

El binomio visibilidades - velocidades en la explotación de carreteras

[Propuesta de sistematización del análisis de tramos de adelantamiento,
accesos y giros a izquierda en carreteras existentes]

The speed – visibility binomial in road operation

[Proposal for the systematized analysis of overtaking sections, accesses and left-turns on existing roads]

Juan José Campos López. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Jefe de Proyectos. Consejería de Obras Públicas y Transporte del Gobierno de Canarias. jcampos@ciccp.es

Resumen: La demanda de mayor seguridad y comodidad por parte del usuario convierte a la Explotación de carreteras en una actividad de extraordinaria importancia que cada vez se encuentra mas comprometida por el mayor trabajo causado por el incremento de tráfico y de la longitud viaria a controlar. La sistematización en los procesos de trabajo permite elevar la eficiencia y disminuir la subjetividad en su ejecución. En este sentido el artículo propone un método que permite la evaluación en poco tiempo y de forma fiable de accesos y tramos de adelantamiento en grandes longitudes de carretera.

Palabras Clave: Explotación; Sistematización; Carreteras; Adelantamientos; Accesos

Abstract: The demand for greater safety and comfort by the road user makes highway management an activity of utmost importance and one made ever more complicated by the greater workload imposed by the increase in traffic and the road network requiring control. The systematization of work procedures increases efficiency and reduces subjectivity in performance. In this regard, the present article proposes a method which allows a rapid and reliable evaluation of accesses and overtaking sections over large lengths of road.

Keywords: Operation; Systematization; Roads; Overtaking; Accesses

1. Funcionalidad, seguridad y evolución de la carretera

Uno de los objetivos en la Explotación de carreteras es velar por el mantenimiento y mejora de su funcionalidad y seguridad a lo largo del tiempo. Pero la carretera es un objeto que evoluciona. Los tramos de adelantamiento, los accesos y los giros a izquierda fueron autorizados o diseñados en un momento dado y bajo unas circunstancias determinadas. Esas circunstancias pueden haber cambiado por varias razones: cambios físicos en el entorno de la carretera que hacen variar las condiciones de visibilidad (cambios en

el entorno por la ejecución de obras, modificación de la vegetación, construcción de nuevas edificaciones, etc.) (Fig.-1); cambio en los criterios con los que se autorizaron dichas actuaciones (cambios en la normativa); modificación en la intensidad o la tipología del tráfico; etc. Se hace necesario por tanto revisar periódicamente los tramos de adelantamiento, accesos y giros a izquierda para que la funcionalidad y seguridad de la carretera no se vean afectadas. Dado que la longitud de tramos a revisar es grande conviene que la labor de revisión sea lo más simple y sistemática posible lo que también clarifica los criterios de evaluación utilizados.

Fig. 1. Una muestra elocuente del radical cambio en la carretera de entrada a La Orotava. (Isla de Tenerife).
Fuente: Rincones del Atlántico nº 4 Revista Digital, Rubén Naranjo Rodríguez, Arbolado y Carreteras.



2. Sistematizar el análisis de tramos de adelantamiento, accesos y giros a izquierda

Por este motivo se propone un método sistemático y sencillo de evaluación periódica y rápida de grandes tramos de carretera que integre la legislación aplicable en esta materia en el ámbito del Estado (8.1-IC Señalización Vertical, 8.2-IC Señalización Horizontal, 3.1-IC Trazado, Reglamento General de Circulación) con lo que se garantiza que las decisiones que se adopten fruto de su aplicación son correctas desde el punto de vista normativo. La aplicación práctica del método consiste en el relleno de dos impresos que se proponen en este artículo con datos relativos a velocidades y visibilidades que son tomados en campo y analizados mediante un proceso matemático muy sencillo que puede programarse en una calculadora. Esto permite el estudio de grandes tramos de carretera de forma rápida y sistemática. El método nos permite adaptar los tramos de adelantamiento y los accesos a las condiciones reales de visibilidad, pero también permite el estudio de nuevos accesos y el análisis de la modificación de los tramos de adelantamiento en una carretera cuando interese para mejorar su capacidad o seguridad.

En consecuencia el objeto de la metodología que se propone es el análisis de manera sistemática y sencilla del binomio velocidades-visibilidades a partir de las condiciones reales en carreteras existentes que sirva para:

- Comprobar los tramos de adelantamiento en relación con las condiciones reales de visibilidad en la carretera
- Comprobar que los límites de velocidad señalizados son compatibles con los accesos y giros a la izquierda existentes.

- Analizar la implantación de nuevos accesos y giros a la izquierda.
- Estudiar la posibilidad de incrementar los tramos de adelantamiento en un tramo de carretera.

No es objeto del método el proyecto de nuevas carreteras ya que su diseño integra todas las variables a tener en cuenta para garantizar una conducción cómoda, segura y una percepción correcta del trazado.

3. Parámetros del método

Previamente a la explicación del método se describen sucintamente los parámetros y las siglas utilizadas que hacen referencia a ellos. Las siglas se han escogido de forma similar a la normativa, pero buscando una homogeneidad que facilite la comprensión del método. Por ello para las visibilidades se adopta DVN que la norma 3.2-IC utiliza, seguida de -p, a, c- según se trate de parada, adelantamiento o cruce, para referirse a la distancia de visibilidad necesaria teórica para autorizar una acción y es fruto del cálculo a partir de la velocidad considerada de acuerdo con la normativa. Consecuentemente se usa DVD seguida de -p, a, c- según se trate de parada, adelantamiento o cruce para referirse a la visibilidad medida en la carretera.

Ve = Velocidad específica (Art. 3.1 de la 3.1-IC)
VP = Velocidad de proyecto (Art. 3.1 de la 3.1-IC)
VM = Velocidad máxima permitida (señal R-301) (Art. 48 y 154 del R.G.C.; y Art. 3.2.2 de la 8.2-IC)
V = Velocidad de calculo
DVDp = distancia de visibilidad disponible de parada

DVNp = distancia de visibilidad necesaria de parada (Art. 3.2.2 de la 3.1-IC)

DVDa = distancia de visibilidad disponible de adelantamiento

DVNa = distancia de visibilidad necesaria de adelantamiento (tabla 1 Art. 3.2.2 de la 8.2-IC)

DVDc = distancia de visibilidad disponible de cruce

DVNc = distancia de visibilidad necesaria de cruce (Art. 3.2.6 de la 3.1-IC)

LDa = Longitud disponible de adelantamiento

LNa = Longitud necesaria de adelantamiento (tabla 1 Art. 3.2.2 de la 8.2-IC)

4. Consistencia del método

Los algoritmos utilizados en la confección del procedimiento se basan en la aplicación de las definiciones, formulas y conceptos contenidos en la normativa vigente de obligado cumplimiento para carreteras del Estado en materia de velocidades y visibilidades:

- 8.1-IC Señalización Vertical
- 8.2-IC Señalización Horizontal
- 3.1-IC Trazado
- Reglamento General de Circulación

Por este motivo las conclusiones extraídas del análisis con este procedimiento son acordes con dicha normativa. Además conviene tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- **Visibilidad de parada:** La visibilidad de parada ha de garantizarse en todo el trazado de la carretera, por tanto la velocidad máxima permitida (VM) debe garantizar este principio
- **Funcionalidad de la carretera:** Solo se puede permitir la reducción de la velocidad máxima permitida (VM) (Art. 3.2.2 de 8.2-IC) con la finalidad de incrementar la visibilidad de adelantamiento y así garantizar un porcentaje mínimo de tramos de adelantamiento (artículo 3.2.4 de la 3.1-IC y las previsiones que el Plan de Carreteras haga en su caso). De cualquier manera la VM ha de ser creíble con las condiciones de la carretera para conseguir que los conductores la respeten (art. 7.1 de 8.1-IC).

- **Accesos:** El análisis de un acceso o cruce no puede condicionar la VM de un tramo de carretera.
- **Velocidades:**
 - La velocidad de proyecto (VP) de un tramo es menor que la velocidad específica -Ve- en cualquier punto de ese tramo por definición (art. 3.1 de 3.1-IC)
 - La velocidad máxima permitida (VM) de un tramo debe ser menor o igual que la velocidad de proyecto (VP) en cualquier punto del tramo
 - La VM ha de ser creíble con las condiciones de la carretera para conseguir que los conductores la respeten (art. 7.1 de 8.1-IC).
- **Distancias de visibilidad:** las distancias de visibilidad (DVD, LD) son inherentes a las condiciones físicas del trazado de la carretera y su entorno; las distancias necesarias de visibilidad (DVN, LN) son teóricas resultado del calculo en aplicación de la normativa.

5. Fundamento y descripción de la metodología

La Instrucción de Trazado de Carreteras considera 3 tipos de visibilidades y de distancias (Art. 3.2 de la 3.1-IC)

- visibilidad y distancia de parada
- visibilidad y distancia de adelantamiento
- visibilidad y distancia de cruce

Cada visibilidad ha de ser como mínimo igual a su respectiva distancia. A su vez cada distancia es función de la velocidad considerada en cada caso. Por tanto cada visibilidad es función de la velocidad considerada en cada caso. La metodología se basa en la comparación de las condiciones de visibilidad existentes en la carretera (DVD) con las teóricas necesarias para autorizar o aprobar una actuación determinada (DVN) teniendo en cuenta la velocidad máxima permitida (VM, que se señala con una R-301). En concreto se plantea dos procedimientos:

- **Estudio de visibilidades:** Este procedimiento se enfoca al análisis de futuras actuaciones en la carretera como señalar nuevos tramos de adelantamiento, analizar nuevos accesos y cruces. El procedimiento plantea 3 algoritmos, 1 para cada situación a estudiar: adelantamientos, accesos y gi-

ros a izquierda; que verifican que la visibilidad disponible (DVD) en un punto de la carretera es más grande que la visibilidad necesaria (DVN) asociada a la VM para permitir la actuación. Desde el punto de vista de la visibilidad una actuación se podrá ejecutar si $DVD > DVN$.

- **Estudio de velocidades:** Este procedimiento se enfoca al análisis de situaciones existentes en la carretera como verificar si en un tramo de carretera las limitaciones de velocidad (VM) son coherentes con los accesos u obstáculos existentes que afectan a la visibilidad o con los tramos de adelantamiento autorizados. Se trata del problema inverso al estudio de visibilidades. Dada una visibilidad disponible (DVD) en la carretera el procedimiento plantea, igual que antes, 3 algoritmos, 1 para cada situación a estudiar: adelantamientos, accesos y giros a la izquierda que verifican que la velocidad máxima autorizada (VM) en un punto de la carretera es menor o igual que la de cálculo (V) asociada a la DVD. Desde el punto de vista de la Velocidad señalizada si $VM < V$ la situación analizada es correcta.

Se describe a continuación cada procedimiento:

5.1. Estudio de visibilidades

5.1.1. Adelantamientos

5.1.1.1. Medición de la DVDa en el tramo de carretera.

5.1.1.2. Comparación con DVNa en ese tramo

5.1.1.2.1. Si $DVDa \leq DVNa \Rightarrow$ prohibición adelantamiento

5.1.1.2.2. Si $DVDa > DVNa$

5.1.1.2.2.1. $LDa > LNa \Rightarrow$ permiso adelantamientos.

5.1.1.2.2.2. $LDa \leq LNa \Rightarrow$ prohibición adelantamientos.

Nota: Para incrementar los tramos de adelantamiento hará falta disminuir la LNa. Ello es posible si se disminuye la velocidad máxima autorizada en la carretera (VM). En consecuencia será necesario tener en cuenta lo siguiente:

- Hacer un estudio de capacidades de la carretera para ver la repercusión de la disminución de VM.
- La velocidad máxima autorizada (VM) ha de ser creíble para el conductor en relación a las condiciones de la carretera

5.1.2. Accesos

5.1.2.1. Medición visibilidad DVDp para un acceso nuevo.

5.1.2.2. Comparación con DVNp

5.1.2.2.1. Si $DVDp \leq DVNp \Rightarrow$ prohibición acceso

5.1.2.2.2. Si $DVDp > DVNp \Rightarrow$ hay visibilidad para permitir el acceso

5.1.3. Giros a izquierdas (Fig.-2)

5.1.3.1. Estimación visibilidad DVDp para un acceso nuevo.

5.1.3.2. Comparación con DVNp

5.1.3.2.1. Si $DVDp \leq DVNp \Rightarrow$ prohibición acceso

5.1.3.2.2. Si $DVDp > DVNp$

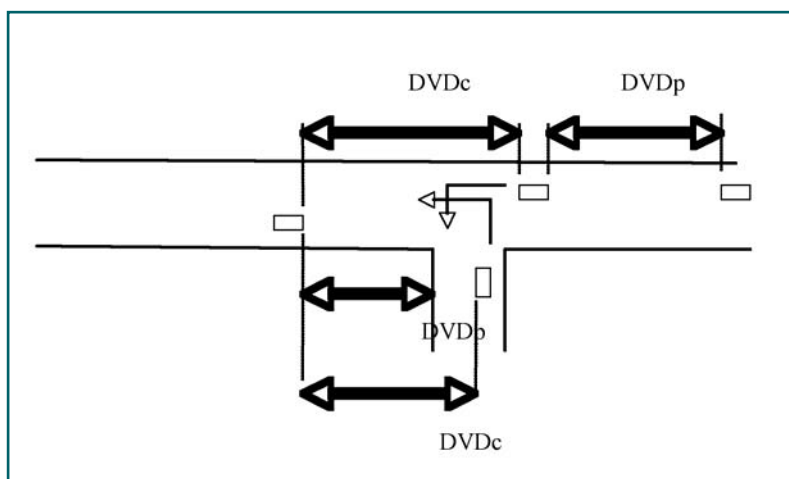
5.1.3.2.2.1. Estimación DVDc de vehículos que giran a la izquierda

5.1.3.2.2.2. Comparación con DVNc

5.1.3.2.2.2.1. Si $DVDc > DVNc \Rightarrow$ autorizar acceso con giros a izquierdas

5.1.3.2.2.2.2. Si $DVDc \leq DVNc \Rightarrow$ denegar acceso con giros a izquierdas.

Fig. 2. Esquema de distancias de visibilidad disponibles en giros a izquierdas.



5.2. Estudio de velocidades

5.2.1. Adelantamientos

5.2.1.1. Estimación visibilidad DVDa y LDa en tramos con adelantamiento autorizado.

5.2.1.2. Cálculo V para la menor distancia DVDa o LDa (tabla 1 Art. 3.2.2 . de la 8.2-IC)

5.2.1.3. Comparación con VM

5.2.1.3.1. Si $VM \geq V \Rightarrow$ señalización incorrecta.

5.2.1.3.1.1. Prohibir adelantamientos

5.2.1.3.1.1. Disminuir VM a V

5.2.2. Accesos

5.2.2.1. Estimación visibilidad DVDp en accesos existentes.

5.2.2.2. Cálculo V para DVDp (Art. 3.2.1 de la 3.1-IC)

5.2.2.3. Comparación con VM

5.2.2.3.1. Si $VM < V \Rightarrow$ señalización correcto

5.2.2.3.2. Si $VM \geq V \Rightarrow$ visibilidad insuficiente acceso. Cerrar acceso

5.2.3. Giros a izquierdas (Fig. 2)

5.2.3.1. Estimación visibilidad DVDp (vía principal) y DVDc (vehículos que giran a la izquierda).

[illegible]

(1) Las DVN de parada y de cruce se calculan a partir de la velocidad de proyecto (VP) de acuerdo con el criterio de la Instrucción de trazado 3.1-IC (art. 3.2.1 y art. 3.2.5). Sin embargo el cálculo es más conservador si se emplea la velocidad específica (Ve).

[illegible]

5.2.3.2. Cálculo V menor para DVDp (Art. 3.2.1 de la 3.1-IC) o DVDc (Art. 3.2.5 de la 3.1-IC)

5.2.3.3.Comparación V con VM

5.2.3.3.1. Si $VM < V$ señalización correcta

5.2.3.3.2. Si $VM \geq V$ Prohibición giros a izquierdas

6. Impresos para el estudio del binomio de visibilidades y velocidades en un tramo de carreteras

Finalmente se propone dos modelos de impresos, uno para el estudio de visibilidades y otro para el de velocidades, que sintetizan los procedimientos explicados. Para mayor claridad en cada impreso se agrupan las variables en función del análisis que se vaya a realizar: adelantamiento, giros a izquierdas o accesos. Rellenando las variables necesarias y siguiendo el algoritmo descrito en cada tipo de análisis se puede rellenar la última columna: DECISIÓN.

7. Conclusión y reflexiones finales

La demanda de mayor seguridad y comodidad por parte del usuario convierte a la Explotación de carreteras en una actividad de extraordinaria importancia que cada vez se encuentra mas comprometida por el exceso de trabajo causado por el incremento de tráfico y de la longitud viaria a controlar. La sis-

tematización en los procesos de trabajo permite elevar la eficiencia y disminuir la subjetividad en su ejecución. En este sentido se ha desarrollado el método expuesto que permite la evaluación de grandes longitudes de carretera en poco tiempo y de forma fiable. Por último se hacen un par de reflexiones finales:

7.1. Caracterización de la carretera

El método expuesto permite la caracterización de la carretera en toda su longitud evaluando los parámetros expuestos DVDa, DVDc, DVDp, DVNa, DVNc, DVNp, LDa, LNa, VM, VP y V o lo que es lo mismo, rellenando los impresos propuestos en toda la longitud de la carretera. Esta información se puede implementar como una herramienta mas en las filmaciones de carreteras que se vienen usando en los últimos años como herramienta de trabajo en Explotación de carreteras.

7.2. Generalización del método

Los criterios utilizados están basados en la normativa para carreteras del Estado. Para aplicarlo en carreteras cuya titularidad corresponda a otras administraciones sometidas a normativas diferentes solo hay que adaptar los parámetros y su forma de cálculo a esas normativas. Incluso la metodología puede hacerse extensible a otro tipo de infraestructuras, mediante la adaptación conveniente, en las que se requiera una evaluación sistemática en el tiempo y el espacio. ♦

Referencias:

- Instrucción de Carreteras. Norma 3.1-IC. Trazado.
- Instrucción de Carreteras. Norma 8.1-IC. Señalización Vertical.
- Instrucción de Carreteras. Norma 8.2-IC. Señalización Horizontal.
- Reglamento General de Circulación
- Rincones del Atlántico nº 4 Revista Digital, Rubén Naranjo Rodríguez, Arbolado y Carreteras.