

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE OAXACA

INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

MATERIA:

Desarrollo De Software Para La Toma De Decisiones

TÍTULO:

Documento de Lógica

CATEDRÁTICO:

Martínez Nieto Adelina

PRESENTA:

Almaraz Vásquez Alonso David

Cruz Alonso Kelly Adanari

Delgado Molina Karla Rocío

Martínez Martínez Jesús Alexander

Martínez Guzmán Julián

Roque Hernández Diego Misael

Equipo

Problemática

En nuestro proyecto abordamos una necesidad muy común en la gestión empresarial: la toma de decisiones para seleccionar proveedores o rutas de distribución cuando existe incertidumbre. Nos enfocamos en el caso de una empresa manufacturera que debe elegir entre varios proveedores, evaluando al mismo tiempo criterios como el costo de adquisición, el tiempo de entrega, la confiabilidad, el riesgo geopolítico y la calidad del producto.

El reto que identificamos no es únicamente comparar opciones con datos fijos, sino hacerlo considerando que muchos de estos datos pueden variar y no siempre son predecibles.

A través de nuestro sistema, buscamos transformar este problema en una recomendación clara y fácil de entender, de manera que puedan tomar decisiones informadas sin necesidad de contar con conocimientos matemáticos avanzados.

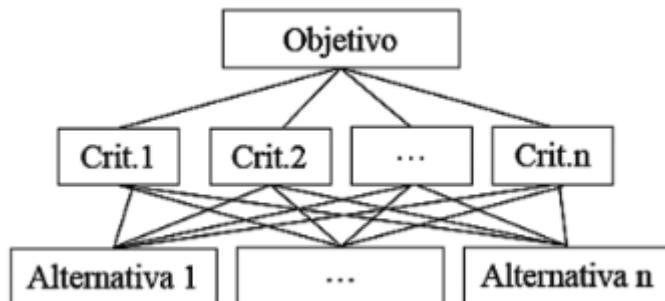
Modelo

AHP

El Proceso analítico jerárquico (Analytic Hierarchy Process o AHP por sus siglas en inglés), es una técnica que se ajusta en gran medida a los requerimientos del problema que se plantea, y que se puede implementar en cinco pasos sistemáticos:

1. Desarrollo de la estructura jerárquica.
2. Representación de los juicios de valor.
3. Construcción de las matrices de juicio de valor y matrices normalizadas.
4. Cálculo de los vectores de prioridad y consistencia.
5. Análisis de resultados.

La estructura jerárquica es una representación gráfica del problema a modo de jerarquía, con el objetivo en la cúspide, las alternativas en el escalón inferior, y los criterios en el nivel (o niveles) intermedios. Lo anterior se presenta en la siguiente figura.



Por otro lado, debido a la ambigüedad misma de los criterios seleccionados para el juicio de expertos, es imposible priorizar las alternativas de acuerdo con dichos criterios. Dicho esto, se hace necesario utilizar una herramienta que permita los juicios subjetivos, pero al mismo tiempo reduzca la incertidumbre por la naturaleza de los juicios personales.

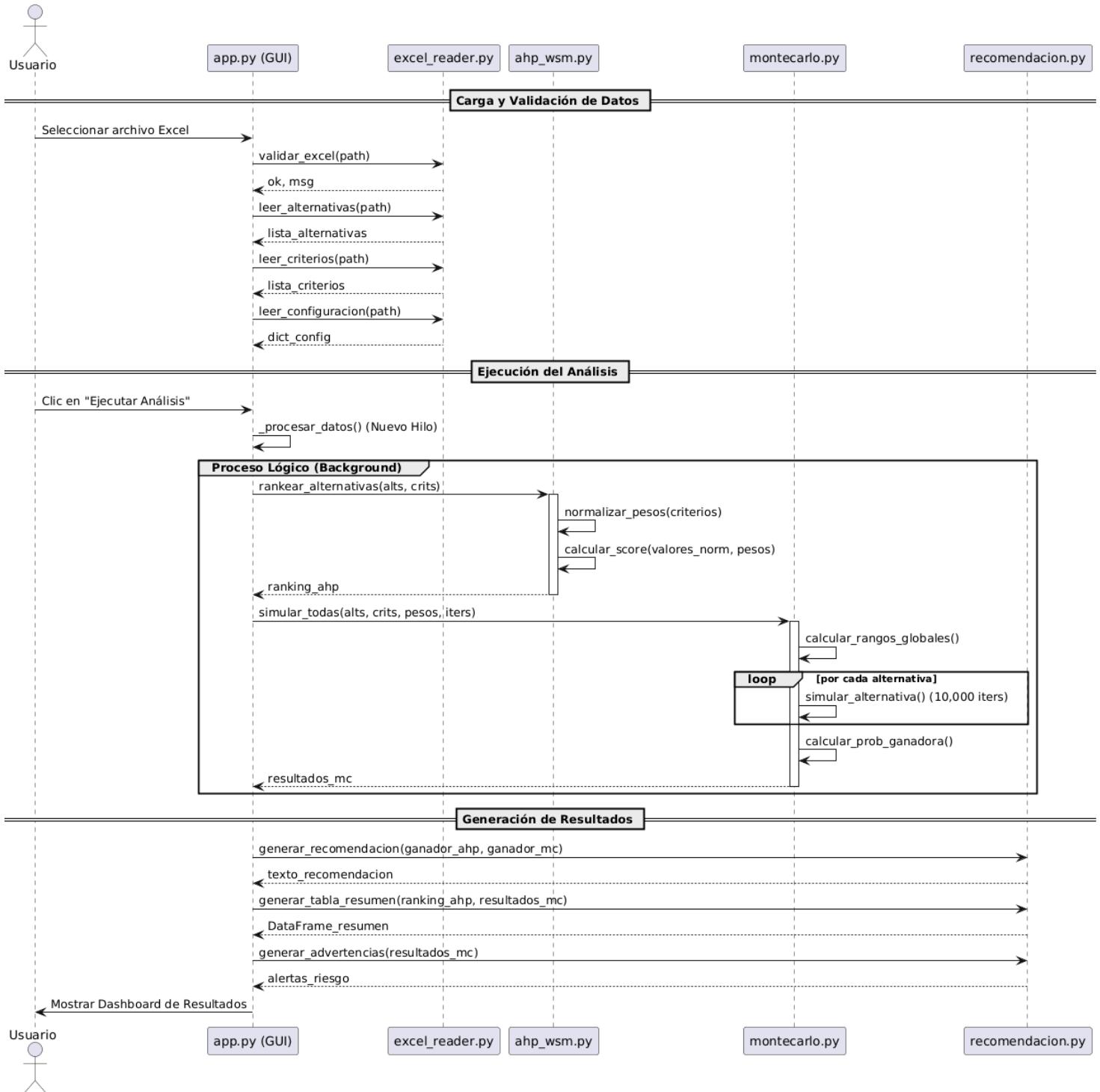
Simulación Monte Carlo

La simulación Monte Carlo es una herramienta estadística, que permite la modelación de resultados acorde con el comportamiento histórico de los datos y su probabilidad de ocurrencia. En el método Monte Carlo se combinan conceptos estadísticos como lo es el muestreo aleatorio, con la generación de números aleatorios y la automatización de los cálculos. Es un procedimiento matemático que consiste en la generación numérica de series mediante un muestreo aleatorio de las distribuciones de probabilidad.

La simulación Monte Carlo es el desarrollo de un modelo lógico-matemático de un sistema, de manera que se obtenga una imitación de un proceso del sistema a través del tiempo. Por lo tanto, la simulación involucra la generación de una historia artificial del sistema y la observación de esta historia mediante la manipulación experimental; además, nos ayuda a inferir las características operacionales de tal sistema.

Implementación

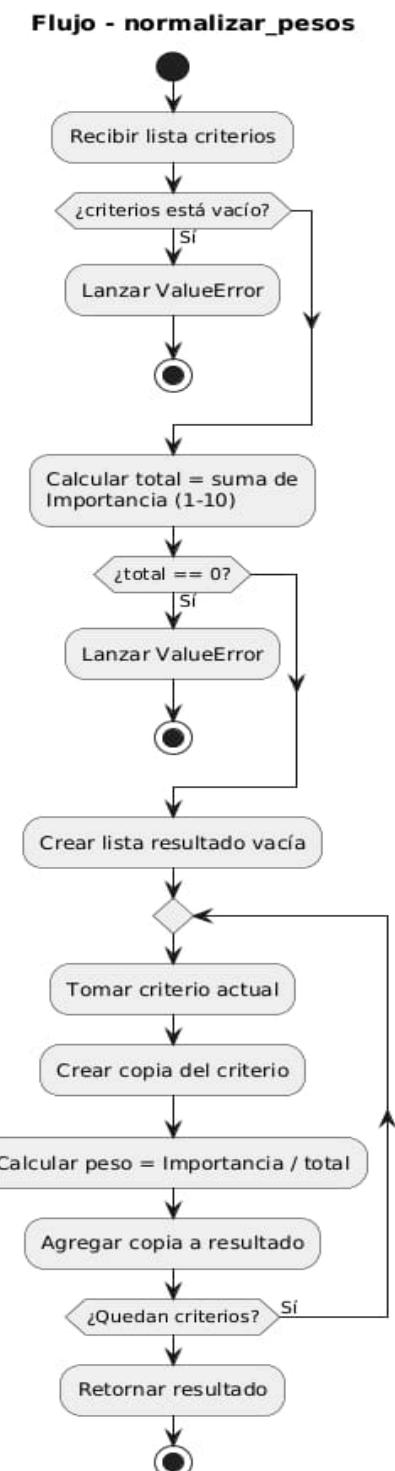
Diagrama de Secuencia - SmartDecide (AHP + Monte Carlo)



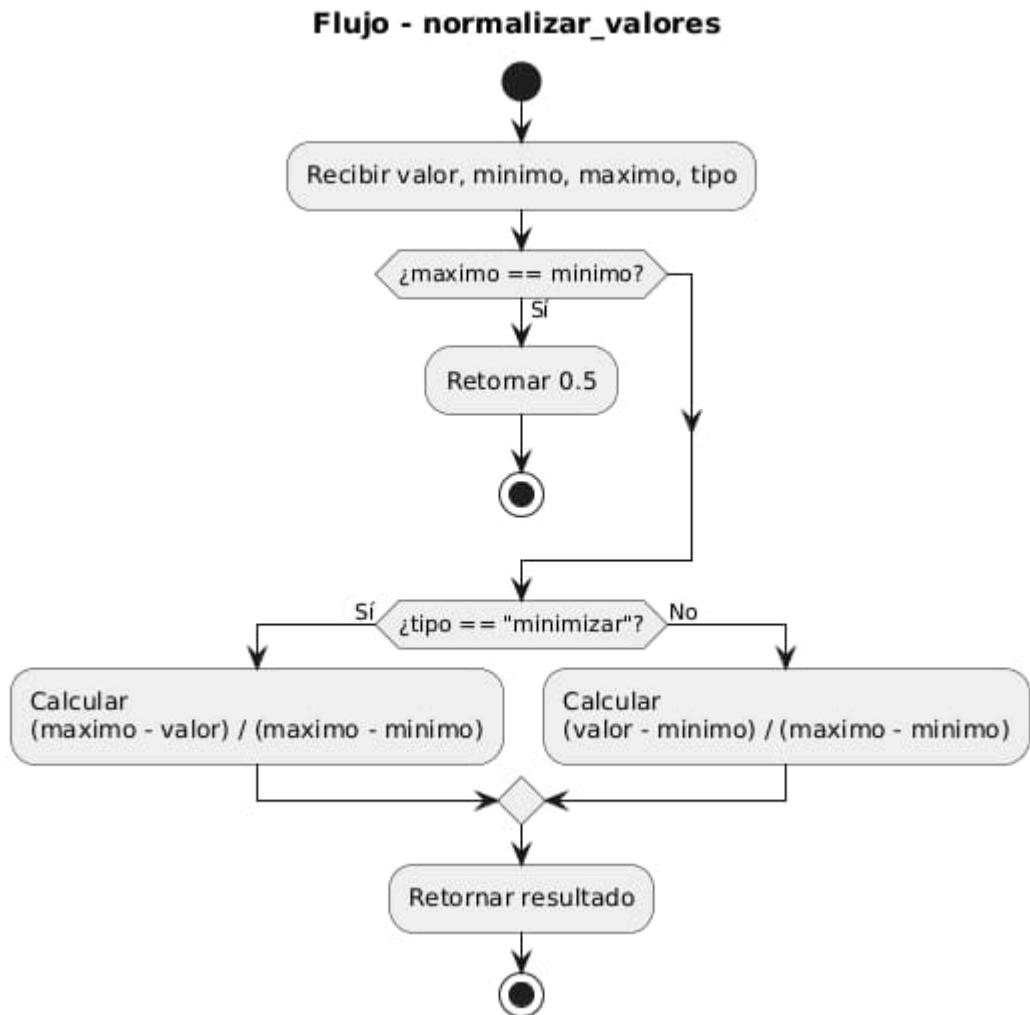
AHP

El proyecto implementa una versión simplificada de AHP combinada con WSM (Weighted Sum Model). El proceso ocurre en varias etapas:

El primer paso es la normalización de pesos, cada criterio tiene una importancia asignada del 1 al 10 en el Excel. La función suma todas las importancias y divide cada una entre ese total, convirtiendo los valores subjetivos del decisor en pesos proporcionales que suman exactamente 1. Por ejemplo, si Costo=9, Entrega=7, Calidad=8, el peso de Costo sería 9/24 ≈ 0.375.

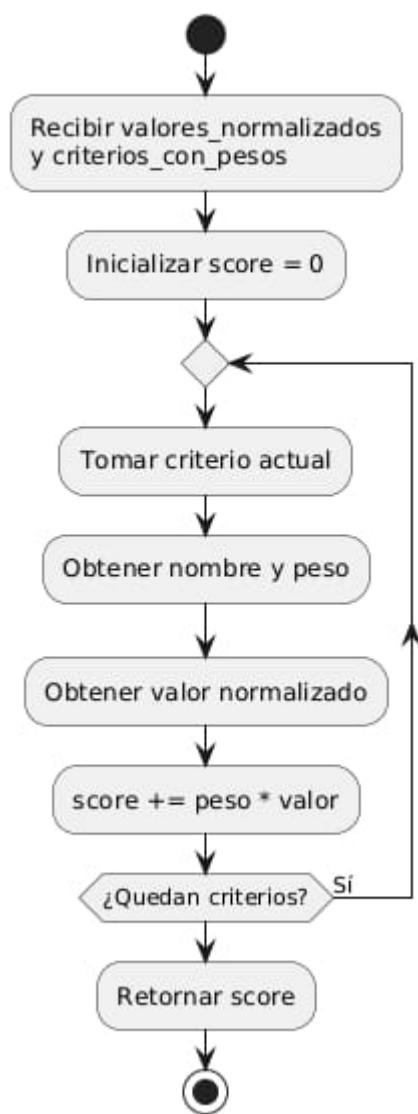


Posteriormente se realiza la normalización de valores, para hacer comparables criterios con unidades distintas (pesos, días, puntuaciones), cada valor se escala al rango [0, 1] respecto al mínimo y máximo global entre todas las alternativas. El tipo del criterio determina la dirección: si es "minimizar", el valor más bajo recibe el score más alto; si es "maximizar", ocurre lo contrario.



En seguida se hace el cálculo del score WSM, cada alternativa obtiene un score final como suma ponderada de sus valores normalizados multiplicados por sus respectivos pesos. Las alternativas se ordenan de mayor a menor score, eligiendo la de puntaje más alto.

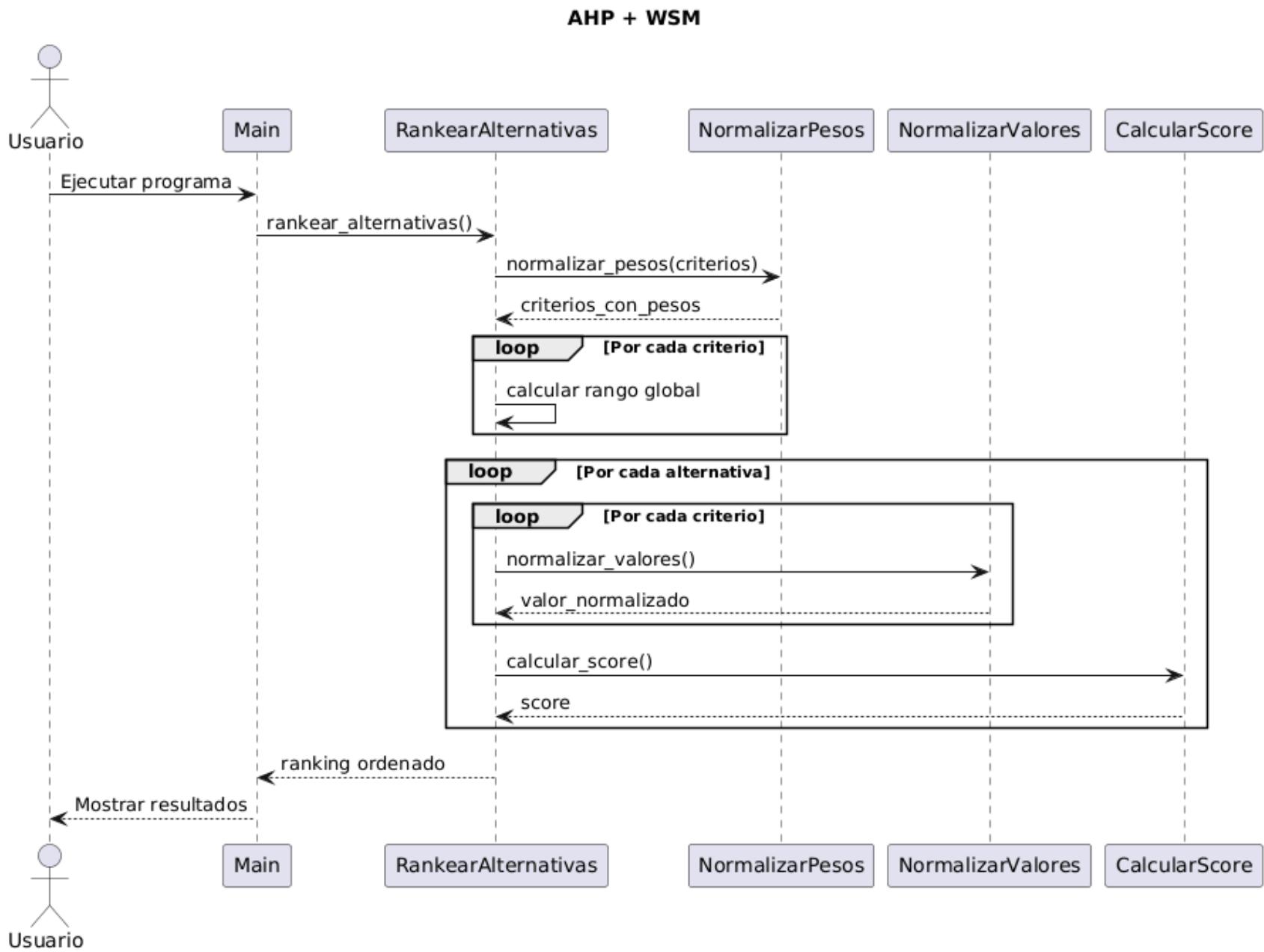
Flujo - calcular_score



Flujo - rankear_alternativas (Simplificado)



Es importante mencionar que las alternativas manejan rangos (Min/Max por criterio), por lo que el valor representativo que se usa en AHP es el promedio ($\text{Min} + \text{Max} / 2$), representando el escenario esperado.

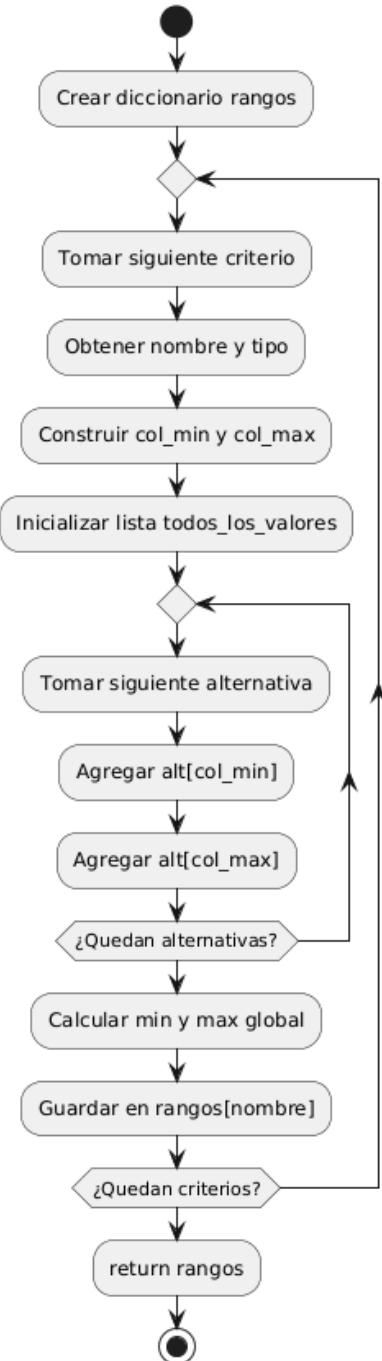


Monte Carlo

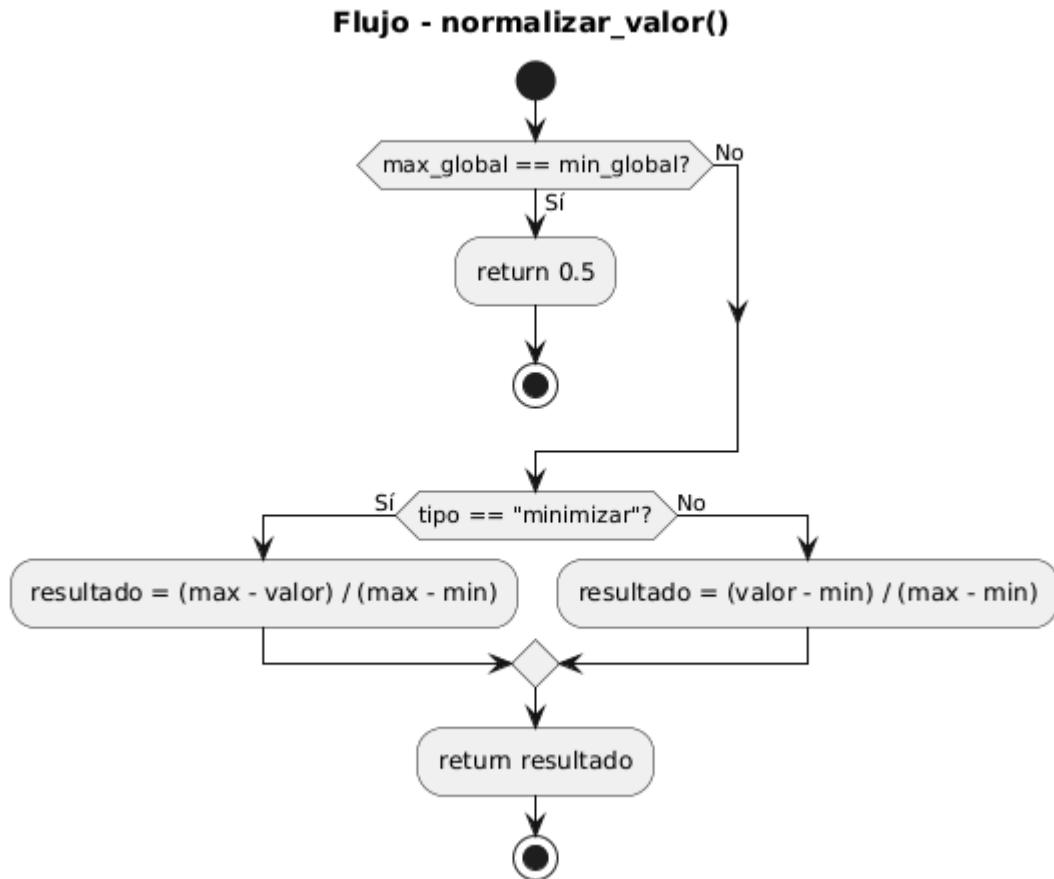
Mientras AHP trabaja con valores fijos (el promedio del rango), Monte Carlo explota esos rangos para modelar la incertidumbre real. Su implementación sigue este flujo:

Antes de simular, se determina el mínimo y máximo absolutos de cada criterio considerando todos los extremos de todas las alternativas.

Flujo - calcular_rangos_globales()

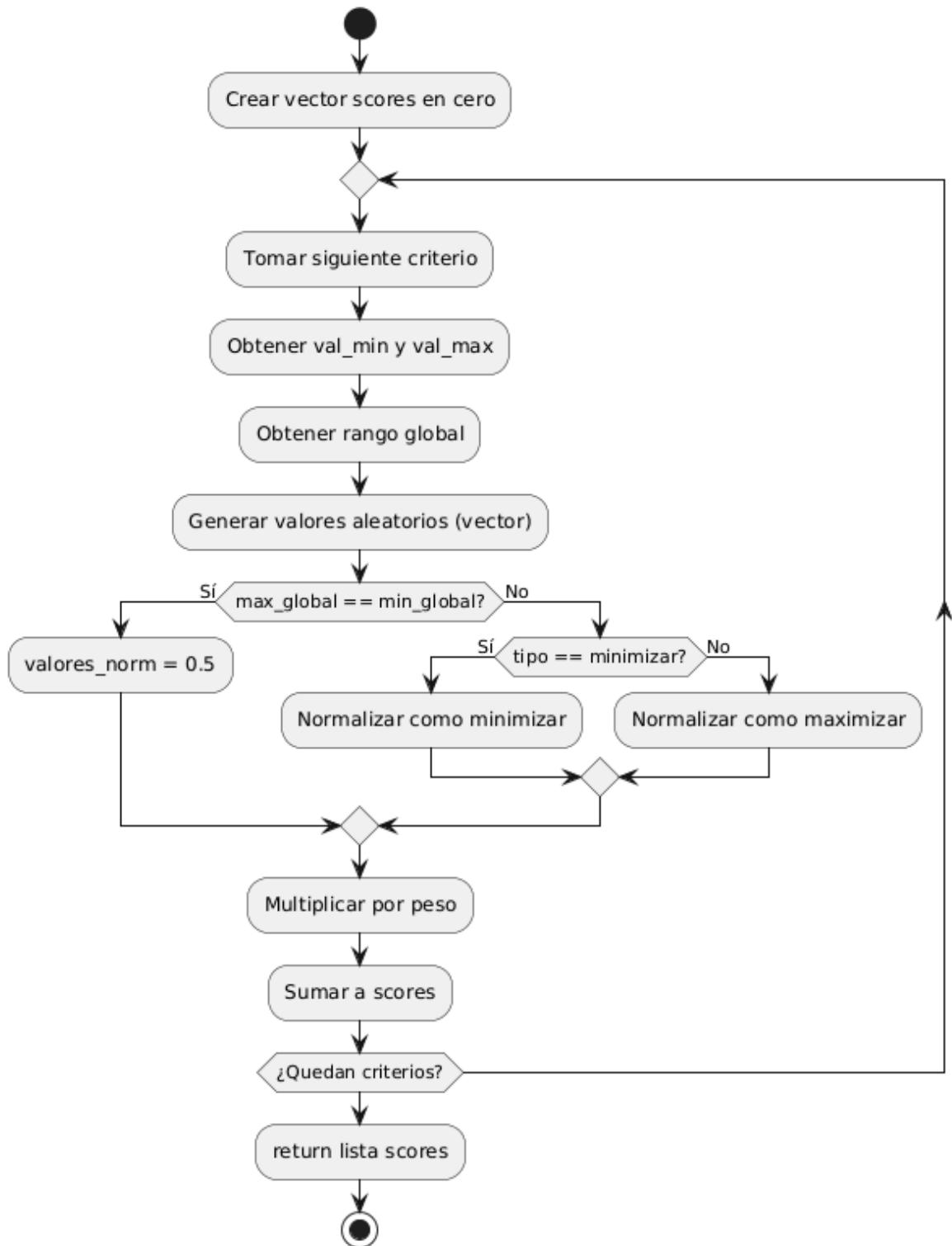


Estos rangos globales son los que se usan para normalizar, garantizando consistencia entre simulaciones.



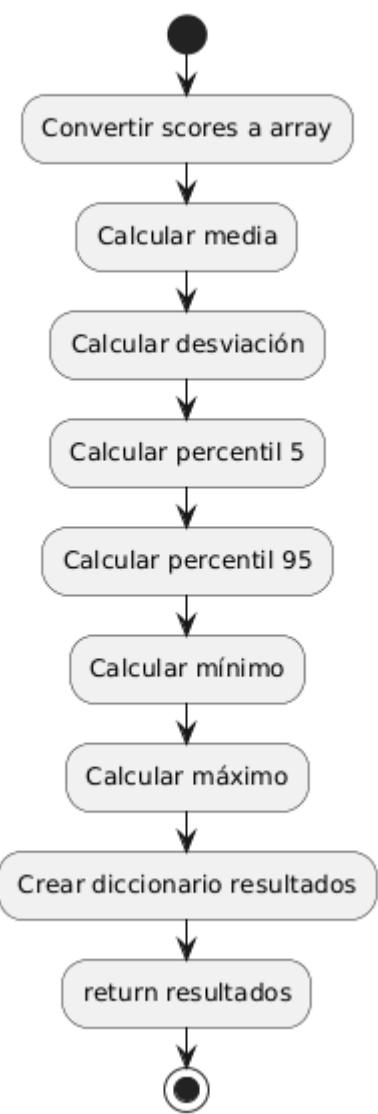
Por cada iteración (por defecto 10,000), el modelo extrae un valor aleatorio uniforme para cada criterio, dentro del rango propio de esa alternativa. Luego normaliza ese valor con los rangos globales y lo pondera con el mismo esquema de pesos del AHP, acumulando un score por iteración. Al final se obtiene una distribución de 10,000 scores posibles.

Flujo - simular_alternativa()

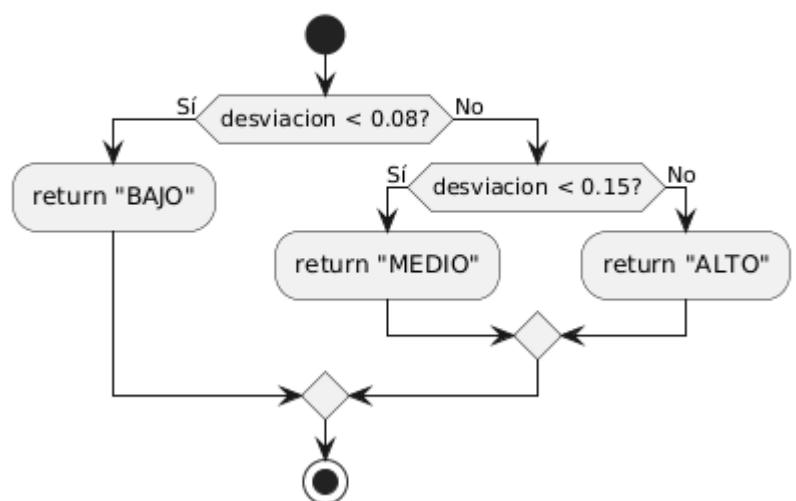


De esa distribución se extraen media, desviación estándar, percentiles 5 y 95 (peor y mejor caso), y mínimo/máximo. La desviación estándar determina el nivel de riesgo: menor a 0.08 es BAJO, entre 0.08 y 0.15 es MEDIO, superior es ALTO.

Flujo - calcular_estadisticas()

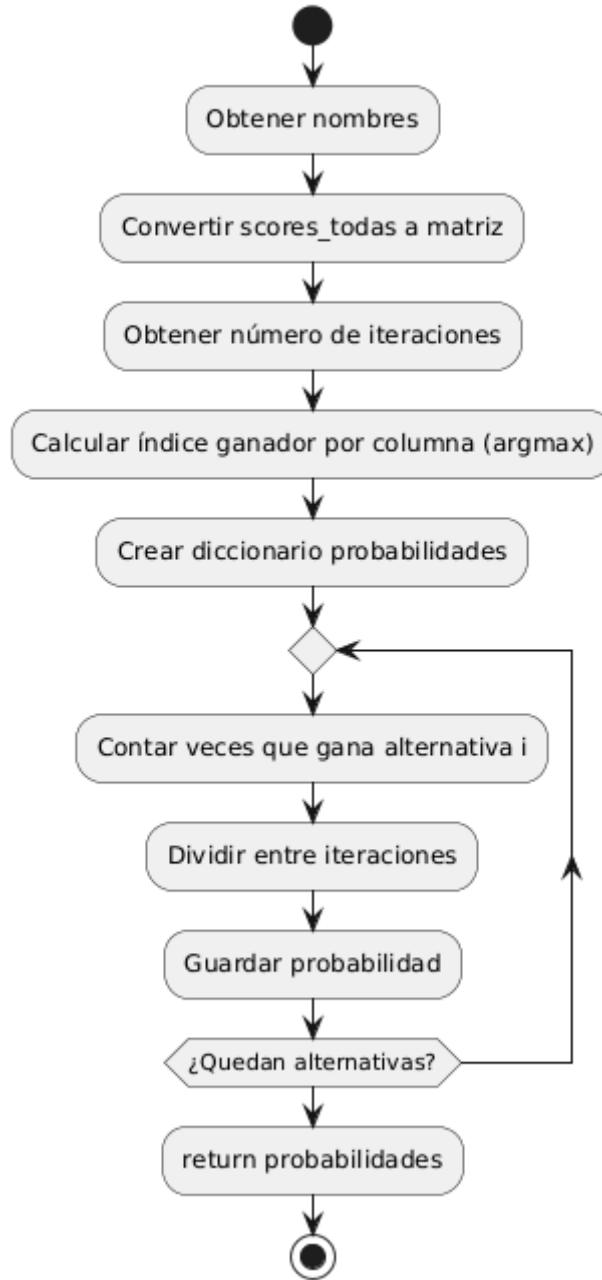


Flujo - clasificar_riesgo()

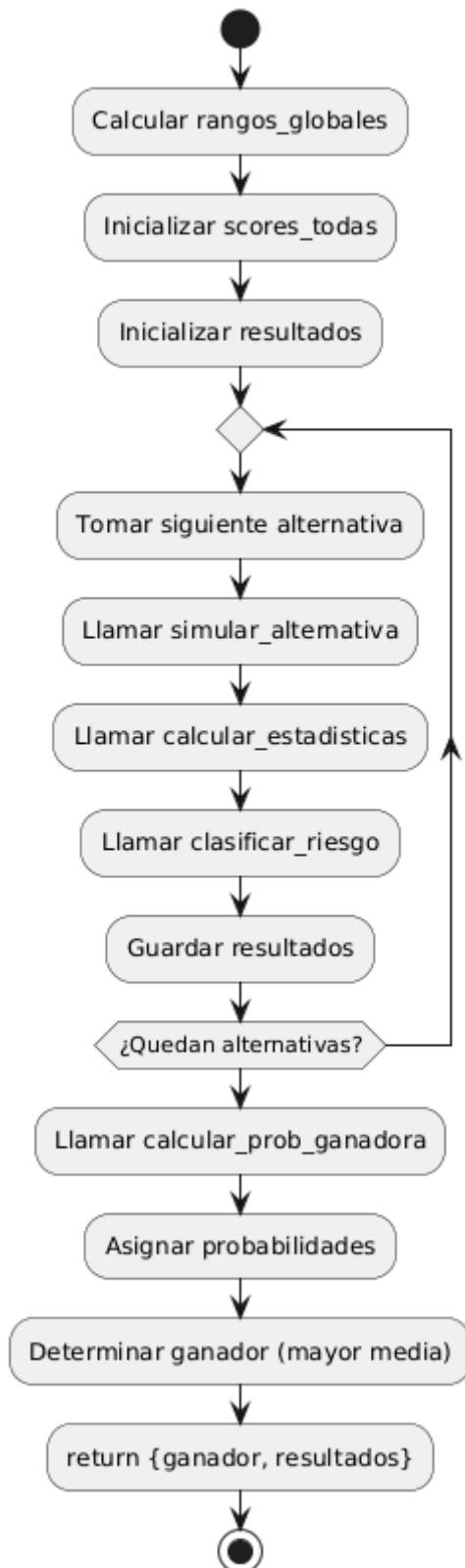


Se construye una matriz donde cada columna es una iteración y cada fila es una alternativa. Con np.argmax se identifica quién tuvo el mayor score en cada iteración, calculando qué porcentaje de veces ganó cada alternativa.

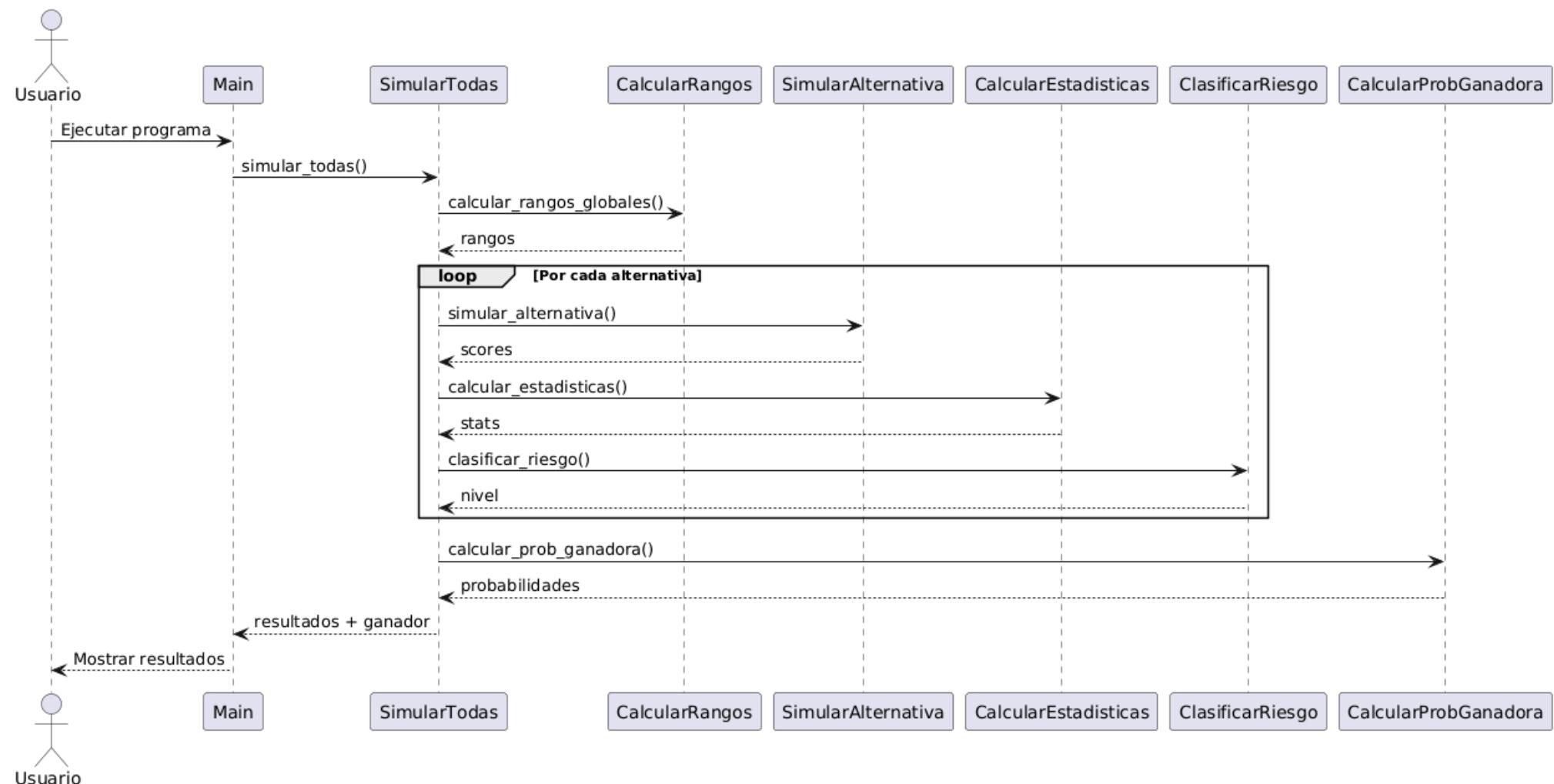
Flujo - calcular_prob_ganadora()



Flujo - simular_todas()

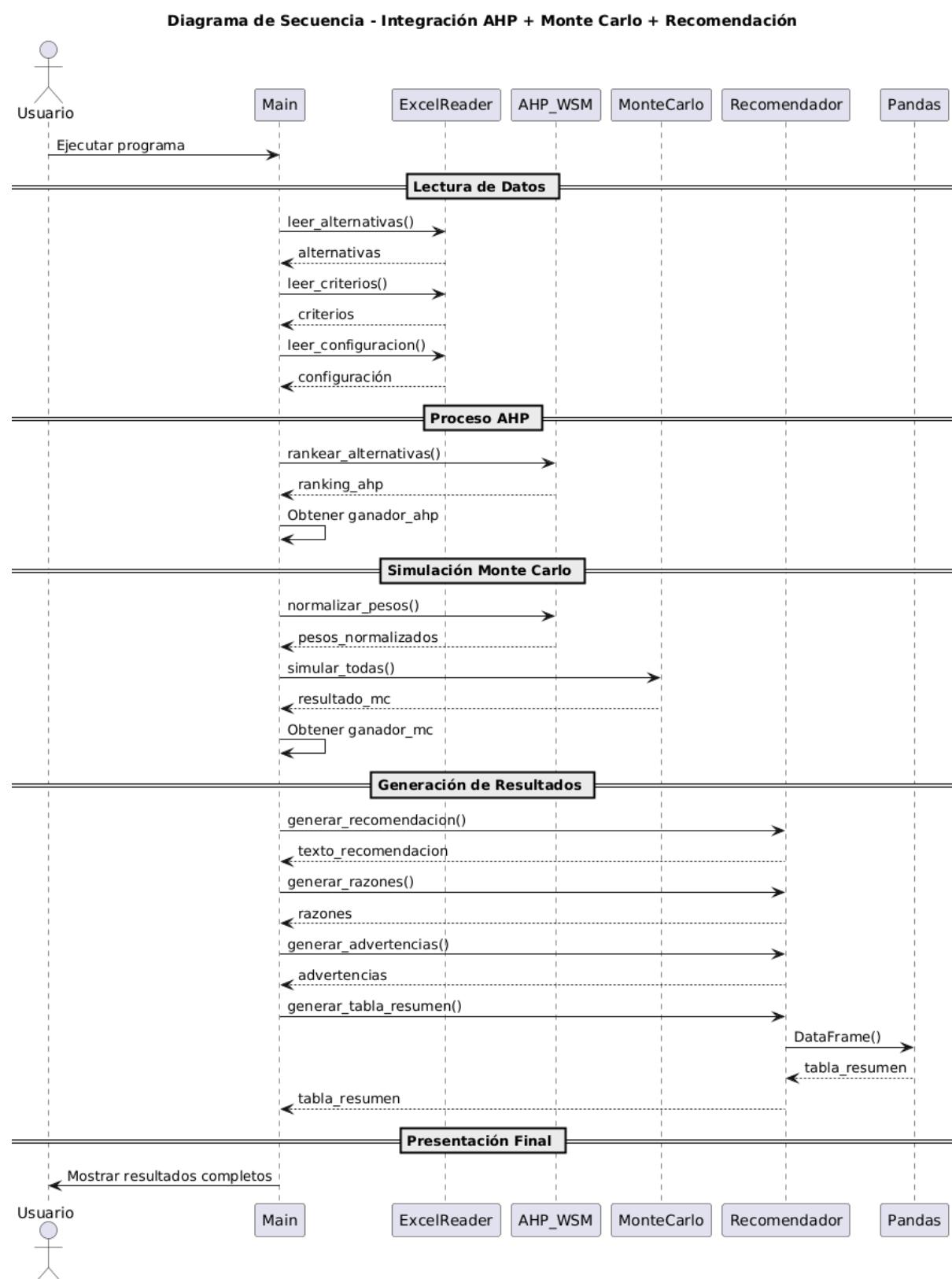


Simulacion Monte Carlo - Flujo General



Toma de decisión

Ambos modelos se ejecutan secuencialmente en un método. El ganador de AHP representa la mejor opción en condiciones esperadas, mientras que el ganador de Monte Carlo representa la opción más robusta bajo incertidumbre. Si ambos modelos coinciden, la recomendación es de alta confianza. Si difieren, el sistema presenta ambas opciones explicando la compensación entre rendimiento técnico y estabilidad, dejando la decisión final al criterio del usuario.



Bibliografía

Mendoza, A., Solano, C., Palencia, D., & García, D. (2019). *Aplicación del proceso de jerarquía analítica (AHP) para la toma de decisión con juicios de expertos*. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 27(3), 348–360.
<https://www.scielo.cl/pdf/ingeniare/v27n3/0718-3305-ingeniare-27-03-00348.pdf>

Azofeifa, C. (2004). Aplicación de la simulación Monte Carlo en el cálculo del riesgo usando Excel. *Tecnología en Marcha*, 17(1), 97-109.