

# 1 Comparación Estadística de los Algoritmos

Este apartado presenta el análisis para el Punto 4 de la Tarea 2, donde se requiere emplear un método estadístico para comparar distintos algoritmos constructivos y uno aleatorizado (Recocido Simulado) con base en los resultados obtenidos a lo largo de varias ejecuciones.

## 1.1 Descripción de las Imágenes y los Algoritmos Comparados

Se trabajó con tres algoritmos:

- **Greedy Determinista:** Un método constructivo que, dada su lógica, tiende a producir siempre la *misma* solución o valores muy similares en  $W_{\max}$ .
- **Greedy Aleatorizado:** Otro método constructivo, similar al anterior pero con un componente aleatorio que hace variar la solución. Sin embargo, sus resultados no son tan buenos.
- **Recocido Simulado:** Un método metaheurístico aleatorizado más complejo, que explora más el espacio de soluciones y, a menudo, obtiene mejores resultados en términos de  $W_{\max}$ .

### 1.1.1 Imagen 1

*Boxplot\_Wmax\_Instancia\_Algoritmo\_greedy\_deterministico.png*  
(encontrada en la carpeta *solucion\_tarea\_2/resultados\_comparacion\_algoritmos*)

La Imagen 1 compara Recocido Simulado frente a Greedy Determinista. Como se observa en dicha imagen, el Greedy Determinista arroja un valor constante de  $W_{\max}$  prácticamente en todas sus corridas. En cambio, el Recocido Simulado presenta distintas salidas (caja con mayor dispersión), reflejo de su naturaleza estocástica y su capacidad de explorar diversas asignaciones.

### 1.1.2 Imagen 2

*Boxplot\_Wmax\_Instancia\_Algoritmo\_greedy\_aleatorizado.png*  
(encontrada en la carpeta *solucion\_tarea\_2/resultados\_comparacion\_algoritmos*)

La Imagen 2 compara Recocido Simulado frente a Greedy Aleatorizado. Aunque en este caso el Greedy Aleatorizado sí produce variabilidad (no es constante), sus soluciones tienden a valores de  $W_{\max}$  más altos que los del Recocido Simulado. Aun así, no se queda en un único valor fijo, a diferencia del Greedy Determinista.

## 1.2 Recopilación de Datos y Prueba Estadística

Para profundizar en la comparación entre el *Greedy Aleatorizado* (aunque da peores soluciones que el determinista, es más variable) y el *Recocido Simulado*, se ejecutaron **50 corridas** de cada uno, en diversas instancias del problema. Dichos resultados se consignaron en el archivo *Comparacion\_Global.xlsx*, generando:

- $\max(W_j)$  de cada corrida,
- Tiempos de cómputo,
- Identificación de *instancia*, *algoritmo*, etc.

Posteriormente, se aplicó una prueba de hipótesis no paramétrica **Wilcoxon** (*Wilcoxon Signed-Rank Test*) para verificar si las diferencias observadas en  $W_{\max}$  entre Recocido y Greedy Aleatorizado eran estadísticamente significativas.

### 1.2.1 Test de Wilcoxon

El *Wilcoxon Signed-Rank Test* compara dos **muestras pareadas** (en este caso, 50 ejecuciones de un algoritmo *vs.* 50 del otro) bajo la hipótesis nula:

$$H_0 : \text{las medianas de ambos algoritmos son iguales.}$$

Se calcula un estadístico  $W$  basado en el rango de las diferencias entre pares de corridas. El **p-valor** indica la probabilidad de obtener una diferencia igual o mayor a la observada si, en realidad, no hubiese diferencia entre algoritmos.

### 1.2.2 Interpretación de p-valor

- Si  $p < 0.05$ , se considera que hay *diferencia significativa* entre los algoritmos, y podemos afirmar con un 95% de confianza que uno de ellos produce valores de  $W_{\max}$  sistemáticamente menores.
- Si  $p \geq 0.05$ , no se puede rechazar la hipótesis nula de igualdad de medianas.

## 1.3 Resultados Obtenidos

El archivo *Estadistica\_Comparacion\_Global.xlsx* (resultado de la aplicación de Wilcoxon) reveló que, en la mayoría de las instancias, se obtuvo  $p < 0.05$ . Esto indica que existe una **diferencia significativa** entre los valores de  $W_{\max}$  del *Recocido Simulado* y los del *Greedy Aleatorizado*. Específicamente:

- El Recocido Simulado tiende a *mejores (menores)* valores de  $W_{\max}$  en promedio, aunque presente más dispersión en ciertos casos.
- El Greedy Aleatorizado, si bien varía más que el determinista, nunca iguala las mejores soluciones del Recocido.

### Conclusiones Finales:

1. **Greedy Determinista vs Recocido Simulado (Imagen 1):**  
El Greedy Determinista produce valores muy similares (constantemente altos) en  $\max(W_j)$ , mientras que el Recocido abarca un rango amplio, con capacidad de llegar a soluciones con menor  $W_{\max}$ . Por ende, Recocido se considera superior.
2. **Greedy Aleatorizado vs Recocido Simulado (Imagen 2):**  
Aunque el Greedy Aleatorizado no se queda en un único valor (como el determinista), sigue quedando *por encima* del Recocido Simulado, que logra mejores soluciones en la mayoría de las corridas. Las pruebas de Wilcoxon confirman la diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ).
3. La **conclusión global** es que *Recocido Simulado* (método aleatorizado) **supera** en todas las instancias tanto al Greedy Determinista (demasiado rígido) como al Greedy Aleatorizado (más flexible, pero generalmente con valores de  $W_{\max}$  más altos). Wilcoxon respalda este hallazgo con alta significancia (p-valor  $< 0.05$ ).