeLevel=Low, 0, 150, -20, -10, 25, 40
IncomeLevel=Med, 0, 150, 20, 30, 50, 80
IncomeLevel=Hig, 0, 150, 40, 80, 160, 170
```

**Validación y Refinamiento:** Se dio un cuidado especial a los detalles, límites y puntos de inflexión de las funciones de pertenencia para asegurar su coherencia y relevancia en el contexto del sistema de préstamos.

Se generó una documentación de los conjuntos borrosos definidos, acompañada de ejemplos visuales de las funciones de pertenencia correspondientes. Estos resultados fueron presentados en un formato claro y accesible en el archivo "InputVarSets.txt", el cual fue utilizado como referencia en las etapas posteriores del proyecto.

## Fase 2: Definición de Reglas de Inferencia

En esta fase, centrada en la definición de las reglas de inferencia, se realizaron las siguientes actividades:

**Recolección de Reglas de Inferencia:** Se recopilieron las reglas proporcionadas, las cuales se encuentran en el archivo "Rules.txt". Estas reglas fueron analizadas para comprender su estructura y lógica.

**Análisis y Validación de Reglas:** Se llevó a cabo un análisis de las reglas de inferencia para garantizar su coherencia y relevancia en el contexto del sistema de ayuda a la decisión de concesión de préstamos.

**Definición de Reglas Implícitas:** Las reglas de inferencia implícitas se definieron según las especificaciones proporcionadas por el banco. Se dio énfasis a los antecedentes de las reglas, que solo permitían el uso del operador lógico AND.

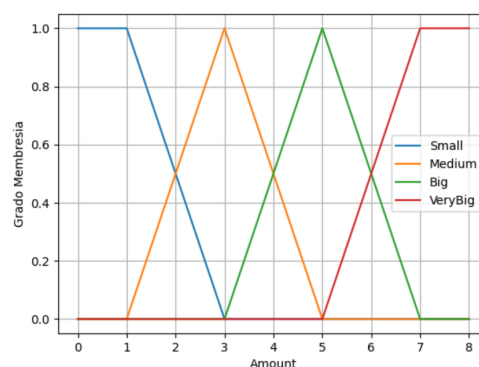
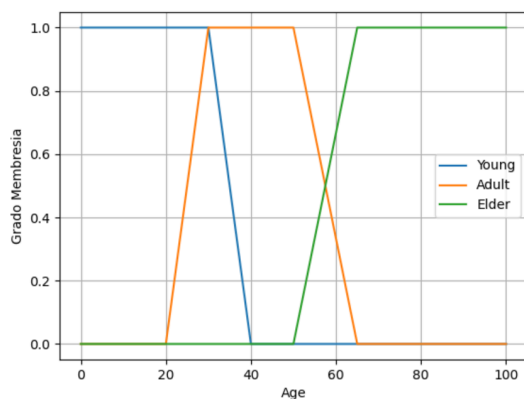
Se realizó una validación cruzada de las reglas de inferencia para asegurar su consistencia y eficacia en la toma de decisiones.

En resumen, estas acciones permitieron establecer un sólido conjunto de reglas de inferencia que servirán como base para el sistema de apoyo a la toma de decisiones del Banco Pichin en la evaluación de riesgos de préstamos personales.

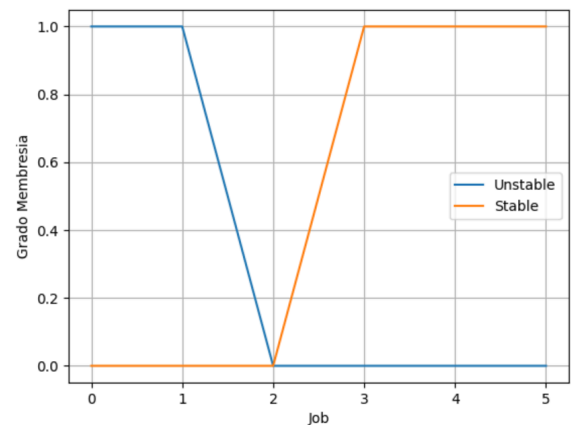
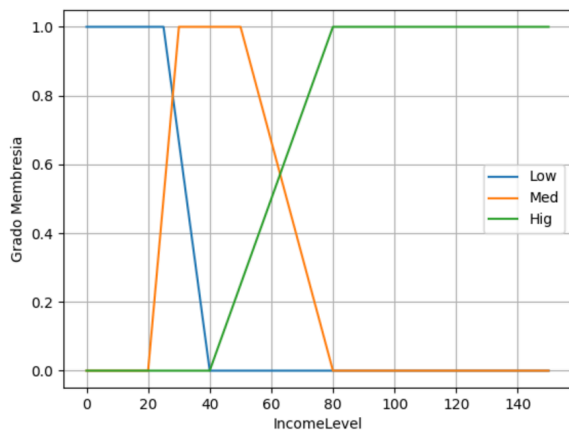
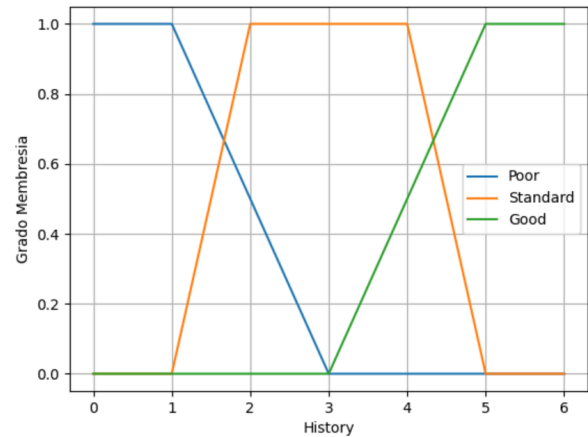
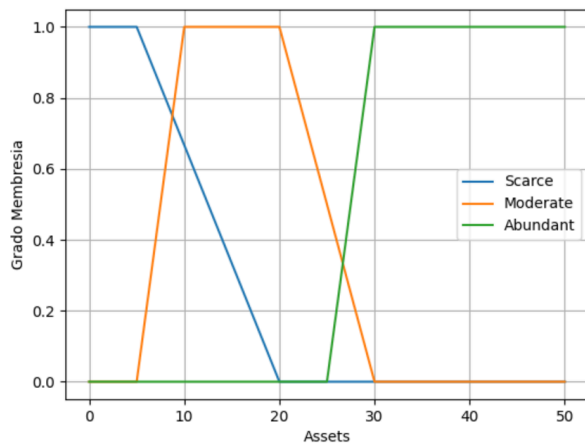
El sistema se implementó utilizando Python, para ello contamos con el uso de bibliotecas de lógica borrosa. Estas bibliotecas nos permiten proyectar los datos de entrada y de salida en gráficos (imágenes al final de la metodología). Las utilizadas fueron "skfuzzy", "numpy" y "matplotlib". Los problemas que nos daba fueron resueltos rápidamente, también nos dimos cuenta que uno de ellos se debía a que estaríamos utilizando la versión 3.12 de python cuando debíamos usar la 3.9.

Los resultados de los conjuntos borrosos se almacenan en "results.txt". Aquí se muestran todos los resultados tras pasar todas las reglas y crear el conjunto borroso final.

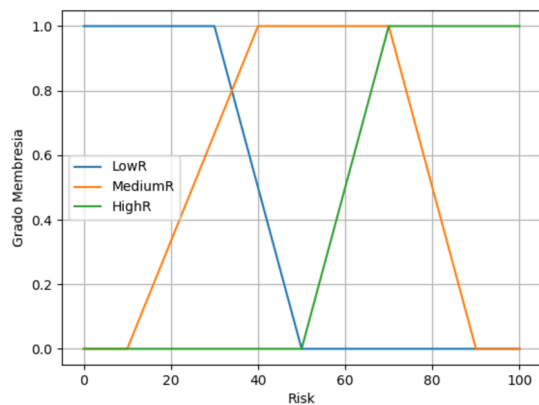
Mostramos los diferentes gráficos de entrada:







Este fue el gráfico de salida:



El presupuesto asignado para el desarrollo del sistema de inferencia es de 10.000 euros. Esta cifra se determinó tras un análisis exhaustivo de los recursos disponibles y las necesidades del proyecto. Se consideró que este presupuesto proporciona los fondos adecuados para cubrir los costos de desarrollo, incluyendo horas de trabajo del equipo, herramientas y tecnologías necesarias, así como posibles gastos adicionales asociados con pruebas y control de calidad. Aunque el presupuesto es limitado, se espera que sea suficiente para llevar a cabo el proyecto de manera efectiva y lograr los objetivos establecidos.

