

LIBRO DE ACTAS / *PROCEEDINGS BOOK*



CIT2023

LA LAGUNA, TENERIFE

XV Congreso de Ingeniería del Transporte

14, 15 y 16
de junio de 2023

**INNOVACIÓN
EN MOVIMIENTO**



XV Congreso de Ingeniería del Transporte (CIT 2023)

Facultad de economía, empresa y turismo. Avenida José Luis Moreno
Becerra s/n. Campus de Guajara, 38200. San Cristóbal de La Laguna.



Foro de Ingeniería del Transporte

© **LOS AUTORES**

© **UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA**

Edita: **POSTER 95 S.L.**

ISBN: **978-84-09-48462-1**

ÍNDICE / CONTENTS

11/12	PRESENTACIÓN / PRESENTATION		
13	FORO DE INGENIERÍA DEL TRANSPORTE / FORUM OF TRANSPORT ENGINEERING		
14	COMITÉ ORGANIZADOR / ORGANIZER COMMITTEE		
14	COMITÉ CIENTÍFICO / SCIENTIFIC COMMITTEE		
15	ORGANIZACIÓN Y PATROCINIO / ORGANIZATION AND SPONSORSHIP		
16/17	ACTO DE INAUGURACIÓN Y CONFERENCIA PLENARIA / OPENING CEREMONY AND PLENARY SESSION		
18/19	ÁREAS TEMÁTICAS / CONFERENCE TOPICS		
20	PROGRAMA DEL CONGRESO / CONFERENCE PROGRAM		
43	ACTAS / PROCEEDINGS		
44	Jóvenes investigadores / Young researchers		
45	Teleworking and its impact on mobility in the Region of Madrid Abid Al-Akioui, Andrés Monzón	143	Análisis de la gravedad de los accidentes entre un vehículo de micromovilidad y un vehículo motorizado Almudena Sanjurjo de No, Ana María Pérez Zuriaga, Alfredo García
55	Urban evolution and its relationship with tramway during the 19th and 20th centuries: a gis-based method Irene Méndez-Manjón, Pedro Plasencia-Lozano	153	MaaS potential users' profiles characterisation with a k-means clustering algorithm Iago Medeiros Aguiar, Andrés Monzón de Cáceres, Iria López Carreiro
65	Modelización del diseño de una red de Park-and-Ride con aproximaciones continuas Biel Pallarès Salcedo, Hugo Badia Rodríguez, Miquel Estrada Romeu	153	Analyzing pedestrians' crash injury risk factors in Barcelona Ahmad Aiash, Francesc Robusté
75	Microscopic modeling of Connected Autonomous Vehicles platooning: stability and safety analysis Seshadri Naik Moode, Francesc Soriguera	174	Efectos del tráfico en la contaminación atmosférica. Evidencia empírica en las olas de Covid-19 en la ciudad de Madrid Jorge Bañuelos-Gimeno, Natalia Sobrino, Rosa M ^a Arce
85	Estudio experimental del hueco aceptable para el perfeccionamiento de la maniobra de cambio de carril en vehículos autónomos Sofía Sanchez-Mateo, Alberto Cruz-Ruiz, Felipe Jiménez	184	Resource optimization problems to meet passenger demand in a public transport company Guillermo Esquivel González, Antonio Sedeño Noda, Ginés León Rodríguez
92	Los viajes de las mujeres en América Latina: el costo de oportunidad y la gestión de la demanda del transporte público Laura Daniela Ramírez Leuro, Daniel Andrés Sandoval Pedreros	195	SCALIBUR: technological system to optimize the organic waste collection and transport for its valorization Francisco Vicente Sánchez, César Aliaga, Theodoros Giourkas
103	Policies towards the resilience of road-based transport networks to wildfire events. The Iberian case Erica Arango, María Nogal, Pilar Jiménez, Hélder S. Sousa, José C. Matos, Mark G. Stewart	201	Análisis del efecto de la pandemia de COVID-19 en el uso y la propiedad de coches en ciudades europeas María Vega-Gonzalo, Juan Gómez, Panayotis Christidis
113	Analysis of the Elderly Pedestrian Injury Severity in Urban Traffic Accidents in Spain using Machine Learning Techniques Daniel Gálvez-Pérez, Begoña Guirao, Armando Ortuño	210	BIM-based Assessment of Solar Glare Risk on a Road Section Ana Pérez-García, José Ángel Aranda, Norena Martín-Dorta
123	A Tradable Mobility Credit Scheme Considering Urban Freight Distribution Vehicles Siyu Li, Francesc Robusté	219	Is bus passengers' satisfaction influenced by company's application and website features in long-distance bus services? Shaghayegh Rahnama, Adriana Cortez, Andrés Monzón
133	Preferencias de fuentes de información entre los usuarios de Cercanías Madrid: Elección y Satisfacción Carlos Romero, Clara Zamorano, Andrés Monzón		

229 Economía del transporte | *Transport Economic*

- | | | | |
|-----|--|-----|---|
| 230 | Eficiencia en Costes y Valor Añadido Bruto en el Sistema Portuario Español
Juan José Díaz-Hernández, David José Cova-Alonso, Eduardo Martínez-Budría | 260 | ¿Gastan más las familias españolas en transporte público? Un análisis de los efectos de la gran recesión económica hasta la pandemia de COVID-19
Borja López del Campo, Jorge Bañuelos-Gimeno, Carlos Romero, Rosa Mª Arce Ruiz |
| 240 | Análisis de las Preferencias por la Movilidad como un Servicio en Entornos Turísticos
Rosa Marina González, Concepción Román, Juan Carlos Martín, Raquel Espino, Imanol L. Nieto-González, Ginés Guirao, M. Candelaria Gil | 269 | Comparación de patrones estacionales en llegadas diarias de pasajeros de líneas aéreas
Gloria Martín-Rodríguez, José Juan Cáceres-Hernández |
| 250 | Public-private partnerships in European high-speed railway infrastructures: case studies
Mario González-Medrano, José-María Rotellar-García | | |

279 Logística y transporte de mercancías | *Logistics and freight transport*

- | | | | |
|-----|---|-----|--|
| 280 | ¿Cómo lograr una distribución urbana de mercancías sostenible? Perspectiva de los stakeholders
Laura Garrido, Juan Nicolas Gonzalez, Jose Manuel Vassallo | 380 | Diseño de una herramienta para la gestión de un servicio de transporte de emergencias utilizando las APIs de google maps
María Jesús López Boada, Javier García Guzman, Daniel García Pozuelo-Ramos, Jose María Armingol Moreno, María Araceli Sanchis de Miguel, Hortensia Elena Amaris Duarte, Jose Manuel Molina Lopez, Roberto Losada Maestre, María Jesús Nieto Sanchez, Juanita Pedraza Córdoba, Beatriz López Boada |
| 290 | The LogiSmile project – Piloting autonomous vehicles for lastmile logistics in European cities
Clément Lemardelé, Albert Baldó, Laia Pagés, Adina Aniculaesei, Andreas Rausch, Mariona Conill, Lars Everding, Thomas Vietor, Torben Hegerhorst, Roman Henze, László Mátyus, István Tóháti, Vidal Roca, Alberto Sanfeliu, Angel Santamaria-Navarro | 390 | From road freight transport outsourcing chains to complex collaborative networks: a case study
Aitor Salas-Peña, Juan Carlos García Palomares, Blanca Rosa Cases Gutiérrez |
| 300 | Commercial agreements with retailers to strengthen an early response to earthquakes in an area of Mexico City
Luis Reynaldo Mota-Santiago, Angélica Lozano | 400 | Dynamic routes for waste collection in tourist destinations
Helí Alonso, Beatriz Gutiérrez, José Andrés Moreno-Pérez, Julio Brito Santana |
| 310 | Analysis of explanatory variables for estimating freight trip attraction in a commercial area in Mexico City
Adrián Esteban Ortiz-Valera, Angélica Lozano | | |
| 320 | Sistema inteligente para la gestión predictiva de la estancia y tránsito de vehículos pesados
Sergio Benítez-Delgado, Israel López-Plata, Belén Melián-Batista, Airam Expósito-Márquez, Christopher Expósito-Izquierdo, J. Marcos Moreno-Vega | | |
| 330 | Fire hazard reduction in ro-ro spaces by means of using a cargo distribution algorithm including fire risk management during the stowage process
Francisco Rodero Blánquez, África Marrero | | |
| 340 | Posicionamiento de los puertos en la transición energética. Desafíos y oportunidades del concepto de puerto verde
Alberto Camarero Orive, Javier Vaca Cabrero, María Nicoletta González Cancelas, José Ignacio Parra Santiago, David Díaz Gutiérrez, Francisco de Asís de Manuel López | | |
| 349 | Using Heuristics to Enhance Real-Life Warehouse Replenishment Processes in the Fashion Industry
Juliana Castaneda, Erika M. Herrera, Julio C. Londoño, Javier Panadero, Ángel A. Juan | | |
| 359 | Analysis and simulation of the capacity of the PLAZA intermodal railway station as a future rail motorway terminal
Jaime Escobar de la Iglesia, Emilio Larrodé Pellicer | | |
| 369 | Modelo de decisión para la evaluación de los criterios críticos de éxito de una operación de transporte sincromodal ferrocarril-carretera
Shaghayegh Rahnama, Victoria Muerza Marín, Emilio Larrodé Pellicer | | |

411 Movilidad inteligente y nuevas tecnologías / *Smart mobility and new technologies*

- 412 **Clasificación de tipologías de vehículos mediante LiDAR 3D en la infraestructura**
 Felipe Jiménez Alonso, Alberto Cruz Ruiz, Miguel Clavijo Jiménez, Guillermo Sánchez Gutiérrez-Cabello
- 422 **Sistema de seguimiento de trayectoria de un vehículo mediante control H ∞ por realimentación de salidas considerando perturbaciones en las medidas**
 Manuel Jiménez Salas, Miguel Meléndez Useros, Fernando Viadero Monasterio, María Jesús López Boada, Beatriz López Boada
- 432 **Light-field and stereo cameras solutions applied to automotive industry**
 Miguel Jiménez-Gomis, Ricardo Oliva-García, José Manuel Rodríguez-Ramos
- 440 **A Tourist Trip Design Problem involving capacity issues: model and heuristic resolution**
 Dolores R. Santos-Peñate, José A. Moreno-Pérez, Clara Campos-Rodríguez, Rafael R. Suárez-Vega
- 450 **Análisis de la deformación y deterioros en pavimentos de carreteras debido al tráfico de vehículos pesados autónomos con modelos de elementos finitos**
 Carlos Alonso Troyano, David Llopis Castelló, Alfredo García García
- 460 **Validation of a driving simulator for speed research on two-lane rural roads**
 Santiago Higuera de Frutos, Marta Sáez Torner, María Castro Malpica
- 470 **GNSS data analysis, positioning and attitude determination using neural networks for air navigation**
 Raúl de Celis, Luis Cadarso
- 478 **Análisis de la velocidad automatizada en vehículos de nivel SAE2**
 Griselda López Maldonado, Sara Moll Montaner, David Llopis Castelló, Francisco Javier Camacho Torregrosa, Alfredo García García
- 488 **Microsimulation of the platooning of connected automated vehicles on freeways**
 Laura Oriol, Margarita Martínez-Díaz, Marcel Sala, Francesc Soriguera
- 498 **Pagos digitales como transformación del transporte público**
 Natalia Aldanondo Sánchez, Carlos Acha Ledesma
- 504 **Movilidad urbana en el temporal Filomena: un análisis a partir de datos de telefonía móvil en Madrid**
 Yeray Cara Santana, Enrique Santiago Iglesias, Borja Moya Gómez, Juan Carlos García Palomares
- 514 **Balizas para el carril BUS VAO ITS de Tenerife**
 Paula González de Chaves Assef, Miguel Pintor Sepúlveda
- 523 **Ecosistema virtual portuario: hacia los metapuertos**
 Javier Vaca Cabrero, María Nicoletta González Cancelas, Alberto Camarero Orive, David Díaz Gutiérrez, Francisco de Asís de Manuel López, José Ignacio Parra Santiago
- 533 **Aplicación de datos de vehículos conectados para la planificación del transporte**
 Rodrigo Vázquez Alonso, Carolina Schallibaum
- 543 **Health Care Logistics in Depopulated Mountainous Areas: the case of Lleida's Pyrenees**
 Cristian Castillo, Laura Calvet, Javier Panadero, Eduard J. Alvarez-Palau, Marta Viu Roig, Angel A. Juan
- 553 **Recommendation of tourist itineraries with transport mode selection**
 Cristina G. Navasa, Helí Alonso, José Andrés Moreno-Pérez, Julio Brito
- 563 **Urban crowdsensing by personal mobility vehicles to manage air pollution**
 Pilar Jiménez, José Santa, Jesús Rubio-Aparicio, Emilio Ramos, Ramón Martínez, Esteban Egea-López
- 573 **Real options of distributed DAS sensing applied to transport engineering**
 Ignacio Robles Urquijo, Adolfo Cobo García, Luis Rodríguez Cobo, M^a Ángeles Quintela Incera
- 583 **Smart on-Road Technologies and Road Safety: A short overview**
 Francesco Angioi, Alberto Portera, Marco Bassani, Juan de Oña, Leandro L. Di Stasi
- 593 **MaaS. El punto de vista del operador de transporte público.**
 Natalia Aldanondo Sánchez, Carlos Acha Ledesma
- 598 **Keys to MaaS development. A qualitative approach based on the expectations of potential users**
 Guadalupe González-Sánchez, Elvira Maeso-González, Francisco José Ávila-Giménez, María Isabel Olmo-Sánchez
- 608 **Spatial allocation of polling places considering urban mobility applied to Santiago, Chile**
 Marcos Medina-Tapia, Tamara Sawady, Andrea Alvarado, Ricardo Crespo, Miquel Estrada, Benjamín Julio

618 Movilidad urbana | Urban Mobility

- 619 **Evolution of public transport demand in the Region of Madrid because of the Covid-19 pandemic**
 Ángel D. Alonso Herrero, Andrés Monzón de Cáceres
- 629 **Uber y Cabify, ¿complemento o competencia del transporte público para reducir los accidentes urbanos? El caso de Madrid**
 María Flor García, Armando Ortuño Padilla, Begoña Guirao Abad, Jairo Casares Blanco
- 639 **MaaS. Análisis de una experiencia piloto. El caso de ZUM en Zaragoza**
 Antonio García Pastor, Clara Moreno, Nadim Matuk
- 650 **¿Cuál es el efecto de las políticas de transporte vinculadas a objetivos medioambientales en la demanda de aparcamiento en Madrid (España)?**
 Juan Nicolás González, Juan Gómez, Jose Manuel Vassallo
- 660 **Urban Form Factors at Trip Origin and Destination as Determinants of Car Use: Evidence from Madrid Region**
 Anna Ibraeva, Andrés Monzón de Cáceres, Elena López
- 670 **Evaluation of urban bus service quality in a medium-sized city: Case study Oviedo**
 Shireen Al Suleiman, Adriana Cortez, Andrés Monzón
- 680 **Enabling Smart Urban Logistics: The Role of Open Data in Pamplona Mobility**
 Anas Al-Rahamneh, Adrián Serrano-Hernández, Aitor Ballano Biurrun, Javier Faulin
- 690 **The 15-Minute City: Analysing Accessibility to Essential Daily Destinations by Active Mobility in Seville**
Miklós Radics, Panayotis Christidis, Borja Alonso Oreña, Luigi dell'Olio
 Security and safety of public transportation in irregular settlements of the Metropolitan Zone of México City
 Clemencia Santos Cerquera, Angélica Lozano
- 709 **La movilidad laboral cotidiana de los trabajadores de los hoteles del Grupo Fedola en Costa Adeje (Tenerife)**
 Fernando Davara Méndez, Moisés Simancas Cruz, David Suarez Perera
- 719 **NEOMOVILIDAD: Hacia la implementación de un sistema de transporte bajo en carbono en La Habana**
 Reynier Campos Pompa
- 726 **Demand forecast on bike-sharing station using machine learning regression analysis**
 Enrique Jiménez Meroño, Francesc Soriguera Martí
- 736 **Instrumentalización de un patinete eléctrico para evaluar la seguridad y el confort de la micromovilidad**
 Víctor Just Martínez, Ana María Pérez Zuriaga, David Llopis Castelló, Alejandra Sofia Fonseca Cabrera, Carlos Alonso Troyano, Alfredo García
- 746 **Diferenciación entre los modos de transporte en los carriles bici**
 Juan Benavente Ponce, Andrés Rodríguez Gutiérrez, Patricia Suarez Valero
- 756 **Modelos estadísticos y de aprendizaje automático para predecir las tarifas de viajes compartidos de los VTC**
 Túlio Silveira-Santos, José Manuel Vassallo Magro, Thais Rangel Guilherme Christiano, Anestis Papanikolaou
- 766 **Are Demand Responsive Transport systems really justified to replace conventional bus service?**
 Pau Cardona Olives, Miquel Estrada Romeu
- 776 **Urban mobility of tourism home guests: analysis of the rental homes location and their accessibility to the transport urban**
 Armando Ortuño Padilla, Patricia Valenzuela, Begoña Guirao Abad, Fernando de Mingo López, María Flor García, Daniel Gálvez Pérez
- 785 **Optimisation of urban space based on geometric analysis of parallel parking lots**
 Pedro Plasencia-Lozano, Irene Méndez-Manjón
- 795 **Los servicios municipales de movilidad. El reto de la transformación digital**
 Ofelia Manjón-Cabeza Cruz
- 805 **La pervisión de las licitaciones del transporte público: abecedario de buenas prácticas para cambiar de paradigma**
 Ana Díaz del Consuelo, Andrés García Martínez, Juan Ignacio Alcaide Bazán, Lucía Sarasola Sanz, Antonio García Pastor
- 815 **Un marco conceptual para integrar las TIC en las medidas espaciotemporales de accesibilidad**
 Elizondo-Candanedo, Raúl F., Arranz-López, Aldo., Soria-Lara, Julio A.
- 825 **Nuevas soluciones de movilidad urbana y satisfacción con el viaje**
 Yenis López Esalas, Lidón Mars Aicart, Rosa Arroyo, Beatriz Martín Rollón, Tomás Ruiz
- 835 **La ciudad de los 15 minutos ¿utopía o realidad?**
 Cristina López García de Leániz, Allison Fernández Lobo
- 846 **Satisfacción y frustración de las necesidades psicológicas básicas en la movilidad urbana**
 Beatriz Martín Rollón, Yenis López Esalas, Lidón Mars Aicart, Rosa Arroyo, Tomás Ruiz
- 856 **Regulación motivacional en la movilidad urbana de personas**
 Tomas Ruiz Sánchez, Lidón Mars Aicart, Rosa Arroyo López, Pablo García Garcés

866 Operación y gestión / Operation and management

- 867 **Proyecto Centro de Control de la Movilidad de Gran Canaria**
Rodrigo Pérez Senderos
- 876 **Model for updating traffic counts at level crossings in the spanish railway network**
Jose-Manuel García, Jorge Murillo, Daniel Del-Moral, Francisco Cabrera
- 885 **Cooperative operation of public transport infrastructure to prevent crowding**
Candela Martin, Juan Benavente, Raky Julio, Andrés Monzón
- 895 **Gestión de la velocidad límite de carreteras convencionales con tráfico ciclista mediante microsimulación del tráfico**
Sara Moll, Griselda López, Alfredo García

- 905 **Experimental verification of the methodology to estimate transit dwell time from the Transit Capacity and Quality of Service Manual**
Yaiza Montero-Lamas, Alfonso Orro, Margarita Novales, Graham Currie, James Reynolds

915 Planificación, infraestructuras y servicios / Planification, infrastructures and services

- 916 **Settlement Models Review for Ballasted Railway Tracks as a Tool to Analyze the Influence of the Horizontal Alignment Design on the Maintenance Period**
Ali Alqatawna, Santos Sánchez-Cambronero García-Moreno, María Inmaculada Gallego Giner
- 926 **Assessing the added value of mapping scenario narratives for collaborative transport and urban planning**
Amor Ariza-Álvarez, Julio A. Soria-Lara
- 936 **Planificación estratégica de estacionamientos en vía considerando competencia entre vehículos de pasajeros y de carga**
Maira Milena Delgado Lindeman, José Luis Moura Berodia, Julián Arellana Ochoa
- 943 **Tail assignment-driven aircraft routing model**
Rubén Jiménez Moreno, Francisco López Ramos, Manuel Fuentes González, Luis Cadarso Morga
- 953 **Evaluating the safety impact of employing a dedicated lane for connected and autonomous vehicles on a motorway section**
Tasneem Miqdady, Rocío de Oña, Juan de Oña
- 963 **Posibilidades de recuperación de la calidad de los servicios de Cercanías en España: diagnóstico y propuestas**
Ricardo Insa Franco, Pablo Salvador Zuriaga, Ignacio Villalba Sanchis, Pablo Martínez Fernández
- 973 **Air-rail timetable synchronisation for seamless multimodal passenger travel: a case study for Valencia-Lanzarote door-to-door journey**
Jerónimo Bueno-González, Javier Burrieza-Galán, Oliva C. Cantú-Ros, Clarissa Livingston, Stefano Penazzi, Clara Buire, Aude Marzuoli, Daniel Delahaye
- 983 **A behavioral framework for the evaluation of airport infrastructure investments**
Álvaro Rodríguez-Sanz, Luis Rubio Andrada
- 993 **El mercado de cruceros. Una inversión en auge en el Mediterráneo**
José Ignacio Parra Santiago, David Díaz Gutiérrez, Alberto Camarero Orive, Rodrigo Pérez Fernández, Nicoletta González Cancelas, Javier Vaca Cabrero
- 1003 **Influencia del contenido de cemento en la resistencia de los firmes reciclados con cemento**
Alaitz Linares-Unamunzaga, Hernán Gonzalo-Orden, María Nadia Aponte-Sanjinez, Heriberto Pérez-Acebo
- 1013 **Analytical study of sustainable bituminous pavements with artificial and reclaimed aggregates**
Ángel Vega Zamanillo, Leticia López López, David Gómez Carrascal, Miguel Ángel Calzada Pérez, Evelio Teijón López-Zuazo
- 1023 **International Roughness Index (IRI) prediction models for freeways**
Heriberto Pérez-Acebo, Miren Isasa, Itziar Gurrutxaga, Harkaitz Garcia, Aimar Insausti
- 1033 **Machine Learning Applied to Flexible Pavement Performance Prediction**
Tiago Tamagusko, Adelino Ferreira
- 1040 **Probabilistic international roughness index (IRI) prediction model for a climate homogeneous region**
Ángela Alonso-Solórzano, Heriberto Pérez-Acebo, Alaitz Linares-Unamunzaga, Hernán Gonzalo-Orden
- 1050 **Utilización de ecomateriales para la reconstrucción y recuperación de infraestructuras de carreteras en entornos volcánicos**
Amílcar José Cabrera García
- 1060 **Caracterización de las estructuras territoriales en zonas rurales y su influencia en los servicios de transporte y la movilidad**
David Ramírez-Cajigas, Amparo Moyano, José María Coronado
- 1070 **Diseño de una variante mediante programación matemática: carretera N-640 en Meira (Lugo)**
Pedro Blanco-Valcárcel, Gerardo Casal, Alberte Castro, Duarte Santamarina, Miguel E. Vázquez-Méndez
- 1080 **Estudio del proceso de bateo de vía mediante técnicas de Machine Learning**
Pablo Martínez Fernández, Ignacio Villalba Sanchis, Pablo Salvador Zuriaga, Ricardo Insa Franco

- 11090 **Problemática en el mantenimiento de la vía en placa tranviaria**
Raúl Parra Hermida
- 11100 **Análisis de los parámetros de diseño involucrados en el diseño de la geometría en planta del trazado de las líneas de Ferrocarril de Alta Velocidad y su influencia en el período de explotación y mantenimiento**
Santos Sánchez-Cambronero, Ali Alqatawna, Inmaculada Gallego, Ana Rivas
- 11110 **Integración de las estaciones de ferrocarril de Alta Velocidad en los sistemas de transporte a la demanda en entornos rurales**
Carlos Tejero Beteta, Amparo Moyano Enríquez de Salamanca, Santos Sánchez-Cambronero García-Moreno
- 11220 **Macrosimulación para la planificación de transportes de altas prestaciones. Caso del Área Metropolitana de San Salvador (AMSS)**
Fady Awad Núñez, Andrés Perriñán Fernández, Julián Sastre González, David Álvarez Castillo, Jaime Salom García
- 11330 **Influencia de la percepción de seguridad en el reparto modal de transporte de Madrid**
Teresa López Moreno, María Eugenia López Lambas
- 11440 **Modelo de demanda de transportes: Modelo de la Comunidad de Madrid**
Guillermo Maldonado Riesgo, Elena Fernández Muñoz, María Magdalena Esteban-Infantes Corral
- 11550 **Modelo de decisión de modo y tipología de aparcamiento en la transición hacia la era de la movilidad autónoma**
Andrés Rodríguez Gutiérrez, Luigi dell'Olio, Ricardo Daziano, José Luis Moura
- 11660 **Extending accessibility for multi-modal analysis: the case of Madrid's low emission zone**
Anastasia Soukhov, Javier Tarrío Ortiz, Julio A. Soria-Lara, Antonio Páez
- 11663 **Diseño de redes de movilidad en bicicleta utilizando técnicas de aproximación continua**
Angélica Caicedo Mafla, Miquel Àngel Estrada Romeu
- 11772 **Consideraciones para un diseño integral enfocado en el uso de la bicicleta como medio de transporte**
Daniel Chacón Oviedo, Daniela Segura Segura
- 11881 **Modelización peatonal: auge e importancia para su integración en la movilidad**
M^a del Rocío de la Cal Álvarez, Ángela Barba Muñoz
- 119191 **Universal accessibility and multimodal calm traffic on secondary streets to reduce pedestrian and vehicular conflicts**
Gloria Londoño Mejía, Angélica Lozano Cuevas
- 1201201 **Factores clave para la regulación de patinetes eléctricos compartidos en áreas urbanas: un estudio del caso español**
Natalia Sobrino, Juan Nicolás González, José Manuel Vassallo, María de los Ángeles Baeza
- 1211211 **A Biobjective Optimization Model to decide the lines attending a bus-stop with high passenger demands**
Ginés León Rodríguez, Guillermo Esquivel González, Antonio Sedeño Noda
- 1221221 **Proyecto DIGIZITY. Un paso de gigante en la automatización y conectividad del transporte público**
Borja López López, Antonio García Pastor
- 1231231 **Open Data for Evaluating Transit Systems. Challenges in Converting Real-Time Data into GTFS**
Borja Moya-Gómez, Mariana Giannotti
- 1241241 **Metodología para la estimación de matrices de origen-destino en redes complejas de autobús con tratamiento de transbordos**
Alfonso Orro, Margarita Novales, Ángel Monteagudo, Yaiza Montero-Lamas
- 1251251 **Integrating auto-rickshaws with a BRT system**
Luis Márquez, Víctor Cantillo
- 1262262 **Desarrollos Orientados al Transporte. La experiencia de La Habana (Cuba)**
David Álvarez Castillo, Julián Sastre González, María Cuello León, Reynier Campos Pompa, Lauger Leonel Medina Suárez, Guadalupe Rodríguez Rodríguez
- 1272272 **Fusión de datos pasivos geolocalizados de Google Maps y encuestas tradicionales de movilidad**
Rosa Arroyo López, Tomás Ruiz Sánchez, Ignacio Villalba Sanchis, M^a Lidón Mars Aicart, Angela Santini
- 1282282 **La implantación de un sistema de pago por uso de infraestructuras en España: ¿Qué efecto tendría sobre la equidad social y territorial?**
Keila González Gómez, Juan Gómez Sánchez, Lucía Tapiador Cebrían, José Manuel Vassallo Magro
- 1292292 **What's favoring the expansion of new built-up areas? The correlation between transportation infrastructure and land development in Spain**
Ali Maddahi, Eduard J. Alvarez Palau, Carles Mendéz Ortega
- 1302302 **La Última Milla en América**
Isabel Amat Vall, Julián Sastre González, Martha Gutiérrez Echeverri
- 1312312 **Simheuristics algorithm for the Stochastic Home Social Care Scheduling Problem**
Daniel Badell, Jéssica de Armas
- 1322322 **The role of stakeholders in early planning stages of urban mobility measures: anticipating barriers and challenges**
Marí Luz Brownrigg-Gleeson, Adriana Cortez, Andrés Monzón
- 1332332 **Análisis de las experiencias de viaje de los usuarios del servicio de taxis de la ciudad de Medellín**
Saúl Emilio Rivero Mejía, Katherine Bolaño Restrepo, Carlos Andrés Rodríguez Toro, Andrés Felipe Cossio Galeano, Yesica Alejandra Rodas Cano, Andrés Felipe Delgado Mejía

1342 Seguridad / Safety

- 1343 **Identificación de patrones accidentológicos de ciclistas en España. Periodos: 2000-2015 y 2016-2019**
 Blanca Arenas Ramírez, Almudena Sanjurjo de No, Giovanni Pablo Pillajo Quijia, Edinalva Gomes Bastos, Francisco Aparicio Izquierdo
- 1353 **Utilización de algoritmos de reglas de asociación en la predicción de la gravedad de las lesiones causadas por accidentes en el transporte de mercancías**
 Luis David Berrones-Sanz, Dulce María Monroy Becerril, Esteban Martínez Díaz
- 1364 **Recursos económicos dedicados a las carreteras y sus efectos sobre la seguridad vial de motociclistas en España**
 José Navarro-Moreno, Juan de Oña, Francisco Calvo-Poyo
- 1374 **Un enfoque integral para la evaluación de mejoras en la seguridad vial a lo largo del proceso de inversión**
 Julia Slowy, Francisco Reina Barranco, José Antonio Navarro Moreno
- 1384 **New test methodology for the assessment of bike-pavement skid-resistance**
 Celia Delgado Durán, Daniel Álvarez Mántaras, Jorge Roces García, Luis Ángel Sañudo Fontaneda, Pablo Luque Rodríguez
- 1394 **Cuantificación de los efectos de las incertidumbres de un modelo de amortiguador magneto-reológico en un sistema de suspensión dinámica**
 Ramón Alberto Gutiérrez Moizant, María Jesús López Boada, Beatriz López Boada, María Ramírez Berasategui, Andrés
- 1404 **Ricardo Valdez**
Certifications related to road safety in automotive passenger transport companies
 Héctor Rubén Tarcaya, Antonio Adrián Arciénaga Morales
- 1412 **Análisis de la eficacia del panel que indica la velocidad como medida de calmado de tráfico en carreteras de calzada única afectadas por obras**
 Heriberto Pérez-Acebo, José Manuel Baraibar-Díez, Uxue Arteagabeitia-Villanueva, Ander Atín-Ruiz-de-Viñaspre
- 1422 **Técnicas de Coordinación Semafórica. Evaluación en un Caso Práctico de Estudio**
 Marta Rojo, Andrés Rodríguez-Gutiérrez, Borja Alonso-Oreña, Hernán Gonzalo-Orden
- 1432 **Are panels indicating vehicles' speed an efficient traffic calming measure in short urban areas, when they are placed alone?**
 Miguel Ángel Salas, Heriberto Pérez-Acebo, Robert Ziolkowski, Hernán Gonzalo-Orden
- 1442 **The impact of the cyclist infrastructure type on bike accidents: the experience of Madrid**
 Begoña Guirao, Daniel Gálvez- Pérez, Natalia-Casado-Sanz, Antonio Peco

1452 Sostenibilidad y transporte / Sustainability and transport

- 1453 **Characterisation of oil spills using hyperspectral technology and feature selection**
 María Gema Carrasco García, María Inmaculada Rodríguez García, Juan Jesús Ruiz Aguilar, Javier González Enrique, Ignacio José Turias Domínguez
- 1463 **Emisiones de CO2 evitadas por la implantación de metros ligeros**
 Raúl Parra Hermida
- 1470 **Balance Neto de Carbono en carreteras de la isla de Tenerife**
 C. Gara Ramos Morales, Josefina Hernández Márquez, Miguel Pintor Sepúlveda, Ignacio Demaria Castañeda, Raul J. Pradana Yuste, Marta Espejo Rayo
- 1480 **Air Pollution forecasting using Long Short-Term Memory Networks in the Bay of Algeciras (Spain)**
 María Inmaculada Rodríguez García, María Carrasco García, Juan Jesús Ruiz Aguilar, Javier González Enrique, Ignacio José Turias Domínguez
- 1490 **Collaboration futures in urban and transportation scenarios**
 Alberto Rojas Rivero, Miguel Navarro-Ligero, M.a Eugenia López Lambas, Julio A. Soria-Lara
- 1500 **Impacto en la demanda de las reducciones tarifarias en transporte urbano y metropolitano**
 Javier Abellán Cubría, Clara Moreno
- 1510 **Identification of long-distance tour purpose through ML-based data fusion techniques for combining mobile network and survey data**
 Javier Burrieza-Galán, Ignacio Martín, Francisco Nicolai, Javier Monroig, Javier Torres, Miguel Picornell
- 1520 **Desafío 2050: el uso del escape room como alternativa para el aprendizaje de la movilidad sostenible**
 Silvia Sipone, Andrés Rodríguez Gutiérrez, José Luis Moura Berodía, Marta Rojo Arce
- 1530 **Criterios de sostenibilidad en la planificación y proyectos de transporte y proceso de defensa del cambio climático en infraestructuras de transporte**
 Elena Curto Alonso, María Carpio López
- 1540 **Identifying latent variables for active cycling mobility. An application for university students**
 Raquel Espino Espino
- 1550 **Elección de modo de transporte en los desplazamientos al campus: una aplicación a la ciudad de Valencia**
 Bárbara Vázquez Paja, María Feo Valero, Salvador del Saz Salazar
- 1560 **Uso de herramientas de micro simulación para validar modelos teóricos de estimación de la demanda peatonal**
 Elena Díaz Burgos, Santos Sánchez - Cambroner, Monica Gentili, Ana María Rivas
- 1570 **¿Cómo influye comprar por internet en las pautas de movilidad de la población?**
 Juan Gómez Sánchez, Lucía Tapiador Cebrián, Laura Garrido Maza, José Manuel Vassallo Magro
- 1580 **Low Emission Zones: exploring emerging forms of collaboration in ecological-transition environments**
 Miguel L. Navarro-Ligero, Julio A. Soria-Lara

- 1590 **Dificultades y retos en la implantación de un PMUS en municipios canarios: el caso de la Villa de La Orotava en la Isla de Tenerife**
 Pedro Josafat Brito Castro, Sergio Navarrete González, Eva Luna Romero González, Pablo Oromí Fragoso, Ana María Rodríguez Alloza
- 1600 **Impacto de las Zonas de Bajas Emisiones en el cambio modal**
 Javier Tarrío Ortiz, Juan Gómez Sánchez, Julio Alberto Soria Lara, José Manuel Vassallo Magro
- 1610 **Low Emission Zones Implementation Pathways for medium and small cities: a multi-stakeholder and multi-city approach (LEZIPA)**
 Mohammadnour Mashagba, Juan de Oña, Francisco Calvo-Poyo
- 1620 **Diseño de mezclas bituminosas sostenibles para su uso en carriles bici**
 David Llopis Castelló, Carlos Alonso Troyano, Pablo Álvarez Troncoso, Aida Marzá Beltrán, Alfredo García García
- 1630 **Estudio experimental sobre la incorporación de la fracción mixta del reciclaje de plástico como reemplazo parcial del ligante en mezclas asfálticas**
 Diana Movilla-Quesada, Aitor C. Raposeiras, Luis T. Silva-Klein
- 1641 **Análisis del comportamiento reológico de la interfaz filler-ligante de másticos bituminosos con cenizas volantes**
 Aitor C. Raposeiras, Diana Movilla-Quesada, Manuel Lagos-Varas, Natali Cabrera-Sepúlveda
- 1653 **Análisis de ciclo de vida de mezclas bituminosas con caucho procedente de NFVU introducido por la vía seca y aditivos de mezclas semicalientes para reducir la temperatura de fabricación y compactación**
 Ana María Rodríguez-Alloza, Daniel Garraín, A.R. Pasandín, María del Cristo Adrián de Ganzo
- 1662 **Sustainable road concrete pavements with recycled aggregate from reclaimed asphalt pavement and construction and demolition waste**
 Evelio Teijón López-Zuazo, Ángel Vega Zamanillo, Miguel Ángel Calzada Pérez, Leticia López López, Juan Manuel Refoyo Vara
- 1672 **Análisis de las estrategias para la descarbonización del transporte de mercancías por carretera**
 M^a Victoria Muerza Marín, Emilio Larrodé Pellicer
- 1682 **Impactos de la pandemia en la distribución modal de la movilidad urbana y sus derivadas medioambientales: el caso Cartagena (España)**
 Salvador García-Ayllón Veintimilla
- 1692 **The effects of the COVID-19 pandemic on mobility: what the evidence tells us**
 Clara Soler, Genís Majoral, Sergi Saurí, Jordi Pons-Prats
- 1702 **Análisis del uso de los servicios de moto compartida en la sociedad post-COVID: aplicación a las ciudades españolas**
 María Vega Gonzalo, Álvaro Aguilera García, Juan Gómez Sánchez, José Manuel Vassallo Magro
- 1712 **Research on technologies for highly safe autonomous and connected mobility in complex environments**
 Patricia Navarro, José Ignacio Garrigós, Laura Esteban, Marta Garrido, Nuria Herranz, Javier Zabaleta
- 1721 **Experiencing the Autonomous Bus: Results from a tourist survey**
 María Eugenia López Lambas, Amor Ariza-Álvarez, Julio A. Soria-Lara
- 1731 **Exploring working profiles in the era of teleworking: The case of Madrid (Spain)**
 Iria López-Carreiro, Andrés Monzón, Elena López
- 1741 **Transporte público y accesibilidad universal: Estado de la cuestión y perspectivas post-COVID**
 María Cuello León, Alicia González Marín, Julián Sastre González
- 1751 **Vinculando las percepciones del uso del Metro de Madrid al espacio a partir de datos de Twitter**
 Joaquín Osorio Arjona
- 1760 **Diseño preliminar de una planta de producción de biodiésel en Canarias para el fomento del transporte sostenible**
 Laura Díaz Rodríguez, Karina E. Rodríguez Espinoza, Candela Díaz García, L. Antonio González Mendoza, Douglas J. Escalante Ayala, Alicia Torres Gil, J. Aythami Pérez-Remedios, Rocío Castelo Mato
- 1770 **La digitalización del seguimiento del desherbado químico de infraestructuras como herramienta de minimización del impacto ambiental**
 María Montero Cuéllar, María Berlanga Ruiz, Eva López Martínez, Fernando Ruiz Gámez
- 1779 **Índice de Sostenibilidad para el Transporte Público de la Ciudad de México**
 Luis David Berrones-Sanz
- 1791 **Diseño de encuestas para conocer las preferencias del usuario en el uso de las App móviles que fomenten el transporte público**
 Juan Francisco Coloma, Marta García, Andrés Monzón
- 1801 **Assessing urban bus users' satisfaction in Tangier, a developing medium-sized city**
 Adriana Cortez, Andrés Monzón
- 1811 **Personalización de las aplicaciones de viaje en ciudades medias-pequeñas para conseguir pautas de movilidad más sostenibles**
 Marta García García, Juan Francisco Coloma Miró, Lucía Gil Portillo, Andrés Monzón de Cáceres
- 1821 **Methodology for public passenger transport in developing countries: a survey**
 Carmen Angelina García-Cerrud, Idalia Flores de la Mota
- 1831 **Design and evaluation of a recovery propulsion system: parametric analysis towards the improvement of energy efficiency in air transport**
 Jorge Saavedra, Luis Cadarso
- 1841 **Life cycle assessment of eVTOL vehicles in island system. Case Study: Canary Island**
 Néstor Velaz Acera, Dánae Arcauz Durán, David Borge Diez
- 1851 **Análisis de las emisiones de contaminantes en aeropuertos**
 Raquel Rodríguez Quintana

1861 Vehículos, material móvil y equipos / Vehicles, mobile material and equipment

- 1862 **Influencia de la disposición de la batería AV sobre las sollicitaciones experimentadas por un ocupante de un vehículo eléctrico en una colisión lateral**
Ana L. Olona Solano, Luis Castejón Herrero
- 1872 **Optimización de la estructura de protección de la batería de tracción de un vehículo eléctrico**
Ana L. Olona Solano, Luis Castejón Herrero
- 1882 **Predictive model for the evaluation of liquefied natural gas rail traction on non-electrified routes**
Pablo Luque Rodríguez, Daniel Álvarez Mántaras, Luciano Sánchez Ramos
- 1892 **Factors associated with young drivers traffic accidents in urban areas: the experience of Madrid**
Natalia Casado-Sanz, Begoña Guirao, Daniel Gálvez-Pérez
- 1902 **Platooning of Connected Autonomous Vehicles in freeway traffic: state of the art**
Seshadri Naik Moode, Francesc Soriguera
- 1912 **Route optimization for EV fleets in freight urban distribution with real-time autonomy management and CO2 emissions blockchain-powered tracking**
Emilio Larrodé Pellicer, Juan Bautista Arroyo García, M^a Victoria Muerza Marín
- 1921 **The effect of driving/braking torque vectoring on electric vehicle efficiency**
Daniel Álvarez Mántaras, Pablo Luque Rodríguez, Marta Alonso Villarmarzo, Alberto García Martínez

1931 PREMIOS A PONENCIAS PRESENTADAS POR JÓVENES INVESTIGADORES / AWARD FOR PRESENTATIONS SUBMITTED BY YOUNG RESEARCHERS

1932 AGRADECIMIENTOS / ACKNOWLEDGMENTS

UBER Y CABIFY, ¿COMPLEMENTO O COMPETENCIA DEL TRANSPORTE PÚBLICO PARA REDUCIR LOS ACCIDENTES URBANOS? EL CASO DE MADRID

María Flor García

Dra. Ingeniera Civil, Alicante, España

Armando Ortuño Padilla

Profesor Titular, Universidad de Alicante, España

Begoña Guirao Abad

Profesora Titular, Universidad Politécnica de Madrid, España

Jairo Casares Blanco

Ingeniero Técnico de Obras Públicas, Alicante, España

RESUMEN

La sociedad y las ciudades están experimentando profundos cambios y transformaciones que impactan en la movilidad urbana y metropolitana: la toma de conciencia medioambiental de los ciudadanos –en especial de los efectos que el transporte tiene sobre el medio ambiente y su salud–, el aumento de la población de las grandes áreas urbanas y la extensión de las ciudades, el envejecimiento de la población, la irrupción de relevantes innovaciones tecnológicas, o los nuevos hábitos de consumo –como el comercio electrónico o la economía colaborativa–. La entrada de nuevos servicios como Uber o Cabify está transformando no solo la movilidad urbana y metropolitana –que ha de adaptarse a este nuevo escenario–, sino también el propio concepto de movilidad. En este sentido, el objetivo de esta investigación es evaluar cómo han impactado estas plataformas en las víctimas y heridos por accidentes de tráfico considerando las dos zonas básicas de transporte de Madrid: “Almendra” central y periferia. Para ello, se han utilizado datos de los 21 distritos que componen Madrid para el período 2013-2019. Los resultados obtenidos en este estudio sugieren que la llegada de Uber y Cabify al municipio de Madrid podría estar asociada a una reducción del número de lesiones graves y muertes en accidentes de tráfico, con un mayor impacto en los distritos periféricos de la ciudad, lo que podría confirmar que estos servicios mejoran la oferta en aquellos segmentos de demanda con mayores dificultades para acceder al taxi o al transporte público, convirtiéndose en un modo de transporte alternativo para los conductores de riesgo. Sin embargo, el número de heridos leves ha aumentado en los distritos centrales de Madrid, lo que podría indicar que estos servicios estarían sustituyendo al transporte público urbano.

1. INTRODUCCIÓN

El avance de la economía y el consumo colaborativo ha tenido un fuerte impacto en diversos sectores, en especial en el del transporte con la aparición de compañías como Uber o Cabify que, utilizando las redes p2p, se han hecho un hueco en el entramado del

transporte de personas. Esta situación ha generado un importante debate y consecuencias sobre los sectores clásicos del transporte de viajeros que no ven con buenos ojos la entrada de estas compañías y mucho menos su funcionamiento al margen de cualquier marco regulatorio (Navarro, 2018). Estas plataformas se basan en una aplicación tecnológica de transporte bajo demanda que se descargan de forma gratuita, son sencillas de instalar, simples de usar y las tarifas propuestas por las empresas son más bajas que las establecidas para el taxi tradicional. Por ello, estos servicios aparecen como una buena alternativa al uso del vehículo privado.

Esta era digital ha cambiado la forma de pensar de los jóvenes, donde los teléfonos inteligentes y tablets han sustituido al vehículo privado como icono de libertad. Así lo refleja una encuesta realizada en Madrid, donde seis de cada diez jóvenes entre 18 y 25 años prefieren comprar un móvil/tablet de última generación frente al coche (Cañigüeral, 2014). Este cambio también se está notando en la forma de elegir el modo de transporte. Por ejemplo, en cuanto a cómo estas plataformas influyen o coexisten con la economía tradicional Cramer y Krueger (2016), tras comparar la plataforma Uber con los servicios tradicionales de taxi, concluyeron que UberX logra una tasa de utilización de la capacidad significativamente mayor que la de los taxis. Respecto a otras formas de transporte, existe un conocimiento limitado de cómo estos servicios han impactado en ellas, especialmente en el sistema de transporte público. Por un lado, estas plataformas podrían competir con el sistema de transporte público proporcionando otro modo de transporte alternativo. De hecho, las investigaciones revelan que la llegada de Uber a Estados Unidos está asociada a un descenso en el uso del autobús (Pan y Qiu, 2018; Babar y Burtsch, 2017) y del tren ligero, pero puede ser un modo complementario para el tren de cercanías (aumento neto del 3% en su uso). Por su parte, Clewlow y Mishra (2017) utilizando un método de encuestas, encontraron que las personas que utilizan este tipo de plataformas son menos propensas a utilizar el transporte público. Por otro lado, Uber y Cabify pueden complementar el transporte público al conectar a los usuarios con los centros de transporte cubriendo la "última milla". El transporte público de cercanías suelen dar servicio a los residentes en la periferia de las ciudades distribuidos en un radio geográfico relativamente amplio (Vuchic, 2005). En consecuencia, el último tramo del transporte ("última milla") no suele estar cubierto directamente por el operador de transporte público, sino que los usuarios deben encontrar el camino de ida y vuelta a la parada de transporte.

Estos cambios percibidos en las ciudades donde operan estos servicios han suscitado un gran interés entre los investigadores que han analizado, entre otros, cómo estas plataformas influyen en la seguridad vial de las ciudades donde operan. La mayoría de estos estudios se han centrado en ciudades de Estados Unidos, a excepción de los estudios desarrollados en Chile, Sudáfrica, Gran Bretaña y España (Huang et al., 2019; Lagos et al., 2019; Kirk et al., 2020; Flor et al., 2022). Algunos de estos estudios han observado una reducción en los casos de conducción bajo los efectos del alcohol (Meyer, 2016; Greenwood et al., 2017; Peck, 2017; Dills y Mulholland, 2018; Morrison et al., 2018; Flor et al., 2021), lo que

podría afirmar que Uber y Cabify pueden ser un modo alternativo de transporte utilizado por los tipos de conductores de riesgo -como pueden ser los conductores ebrios-, que corren un mayor riesgo de sufrir accidentes muy graves o mortales. Sin embargo, y tal y como se ha comentado en párrafos anteriores, si los antiguos usuarios del transporte público son los clientes predominantes de Uber, y no los conductores de riesgo moderado (que utilizan como primera opción de transporte su vehículo particular), el número de conductores de riesgo moderado (por ejemplo, los que tienen falta de sueño) en las calles no disminuiría, y por consiguiente, el número de vehículos e incluso el número de conductores de riesgo moderado podría aumentar, lo que podría conducir a un aumento de las lesiones leves (Kirk et al., 2020).

Por todo lo comentado, las variables de análisis seleccionadas fueron:

- el número anual de heridos leves en accidentes de tráfico
- el número anual de heridos graves y muertos en accidentes de tráfico
- el número anual de accidentes (con al menos un herido grave o muerto) en fin de semana o festivo

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Madrid caso de estudio

El municipio de Madrid presenta una típica estructura radio concéntrica a partir de su núcleo central denominado “Madrid Almendra” y que prácticamente coincide con la superficie urbana delimitada por la autopista de circunvalación M-30, tradicionalmente comprendida por los siete distritos de: Centro (1), Arganzuela (2), Retiro (3), Salamanca (4), Chamartín (5), Tetuán (6) y Chamberí (7), aunque el propio Ayuntamiento de Madrid también incluye, a veces, parte de un octavo, el distrito de Moncloa-Aravaca (9). Los distritos externos a esta vía perimetral, constituyen la corona denominada “Madrid Periferia” (Consortio de Transportes de Madrid, 2018) (Figura 1a).

Estos distritos periféricos se caracterizan por ser zonas de desarrollo urbano sin apenas conexión entre sí, debido principalmente a que la red de transportes está muy enfocada hacia los movimientos centro-periferia y prácticamente no tiene en cuenta los movimientos entre periferias (Figura 1b y 1c). Así lo reflejan los datos en cuanto a distribución modal, por zonas básicas de transporte, se refiere: más de la mitad de los viajes que tienen como origen y destino “Madrid Almendra” se realizan a pie, un valor muy elevado y que es consecuencia tanto de la compacidad y pluralidad de usos de esta zona de la ciudad. El resto de viajes se realizan en transporte público (73% de los motorizados), siendo el uso del coche muy residual. La utilización del transporte público también es mayoritaria en los desplazamientos radiales entre “Almendra” y Periferia (dos tercios de los motorizados) como consecuencia de la excelente oferta radial de todos los modos públicos. Por el contrario, en los desplazamientos que se producen íntegramente en la periferia la

utilización del coche es mayoritaria en los modos motorizados (56%) (Ayuntamiento de Madrid, 2019).

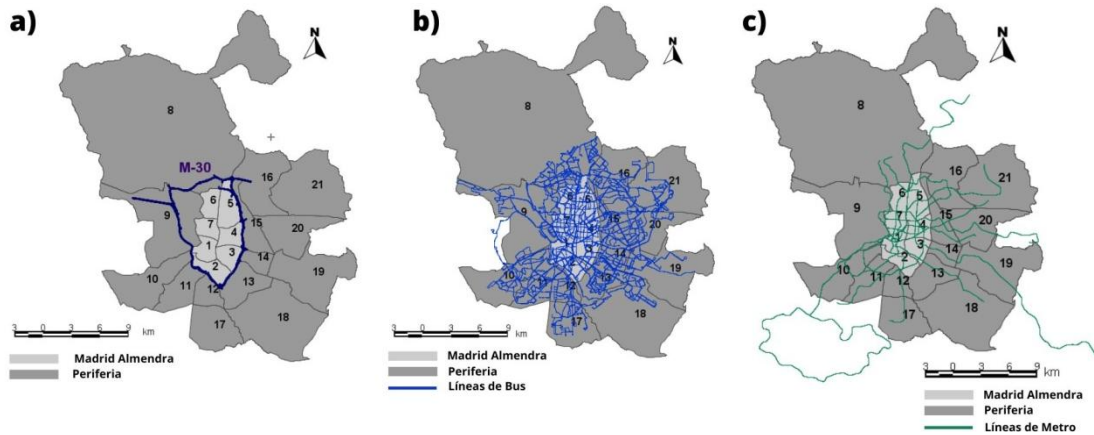


Fig. 1 – (a) Zonas de transporte, (b) Líneas de autobús, (c) Líneas de Metro. Fuente: elaboración propia.

1-Centro; 2-Arganzuela; 3-Retiro; 4-Salamanca; 5-Chamartín; 6-Tetuán; 7-Chamberí; 8-Fuencarral El Pardo; 9-Moncloa-Aravaca; 10-Latina; 11-Carabanchel; 12-Usera; 13-Puente de Vallecas; 14-Moratalaz; 15-Ciudad Lineal; 16-Hortaleza; 17-Villaverde; 18-Villa de Vallecas; 19-Vicálvaro; 20-San Blas-Canillejas; 21-Barajas.

2.2 Base de datos

Madrid ofrece una buena base de datos de seguridad vial para el estudio de los accidentes de tráfico. Los datos de heridos y muertos utilizados en esta investigación se han extraído del Portal de datos abiertos del Ayuntamiento de Madrid. Los ficheros descargados registran los accidentes con heridos, o con daños al patrimonio municipal, clasificados por distritos, durante un periodo de 7 años (2013-2019).

La principal variable independiente utilizada en este estudio es una variable ficticia que varía en el tiempo, y que indica la disponibilidad de los servicios de Uber y Cabify en Madrid. Además, se recogieron y procesaron algunas de las variables más utilizadas en la literatura relacionadas con la seguridad vial (Wedagama et al., 2006; Wier et al., 2009; Ukkusuri et al., 2012), las cuales se clasificaron en cinco grupos: (I) variables socioeconómicas, (II) usos del suelo (III) transporte público y costes, (IV) Políticas de Transporte y (V) Climatología. La mayoría de estudios realizados sobre accidentes y/o víctimas, incluyen una variable de exposición que permite comparar y analizar los resultados obtenidos. La unidad más adecuada para tal fin son los vehículos-km, pero por falta de datos, se ha utilizado una medida aproximada como es la población (Aparicio et al., 2008).

	Máximo	Mínimo	Desviación Estándar	Media	Unidades	Fuente
Variables Dependientes						
Heridos leves	1065	130	215.431	564.014	Heridos y muertos/año	Ayuntamiento de Madrid
Heridos graves y muertos	80	2	16.642	45.326		
Accidentes graves y mortales en fin de semana y festivo	36	1	8.628	17.939	Accidentes/año	
Variables independientes						
Exposición						
Población	261,118	45,721	54,451.08	153,421.7	Habitantes	Ayuntamiento de Madrid

Variable principal						
Uber y Cabify	1	0	0.496	0.571		
Socioeconómicas						
Log Densidad de Población	2.48	0.990	0.472	1.968	Hab./ha	Ayuntamiento de Madrid
Estatus Socioeconómico	7.465	7.090	0.105	7.326	%	Urban Audit
Uso del suelo						
Establecimientos de ocio	6.288	0.325	1.324	1.048	Establecimientos/ha	Ayuntamiento de Madrid
Transporte Público y Costes						
Log Paradas de Autobús	2.992	2.520	0.118	2.829	Hab./Paradas Bus	Consortio Regional de Transportes de Madrid (CRTM).
Log Estaciones Metro&Cercanías	4.491	3.657	0.218	4.095	Hab./Estación	
Precio del Diesel	1.385	1.061	1.107	1.221	€/litro	Ministerio de Transición Ecológica
Precio de la Gasolina	1.483	1.216	0.086	1.345	€/litro	
Políticas de Transporte						
Log Aparcamientos Residenciales&Rotacionales	4.237	2.324	0.488	3.544	Aparcamientos/distrito	Ayuntamiento de Madrid
Zona de Bajas Emisiones	1	0	0.824	0.006		
Climatología						
Log Lluvia	2.053	1.778	0.097	1.947	Días lluvia/año	AEMET

Tabla 1 – Resumen de variables. Fuente: elaboración propia

2.2 Métodos estadísticos

Para analizar datos de frecuencia de accidentes, es habitual aplicar modelos como la regresión de Poisson, binomial negativa (NB), binomial negativa cero-inflada (ZINB) y el análisis multivariado, pero se deben probar las limitaciones en la metodología disponible (Casares et al., 2019).

En este caso, el número de heridos leves, número de heridos graves y muertos y número de accidentes en fin de semana y festivos en el conjunto de datos recopilados por distrito presentaban sobredispersión, lo que significa que la varianza excede a la media y, por tanto, el modelo de Poisson no es adecuado. Además, para el presente estudio se han recopilado los accidentes producidos en los 21 distritos que componen el municipio de Madrid durante siete años (2013-2019), es decir, se dispone de información de varios individuos (distritos) en un momento dado durante varios períodos de tiempo (conjunto de años), y la mejor manera de tratar estos datos es a partir de una estructura de datos de panel de corte transversal, por lo tanto no se puede utilizar el análisis multivariado. En consecuencia, los modelos más comunes aplicados con datos de panel transversales y de sobredispersión son el modelo binomial negativo y el Zero-inflated negative binomial -o modelo ZINB-. Este último se aplica cuando la base de datos tiene una gran cantidad de observaciones de choque cero, por lo que el modelo más apropiado para este caso es el binomial negativo, que puede explicar la dispersión excesiva.

Sin embargo, en el caso de los accidentes de tráfico, es habitual que las observaciones de un mismo grupo estén correlacionadas en términos de espacio y/o tiempo, debido a factores no observados que pueden existir en los mismos grupos. Una forma de dar cuenta de esta correlación, así como de la heterogeneidad no observada, es aplicar un modelo binomial negativo de efectos aleatorios (RENB). Por ejemplo, Chin y Quddus (2003)

utilizaron un modelo RENB para investigar las variables que contribuyen a los accidentes de tráfico en las intersecciones señalizadas de Singapur. Shankar et al. (1998) identificaron el modelo binomial negativo de efectos aleatorios (RENB) como el más adecuado para modelizar las frecuencias de los accidentes en cruces de medianas en relación con variables geométricas y de tráfico en el estado de Washington. Todos estos estudios han considerado que el modelo RENB es adecuado para las variables (es decir, geométricas y de tráfico) que probablemente tengan efectos específicos de localización. Además, desde un punto de vista analítico, los modelos RENB ofrecen ventajas en términos de transferibilidad y actualización del modelo (Kweon y Kockelman, 2005; Lord y Mannering, 2010; Washington et al., 2010).

Por todo lo anterior, el modelo seleccionado para este estudio es una regresión binomial negativa de efectos aleatorios (RENB), que presenta la siguiente estructura:

$$E(A_{it}) = \exp(\beta X_{it} + u_i + \varepsilon_{it}) \quad (1)$$

donde $E(A_{it})$ representa el número pronosticado de accidentes a lo largo de la sección i en el año t , X_{it} es el vector de variables explicativas, β es el vector del parámetro estimable, ε_{it} es el vector de los errores residuales y representa los efectos aleatorios para el grupo de localización i^{th} y $\exp(u_i)$ es gamma distribuida con media 1 y varianza i , donde i es el parámetro de sobre dispersión en el modelo binomial negativa. El modelo RENB permite que el parámetro de sobre dispersión varíe aleatoriamente entre grupos y asume que $1 / (1 + a_i)$ sigue la distribución beta de Beta (r, s) (Shankar et al., 1998; Hausman, 1984).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la tabla 2 muestran que el número de heridos graves y muertos (modelo 1) se ha reducido tanto en "Madrid Almendra" como en la periferia. También el número de accidentes -con al menos un herido grave o muerto- se ha visto reducido en ambas zonas (modelo 3). Estos resultados refuerzan la hipótesis de que este tipo de servicios actúan como modo de transporte alternativos para los conductores de riesgo (personas que pueden haber consumido alcohol), ya que garantizan un modo de transporte seguro para volver a casa en momentos en los que el transporte público es más reducido (noche y fines de semana).

Variables independientes	Variables dependientes		
	Modelo 1 Heridos graves y muertos	Modelo 2 Heridos leves	Modelo 3 Accidentes mortales y graves en fin de semana y festivo
Socioeconómicas			
Log densidad de población	0.288***(2.38)	0.246*(1.96)	0.259 ⁺ (1.77)
Estatus socioeconómico	-0.110(-0.16)	-0.435(-0.86)	-0.282(-0.35)
Usos del suelo			
Establecimientos de ocio	0.0511(1.07)	0.0816*(2.15)	0.121*(2.17)
Transporte Público y costes			
Log paradas de autobús	-1.678**(-3.06)	-1.492**(-3.10)	0.0663(0.17)
Log Estaciones METRO-Cercanías	-0.251(-0.78)	0.0891(0.30)	-0.176(-0.48)
Coste del Diesel	-5.848***(-5.83)	0.212(0.68)	-5.174***(-4.07)
Coste de la Gasolina	6.517***(-4.95)	-0.198(-0.48)	5.749***(-3.45)

Políticas de Transporte			
Log Aparcamientos Rotacionales y Residenciales	- 0.0295(- 0.27)	0.0422(0.53)	0.0668(0.49)
Zona de Bajas Emisiones	-0.836**(-2.75)	-0.0706(-1.09)	-0.699*(-2.16)
Climatología			
Log Lluvia	-0.0493(-0.20)	-0.0927(-1.19)	0.0132(0.04)
Interacción			
Uber/Cabify*Almendra	-0.305***(-4.91)	0.0571*(2.02)	-0.0278***(-3.57)
Uber/Cabify*Periferia	-0.549***(-3.63)	-0.246*(-1.65)	-0.497**(-2.65)
Exposición			
Ln(Población)	1	1	1
Número de observaciones (n)	147	147	147
Log likelihood	- 532.27079	- 767.019	-430.147
Wald chi2	223.64	133.33	138.61
Prob>chibar	0.000	0.000	0.000
/ln_r	5.426***(10.41)	4.508***(13.24)	6.512***(5.77)
/ln_s	5.139***(9.15)	4.880***(13.60)	4.391***(7.32)
LR test vs. pooled: chibar2(01)	10.40	165.50	7.71
Prob >= chibar2	0.001	0.000	0.003
Hausman Test: chi2(8)			
Prob > chi2	14.82	10.21	5.27
Hausman Test: chi2(8)			
Prob > chi2	0.0723>0.05	0.5120>0.05	0.9174>0.05

***Significativo al nivel 0.001 **Significativo al nivel 0.01 *Significativo al nivel 0.05 +Significativo al nivel 0.1

Tabla 2 – Resultados del modelo estimado (estadísticas z entre paréntesis). Fuente: elaboración propia.

Los heridos leves (modelo 2) también se han visto reducidos un 25% en los distritos periféricos de la ciudad -aunque el coeficiente es débilmente significativo ($p < 0.1$)-. Esto podría deberse a que estos distritos, cautivos del vehículo privado por una menor infraestructura de transporte público, podrían haberse visto atraídos por estos servicios dada la flexibilidad que ofrecen y el bajo coste del servicio, consiguiendo así reducir el número de vehículos privados y por consiguiente, el número de conductores de riesgo moderado -más propensos a sufrir accidentes con lesiones leves-.

No obstante, el número de heridos leves ha aumentado en torno al 5.7% en la “Almendra”. Subrayar que en esta zona el 73% de los viajes se realizan en transporte público (Ayuntamiento de Madrid, 2019). Este aumento en el número de heridos leves, reforzaría la suposición de que Uber y Cabify podrían haber sustituido al transporte público, sobre todo al autobús urbano.

4. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos sugieren que el número de heridos leves ha aumentado en la zona centro de Madrid (“Madrid Almendra”) lo que podría indicar que Uber y Cabify podrían haber sustituido al transporte público, sobre todo al autobús urbano. No obstante, el impacto de estos servicios ha sido mayor en los distritos periféricos de Madrid, donde se observa una reducción en el número de heridos graves y muertos y en el número de accidentes graves y mortales en fin de semana y festivo.

Generalmente en estas zonas las personas dependen más de un vehículo privado para sus desplazamientos porque el transporte público es ineficiente. Sin embargo, los resultados

obtenidos apuntan que tras la entrada de estos nuevos operadores, más flexibles y económicos, los residentes de estos distritos más alejados podrían haberse visto atraídos por estos servicios prefiriéndolos al vehículo privado, mejorando la conectividad en estas zonas periféricas ampliando las oportunidades laborales de las personas que allí residen y fomentando el crecimiento económico.

Es importante señalar que este estudio tiene una limitación, que es común a todos los estudios académicos que analizan la asociación de la introducción de estos servicios con las lesiones y muertes por accidentes de tráfico, que está relacionada con la falta de información a nivel individual de los viajes, los conductores y los usuarios de estos servicios. Además, tampoco conocemos el número de usuarios de transporte público a nivel de distrito para comprobar si desde la llegada de Uber el número de usuarios de autobús y metro se ha visto reducido, y confirmar así la sustitución de determinados modos de transporte por Uber o Cabify.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo refleja parte de los resultados de la Tesis Doctoral de María Flor García, desarrollada en el Instituto del Agua y de las Ciencias Ambientales de la Universidad de Alicante gracias a la financiación procedente de las ayudas destinadas a la Formación Predoctoral, derivadas de la convocatoria del Programa Propio del Vicerrectorado de Investigación y Transferencia de Conocimiento para el fomento de la I+D+i en la Universidad de Alicante 2017.

Los resultados de esta ponencia han sido publicados en la revista FRONTIERS IN PSYCHOLOGY: Flor, M., Ortuño, A. & Guirao, B. (2022). Ride-hailing services: Competition or complement to public transport to reduce accident rates. The case of Madrid. *Frontiers in Psychology*. 13:951258. doi: 10.3389/fpsyg.2022.951258

REFERENCIAS

APARICIO, F., BERNARDOS, E., ARENAS, B. D. V., GÓMEZ, Á., y PÁEZ, F. J. (2008). Análisis de la seguridad vial española: un modelo integrado para la evaluación de los principales factores de influencia.

AYUNTAMIENTO DE MADRID. Accidentes de Tráfico en la ciudad de Madrid. *Disponible online:* <https://datos.madrid.es/portal/site/egob/menuitem.c05c1f754a33a9f9be4b2e4b184f1a5a0/?vgnnextoid=7c1843010d9c3610VgnVCM2000001f4a900aRCRD&vgnnextchannel=374512b9ace9f310VgnVCM100000171f5a0aRCRD&vgnnextfmt=default#>

AYUNTAMIENTO DE MADRID. Banco de datos. *Disponible online:* https://www-s.madrid.es/CSEBD_WBINTER/arbol.html

AYUNTAMIENTO DE MADRID. Portal de Transparencia. (2019). Estudio de la Movilidad de la ciudad de Madrid 2019. *Disponible online:*

<https://transparencia.madrid.es/portales/transparencia/es/Transparencia-por-sectores/Movilidad/Trafico/Estudios-Informes-y-Evaluaciones-de-Movilidad/?vgnnextfmt=default&vgnnextoid=1cbc9294e05b9610VgnVCM2000001f4a900aRCRD&vgnnextchannel=6a0a508929a56510VgnVCM1000008a4a900aRCRD>

BABAR, Y. y BURTCHE, G. (2017). Examining the impact of ridehailing services on public transit use. *Disponible en SSRN*, 3042805.

CANIGUERAL, A. (2014). *Vivir mejor con menos: Descubre las ventajas de la nueva economía colaborativa*. Conecta.

CASARES, J., FERNÁNDEZ, P., y ORTUÑO, A. (2019). Built environment and tourism as road safety determinants in Benidorm (Spain). *European Planning Studies*, 27(7), pp.1314-1328.

CHIN, H. C., y QUDDUS, M. A. (2003). Applying the random effect negative binomial model to examine traffic accident occurrence at signalized intersections. *Accident analysis & Prevention*, 35(2), pp. 253-259.

CLEWLOW, R. R. y MISHRA, G. S. (2017). Disruptive Transportation: The Adoption, Utilization, and Impacts of Ride-Hailing in the United States. *Research Report—UCD-ITS-RR-17*

CONSORCIO DE TRANSPORTES MADRID.(2018). Encuesta de movilidad de la Comunidad de Madrid. *Disponible online*: <https://www.crtm.es/conocenos/planificacion-estudios-y-proyectos/encuesta-domiciliaria/edm2018.aspx>

CRAMER, J. Y KRUEGER, A. B. (2016). Disruptive Change in the Taxi Business: The Case of Uber, *American Economic Review*, 106(5), pp. 177-182.

DILLS, A. K., y MULHOLLAND, S. E. (2018). Ride-sharing, fatal crashes, and crime. *Southern Economic Journal*, 84(4), pp. 965-991.

FLOR, M., ORTUÑO, A. y GUIRAO, B. (2022). Does the Implementation of Ride-Hailing Services Affect Urban Road Safety? The Experience of Madrid. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19, 3078

FLOR, M., ORTUÑO, A., GUIRAO, B. y CASARES, J. (2021). Analysis of the Impact of Ride-Hailing Services on Motor Vehicles Crashes in Madrid. *Sustainability*, 13(11), 5855.

GREENWOOD, B. N., y WATTAL, S. (2017). Show Me the Way to Go Home. *MIS quarterly*, 41(1), pp.163-188.

HAUSMAN, J. A., HALL, B. H., y GRILICHES, Z. (1984). Econometric models for count data with an application to the patents-R&D relationship.

HUANG, J.Y., MAJID, F. y DAKU, M. (2019). Estimating effects of Uber ride-sharing service on road traffic-related deaths in South Africa: A quasi-experimental study. *J Epidemiol Community Health*, 73, 263–271.

KIRK, D.S., CAVALLI, N. y BRAZIL, N. (2020). The implications of ridehailing for risky driving and road accident injuries and fatalities. *Social Science & Medicine*, 250, 112793.

- KWEON, Y. J., y KOCKELMAN, K. M. (2005). Safety effects of speed limit changes: Use of panel models, including speed, use, and design variables. *Transportation Research Record*, 1908(1), pp.148-158.
- LAGOS, V., MUNOZ, Á. y ZULEHER, C. (2019). Gender-Specific Benefits from Ride-Hailing Apps: Evidence from Uber's Entry in Chile (12 abril 2019). *Disponible online*: <https://ssrn.com/abstract=3370411>
- LORD, D., y MANNERING, F. (2010). The statistical analysis of crash-frequency data: A review and assessment of methodological alternatives. *Transportation research part A: policy and practice*, 44(5), pp. 291-305.
- MEYER, J. (2016). *Uber Possitive: Why Americans Love the Sharing Economy*; Encounter Books: New York, NY, USA
- MORRISON, C. N., JACOBY, S. F., DONG, B., DELGADO, M. K., y WIEBE, D. J. (2018). Ridesharing and motor vehicle crashes in 4 US cities: an interrupted time-series analysis. *American journal of epidemiology*, 187(2), pp. 224-232.
- NAVARRO, N. A. G. (2018). El arrendamiento de vehículos con conductor (VTC) y su entramado jurídico: el avance de Uber, Cabify y la economía colaborativa. *Revista de Estudios de la Administración Local y Autonómica. Nueva época*, pp. 128-147.
- PAN, Y. y QIU, L. (2018). Is Uber Helping or Hurting Mass Transit? An Empirical Investigation. *An Empirical Investigation (1 de octubre de 2018)*; NET Institute Working Paper; NET Institute: New York
- PECK, J. (2017). New york city drunk driving after uber: Working paper 13. *City University of New York: New York, NY, USA*.
- SHANKAR, V. N., ALBIN, R. B., MILTON, J. C., Y MANNERING, F. L. (1998). Evaluating median crossover likelihoods with clustered accident counts: An empirical inquiry using the random effects negative binomial model. *Transportation Research Record*, 1635(1), pp. 44-48
- UKKUSURI, S., MIRANDA-MORENO, L. F., RAMADURAI, G., y ISA-TAVAREZ, J. (2012). The role of built environment on pedestrian crash frequency. *Safety science*, 50(4), pp. 1141-1151.
- VUCHIC, V. R. (2005). *Urban transit: operations, planning, and economics*. John Wiley & Sons.
- WASHINGTON, S.P. KARLAFTIS, M.G. y MANNERING, F.L. (2010). *Methods Statistical and Econometric for Transportation Data Analysis*. CRC Press
- WEDAGAMA, D. P., BIRD, R. N., y METCALFE, A. V. (2006). The influence of urban land-use on non-motorised transport casualties. *Accident Analysis & Prevention*, 38(6), pp.1049-1057.
- WIER, M., WEINTRAUB, J., HUMPHREYS, E. H., SETO, E., y BHATIA, R. (2009). An area-level model of vehicle-pedestrian injury collisions with implications for land use and transportation planning. *Accident analysis & prevention*, 41(1), pp. 137-145.