

# Experiencias sobre seguridad vial

*Modelos sobre la seguridad en carreteras. Racionalidad en las decisiones. ¿Son seguras las vías? Barreras medianas de cables.*

## Modelos sobre la seguridad en carreteras

### Referencia

Gary S. Spring (Merrimack College, North Andover, Massachusetts). *Road Safety: Discussion of State of Practice*<sup>1</sup>. Journal of Transportation Engineering. Vol 131, N° 5, May 1, 2005. ASCE.

El artículo presenta una revisión de los modelos actuales sobre seguridad en carreteras y apunta algunas líneas de interés para investigar. Incluye información histórica sobre esta seguridad en Estados Unidos.

### ♦ Antecedentes

Desde 1896 en que se registró el primer accidente fatal en el mundo, estos han pasado muchas veces, y siguen pasando. La Organización Mundial de la Salud (2004) estima en 1.2 millones de personas las que fallecen cada año en accidentes de carreteras y más de 500 millones resultan heridas.

En Estados Unidos, el desarrollo automovilístico desde 1921 y su progresivo incremento ha ido parejo con el aumento de los accidentes fatales, según se muestra en la Figura 1. Con el número de automóviles en crecimiento, y su posibilidad de viajar a mayor velocidad, también ha aumentado el número de fatalidades.

Los mayores esfuerzos para incrementar la seguridad del tráfico corresponden a los últimos 30 años con disminución de las tasas de fatalidades que aquellas de los años 70s. Todavía sin embargo, muere casi tres veces la gente en carreteras que aquellas que son asesinadas.

Las carreteras continúan siendo un factor de peligro a la salud, bienestar, y economía de la sociedad. Al tiempo de tratar de entender los factores humanos, se dedica tiempo a comprender mejor la geometría, gestión de vías, y mejores herramientas para predecir el desempeño de las carreteras.

---

<sup>1</sup> “Estado del arte” (según traducción de *state of the art*) significa -tomado del diccionario de inglés- lo más avanzado en un tiempo del conocimiento y tecnología. De otra parte, la expresión es atribuida a Aristóteles en cuya época el conocimiento abarcaba: ciencia, arte, y experiencia. La ciencia busca el conocimiento como satisfacción de la curiosidad humana. El arte busca una utilidad del nuevo conocimiento (no importa si es en la ingeniería o en la poesía), aunque el término suele ser asignado a campos distintos a la ciencia y la tecnología. La experiencia es el conocimiento adquirido a través de los oficios.

La práctica se entiende como el ejercicio de cualquier arte o facultad conforme a sus reglas. La expresión “estado de la práctica” (para *state of the practice*) podría entenderse como lo más avanzado que está siendo utilizado del conocimiento y tecnología.

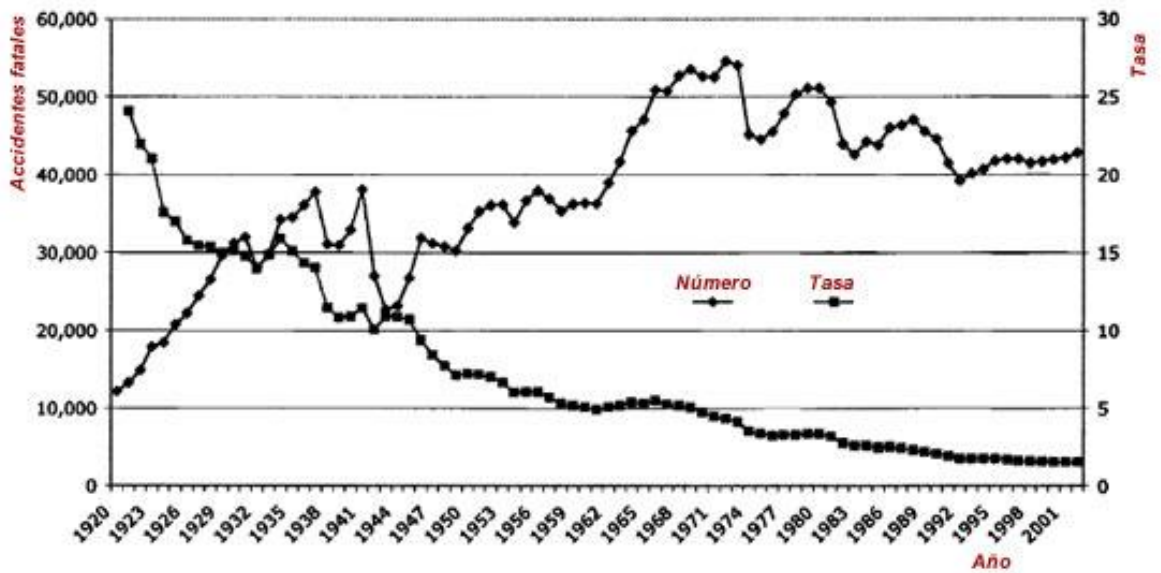
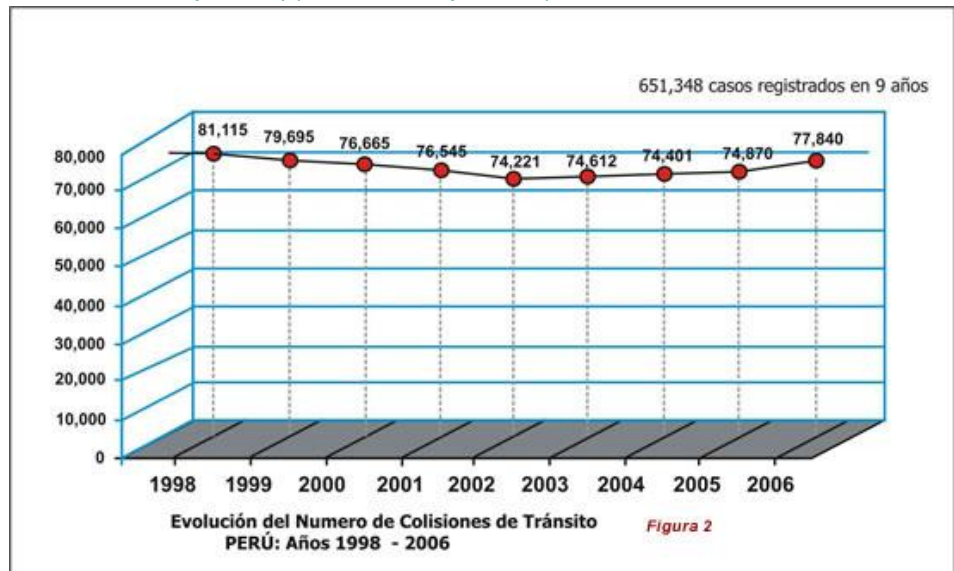


Figura 1. Accidentes fatales en Estados Unidos (1920 - 2001)

Fuente: Secretaría Técnica. Plan Nacional de Seguridad Vial 2007 – 2011. Consejo Nacional de Seguridad Vial. Perú. 24-abril-2007. <http://ditoe.minedu.gob.pe/seguridadvial/materiales/plannacional.pdf>

La siguiente es información gráfica sobre accidentes de tránsito en el Perú, tomada del documento de la referencia y presentada con fines comparativos.





#### ◆ Modelos en seguridad vial

El autor identifica estos modelos a partir de trabajos de investigación últimos como esfuerzos por mejorar la seguridad vial.

Un avance importante corresponde a modelos mejorados de predicción que sustituyen aquellos previos basados únicamente en la recolección de datos empíricos. Los volúmenes de tráfico han sido identificados como variable clave en estos modelos que han dedicado esfuerzos importantes en las zonas de intercambio. También se han considerado aspectos geométricos asociados con las rampas, cambios de velocidad, presencia de curvaturas y radio mínimo, así como la señalización y las distancias visuales a puntos críticos.

Para valorar los modelos hay que tomar en cuenta que las colisiones son eventos muy complejos de difícil representación, con información levantada en un ambiente de confusión, sin posibilidades claras de relacionar las variables en juego.

Los modelos recientes están basados en datos históricos, análisis de regresión, estudios de antes-y-después, y juicios de expertos.

#### ◆ Herramientas para decisión

El artículo distingue cuatro esfuerzos para la toma de decisiones de los diseñadores de carreteras.

- El primero es un paquete de software como Modelo de Diseño para la Seguridad Integrada de Carreteras, que permite evaluar la seguridad y los efectos operacionales de la geometría, que se dispone para una vía rural de dos carriles.
- El segundo es la Auditoría de la Seguridad de Carreteras que debe realizar un equipo multidisciplinario buscando identificar problemas potenciales de seguridad antes de su ocurrencia.
- El tercer esfuerzo es el diseño bajo un contexto sensitivo como un balance entre el diseño geométrico y el desarrollo del proyecto, y que permite identificar los elementos claves de diseño para la seguridad.

- Finalmente, un Manual de Seguridad para Carreteras como herramienta básica para tomar decisiones en base a consideraciones explícitas de las consecuencias de falta de seguridad.

## Racionalidad en las decisiones

### Referencia

Ezra Hauer (University of Toronto, Ontario, Canada). *The Road Ahead*. Journal of Transportation Engineering. Vol 131, N° 5, May 1, 2005. ASCE.

Las decisiones asociadas con la seguridad en carreteras tienen que ver con **factores** como: (1) los viajes efectuados y por efectuar, (2) el modo de vía empleado, (3) la clase de infraestructura en la cual se viaja, (4) la flota vehicular y la tecnología en uso, y (5) las normas de comportamiento y habilidades humanas. Mientras que en el pasado las decisiones estaban basadas en la intuición y el buen juicio, la tendencia es que van por la vía de los hechos y la ciencia. La transición entre lo pragmático a lo racional demanda de conocimientos y de profesionales que lo provean. Este tipo de profesionales necesita ser entrenado, y para apoyarlos se requiere de un conjunto de investigadores.

#### ◆ Introducción

La lista de factores enunciada corresponde a la ampliación de una visión tradicional de la seguridad en las carreteras, que sólo consideraba dos: el mal comportamiento (beber en exceso, manejar a alta velocidad, o manejar sin cuidado) y las malas carreteras (bajo nivel de fricción de las vías, estrecha visualización de las distancias, o señales ilegibles).

A esta visión compleja de la seguridad vial se suma la diversidad de profesionales y otros que toman decisiones (planificadores urbanos, arquitectos, ingenieros municipales, planificadores de transportes, economistas).

#### ◆ Dos estilos en la gestión de la seguridad vial

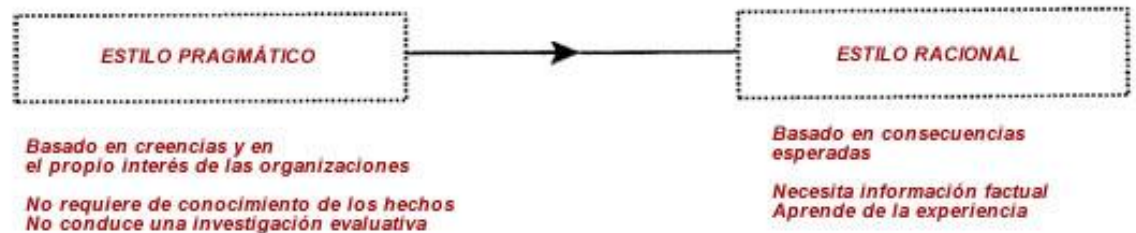


Figura 4. Estilos en la gestión de la seguridad vial

En mérito a lo anterior, el autor apunta la necesidad de transitar de un estilo pragmático a otro racional

El estilo pragmático descansa en creencias populares acerca de la seguridad vial, y en el interés particular de las organizaciones.

- Entre las creencias populares están aquellas sobre la eficacia policial, el cumplimiento estricto de leyes con castigos severos, la necesidad de una mejor educación a los conductores, y pruebas exigentes.

- El interés de las organizaciones en este estilo descansa en la necesidad de ser popular, mostrar interés e iniciativa, mantener el presupuesto y la influencia. Por ello no realizan investigaciones y se basan sólo en la opinión pública.

El estilo racional se sustenta en el deseo de firme reducción de los accidentes de manera eficiente.

- Existe interés en predecir las consecuencias de las decisiones y acciones sobre la seguridad vial evaluando beneficios y costos.
- También se desea mejorar la gestión de la seguridad a la luz de lo aprendido de la experiencia y la experimentación.

#### ◆ **Profesionales de la gestión de la seguridad vial**

Los profesionales de la gestión de la seguridad son los que conducen y suministran el conocimiento factual de la seguridad vial. Quien tiene este conocimiento podrá decidir, por ejemplo, cuándo y dónde instalar una nueva señal de tráfico sobre la base de las mejoras que podrían alcanzarse. Así como existen exigencias de profesionalización en otras áreas, el autor considera que igualmente debe exigirse esta profesionalización en el caso de la seguridad en carreteras.

El autor se pregunta si existe o no la información que debe tener un profesional de la seguridad (aquella que le permite tomar una decisión en base a las consecuencias de la misma). A su juicio, y pese al siglo transcurrido en la construcción de carreteras, no se ha aprendido casi nada respecto a estas consecuencias. Basta ver los planes regionales de transporte para deducir la falta de coordinación en la señalización, por ejemplo. O preguntarse si en el diseño de carreteras, el diseñador considera la futura frecuencia de accidentes y su severidad y estudiar en consecuencia diferentes alternativas. Hay que insistir en que sólo profesionales entrenados y certificados se encarguen de los diferentes aspectos de la seguridad de carreteras.

#### ◆ **De la investigación de la seguridad**

La generación de conocimiento en seguridad vial ha tenido una evolución muy lenta. En atención a la complejidad del tema, el investigador debe:

- Estar entrenado en conocimientos de seguridad vial.
- Entrenado también en métodos de investigación.
- Y considerar la investigación como una carrera de largo plazo que le permita acumular experiencia.

Igualmente, las investigaciones deben:

- Requerir de una revisión exigente para ser publicadas.
- Estar relacionadas con los agentes involucrados en la seguridad, pero manteniendo su independencia.
- Tener continuidad y no ser consideradas como trabajos aislados.

## **De la auditoría de la seguridad vial**

### **Referencia**

Department for Transport. Highways Agency. *The Design Manual for Roads & Bridges. Volume 5. Section 2. Part 2. HD 19/03. Road Safety Audit.* England,

Wales, Scotland and Northern Ireland. June 2010.

<http://www.standardsforhighways.co.uk/dmrb/vol5/section2/hd1903.pdf>

El documento contiene los requerimientos (mandatorios y de recomendación) para las auditorías de la seguridad en carreteras describiendo las etapas en que deben ser conducidas: (1) en la del diseño preliminar, (2) en el diseño detallado, y (3) al completar la construcción. Una cuarta etapa es asociada al monitoreo de accidentes y su relación con la seguridad, el cual se recomienda a los 12 y 36 meses de estar operativa la carretera o el tramo en estudio. En el diseño es necesario incorporar a personal experto en seguridad, el cual no debe formar parte de las auditorías. Los elementos mandatorios de estos estándares alcanzan a todos los usuarios de las carreteras incluyendo a quienes trabajan en ellas.

#### ◆ **Definiciones**

Aquí algunas definiciones tomadas de estos estándares.

**Auditoría de seguridad vial** Es la evaluación que durante el diseño y al final de la construcción (pero antes de su inicio de operaciones) se efectúa para identificar los problemas potenciales de seguridad vial y sugerir medidas para eliminar o mitigar tales problemas. Una auditoría adicional incluye el análisis y reporte de los 12 y 36 meses de la puesta en operación.

**Auditoría interna de seguridad vial** Corresponde al total o parte de la auditoría sobre el esquema de mejoras recomendadas durante las etapas de diseño.

**Esquema de mejoras de carreteras** Todos los trabajos para nuevas construcciones o cambios a las existentes en términos de trazado, curvas, señales y marcas, luces, drenajes, mejoras del paisaje, equipamiento vial.

**Equipo de auditoría** Un grupo que trabaja junto todos los aspectos de la auditoría independientemente del equipo de diseño y designado para este propósito. Se trata de un mínimo de dos personas.

**Explicación de la auditoría** Instrucciones al equipo de auditoría respecto a los alcances y detalles a ser auditados.

**Reporte de auditoría** El reporte producido por el equipo de auditoría describiendo los problemas relacionados con la seguridad de la vía y las soluciones recomendadas a esos problemas.

**Investigación de accidentes** La colección e examen de los datos históricos sobre un periodo determinado para identificar los factores y formas en los cuales han ocurrido los accidentes.

#### ◆ **Listas de verificación**

Los estándares para la auditoría están acompañados de sendas listas de verificación para las etapas de la misma. Por ejemplo, la Tabla 1 está tomada de la correspondiente a la primera etapa al haberse completado el diseño preliminar.

**Tabla 1. Etapa 1 Lista de Verificación al completar el Diseño Preliminar**

<b>Título de la Lista – Ítem</b>	<b>Posibles aspectos</b>
<b>A1 General</b>	
Alcances de los estándares	¿Cuáles son las implicancias respecto a la seguridad vial de los estándares aprobados?
Secciones de cruce	¿Cuán seguras son las secciones planteadas para acomodar drenaje, señales, barreras, luces, y rutas para peatones y ciclistas?
Variaciones en la sección de cruce	¿Cuáles son las implicancias en la seguridad si el estándar difiere en las longitudes de la sección de cruce?
Drenaje	¿La nueva vía drenará adecuadamente?
Mejoramiento del paisaje	¿Podrían entrar en conflicto las modificaciones del paisaje con las líneas visuales (incluso durante condiciones de viento)?
Utilidades y aparatos de servicio público	¿Tienen implicancias en la seguridad y han sido consideradas?
Estacionamientos	¿Existen áreas de estacionamiento lateral o para descanso o recreación? ¿Afectarán la visualización los vehículos estacionados?
Accesos	¿Pueden ser usados todos los accesos en forma segura? ¿Están relacionados los múltiples accesos en un solo servicio de la vía? ¿Hay conflictos al voltear o estacionar vehículos?
Vehículos de emergencia	¿Se ha previsto acceso seguro a los vehículos de emergencia?
Ampliaciones futuras	Donde el esquema vial es de un solo carril ¿es claro para los usuarios? así como las provisiones de ampliación.
Desarrollos adjuntos	¿Pueden los desarrollos adjuntos a la vía causar interferencias o confusión, por ejemplo, con iluminación o señales de tráfico en áreas adyacentes que afecten la percepción del usuario?
Principios básicos de diseño	¿Se han respetado todos los principios de diseño como apropiados para predecir el nivel de uso para todos los usuarios de la vía?
<b>A2 Alineamiento local</b>	
Visibilidad	Los alineamientos horizontales y verticales ¿son consistentes con la visibilidad requerida? ¿Estarán las señales de líneas obstruidas por trabajos temporales o uso permanente, como por ejemplo, por componentes de puentes o vehículos estacionados?
Interferencias con vías nuevas o existentes	¿Es el esquema propuesto consistente con estándares en longitudes adyacentes de vías, y es obvio para el usuario? ¿Podría ocurrir alguna interferencia, por ejemplo, en cimas o vueltas en gradientes fuertes?
Alineamiento vertical	¿Están claras las líneas de subida?
<b>A3 Conexiones</b>	
Trazado	¿Está previsto el giro del vehículo cuando es requerido? ¿Existen líneas para acelerar o desacelerar? ¿Hay islas o ramas menores para ayudar a los peatones en las conexiones? ¿Hay aspectos inusuales que afecten la seguridad de la vía?

**Tabla 1. Etapa 1 Lista de Verificación al completar el Diseño Preliminar**

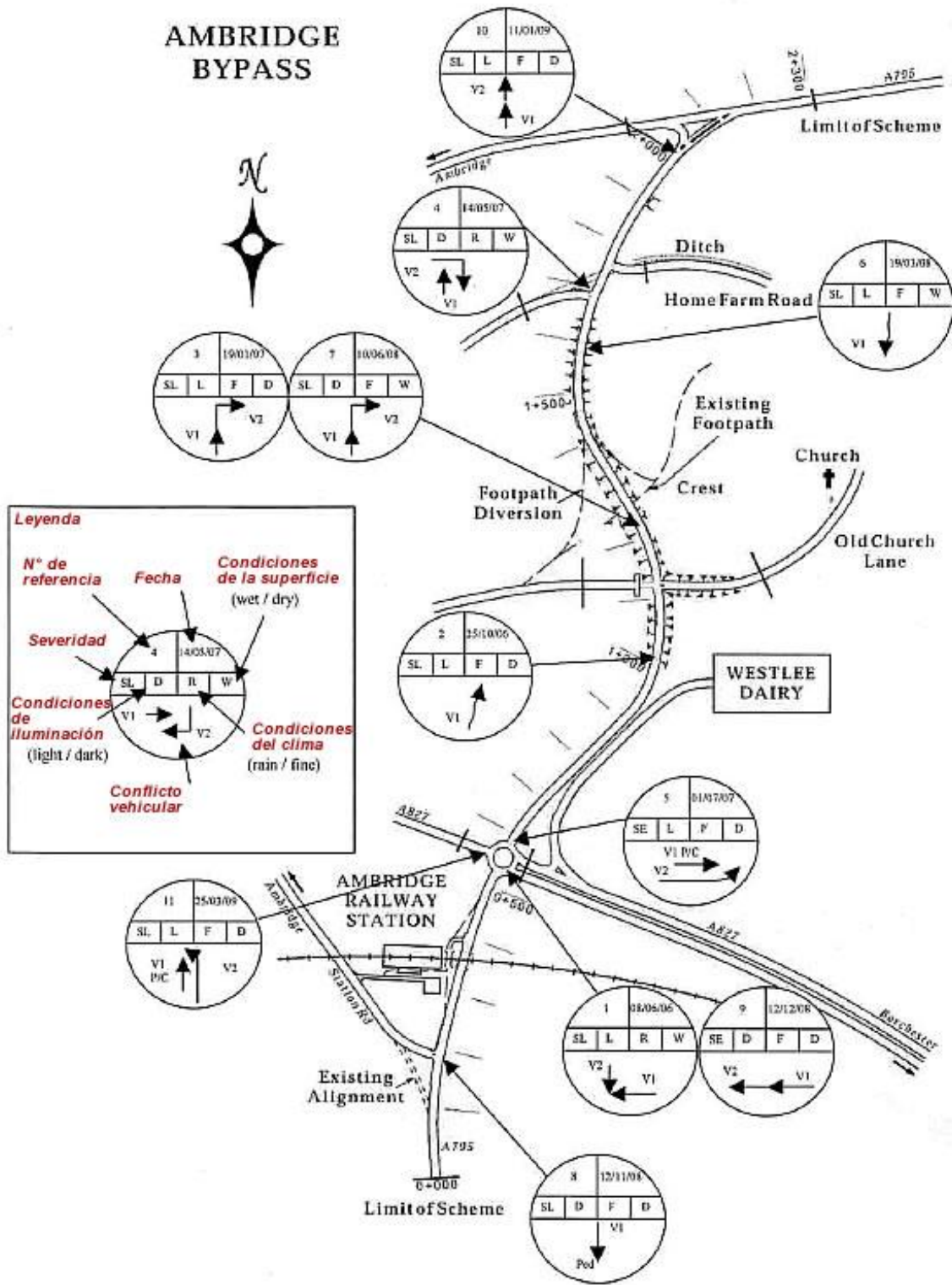
<b>Título de la Lista – Ítem</b>	<b>Posibles aspectos</b>
Visibilidad	¿Son anchos y adecuados los recorridos para todos los usuarios, vehículos, peatones o ciclistas? ¿No hay conflictos al voltear o estacionar automóviles? ¿Están ubicadas las conexiones en una cresta? ¿Tienen las líneas visibilidad adecuada al acercarse y en las conexiones, así como de un ramal menor? ¿Está la visibilidad libre de obstrucciones?
<b>A4 Previsiones para uso no motorizado</b>	
Áreas adyacentes	¿Las áreas adyacentes tienen efectos adversos a la seguridad de la vía?
Peatones y ciclistas	¿Han sido previstas las rutas peatonales y para ciclistas? ¿Han sido tomadas en cuenta las facilidades compartidas entre los grupos? ¿Una banda clara divide la vía peatonal y la de vehículos? ¿Permiten los alineamientos el libre acceso a los usuarios? ¿Los puentes peatonales, o subterráneos, están situados para un uso máximo? ¿Están previstas facilidades para grupos especiales o vulnerables, como niños, mayores, o con alguna discapacidad? ¿Están claras las señales de prevención en curvas o vías férreas? ¿Están estas rutas libres de obstrucciones en postes de luz o señales? ¿Todas las necesidades están cubiertas?
Ecuestres	¿Han sido consideradas todas las necesidades? ¿Involucra la vía áreas de diversión y sus facilidades?
<b>A5 Señales, marcas y luces</b>	
Señales	¿Están todas las señales necesarias?
Luces	¿Está iluminada la vía? ¿Han sido consideradas luces en conexiones y vías adjuntas? ¿Están localizadas las columnas de luces en la mejor posición y la adecuada protección?
Columnas y postes	¿Están colocados en forma apropiada y protegidos?
Marcas de carreteras	¿Ha sido considerado todo tipo de marca?

El manual también contiene las listas de verificación para las otras etapas de la auditoría, las cuales se muestran más detallada que la de la Tabla 1.

◆ **De los reportes**

Además, el manual proporciona un ejemplo de reporte de auditoría de seguridad vial para cada etapa de la misma. Se acompañan con un mapa, tablas y diagramas de frecuencias. El de la Figura 5 corresponde al reporte de accidentes en una auditoría en la etapa 4, después de 36 meses, en un tramo en Irlanda del Norte.

Figura 5. Diagrama de accidentes 1° abril 2006 al 31 marzo 2009



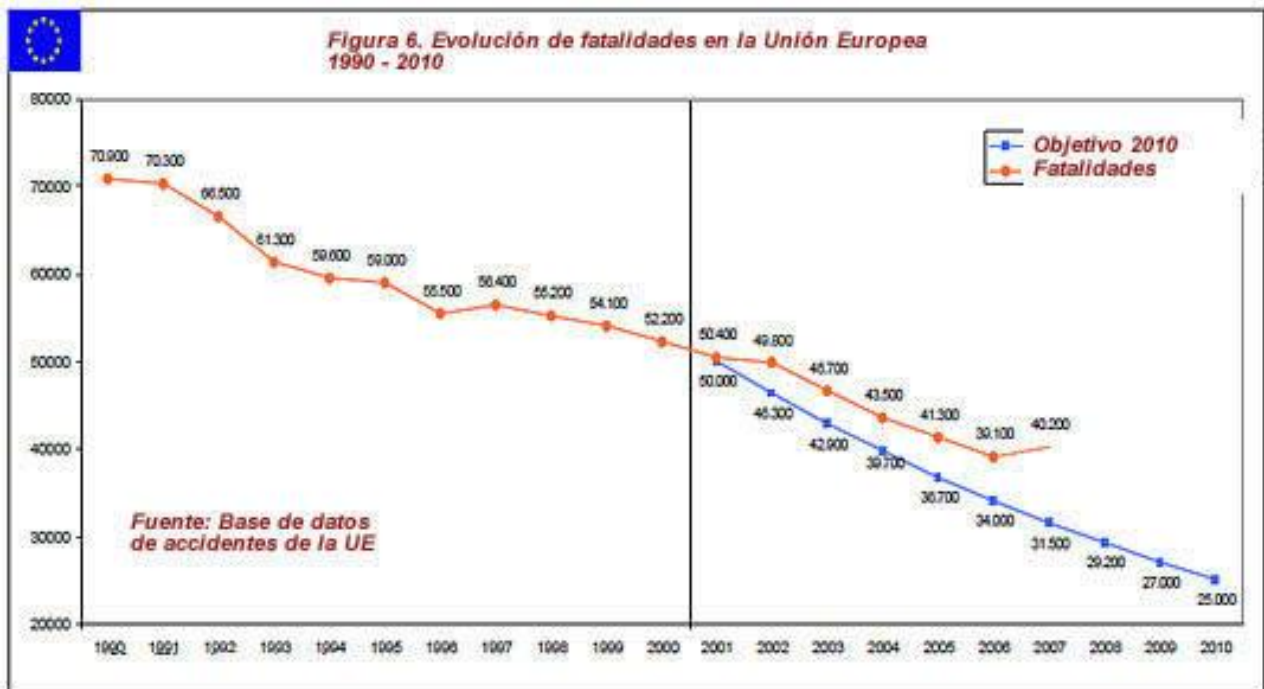
## ¿Son seguras las vías?

### Referencia

Sandro Francesconi (Directorate-General for Energy and Transport. European Commission. *A European Directive on road infrastructure safety management*. EuropRAP International Conference 2007. Unit E3 - Road safety. London, 3 December 2007.

Se adjuntan algunas diapositivas de esta exposición para la Unión Europea con ilustraciones afines a los temas tratados.

#### ♦ Evolución de fatalidades 1990 – 2010



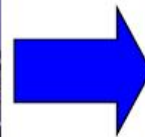
#### ♦ Ejemplos de inseguridad de infraestructura



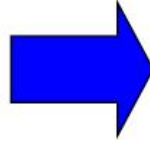


◆ **Medidas de remedios**

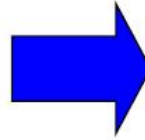
En protección de postes de iluminación.



En barreras de protección.



En protección contra rocas.



## Barreras medianas de cables

### Referencia

M. H. Ray, C. Silvestri, C. E. Conron, and M. Mongiardini (Worcester Polytechnic Institute, Worcester, Massachusetts). *Experience With Cable Median Barriers in United States: Design Standards, Policies and Performance*. Journal of Transportation Engineering. Posted ahead of print March 18, 2009. ASCE.



El artículo revisa la experiencia en 23 estados que emplean con efectividad las barreras medianas de cables.