

RESUMEN TEMA 4 GRUPO INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE.**SUBGRUPO 1 CARRETERAS**
ESTUDIOS DE CARRETERAS (II)**1. ESTUDIOS DE CARRETERAS (II).**

La **Ley 37/2015, de 29 de septiembre, Carreteras** establece distintos tipos de estudios de carreteras en base a su finalidad, desde los estudios previos e informativos o los anteproyectos hasta los proyectos básicos o de trazado y de construcción, si bien incluye **dos nuevos tipos de estudios como son los documentos finales de obra y estudios de delimitación de tramos urbanos.**

Para la elaboración de los distintos tipos de estudios que se verán a lo largo del tema hay que estar a lo dispuesto en las **NS 8/2014 y 9/2014 por la que se aprueban las recomendaciones para la redacción de los proyectos de trazado de carreteras y de proyectos de construcción de carreteras, respectivamente**, y en particular, la **Nota de Servicio 5/2014 sobre prescripciones y recomendaciones técnicas para la realización de estudios de tráfico de los estudios informativos, anteproyectos y proyectos de carreteras.**

2. ESTUDIOS DE TRÁFICO.

Los estudios de tráfico tienen por objeto el análisis de las carreteras existentes como base para el **planeamiento y explotación** de las redes viarias, las **regulaciones de tráfico** y la realización de investigaciones sobre los **efectos de nuevos elementos o actuaciones** en la circulación de los vehículos. El **tráfico es el parámetro crítico** para determinar la rentabilidad de una inversión destinada a la construcción de una infraestructura viaria. Dicho análisis podrá llevarse a cabo de 2 formas distintas: instantánea y local

- Mediante la **observación instantánea** se podrán obtener parámetros como la densidad, velocidad instantánea o separación entre vehículos
- Por otro lado, está la **observación local** obteniendo la intensidad, la velocidad local o el intervalo entre 2 vehículos

Veamos cuales son las principales variables que deben ser objeto de análisis en los estudios de tráfico, y posteriormente analizaremos la metodología recogida en la **NS 5/2014 de aplicación a los estudios de tráfico**

En primer lugar, tenemos la **INTENSIDAD**, definida como el número de vehículos que pasan a través de una sección de carretera en la unidad de tiempo pudiendo distinguir entre la **IMD** o número total de vehículos que pasa en un año un punto de la carretera dividido por 365, la **IHP**, el **FHP** o la **Hora de Proyecto**. La Norma 3.1-IC de Trazado establece que *el diseño de una carretera o cualquier elemento de la misma, se establecerá en función de la intensidad y de la composición del tráfico previsible en la hora de proyecto del año horizonte.*

En segundo lugar, se debe destacar el estudio de **VELOCIDADES** o longitud recorrida en la unidad de tiempo, pudiendo diferenciar entre otras, la velocidad instantánea o velocidad de servicio, si bien a efectos de aplicación de la **nueva Norma 3.1 IC de Trazado** se definen: la

Velocidad específica de una curva circular (V_c), la Velocidad de proyecto de un tramo (V_p), la Velocidad de recorrido de un tramo (V_r), la Velocidad libre (V_l) y la V_{85} .

Al margen de la intensidad y velocidad existen otras magnitudes que es preciso analizar en los estudios de tráfico de carreteras como son la **DENSIDAD** del tráfico o número de vehículos que existen por unidad de longitud de una carretera, **TIEMPOS DE RECORRIDO Y ESPERA**, intervalo cuya inversa es la intensidad o **SEPARACIÓN ENTRE VEHÍCULOS**, cuya inversa es la densidad.

Además, un aspecto muy relevante es el **Nivel de Servicio** que se presenta en un determinado tramo o elemento de carretera. La NS 5/2014 determina que su cálculo se realizará según el **Manual de Capacidad 2010** del Transportation Research Board, clasificándose el Nivel de Servicio en **seis niveles -desde la A a la F, de menos a más congestión**. Igualmente, la NS incluye tablas de equivalencia entre cada nivel y parámetros cuantitativos aplicables en cada caso (p. ej. Densidad)

Otro aspecto importante a destacar son los **estudios de accidentes**, ante lo cual es preciso hacer referencia al **RD 345/2011 sobre Gestión de la Seguridad de las Infraestructuras Viarias** en la RCE, que incluirá **la evaluación de la seguridad de los tramos completos de las carreteras en servicio (ESC)** en la que se integran la identificación y el tratamiento de los **tramos de concentración de accidentes (TCA)** y de los **tramos de alto potencial de mejora de la seguridad (TAPM)**. La DGC llevará a cabo la **primera evaluación de la seguridad de las carreteras en servicio a más tardar en 2024, y posteriormente, al menos, cada 5 años**.

3. TOMA DE DATOS; SISTEMAS CONVENCIONALES Y NUEVAS TECNOLOGÍAS.

Respecto a la toma de datos, hay que destacar que para conocer la **intensidad** es necesario aforar el número de vehículos, mediante aforos manuales, automáticos, con observador móvil o con procedimientos fotográficos, aunque lo más habitual es trabajar con las **estaciones de aforo de la RCE** situadas en puntos estratégicos previamente seleccionados, que suman en la actualidad un total de **3.265 según datos de la web del MITMA, pero que actualizados en el Plan de Aforos 2022 se eleva a 3.431 Estaciones**.

Se pueden distinguir hasta **4 tipos de estaciones de aforo (se indica el número de estaciones según el Plan Anual de Aforos de Tráfico en la RCE 2022, que analizaremos más adelante)**

- Permanentes: 724
- Semipermanentes: 71
- De Control (tanto primarias como secundarias): 407 y 1.081 respectivamente
- De Cobertura: 1.148

A modo de ejemplo, en las **Estaciones Semipermanentes** se afora durante las 24 horas de una semana en cada uno de los doce meses de año, lo que da un total de 84 días anuales, y con objeto de tener un muestreo de todas las clases de vehículos, se deben realizar 2 aforos manuales complementarios.

También hay que destacar la toma de datos a través de las **encuestas**, que según la NS 5/2014, se agrupan en dos categorías, **encuestas de preferencias reveladas** o también denominadas encuestas de origen-destino, y las **encuestas de preferencias declaradas** que recopilan información además de las circunstancias personales del usuario que son necesarias para calibrar modelos LOGIT de elección discreta.

Respecto a la variable de **velocidades**, es preciso destacar que hay 2 métodos de tomar datos de la distribución de velocidades, bien midiéndolas al pasar por un punto fijo o bien en un instante dado, por lo que se deberá diferenciar entre la **velocidad media temporal (V_t)** y la **velocidad media espacial (V_e)**.

En cuanto a **las nuevas tecnologías**, hay que destacar la irrupción en los últimos años de dos tecnologías que vienen a revolucionar la toma de datos, como son el **Big Data y el Internet de las cosas**. Los móviles que llevamos en nuestros bolsillos van generando una ingente cantidad de datos, que pueden ser utilizados para tener una información precisa en lo que a tráfico se refiere.

Entre los datos que se podrían obtener destacan los itinerarios completos de todos los usuarios, así como patrones de repetición, velocidades de circulación en cada momento, perfil de los usuarios, consumo de los vehículos, lugares de parada, lugares en los que se producen atascos... Y no estamos hablando del futuro, si no del presente, ya que todos podemos conocer los atascos **en tiempo real** a través de aplicaciones como Google maps.

4. MODELIZACIÓN DEL TRÁFICO.

Pasamos a la fase de **modelización del tráfico mediante el empleo de modelos de previsión de la demanda de tráfico**, señalando que el empleo de modelos distintos a los contemplados en la NS 5/2014 deberán ser justificado.

En el caso de problemas sencillos, como nuevos tramos de conexión entre 2 vías existentes lo más apropiado será generalmente utilizar un modelo Logit de elección entre alternativas discretas. Problemas más complejos deberán adoptar modelos clásicos de 4/5 etapas y para nuevas carreteras o para analizar el impacto de nuevos desarrollos urbanísticos deberán utilizarse modelos de asignación a la red.

En segundo lugar se deben fijar unas condiciones de escenarios y periodos de modelización, considerando al menos **3 escenarios de modelización**, un **escenario base** que refleja las condiciones normales que cabe esperar de la evolución de las condiciones que afectan a la demanda potencial, **escenario pesimista** que refleja unas condiciones menos favorables para el crecimiento del tráfico potencial que el escenario base y por último el **escenario optimista** que refleja unas condiciones más favorables para el crecimiento del tráfico potencial que las establecidas para el escenario base. Se recomienda que el horizonte de modelización no sea superior a 20 años y recomienda realizar la modelización cada 5 años, interpolándose para los años intermedios.

En cuanto al proceso de **modelización por etapas** de la demanda de tráfico en una red viaria se tiene:

- ✚ **Modelos de generación y atracción de viajes**, cuyo objetivo es predecir el número total de viajes de vehículos que son generados por orígenes y atraídos a destinos, para cada una de las zonas en que se ha desagregado el área de estudio. Para ello serán de aplicación los modelos de análisis de categorías, de regresión lineal múltiple y modelos de regresión lineal simple.
- ✚ **Modelos de distribución de viajes** para modelizar la distribución de viajes, donde se recomienda utilizar un modelo gravitacional doblemente acotado
- ✚ **Modelos Logit de elección discreta** para estimar la parte de la demanda de tráfico que corresponde a cada modo o a cada itinerario alternativo
- ✚ **Modelos de asignación** que tiene por objetivo asignar los viajes definidos por las matrices origen/destino a los distintos tramos de la red. Este modelo es en la mayoría de los estudios de tráfico, el modelo más importante que casi siempre está presente en los procesos de modelización y para cuya aplicación es necesario disponer de un grafo de la red que contenga todos los tramos de carreteras que conectan los orígenes con los destinos. Entre los distintos modelos se tienen:
 - ✓ Modelos determinísticos todo o nada donde los viajes entre cada origen y destino se asignan a la ruta más corta entre ambos,
 - ✓ Modelos estocásticos como los de Monte Carlo o proporcionales y
 - ✓ Modelos de equilibrio donde todas las rutas utilizadas por cada par origen/destino tienen el mismo costo para el usuario y las que no se usan tienen un costo igual o mayor, siendo los modelos recomendados en redes de cierta complejidad

5. PROGNOSIS DE TRÁFICO.

La prognosis del tráfico pretende averiguar como va a evolucionar este en el futuro, y va a ser uno de los aspectos que más influencia genera sobre los resultados de la evaluación económica de un proyecto. Los modelos más frecuentemente **utilizados para la previsión de tráfico** son: los modelos tendenciales, los modelos econométricos basados en series históricas y los modelos basados en la generación de viajes.

- a) **El Modelo Tendencial:** Este modelo sólo recoge la evolución de la demanda existente y en ningún caso permite incorporar tráfico atraído o inducido. Existen diversas expresiones matemáticas para relacionar el tiempo con la variable a predecir.
- b) **El Modelo Econométrico:** En el modelo econométrico la predicción de la demanda viene determinada por un conjunto de variables explicativas de la misma. Esta elección se realiza teniendo en cuenta el tipo de demanda a predecir y de los datos disponibles.

- c) **Modelos basados en la Generación de Viajes:** Los modelos basados en generación de viajes pueden ser útiles para la predicción del tráfico en entornos urbanos y periurbanos. En general se podrán aplicar cuando se disponga de una modelización de la generación de viajes basados en encuestas domiciliarias.

En la prognosis hay que considerar una serie de conceptos, como son **el tráfico inducido**, que es aquel que no existe en la demanda potencial del año base y es originado por la actuación en la carretera en estudio o **el periodo de transición** que es el que transcurre desde la puesta en servicio hasta que los usuarios conozcan las ventajas y posibilidades

6. PLAN DE AFOROS.

Actualmente nos encontramos ya con el **Plan Anual de Aforos de Tráfico en la RCE para el año 2022**, en el que además de otros objetivos, incorpora desde 2018 como **objetivo prioritario la paulatina sustitución de estaciones de cobertura por estaciones fijas**. Este Plan 2022 se completa con 287 estaciones virtuales de peaje. Otros objetivos del Plan son:

- ✚ El objetivo primero y básico es obtener el conocimiento desagregado del tráfico de vehículos a nivel provincial en los tramos de la RCE
- ✚ Determinar el tiempo de congestión registrado en cada una de las estaciones permanentes, empleándose para ello una partición en intervalos de 15 minutos de las velocidades e intensidades registradas.
- ✚ Obtener la capacidad real de las secciones en las que se encuentran las estaciones fijas de aforos
- ✚ Estimar el tiempo (número de horas) en que la sección donde se ubica la estación está en cada uno de los niveles de servicio
- ✚ Contabilizar el nº de ciclistas que circulan por las carreteras de titularidad estatal, incluyendo una nueva categoría en las plantillas de los aforos manuales
- ✚ Y como novedad del Plan 2022, se modificarán las dimensiones de los bucles en las nuevas estaciones de aforo y en las que hay que reparar.

7. MAPAS DE TRÁFICO DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

7.1.- Mapas de Tráfico.

Anualmente se publica el **Mapa de Tráfico** de la Dirección General de Carreteras y el USB con el sistema de información geográfica asociado. En el Mapa se publica tanto la información oficial de tráfico que el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana proporciona sobre la Red de Carreteras del Estado (RCE) (tráfico, velocidades y accidentes) como la correspondiente a la Red prioritaria autonómica de carreteras, facilitada por las Comunidades Autónomas, de forma que entre ambas se recoge el 74 % del tráfico total y el 83 % del tráfico de vehículos pesados

En particular y referido a la RCE hay más de 36.000 PDF con tablas en las que figuran las distribuciones de tráfico en 10 tipos de vehículo para cualquier período temporal (24 horas del

día de cada día de la semana, la semana media, los 12 meses y los 84 días representativos del año, 12 meses x 7 días), así como medidas de capacidad y congestión.

En la actualidad cada año se editan **cuatro mapas temáticos**:

- **General:** incluye los datos de la Península, Islas, Ceuta y Melilla
- **Accesos a ciudades:** en concreto las de mayor tráfico
- **Pesados:** recoge la IMDP (intensidad media diaria de vehículos pesados medida en vehículos pesados-día) y la intensidad de mercancías peligrosas
- **Velocidades:** información de la velocidad media de circulación para los vehículos ligeros de cada tramo de la red e información puntual de las velocidades temporales de vehículos ligeros y pesados que pasa por cada sección de aforos.

Desde 2011 se presenta además de los cuatro planos nacionales, la colección de **planos provinciales** en el que aparecen recogidas todas las estaciones de aforo

Cabe recordar que la Ley 37/2015 de Carreteras, establece la **obligación al MITMA de facilitar información actualizada** de los datos de aforo en las carreteras de su competencia

Desde 2015 se presenta además el **Visor web del Mapa de Tráfico**, herramienta de navegación en la que se reproduce el Sistema de Información Geográfica de Tráfico y Datos Básicos de la Dirección General de Carreteras sobre las cartografías oficiales del Instituto Geográfico Nacional. Desde el Visor web se pueden consultar las capas de tramos y estaciones y los datos asociados de IMD, IMDP y tipología de carretera según catálogo

7.2.- Tráfico, Velocidades, Accidentes y Tramos de Concentración de accidentes.

En el portal web del Ministerio se recogen todos estos datos, desglosados en un conjunto de apartados básicos, entre los que cabría destacarse:

- Estimación tráfico RCE (datos provisionales): A modo de ejemplo se recoge que la IMD del año 2019 para el total de la RCE asciende a 13.878 veh/día, con un ligero incremento del 1,7 % respecto a 2018. Los datos correspondientes a 2020 solo recogen los relativos al mes de enero
- Datos mensuales de tráfico.
- Datos mensuales de velocidades.
- Datos históricos de tráfico desde 1960 en las estaciones de aforo.
- Evolución del tráfico desde el año 2000.
- Evolución de velocidades desde el año 2002
- Evolución y estudio de accidentes en la RCE.
- Tramos de concentración de accidentes (TCA) en la RCE.

Al respecto de este último punto, tras el último proceso de identificación de TCA de **2021**, se han **identificado en la RCE 116 TCA**. De estos TCA, **76** se encuentran localizados en vías de gran capacidad y **40** en carreteras convencionales. **La longitud total de los TCA identificados es de 98,7 km**, lo que supone **menos del 0,4%** de la longitud total de la RCE.