



# Análisis y predicción de la demanda de transporte de pasajeros

Una aplicación al estudio de dos  
corredores de transporte en Gran  
Canaria

Trabajo realizado por Raquel Espino  
Espino y dirigido por Juan de Dios  
Ortúzar Salas y Concepción Román García

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

editado por  
**eumed.net**



## **Agradecimientos**

La tesis doctoral es el fruto del trabajo de horas, días, meses y años y en este camino han participado muchas personas a las que quiero agradecer su colaboración.

Mi más sincera gratitud a mis directores de tesis el Dr. Don Juan de Dios Ortúzar Salas de la Pontificia Universidad Católica de Chile y la Dra. Doña Concepción Román García de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria por haber confiado en mí para realizar esta investigación y guiado en el camino del conocimiento científico. A Concepción Román porque siempre ha estado dispuesta a trabajar codo con codo en los distintos aspectos de este trabajo. A Juan de Dios Ortúzar por haber hecho que los kilómetros que nos separan no fueran un impedimento, atendiendo siempre a mis consultas, animándome a salvar los distintos obstáculos con los que me encontré y aprender de cada uno de ellos. Quiero agradecer también el trato cálido y el cariño mostrado durante este tiempo.

A Elisabetta Cherchi de la Universidad de Cagliari por haber estado siempre dispuesta a discutir conmigo algunas cuestiones importantes. A Jorge Pérez y Matías González, de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria; a Mauricio Sillano, de Steer Davies Gleave; a Kjartan Saelensminde, del Instituto de Economía de Transporte de Oslo; y a Sergio Jara-Díaz de la Universidad de Chile; cada uno de ellos han contribuido a la mejora de esta investigación.

Mi agradecimiento a Nélica Ruíz de Transred, S.A. por haberme facilitado toda la información necesaria para el estudio del Sistema integrado de tarifas, así como a los jefes de explotación de las distintas empresas de transporte: Ramón Hernández de Global, S.A. (Salcai y Utinsa) y Luis Cabrera de Guaguas Municipales, S.A. que me han atendido siempre que lo he requerido. A Oscar Bergasa de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y Pablo Suárez Rocha de Grafcan, S.A. por facilitarme una herramienta de medición que ha permitido obtener datos de distancias muy precisos que ha contribuido a mejorar la base de datos. A Moisés Martín de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria que me ayudó a resolver algunas cuestiones del manejo de esta herramienta.

A mis compañeros de departamento por ayudarme en los momentos de flaqueza y animarme a continuar; y al departamento de Ingeniería de Transporte de la Pontificia

Universidad Católica de Chile que siempre me ha recibido con los brazos abiertos en mis dos estancias; y especialmente a Ana M<sup>a</sup> Ivelic, Claudio Valeze y Luis Rizzi, a los cuales he recurrido en ocasiones para resolver algunas de las cuestiones de este trabajo.

También deseo agradecer el financiamiento recibido gracias al Programa de Mecenazgo de la Fundación Universitaria de Las Palmas, siendo el patrocinador Domingo Alonso, S.A, sin cuyo apoyo económico no hubiera sido posible realizar este trabajo.

Finalmente, agradezco a mi familia, amigos y amigas por su comprensión, este proyecto nos ha obligado a estar menos tiempo juntos, y a Matías con el que he compartido los momentos más difíciles.

# Índice

<b>Capítulo 1. Introducción</b> .....	1
<b>Capítulo 2. La modelización de la demanda de transporte</b> .....	8
2.1 Introducción .....	8
2.2 Los modelos de demanda desagregados .....	11
2.2.1 Fundamentos microeconómicos .....	11
2.2.2 La teoría microeconómica del valor del tiempo .....	14
2.2.3 La teoría de la utilidad aleatoria .....	24
2.3 La teoría de la elección discreta .....	30
2.3.1 Principales modelos de elección discreta .....	30
2.3.2 Procedimientos de estimación .....	40
2.4 La predicción de demanda con modelos desagregados .....	53
2.5 Las fuentes de datos .....	57
2.5.1 Preferencias reveladas .....	57
2.5.2 Preferencias declaradas .....	58
2.5.3 Datos mixtos .....	63
<b>Capítulo 3. La oferta y la demanda de servicios de transporte     en los corredores</b> .....	72
3.1 Introducción .....	72
3.2 La oferta de servicios de transporte .....	74
3.2.1 El transporte regular de pasajeros .....	74
3.2.2 Sistema tarifario .....	75
3.2.3 Sistema integrado de transporte .....	79
3.3 La demanda de servicios de transporte .....	86
3.4 La encuesta de preferencias reveladas .....	88
3.4.1 Personas entrevistadas .....	88
3.4.2 Diseño del cuestionario .....	89

3.4.3	Análisis descriptivo de los resultados de la encuesta.....	93
3.5	La encuesta de preferencias declaradas.....	96
3.5.1	Las personas entrevistadas.....	96
3.5.2	Diseño del experimento.....	97
3.5.3	Modelización con los resultados de la encuesta piloto.....	109
3.5.4	Análisis de los resultados de la encuesta.....	113
<b>Capítulo 4.</b>	<b>Modelización de la demanda de transporte</b>	
	<b>de pasajeros y aplicaciones.....</b>	<b>120</b>
4.1	Introducción.....	120
4.2	Los datos y las variables.....	121
4.2.1	Los datos.....	121
4.2.2	Las variables.....	125
4.3	Estimación de los modelos de elección modal.....	128
4.4	Cálculo de disposiciones a pagar.....	147
4.5	Análisis de la respuesta de la demanda.....	157
<b>Capítulo 5.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>172</b>
	<b>Referencias bibliográficas.....</b>	<b>178</b>
	<b>Anexos.....</b>	<b>189</b>

## Índice de Tablas

Tabla 3.1 Títulos por empresas .....	79
Tabla 3.2 Títulos de viaje del Sistema integrado de tarifas.....	83
Tabla 3.3 Tarifas según títulos .....	84
Tabla 3.4 Ahorros por nuevas tarifas .....	85
Tabla 3.5 Clasificación por motivo de viaje .....	94
Tabla 3.6 Clasificación por frecuencia de viaje .....	95
Tabla 3.7 Definición de niveles.....	99
Tabla 3.8 Primer diseño .....	100
Tabla 3.9 Segundo diseño .....	102
Tabla 3.10 Tercer diseño.....	105
Tabla 3.11 Funciones de utilidad estimadas- encuesta piloto .....	108
Tabla 3.12 Resultados de las estimaciones de la encuesta piloto.....	110
Tabla 3.13 Resultados de las estimaciones con la encuesta definitiva.....	110
Tabla 3.14 Disposiciones a pagar.....	110
Tabla 4.1 Modelos con parámetros genéricos .....	141
Tabla 4.2 Modelos con parámetros específicos.....	146
Tabla 4.3 Valores subjetivos del tiempo de viaje.....	152
Tabla 4.4 Valores subjetivos del tiempo de caminata .....	153
Tabla 4.5 Valores subjetivos de la frecuencia.....	154
Tabla 4.6 Disposiciones a pagar por el cambio de comodidad baja a estándar .....	155
Tabla 4.7 Disposiciones a pagar por el cambio de comodidad estándar a alta .....	155
Tabla 4.8 Porcentajes de variación de las políticas individuales.....	159
Tabla 4.9 Porcentajes de variación de combinaciones de políticas (1) .....	169
Tabla 4.10 Porcentajes de variación de combinaciones de políticas (4) .....	170

## Índice de Figuras

Figura 2.1 Estructura del Logit Jerárquico .....	33
Figura 2.2 Estructura de árbol para estimación con datos mixtos .....	67
Figura 2.3 Representación de parámetros de PR y PD.....	69
Figura 2.4 Representación de parámetros de PR y PD no iguales .....	70
Figura 3.1 Concesiones de las empresas .....	76
Figura 3.2 Corredores analizados de transporte de viajeros.....	87
Figura 3.3 Estructura jerárquica para estimación mixta .....	108
Figura 4.1 Estructura zonal para la medición de tiempos .....	122
Figura 4.2 Estructura jerárquica para la estimación con datos mixtos .....	130
Figura 4.3 Estimación con datos mixtos con nido real entre alternativas de PR .....	131
Figura 4.4 Variación de la probabilidad de elegir bus ante un aumento de la frecuencia (50%).....	160
Figura 4.5 Variación de la probabilidad de elegir bus ante un aumento de la frecuencia (100%).....	161
Figura 4.6 Variación de la probabilidad de elegir bus ante una reducción de la tarifa (Tarjeta Valor) .....	162
Figura 4.7 Variación de la probabilidad de elegir bus ante una reducción de la tarifa (Tarjeta Cliente).....	163
Figura 4.8 Variación de la probabilidad de elegir bus ante una reducción del tiempo de viaje (10%).....	165
Figura 4.9 Variación de la probabilidad de elegir bus ante un incremento del coste de aparcamiento .....	167