

## Trabajo de Fin de Grado

---

# Optimización de la Logística de Retirada de Enseres Voluminosos Un Enfoque Multicriterio

TITULACIÓN: Grado en Ciencia e Ingeniería de Datos

AUTOR: Krish Sadhwani Mansukhani

---

TUTORIZADO POR:  
José Juan Hernández Cabrera

Fecha [Mes/Año]

## SOLICITUD DE DEFENSA DE TRABAJO DE FIN DE TÍTULO

D. Krish Sadhwani Mansukhani, autor del trabajo Optimización de la Logística de Retirada de Enseres Voluminosos: Un Enfoque Multicriterio, correspondiente a la titulación Grado en Ciencia e Ingeniería de Datos, en colaboración con Monentia S.L.

SOLICITA

que se inicie el procedimiento de defensa del mismo, para lo que se adjunta la documentación requerida, haciendo constar que

☐ se autoriza / ☐ no se autoriza la grabación en audio de la exposición y turno de preguntas.

Asimismo, con respecto al registro de la propiedad intelectual/industrial del TFT, declara que:

☐ Se ha iniciado o hay intención de iniciarlo (defensa no pública).

☐ No está previsto.

Y para que así conste firma la presente. (fecha en firma electrónica)

El/La estudiante

Fdo. \_\_\_\_\_

A rellenar y firmar **obligatoriamente** por el/la/los/las tutores

En relación con la presente solicitud, se informa: (firmar donde corresponda)

**Positivamente** (en caso de detección de copia, esta firma quedará invalidada)

Fdo. \_\_\_\_\_

**Negativamente** (justificación en TFT05)

Fdo. \_\_\_\_\_

DIRECTORA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

## Agradecimientos

*Antes que nada, a José Juan Hernandez, tutor de este trabajo, por ser siempre un gran pilar en la enseñanza obtenida y de haber sido más que un profesor, un mentor.*

*A Jose Belizón, socio-director de Monentia S.L., por el apoyo en la elaboración del proyecto.*

*A Jose Évora y Octavio Roncal, que han servido como respaldo ante cualquier duda y problemas enfrentados.*

*Por supuesto tambien, a los miembros de la comunidad que forman la Escuela de Ingeniería Informática, tanto profesores, como el personal y los alumnos que han instruido e guiado en el camino hasta llegar al punto actual de mi carrera profesional.*

# Resumen

La eficiente gestión de la recogida de enseres voluminosos constituye un desafío de gran relevancia para las empresas de servicios públicos y las autoridades locales. En Europa, se estima que anualmente se generan hasta 30 millones de colchones en desuso (EBIA, 2014), y en el año 2016, la producción de aproximadamente 55 millones de toneladas de residuos de madera planteó dificultades considerables en términos de logística debido a su volumen y composición.

Durante la última década, la generación de este tipo de residuos ha experimentado un aumento notable, registrando un incremento del 110 % en peso entre los años 2013 y 2018 en un lapso de apenas cinco años. Ante este panorama, se han implementado iniciativas europeas, respaldadas por la Unión Europea, como URBANREC, con el propósito de concientizar a la población sobre los problemas derivados de los residuos voluminosos y su impacto en la sociedad. Estas iniciativas buscan informar a la comunidad acerca de la correcta disposición de este tipo de residuos.

En el contexto actual de proyectos dedicados a abordar esta problemática, se observa una tendencia de consumo en constante crecimiento, atribuible a factores como la duración reducida de la vida útil de muebles y enseres, en parte influida por fenómenos como el efecto IKEA. En este escenario, se plantea una resolución fundamental para los proyectos orientados a mejorar la logística: el problema no radica únicamente en la falta de tiempo disponible en la oferta, sino más bien en la asignación deficitaria de la demanda, donde la demanda supera significativamente a la oferta disponible.

Este proyecto de Trabajo de Fin de Titulación tiene como objetivo abordar la complejidad logística asociada a la retirada de este tipo de residuos. Constituye una iniciativa pionera, ya que hasta el momento no se han desarrollado proyectos de esta índole. Se propone emplear técnicas de optimización y estrategias heurísticas para establecer un sistema automatizado que aborde de manera integral y eficiente la logística vinculada a la retirada de enseres voluminosos. Este enfoque innovador busca no solo solucionar los desafíos logísticos presentes, sino también sentar las bases para futuras investigaciones y proyectos que puedan contribuir al manejo sostenible y eficaz de los residuos voluminosos en la sociedad contemporánea.

# Abstract

En esta tesis, se aborda con rigurosidad el desafío de optimizar la logística de recogida de enseres voluminosos para organizaciones de servicios y gobiernos locales, a través de una meticulosa planificación de rutas y una asignación eficiente de enseres, obtenidas de forma automática ante la ejecución de la aplicación, considerando las circunstancias particulares del entorno operativo.

La adquisición y preprocesamiento de datos se destacan como pasos cruciales para obtener resultados precisos. Luego, se lleva a cabo la implementación práctica del sistema en la empresa objeto de estudio, donde se examinan minuciosamente los desafíos específicos que surgieron y las soluciones aplicadas para superarlos.

Este sistema representa un avance sustancial en la optimización al abordar problemas NP-completos, tales como el Problema del Viajante y el Problema de Enrutamiento del Vehículo, aplicados a la logística de recogida de enseres voluminosos. Como resultado, se logran beneficios operativos, económicos y ambientales significativos. Las conclusiones finales resumen los logros del proyecto y ofrecen recomendaciones para investigaciones futuras y mejoras continuas en el sistema, destacando su contribución significativa al campo de la logística eficiente y sostenible.

# Índice general

<b>1. Fundamentos teóricos</b>	<b>1</b>
1.1. Introducción a la logística de recogida de enseres voluminosos	1
1.1.1. Ejemplo de sub-sección . . . . .	2
1.2. Relevancia de la optimización logística en el contexto . . . . .	2
1.3. Revisión de la literatura . . . . .	2
<b>2. Metodología de Optimización</b>	<b>4</b>
2.1. Actualidad . . . . .	4
<b>3. Adquisición y Procesamiento de Datos</b>	<b>5</b>
<b>4. Modelos de Aprendizaje Automático</b>	<b>6</b>
<b>5. Resultados y Discusión</b>	<b>7</b>
<b>6. Implementación Práctica</b>	<b>8</b>
<b>7. Conclusiones y Recomendaciones</b>	<b>9</b>
<b>8. Bibliografía</b>	<b>10</b>

# Índice de figuras

1.1. Logo de la EII y la ULPGC [indicar crédito si no es una figura propia. Internet o Google como buscador no es una fuente, habría que citar el origen concreto] . . . . .	3
--	---



# Índice de cuadros

1.1. Ejemplo de tabla blablabla. . . . . 2

# Índice de Algoritmos

# Capítulo 1

## Fundamentos teóricos

Si quiero poner una frase célebre

---

Nombre de persona sabia

En la introducción debería ir el contexto general del trabajo, conceptos básicos, motivación, ...

En general, cada capítulo suele incluir una breve cabecera que indica el propósito del mismo. En este capítulo se trata ...

Al tratarse de un documento técnico, el estilo de redacción debe ser el adecuado. Evitando el uso de la primera persona o el lenguaje coloquial.

### **1.1. Introducción a la logística de recogida de enseres voluminosos**

Así se cita una referencia bibliográfica [1], o la tabla 1.1 o la figura 1.1.

### 1.1.1. Ejemplo de sub-sección

No deben utilizarse niveles adicionales (sub-sub-secciones).

Si hay texto que se ha copiado literalmente de algún sitio, hay que entrecollarlo “En un lugar de La Mancha, de cuyo nombre no quiero acordarme” y citar el origen (Andrés Iniesta).

## 1.2. Relevancia de la optimización logística en el contexto

Cuadro 1.1: Ejemplo de tabla blablabla.

	Gallery				
	Floor	0	1	2	3
Probe	0	98.5 / 98.9 / 98.9	92.2 / 92.2 / 92.2	77.4 / 77.4 / 77.4	80.7 / 81.7 / 81.9
	1	91.5 / 91.5 / 92.2	98.3 / 98.3 / 98.6	83.5 / 84.1 / 85.2	80.7 / 81.1 / 81.1
	2	69.3 / 69.3 / 69.7	83.5 / 84.4 / 84.4	94.8 / 96.5 / 97.8	75.8 / 77.1 / 80.2
	2	69.3 / 69.3 / 69.7	83.5 / 84.4 / 84.4	94.8 / 96.5 / 97.8	75.8 / 77.1 / 80.2
	2	69.3 / 69.3 / 69.7	83.5 / 84.4 / 84.4	94.8 / 96.5 / 97.8	75.8 / 77.1 / 80.2
	2	69.3 / 69.3 / 69.7	83.5 / 84.4 / 84.4	94.8 / 96.5 / 97.8	75.8 / 77.1 / 80.2
	3	66.5 / 67.4 / 68.3	72.7 / 72.7 / 73.0	76.3 / 76.6 / 80.1	97.8 / 99.1 / 99.4

Todas las figuras/ilustraciones o cuadros/tablas deben estar comentadas en el texto. No es adecuado usarlas como parte de la redacción, lo que se muestra en el pie debe ser un resumen de lo que ya se describe en el documento. Tampoco deben emplearse referencias del tipo, “en la figura que se muestra a continuación” o “en la tabla anterior”, hay que usar referencias indexadas que no dependan de la posición.

### 1.3. Revisión de la literatura

Al final de la introducción suele describirse la estructura del documento, indicando los capítulos que vienen a continuación y una frase corta descri-

biendo su contenido. “El resto del documento está integrado por los capítulos correspondientes al análisis de requisitos del trabajo, el capítulo dedicado al diseño de la aplicación, ... y finalmente las conclusiones que se han derivado del trabajo.”

En el caso del doble grado, lo ideal es dividir la memoria en dos partes separadas, una para cada grado, después de la introducción. También deberá incluirse una guía de lectura, indicando qué capítulos/secciones son comunes y cuáles exclusivos de cada grado, para facilitar la corrección de los correspondientes tribunales.

La estructura que se propone a continuación es simplemente orientativa, aunque sí deben incluirse las partes obligatorias, que son los capítulos de motivación y objetivos, competencias y aportaciones, desarrollo, conclusiones y bibliografía.

Ejemplo para el glosario de términos (ver al final del documento). The Latex typesetting markup language is specially suitable for documents that include mathematics.



Ilustración 1.1: Logo de la EII y la ULPGC [indicar crédito si no es una figura propia. Internet o Google como buscador no es una fuente, habría que citar el origen concreto]

# Capítulo 2

## Metodología de Optimización

### 2.1. Actualidad

Estado del Arte

Este es un CAPÍTULO OBLIGATORIO

Descripción del estado actual en la temática concreta del trabajo y desglose de los objetivos inicialmente previstos en el TFT01.

## Capítulo 3

# Adquisición y Procesamiento de Datos

Este es un CAPÍTULO OBLIGATORIO

Indicar, sólo para las competencias específicas relacionadas de forma más directa con el trabajo desarrollado, cómo se han cubierto con este TFT.

Justificar qué es lo que este TFT aporta a nuestro entorno socio-económico, técnico o científico.

# Capítulo 4

## Modelos de Aprendizaje Automático

Este es un CAPÍTULO OBLIGATORIO

Metodología aplicada y desarrollo del trabajo en sus distintas fases (por ejemplo: análisis, diseño, implementación, validación). Deberán comentarse especialmente las decisiones de diseño tomadas y la selección de las herramientas empleadas.

Si el trabajo incluye software desarrollado, deberán seleccionarse las secciones más relevantes del mismo y comentarlas en la memoria.

Ajuste a la planificación inicialmente prevista.

Modificación en los objetivos planteados.



# Capítulo 5

## Resultados y Discusión

Este es un CAPÍTULO OBLIGATORIO

Evaluación de resultados, grado de consecución de los objetivos, posibles extensiones.

# Capítulo 6

## Implementación Práctica

Este es un CAPÍTULO OBLIGATORIO

Evaluación de resultados, grado de consecución de los objetivos, posibles extensiones.

# Capítulo 7

## Conclusiones y Recomendaciones

Este es un CAPÍTULO OBLIGATORIO

Evaluación de resultados, grado de consecución de los objetivos, posibles extensiones.

# Capítulo 8

## Bibliografía

El documento debe terminar con las referencias bibliográficas (SECCIÓN OBLIGATORIA). Después pueden incluirse anexos.

### CAPÍTULOS OPCIONALES

Dependiendo del tipo de trabajo, se podrían incluir capítulos adicionales como los siguientes:

#### REQUISITOS

NORMATIVA Y LEGISLACIÓN incluir la legislación vigente que afecte al TFT (ley de protección de datos, leyes sobre seguridad, ...)

#### ASPECTOS ECONÓMICOS Y TEMPORALES

#### DISEÑO

#### RESULTADOS EXPERIMENTALES

MANUAL DE USUARIO Y SOFTWARE deberán incluirse obligatoriamente en la memoria los extractos más relevantes del código desarrollado. Siempre que sea posible, deberá proporcionarse acceso a un repositorio software.

# Bibliografía

- [1] Castrillón, M., Déniz, O., Hernández, D., and Lorenzo, J. (2011). A comparison of face and facial feature detectors based on the violajones general object detection framework. *Machine Vision and Applications*, 22(3):481–494.

# Glosario

**latex** Is a markup language specially suited for scientific documents. 3

**mathematics** Mathematics is what mathematicians do. 3