



Universidad de la República

Facultad de Ingeniería

---

# **CADENAS DE SUMINISTRO CON LOGÍSTICA VERDE**

---

**Autores:**

Catalina BONET

Gonzalo CASTRO

Florencia PEREYRA

**Tutor:**

Víctor VIANA

Proyecto de Grado, Ingeniería de Producción

**Montevideo, Uruguay**

**Setiembre, 2023**

## Resumen

El presente trabajo aborda la implementación de un modelo de programación lineal para el análisis de ruteo de vehículos centrado en la sostenibilidad y el medio ambiente, examinando el uso de vehículos de alto desempeño (como bitrenes y tritrenes), además de los camiones convencionales.

El transporte forestal en Uruguay ha crecido ampliamente en los últimos años; por lo tanto, es importante poner foco en el sector, buscando disminuir el impacto ambiental que este genera. A través de un modelo matemático basado en el ruteo ecológico de vehículos, se evaluaron diferentes casos en donde se asignaron vehículos a las diferentes rutas, de manera tal de minimizar las emisiones de  $\text{CO}_2$  que se generan al realizar la actividad. Este modelo tiene en cuenta las capacidades de los tres tipos de vehículos utilizados, las emisiones que genera cada uno, las rutas disponibles (distinguiendo las habilitadas para vehículos de mayor porte de las que no), los puntos de cosecha y el lugar de destino, los meses del año, la demanda, y las distancias entre los diferentes nodos del problema: orígenes, puntos de cosecha, y destinos. A partir de esto se logró representar de manera simplificada la cadena de suministro de madera para las plantas celulósicas del país, obteniendo una asignación óptima de camiones, bitrenes y tritrenes para minimizar las emisiones de  $\text{CO}_2$ .

Se llevó a cabo el análisis de diferentes escenarios con el objetivo de estudiar el comportamiento del modelo, analizar las variaciones de las emisiones, así como la eficiencia y precisión del modelo. Finalmente, se buscó la viabilidad económica de este proyecto, para lo cual se realizó un análisis económico del mismo.

Este trabajo introduce un análisis exhaustivo del transporte forestal en Uruguay, donde la innovación y el cuidado ambiental convergen. La incorporación de un modelo matemático para optimizar las emisiones de  $\text{CO}_2$  conlleva a la toma de decisiones de manera estratégica e informada. Además, el enfoque en vehículos de alto desempeño subraya la importancia de la innovación en el sector. La evaluación económica realizada respalda la viabilidad de este enfoque sostenible.

**Palabras clave:** Transporte forestal, programación lineal, green VRP, sostenibilidad, vehículos de alto desempeño.