

Proyectos de **I+D+i**  
2012-2014



**Bases para un sistema experto que  
permita la identificación probabilística de  
Tramos de Concentración de Accidentes  
(TCA)**



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía  
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Unión Europea

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional





**Bases para un sistema experto que  
permita la identificación probabilística de  
Tramos de Concentración de Accidentes  
(TCA)**

© Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía. Consejería Fomento y Vivienda. Junta de Andalucía. 2013

Grupo TRYSE - Universidad de Granada, INECO

Equipo de investigación: de Oña López, Juan; López Maldonado, Griselda; Garach Morcillo, Laura; Calvo Poyo, Francisco Javier, García Muñoz, Teresa; Sáez Serrano, José Manuel; Basáñez Agarrado, Ana Cristina

Sevilla, 24-03-2014

## 1. Resumen

La siniestralidad en las carreteras es un problema que viene arrastrándose desde el desarrollo del automovilismo en el siglo pasado. Según el informe publicado por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2009), los accidentes de tráfico provocan cada año entre 20 y 50 millones de heridos y un total de 1,27 millones de muertes. Estas cifras hacen que sean considerados como uno de los grandes problemas de salud pública a nivel mundial.

Uno de los puntos clave para conseguir la reducción de accidentes es la identificación de sitios con un potencial riesgo en la ocurrencia del accidente, conocidos como “puntos negros” o en la actualidad “Tramos de Concentración de Accidentes (TCA)”. Particularmente, la identificación, análisis y tratamiento de puntos negros en carreteras ha sido ampliamente considerado como uno de los enfoques más efectivos en la prevención de los accidentes de tráfico (Elvik, 1997).

El concepto general de TCA está asociado a la idea de que en ciertos tramos de una red de carreteras existe mayor riesgo de que se produzcan más accidentes que en otras secciones de similares de características. Este concepto implica una comparación entre los tramos en cuestión y el resto de tramos de características similares, y hace pensar que la mayor frecuencia de siniestralidad en unos determinados tramos pueda ser debida a determinadas características de la carretera y del entorno.

La detección de TCA además de identificar tramos que requieren un análisis exhaustivo para detectar por qué tienen alta tasa de siniestralidad, permite comparar dichos tramos con otros tramos de la carretera que presenten similares características a éstos y puedan ser por tanto, zonas de la red en las que existe mayor riesgo de que se produzcan accidentes.

Actualmente los TCA en las carreteras españolas son identificados mediante una metodología estándar que utiliza únicamente los accidentes ocurridos en un determinado lugar. En este proyecto se plantea el desarrollo de una metodología, basada en el Método Empírico de Bayes, que permita la identificación probabilística de TCAs. Esto supone una mejora de la metodología existente debido a que el Método de Bayes además de basarse en los accidentes observados, se basa en accidentes que previsiblemente ocurrirán en una carretera debido a las características de la misma.

## 1. Presentación del proyecto

### 1.1 Antecedentes

Para los gobiernos de los países desarrollados, los accidentes de tráfico suponen un coste de enorme magnitud, tanto en términos económicos como en términos de consumo de recursos (cada año se deben destinar grandes cantidades de recursos para intentar paliar o disminuir este problema).

En España, la siniestralidad en las carreteras ha mejorado mucho en los últimos años. Es destacable que desde el año 2004 se observa una tendencia decreciente en el número de víctimas mortales producidas por accidentes de tráfico. Este hecho se debe principalmente a diferentes iniciativas relacionadas tanto con las infraestructuras (que han mejorado sustancialmente a lo largo de todo el período de estudio), como con los vehículos (actualmente se posee vehículos más seguros), como con el propio conductor (introducción del carnet por puntos desde el año 2006), así como a una legislación cada vez más estricta que penaliza algunos de los factores que más frecuentemente se encuentran presentes en la ocurrencia de un accidente como son el alcohol o la velocidad; que han contribuido en el desarrollo de esta tendencia decreciente de la accidentalidad (Ministerio del Interior, 2009).

Sin embargo, reducir el impacto socio-económico de los accidentes de tráfico sigue siendo una de las prioridades estratégicas planteadas en los planes de Seguridad Vial (Estrategia de Seguridad Vial 2011-2020).

Para analizar las causas de un accidente es muy importante disponer de un inventario de carreteras que permita analizar las características de la carretera en la que ha ocurrido dicho accidente. Entre los meses de diciembre de 2008 y diciembre de 2010, la empresa INECO desarrolló para el Servicio de Conservación y Dominio Público Viario de la Dirección General de Infraestructuras Viarias de la Consejería de Obras Públicas y Vivienda de la Junta de Andalucía, el contrato: “Inspecciones de seguridad vial en la Red Complementaria de carreteras de Andalucía”. A través de este contrato realizó un estudio completo de la Red Complementaria de carreteras de Andalucía, de modo que se generó un inventario muy completo de las mismas.

Hay dos razones que llevan a utilizar el concepto de TCA:

- La primera tiene como fin seleccionar lugares donde mediante actuaciones locales, generalmente de bajo coste se consigan reducciones significativas en la accidentalidad. Dado que los recursos económicos de las Administraciones son limitados y, es fundamental asegurar, en la mayor medida posible, el uso más adecuado de dichos fondos
- La otra razón es que es de esperar que el trabajo sistemático en el análisis de los TCA proporcione información para el desarrollo y mejora de los estándares de diseño y construcción de carreteras.

Por lo tanto, en este proyecto se plantea un estudio de los TCAs de la Red Complementaria de carreteras de Andalucía, con el objetivo de sentar las bases para el desarrollo de un posible sistema experto que permita la identificación probabilística de los TCA de estas carreteras.

## **1.2 Ámbito de actuación**

Según la Ley 8/2001, de 12 de julio, de Carreteras de Andalucía, la Red de Carreteras de Andalucía está constituida por las carreteras que discurren íntegramente por el territorio andaluz no estén comprendidas en la Red de Carreteras del Estado y se encuentren incluidas en el Catálogo de Carreteras de Andalucía. De acuerdo con dicha Ley, la Red de Carreteras de Andalucía está formada por las categorías de Red Autónoma y Red Provincial, en las que se integran la red viaria de titularidad de la Junta de Andalucía y la Red de titularidad de las Diputaciones Provinciales, respectivamente. La Red Autónoma, a su vez, comprende la Red Básica, la Red Intercomarcal y la Red Complementaria.

Esta investigación se centrará en la Red Complementaria de la red autónoma en la que prácticamente todas sus carreteras son carreteras de dos carriles (o convencionales). Desde el punto de vista de la Seguridad Vial, resulta de vital importancia el estudio general de carreteras convencionales, ya que son las que mayor porcentaje de accidentes recogen; según los datos del Ministerio del Interior (2009), el 75 % de los accidentes se producen en carreteras convencionales, el 20 % en autovías, y el 5% restante en autopistas. Si además analizamos el número de fallecidos, el porcentaje aumenta: el 78% de muertos totales se producen en esta tipología de carreteras.

El reparto por provincias y categorías es el siguiente:

PROVINCIA	RED BÁSICA	RED INTERCOMARCAL	RED COMPLEMENTARIA	TOTAL
ALMERÍA	170,59	357,48	310,16	838,23
CÁDIZ	215,39	372,31	447,28	1.034,98
CÓRDOBA	207,71	631,06	799,40	1.638,17
GRANADA	406,76	604,67	561,52	1.572,95
HUELVA	230,12	392,07	146,87	769,06
JAÉN	260,81	584,27	579,88	1.424,96
MÁLAGA	266,98	477,88	541,98	1.286,84
SEVILLA	285,60	958,02	648,50	1.892,12
<b>TOTAL</b>	<b>2.043,96</b>	<b>4.377,76</b>	<b>4.035,59</b>	<b>10.457,31</b>

*Tabla 1.- Red autonómica de carreteras de Andalucía (kms)*

Este proyecto se centra en las carreteras de la Red Complementaria de Andalucía con IMD superior a 500 vehículos al día. No obstante, la metodología seguida para este trabajo sería totalmente válida para abordar otro tipo de carreteras. De hecho, los resultados del análisis que se realice en este proyecto, posteriormente, podrían ser extrapolables a otras redes de carreteras, como la Red Básica y la Red Intercomarcal, con las debidas precauciones, para tener en cuenta las diferencias existentes entre ambos tipos de redes.

## **2. Objetivos perseguidos y resultados previsibles**

El presente proyecto tiene como objetivo principal mejorar la metodología estándar para detección de TCA utilizada en España mediante la aplicación del Método Empírico de Bayes. La metodología estándar sólo utiliza el número de accidentes registrados para la estimación de un TCA, mientras que la metodología empírica de Bayes está basada en el número de accidentes previstos en una carretera según sus características y en el número de accidentes ocurridos en la misma. Aunque muchos autores coinciden en la recomendación del método Empírico de Bayes, la mayoría de administraciones, al igual que la española, no lo utilizan porque su implantación implica un gran esfuerzo de recogida de datos, e interconexión de diferentes bases de datos de diferentes administraciones.

Los objetivos específicos que se pretenden alcanzar en este proyecto son los siguientes:

- Desarrollar modelos que estimen los accidentes previstos en función de las características de la carretera (eligiéndose las características que proporcionen una mejor predicción de los accidentes).
- Desarrollo del Modelo Empírico de Bayes. Este modelo permitirá una predicción de accidentes basada en los accidentes previstos en un tramo según las características del mismo y en función de los accidentes ocurridos en ese mismo tramo en un determinado período de tiempo.
- Aplicación de la metodología estándar para detección de TCA utilizando los accidentes obtenidos con la Metodología de Bayes y comparación con los resultados obtenidos mediante la utilización únicamente de los accidentes observados.

La aplicación del método Empírico Bayesiano en la Red Complementaria de Carreteras de Andalucía, permitirá mejorar el método de identificación de TCA actual, evitando que se actúe en tramos que realmente son seguros y que erróneamente han podido ser clasificados como peligrosos.

### 3. Aspectos innovadores y justificación del proyecto

El método propuesto en este proyecto para la identificación de TCA supone una innovación en el método de determinación de TCA que se utiliza actualmente en España en dos aspectos fundamentales:

- Utilizará accidentes observados y previstos en función de las características de las carreteras y no sólo accidentes registrados como el método actual.
- Permitirá conocer cuál de los tramos es más o menos peligro permitiendo así a la Administración establecer prioridades de actuación.

Con la realización de este proyecto, la Consejería de Fomento y Vivienda de la Junta de Andalucía dispondrá de una información y metodología completamente innovadoras, actualizadas y de relevancia en cuanto a:

- Metodología para la identificación probabilística de Tramos de Concentración de accidentes basada en las características de las carreteras y en el número de accidentes observados en los últimos años. Esto supone una innovación a nivel nacional e internacional.
- Esta metodología podría integrarse, a posteriori, en el desarrollo de un sistema experto para la identificación de TCA, lo que permitiría colocar a la Consejería de Fomento y Vivienda de la Junta de Andalucía en vanguardia de la I+D+i nacional e internacional en materia de Seguridad Vial.

Además, la realización de este proyecto permitirá desarrollar una metodología que podrá ser extrapolada al estudio de cualquier otra Red de Carreteras (Red Básica o Red Intercomarcal).

### 4. Referencias

Elvik, R., (1997). Evaluations of Road Accident Blackspot Treatment: A Case of the Iron Law of Evaluations Studies. *Accid. Anal. and Prev.*, 29, pp. 191-199.

OMS, Organización Mundial de la Salud, (2009). "Informe Global sobre el estado de la Seguridad Vial: Tiempo para la Acción". Disponible en:

[www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_safety\\_status/2009](http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2009)

Ministerio del Interior, (2009). "Las principales cifras de la Siniestralidad Vial. España 2009." Disponible en:

[http://www.dgt.es/was6/portal/contenidos/es/seguridad\\_vial/estadistica/publicaciones/princip\\_cifras\\_siniestral/cifras\\_siniestralidadl009.pdf](http://www.dgt.es/was6/portal/contenidos/es/seguridad_vial/estadistica/publicaciones/princip_cifras_siniestral/cifras_siniestralidadl009.pdf)





