



## INDICE

1. OBJETIVO.....	2
2. METODOLOGÍA.....	3
2.1. Expansión de muestras. Definición y asignación de afinidades. Coeficientes de afinidad. ...	6
2.2. Cálculo de la Intensidad Media Diaria (IMD).....	7
2.3. Sistemas de conteo y clasificación de vehículos. ....	8
2.3.1. Los sistemas basados en inducción magnética o en impulsos neumáticos.....	8
2.4. Tratamiento y gestión de Datos.....	12
3. LA RED AUTONÓMICA DE CARRETERAS. ....	13
3.1. Evolución de la red de carreteras de la Región de Murcia. ....	15
3.2. Definición de tramos. ....	16
3.3. La red de estaciones de aforos de la Región de Murcia. ....	17
3.4. El muestreo del Plan de aforos de 2011 .....	18
4. RESULTADOS CAMPAÑA 2011 .....	19
4.1. IMDs, intensidades mensuales y tráfico de vehículos de gran tonelaje .....	19
4.2. Velocidades Características .....	20
4.3. Fichas de caracterización de tramos .....	22
4.4. Análisis del tráfico .....	23
4.5. Equipo de Trabajo .....	25
<b>ANEXO 1: TABLAS DE DATOS.....</b>	<b>27</b>
<b>TABLA 1: TRÁFICO 2.011 POR CARRETERA .....</b>	<b>28</b>
<b>TABLA 2: TRÁFICO 2.011 POR IMD .....</b>	<b>33</b>
<b>TABLA 3: TRÁFICO 2.011 POR IMD PESADOS .....</b>	<b>39</b>
<b>TABLA 4: TRÁFICO 2.011 POR MUNICIPIO .....</b>	<b>45</b>
<b>TABLA 5: TRÁFICO 2.011 POR NÚMERO DE ESTACIÓN .....</b>	<b>51</b>
<b>TABLA 6: TRÁFICO 2.011 POR TIPO DE ESTACIÓN .....</b>	<b>57</b>
<b>TABLA 7: EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO 2.001-2.011 .....</b>	<b>62</b>
<b>TABLA 8: VELOCIDADES 2.011 POR CARRETERA .....</b>	<b>69</b>
<b>TABLA 9: VELOCIDADES 2.011 POR VELOCIDAD MEDIA .....</b>	<b>73</b>
<b>TABLA 10: VELOCIDADES 2.011 POR VEHÍCULOS LIGEROS .....</b>	<b>77</b>
<b>TABLA 11: VELOCIDADES 2.011 POR VEHÍCULOS PESADOS .....</b>	<b>81</b>
<b>TABLA 12: VELOCIDADES 2.011 POR MUNICIPIO.....</b>	<b>85</b>
<b>TABLA 13: VELOCIDADES 2.011 POR NÚMERO DE ESTACIÓN .....</b>	<b>89</b>
<b>TABLA 14: VELOCIDADES 2.011 POR TIPO DE ESTACIÓN .....</b>	<b>93</b>
<b>TABLA 15: EVOLUCIÓN DE VELOCIDADES 2.008-2.011.....</b>	<b>97</b>
<b>ANEXO 2: MAPAS.....</b>	<b>101</b>
<b>MAPA 1: TRÁFICO IMD 2.011 .....</b>	<b>102</b>
<b>MAPA 2: TRÁFICO LIGEROS 2.011 .....</b>	<b>104</b>
<b>MAPA 3: TRÁFICO PESADOS 2.011 .....</b>	<b>106</b>
<b>MAPA 4: VELOCIDAD MEDIA 2011 .....</b>	<b>108</b>
<b>MAPA 5: VELOCIDAD LIGEROS 2011 .....</b>	<b>110</b>
<b>MAPA 6: VELOCIDAD PESADOS 2011.....</b>	<b>112</b>
<b>ANEXO 3: FICHAS DE CARACTERIZACIÓN DE ESTACIONES.....</b>	<b>114</b>
<b>PERMANENTES .....</b>	<b>115</b>



## 1. OBJETIVO.

La Región de Murcia, como titular de las carreteras autonómicas, es responsable de la planificación, construcción, conservación y explotación de las mismas. Para llevar a cabo estas tareas es fundamental conocer las características del tráfico que circula por dichas carreteras.

En la *Consejería de Obras Públicas y Ordenación del Territorio*, la Dirección General de Carreteras, sobre la que recaen las responsabilidades anteriormente citadas, se encarga de llevar a cabo anualmente el "*Plan de Aforos*" de carreteras para así disponer de dichos datos de tráfico. El desarrollo y ejecución de estos trabajos, se realiza con personal propio de la administración.

Dicho personal tiene amplia experiencia en los trabajos de aforos encomendados, esta integrado en la estructura funcional del Servicio Tecnológico de la Dirección General de Carreteras. Los trabajos que se realizan por parte del equipo de aforos son los de obtención de datos de tráfico, análisis en gabinete y cálculo de variables de tráfico.

Los resultados correspondientes a la Campaña de Aforos de 2011 se presentan y analizan en este *Plan de Aforos*. El objetivo fundamental de cada campaña es la determinación de la Intensidad Media Diaria de cada uno de los tramos de la red de carreteras en los que se puede admitir la hipótesis de tráfico homogéneo. Además de la IMD, se determinan otras variables, relacionadas con la composición del tráfico, los kilómetros recorridos, etc.

Para la correcta explotación de carreteras se necesita disponer de cifras que caractericen el tráfico como herramientas a utilizar en su toma de decisiones. El objeto de la realización de los informes anuales de aforos es el de suministrar estas herramientas.

La caracterización del tráfico supone explicarlo tanto en su volumen, como en su composición y su distribución. El volumen total de tráfico es la suma de todos los vehículos que pasan por cada uno de los tramos de carretera en un determinado periodo. Dado que existen variaciones estacionales en la distribución del tráfico, se hace coincidir el mencionado



periodo con los ciclos estacionales completos que sigue el tráfico, esto es periodos de un año. Por lo tanto el volumen total serán todos los vehículos que circulen por cada tramo en un año.

Dividiendo el volumen total entre los 365 días del año, se obtiene el tráfico correspondiente a un día que es la media de todos los del año. A este valor se le llama Intensidad Media Diaria (IMD) y su obtención es el objetivo principal del desarrollo del informe anual de aforos de carreteras.

Junto con la IMD, y con los datos que se toman durante la explotación de la campaña se obtienen muchas otras variables cuyo objeto es la caracterización del tráfico y la detección de posibles problemas de congestión viaria. Se determina la composición del tráfico atendiendo a la naturaleza de los vehículos, se determinan también las diferentes distribuciones, tanto temporales como por carriles en cada sección. Determinar todas estas variables que resultan de la explotación de los datos que se obtienen durante la campaña, ayudan al titular a planificar y gestionar la red de carreteras.

## **2. METODOLOGÍA**

Un año más se elabora la presente memoria del Plan de Aforos que recoge la presentación y explotación de todos los datos tomados durante la campaña recién cerrada. Estas memorias anuales se vienen redactando desde la campaña 2007 y en cada una de ellas se ha ido tratando de aportar unos análisis más profundos y completos del tráfico que recorre nuestras carreteras.

Antes de iniciar cada campaña de aforos es preciso elaborar el plan que deberá seguirse para completarla. En dicho plan se especifica lo siguiente:

Los tramos en que se divide la red de carreteras

La frecuencia con la que se afora cada uno de los tramos

La duración de los aforos

Las fechas en que realizan los mismos



La división de la red de carreteras en un determinado número de tramos se realiza siguiendo unos criterios acordes con la teoría del tráfico homogéneo. Esta hipótesis de tráfico homogéneo establece que, definiendo un tramo de una carretera como el segmento entre dos puntos de la misma en las cuales exista una incorporación o salida de vehículos (por coincidir con un núcleo urbano, un enlace con otra vía...), la intensidad de tráfico será constante en todos los puntos de este tramo. Así, si en cualquier punto de este tramo se detecta una determinada cantidad de vehículos, se puede asumir que esta misma cantidad se mantiene constante a lo largo de todo ese tramo al no existir salidas ni incorporaciones a la vía de importancia. Del grado de discretización de estos tramos dependerá la precisión de los resultados obtenidos al manejar esta hipótesis.

La frecuencia de aforo que se asigne a cada tramo determina la tipología de la estación, que puede ser una de las siguientes:

- Permanente: Afora las 24 horas de los 365 días del año.
- Primaria: Afora 24 horas durante 7 días en meses alternos.
- Secundaria: Afora 48 horas en días laborables en meses alternos.
- De cobertura: Afora 24 horas al año.

Conocer el tráfico en cada uno de los tramos supondría su aforo de forma permanente, con lo que al cerrar la campaña se obtendría la IMD como media de las 365 intensidades diarias medidas. Desde el punto de vista de la asignación racional de recursos esto es inviable, por lo tanto se recurre al muestreo estadístico para la obtención de IMDs. Dicho muestreo se plasma mediante la determinación de los cuatro tipos de estación explicados anteriormente.

Con el muestreo se pretende aforar de una manera más intensa determinados tramos, midiendo menos frecuentemente el tráfico en otros. Se trata de obtener muestras lo suficientemente representativas como para caracterizar el tráfico en cada tramo, de forma que la asignación de recursos sea la óptima.

La primera determinación que se toma es la de elegir un conjunto muy reducido de tramos que aforar de manera permanente. Se trata de que estos tramos soporten habitualmente tráficos de diferentes características entre sí, en lo que se refiere tanto al



entorno como a las condiciones socioeconómicas de la zona. Se busca tener al menos un tramo representante de:

Tráfico de carácter industrial en zona periurbana

Tráfico de carácter turístico en zona urbana o periurbana

Tráfico de carácter turístico en zona rural

Tráfico de carácter residencial en zona urbana o periurbana

Tráfico de carácter agrícola en zona rural

La variabilidad del tráfico responde tanto a la estacionalidad, que denota diferencias en el mismo según el mes del año, como a la festividad, por la cual se observan variaciones entre los días que son laborables y los que no lo son. Incluso entre los propios días laborables se observan diferencias, pues no suelen ser demasiado parecidos entre sí los lunes y los martes, o los miércoles y los viernes. Lo mismo puede decirse de los festivos, pues se advierten diferencias entre las distribuciones observadas de los sábados y de los domingos. Para registrar todos estos fenómenos en un mismo muestreo, es necesario cubrir estas diferencias con el mismo.

Aforar todos los tramos, o la mayoría de ellos, mediante estaciones primarias sigue siendo inabarcable desde el punto de vista de la racionalización de los recursos. Por ello se escogen tramos representativos de cada una de las tipologías de tráfico identificadas. Al menos uno para cada una de ellas.

A continuación se determinan estaciones que, si bien no son suficientes por sí mismas para la determinación de la IMD, sí que recojan algo de la variabilidad en la distribución del tráfico. Se trata de las estaciones secundarias.



Estas estaciones registran la variabilidad estacional, ya que cubren periodos repartidos a lo largo del año de igual modo que las primarias, pero pierden la distribución que se produce a lo largo de la semana. Para obtener la IMD en los tramos aforados mediante estas estaciones es necesario apoyarse en registros realizados por una estación permanente o primaria. Pero no es válida cualquiera de ellas, sino una en la que el tráfico se distribuya de forma similar. A este fenómeno de similitud de distribuciones se le llama afinidad entre estaciones, por lo tanto una estación secundaria requerirá de una permanente o primaria que le sea afín para proceder al cálculo de la IMD. Lo que se realiza es expandir la muestra tomada apoyándose en los registros de la estación afín.

Con la definición de estaciones secundarias se aligera considerablemente la necesidad de toma de datos, pero aún así la utilización de recursos sigue siendo elevada si se extiende el muestreo a toda una red de carreteras como la de la Comunidad. Muchos tramos, dadas sus características o su importancia en la demanda de tráfico, no será necesario aforarlos mediante los tipos de estaciones que se han descrito anteriormente, a los cuales llamaremos estaciones de control, sino que será suficiente hacerlo durante un reducido espacio de tiempo y trabajar con las afinidades para determinar la IMD que soportan. Este último tipo de estaciones se denominan estaciones de coberturas.

### **2.1. Expansión de muestras. Definición y asignación de afinidades. Coeficientes de afinidad.**

La pérdida de representatividad de las muestras debe de compensarse mediante la expansión de las mismas, lo cual se consigue mediante la designación de afinidades entre estaciones de aforo.

Han sido definidos dos grandes grupos de estaciones, las de control y las de cobertura. Según lo expuesto, estaciones de control son aquellas que registran algún tipo de variabilidad propia del tráfico, por lo que pueden utilizarse para trasladar esta variabilidad a las estaciones de cobertura, que no cubren esa característica, mediante la definición de afinidades. El mencionado traslado se realiza mediante unos coeficientes, llamados de afinidad. Existen dos tipos de coeficientes, que se utilizan para trasladar las variabilidades estacionales y semanales. Se les llama Coeficiente de Estacionalidad y Coeficiente de Festivos respectivamente.



El coeficiente de festivos es un solo valor, pero el coeficiente de estacionalidad es una serie de doce valores, uno para cada mes del año. Se pretende con estos coeficientes disponer de factores multiplicativos para las medias obtenidas en las diferentes estaciones de aforo. Según su tipología se aplicarán unos u otros coeficientes.

La nomenclatura de los coeficientes de afinidad es:

- S = coeficiente de festivos
- Lm = coeficiente de afinidad correspondiente al mes m

Dadas las características en la toma de datos, de las muestras se podrán extraer los distintos coeficientes:

- De las estaciones permanentes: toda la serie de Lm y S.
- De las estaciones primarias: los 6 Lm de los meses aforados y S
- De las estaciones secundarias: los 6 Lm de los meses aforados

## **2.2. Cálculo de la Intensidad Media Diaria (IMD).**

Una vez asignadas las afinidades de cada tramo, realizados los muéstreos correspondientes según el tipo de estación y calculados los coeficientes de afinidad, se procede al cálculo de la Intensidad Media Diaria de cada uno de los tramos.

Si IM es la intensidad diaria media obtenida de los registros realizados en una estación de aforos a lo largo del año (media de todas las ID tomadas), según el modelo que se está definiendo, la IMD se calculará de la siguiente manera:

En estaciones permanentes:	$IMD = IM$
En estaciones primarias:	$IMD = IM$
En estaciones secundarias:	$IMD = IM * S$
En estaciones de cobertura:	$IMD = IM * Lm * S$

El subíndice m hace referencia al mes en que se ha tomado la cobertura.



### **2.3. Sistemas de conteo y clasificación de vehículos.**

La toma de datos de tráfico para explotación de un plan de aforos se realiza utilizando equipos electrónicos capaces de identificar el paso de los vehículos en cada carril y clasificarlos según diversos criterios.

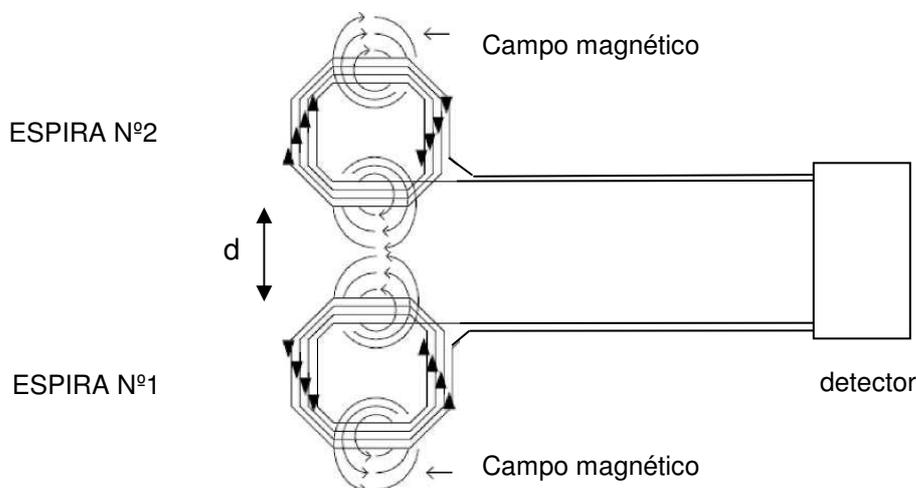
Muchos son los dispositivos capaces de efectuar esta toma de datos, cada uno con sus diferentes características en cuanto a precisión, coste económico, facilidad de instalación, intrusión en la calzada, etc.

#### **2.3.1. Los sistemas basados en inducción magnética o en impulsos neumáticos**

En instalaciones donde se pretenda obtener datos de manera permanente, resulta adecuado utilizar un tipo de detectores que presenten menor frecuencia de averías y mayor fiabilidad. Los más utilizados son los detectores de lazo o de bucles de inducción magnética.

Se basan en la detección de los cambios que se producen en un campo electromagnético cuando circula un vehículo (masa metálica) sobre un punto determinado de la calzada.

Consisten en una espira electromagnética o cable enterrado en el pavimento, dispuesto formando un cuadrado, por el que circula una corriente eléctrica que genera el correspondiente campo electromagnético. Al pasar por este lazo la masa metálica del vehículo produce un cambio en las características del campo electromagnético generado que se registra por el contador. Este tipo de dispositivos registran el número total de vehículos que pasan y pueden clasificarlos por su longitud, número de ejes y masas. Son los detectores más instalados en las carreteras españolas. Permiten conocer la velocidad de circulación de los vehículos, ya que se suelen colocar dos espiras por carril, separadas a una cierta distancia fija y constante.



El paso del vehículo por la espira n°1 queda recogido en el detector. Pasado un pequeño intervalo de tiempo, pasa por la espira n°2 y también se recoge en el detector. Como se conoce la distancia “d” que separa las espiras y el detector determina el tiempo que ha empleado el vehículo en pasar de una espira a otra, se puede conocer la velocidad, calculándola como el cociente entre esta distancia y el tiempo empleado.

Como inconveniente, presentan la necesidad de cortar el tráfico en el carril en el que están instaladas para realizar cualquier reparación, por lo que este tipo de actuaciones deben realizarse en horas de poco tráfico –horas valle u horario nocturno-. Asimismo, si se realiza alguna modificación en el pavimento (refuerzos de firme, etc.) se han de adaptar a la nueva configuración.

Los detectores neumáticos que también tiene el aparato, son capaces de detectar los impulsos de aire que se producen cuando el tráfico pasa por encima de una goma hueca con sección de media caña que se dispone en la carretera de un lado al otro de la misma.

El modelo más utilizado en el desarrollo del Plan de Aforos de la Región de Murcia es el ADR-1000 (Automatic Data Recorder) de la marca Peek Traffic.



ADR-1000 Este modelo de aparato es usado en carreteras con hasta 2 carriles por calzada. En la actualidad se disponen unas cincuenta y tres unidades de este modelo, de los cuales diecisiete conforman la red permanente de aforos de nuestra red de carreteras, junto con un ADR-2000 con capacidad de hasta 8 carriles.

Este tipo de dispositivos cuenta con las ventajas de la facilidad de instalación y de ser de coste reducido, mientras que suponen una intrusión en la carretera, pues la captación del dato se realiza en el mismo lugar por donde transitan los vehículos.

En el caso de realizar la obtención y clasificación de datos mediante sensores de lazo inductivo, el medio para la identificación de los vehículos son las espiras comentadas anteriormente, que han de ser practicadas en el pavimento al menos una vez. Es necesario realizarles un mantenimiento, sobre todo en lo que respecta a las conexiones del cable y eventualmente practicar un resellado de las mismas en el pavimento. Si la espira no es sometida a demasiados esfuerzos ni aparecen roderas sobre las mismas, este sistema puede considerarse de una duración prolongada (más de 10 años). Por último cabe mencionar que el grado de precisión de los datos tomados con este sistema, en condiciones óptimas de funcionamiento, supera el 95%

El mismo dispositivo (ADR) tiene sensores neumáticos. El sistema para obtener los datos utilizando estos sensores es igualmente intrusivo, pues hay que cruzar cada vez que se quiere realizar una toma de datos, una goma de un lado al otro de la carretera. Este sistema en cambio tiene un error mucho mayor que depende de diversos factores. La detención de vehículos o paso de los mismos a velocidad reducida, las altas intensidades de tráfico y diversidad en su composición, el cruce de vehículos en los diferentes carriles en la sección



de conteo, todos ellos son factores que aumentan el error que introduce este sistema, pudiendo llegar en casos extremos al 20%.

Estos datos han de ser recogidos y volcados al sistema de gestión de datos por medios manuales, existe la posibilidad de transmitir por vía telemática las lecturas registradas vía GPRS ,mediante moden a tiempo real, alimentando las estaciones por placas solares, lo que permitiría controlar el tráfico que circula de forma instantanea.

Con el fin de mejorar la seguridad vial y minimizar los riesgos de los operarios, mientras realizan las operaciones de lectura de datos y mantenimiento de las estaciones, este servicio esta ejecutando estacionamientos para los vehiculos de aforo, ya que se evita el impacto que produce en el trafico, la reducción de sección util por la presencia del vehiculo estacionado ocupando parte de la calzada y se reduce la exposición de los operarios a posibles atropellos o alcances por otros vehiculos , al suprimir la necesidad de circular por la calzada al subir y bajar de los vehiculos.



Hasta La fecha se llevan construidas con este fin 90 estacionamientos para vehiculos de aforos. El objetivo de este Servicio es el de dotar de dichos aparcamientos a la totalidad de



estaciones ubicadas en la red de primer nivel dado que son las que soportan un mayor tráfico y suponen un mayor peligro potencial para nuestros operarios así como de los usuarios.

Durante la proxima campaña 2012 esta prevista la instalación de sistema de telemetría (comunicación de los datos por via MODEM GPRS) en varias estaciones permanentes lo que permitirá conocer en tiempo real el tráfico que discurre por nuestras vias de mayor capacidad.

#### **2.4.Tratamiento y gestión de Datos.**

El equipo de aforos de la Consejeria de Obras Públicas y Ordenación del Territorio mediante los sistemas descritos en el apartado anterior recoge toda la información que es procesada en el Servicio Tecnológico por personal técnico especializado.

Una vez descargados los datos de tráfico, éstos son sometidos a un sistema de control para identificar posibles anomalías, siguiendo patrones de comportamiento y comparativas con la información contenida en la base de datos del centro. Tras su evaluación y conformidad son recopilados y exportados para ampliar dicha base de datos, con la cual se pueden realizar estudios y análisis más intensos ya que contiene todas las variables de tráfico recogidas.

Los datos que no pasan ese primer filtro son apartados para estudiarse con más detenimiento, para intentar localizar e identificar la anomalía y decidir qué medida de actuación tomar, ya sea repetir el aforo de tráfico, revisar o arreglar las instalaciones, realizar una observación y aforo manual, entre otras. Además, para una mayor veracidad de todos los datos obtenidos si tras todas las actuaciones, los datos continúan siendo poco fiables se procede a reconstruirlos mediante distribuciones afines de estudios anteriores, conservando así toda la nueva información válida y desechando los errores.



Como ya se ha mencionado, toda esta información alimenta una amplia base de datos que permite obtener cualquier variable de tráfico y mediante la cual se desarrollan durante todo el ejercicio las memorias mensuales que detallan todas las actuaciones y estudios efectuados en dicho periodo.

### **3. LA RED AUTONÓMICA DE CARRETERAS.**

Las carreteras que articulan las comunicaciones del territorio son infraestructuras de transporte que tienen como titulares a las diferentes administraciones públicas. Podrían clasificarse según diversos criterios, siendo uno de ellos la titularidad. Así se tendría que:

#### Red a cargo del Estatal

Son las carreteras estatales integradas en un itinerario de interés general, y cuya función en el sistema de transporte afecta a más de una comunidad.

#### Red a cargo de los Entes Territoriales

Son las carreteras cuya función en el sistema de transporte afecta a una sola comunidad o a una provincia o cabildo y cuya gestión administrativa depende de las comunidades o de las diputaciones provinciales o de los cabildos insulares despectivamente.

#### Red a cargo de Ayuntamientos

Son los viarios municipales tanto urbanos como interurbanos, y cuya gestión administrativa depende de los entes locales y que tiene como función la movilidad de las personas y mercancías que se realizan dentro de la delimitación territorial propia de cada municipio.

#### Otras Carreteras

Incluye el resto de la red de vías públicas a cargo del Ministerio de Defensa, Puertos del Estado, Confederaciones Hidrográficas, etc; así como una estimación del viario urbano e interurbano a cargo de los municipios



La red de carreteras de titularidad de la Región de Murcia está formada por carreteras que discurren íntegramente por el territorio de la Comunidad Autónoma y sirve fundamentalmente para dar soporte a las comunicaciones terrestres por carretera, de itinerarios dentro de la Región de Murcia.

Esta red se encuentra jerarquizada según la índole de los itinerarios a que da soporte, de forma que se podría encontrar dos tipos de red, la básica y la local. En la Ley 2/2008, de 21 de abril, de Carreteras de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia y se define, en su artículo 4, la clasificación funcional de la red de carreteras, en la cual se incluyen entre otros estos dos tipos. Concretamente:

**Artículo 4.- Clasificación funcional: la red regional de carreteras de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.**

*Las carreteras regionales cuya titularidad corresponde a la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia se clasifican, según su función, dentro de las siguientes categorías:*

*a) Red de primer nivel. Estará constituida por los itinerarios que están destinados a soportar las mayores intensidades de tráfico de la Región, conectar con la red estatal, canalizar los flujos entre las poblaciones y áreas principales y que, por su calidad, tienen la función de configurar el esquema fundamental de la Red Regional. Por su carácter equilibrador y estructurante del territorio, estará siempre compuesta por itinerarios completos.*

*b) Red de segundo nivel. Estará constituida por los tramos o itinerarios con función intercomarcal, destinados a conectar todos los núcleos municipales con la red de primer nivel, soportar los tráficos intrarregionales de corto y medio recorrido, dotar de la estructura viaria fundamental a las comarcas que no la tuvieran definida y complementar la red básica o de primer nivel en su función equilibradora del territorio regional.*

*c) Red de tercer nivel. Estará constituida por los tramos o itinerarios que completan las redes anteriores y estará destinada a soportar tráficos de corto recorrido, asegurar la conexión con los núcleos de población de al menos 500 habitantes y con los puntos de acceso a otros sistemas de transporte; asimismo, por aquellos tramos o itinerarios locales o rurales que sirvan para garantizar el derecho a la accesibilidad al territorio regional, dotando de red a las comarcas que no la poseyeran por los otros dos niveles. Tiene carácter estructurante en el interior de los espacios comarcales y de servicio local.*

La red de primer nivel, es la que une los principales centros de población y conecta con la Red de Carreteras del Estado. Se designa mediante las siglas RM acompañadas de un número de hasta tres dígitos, y se rotula esta designación en color negro sobre fondo naranja.



**RM-1**

**RM-19**

**RM-414**

La red de segundo nivel, es la que esta destinada a conectar todos los núcleos municipales con la red de primer nivel, soportar los tráfi cos intrarregionales de corto y medio recorrido. Se designa mediante las siglas **RM** acompañadas de una letra (**A,B,C,D,E o F** opcional) y de un número de hasta tres dígitos, y se rotula esta designación en color negro sobre fondo verde.

**RM-502**

**RM-A7**

**RM-B14**

La red de tercer nivel, es la que asegura la conexión con los núcleos de población de al menos 500 habitantes y con los puntos de acceso a otros sistemas de transporte; asimismo, por aquellos tramos o itinerarios locales o rurales que sirvan para garantizar el derecho a la accesibilidad al territorio regional. Se designa mediante las **RM** acompañada opcionalmente de una letra (**A,B,C,D,E o F**) y de un número de hasta tres dígitos. En el caso de las travesías se rotulará mediante una sigla **T**, una letra en mayúsculas acompañado con un número de hasta dos cifras , o un número de hasta cuatro dígitos y opcionalmente acompañado de la letra “**a,b,c o d**” o un número de un dígito. Se rotula esta designación en color negro sobre fondo amarillo.

**RM-516**

**RM-C6**

**RM-D18**

**T-301a**

**T-3319-2**

Además de las diferentes titularidades, la configuración de cada una de las redes de carreteras cambia a lo largo del tiempo. Apertura de tramos de obra nueva, transferencias de carreteras, obras de acondicionamiento, estas son algunas de las circunstancias que pueden hacer variar la longitud de una red de carreteras.

### **3.1. Evolución de la red de carreteras de la Región de Murcia.**

Además de las diferentes titularidades, la configuración de cada una de las redes de carreteras cambia a lo largo del tiempo. Apertura de tramos de obra nueva, transferencias de carreteras, obras de acondicionamiento... existen un sinfín de circunstancias que pueden hacer variar la longitud de la red de carreteras. A continuación, se presentan los datos de la longitud de



la red dependiente de la Consejería de Obras Públicas y Ordenación del Territorio correspondientes al año 2011, y sobre los cuales se ha desarrollado la Campaña de Aforos 2011:

		Región de Murcia
Red Básica	<b>Autovía</b>	<b>241,1 Km</b>
	<b>Conv. Desdoblada</b>	<b>78,3 Km</b>
	<b>Convencional 1<sup>er</sup> Nivel</b>	<b>221,0 Km</b>
	<b>Convencional 2<sup>o</sup> Nivel</b>	<b>924,3 Km</b>
	<b>Convencional 3<sup>er</sup> Nivel</b>	<b>1.517,4 Km</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>2.977,9 Km</b>

### 3.2. Definición de tramos.

Se segmenta la red de carreteras de la Región de Murcia para la Campaña de Aforos de 2011 en un total de 414 tramos. Las variaciones en el nivel de tramificación respecto de la campaña anterior, responden principalmente a transferencias de competencias o bien a división de tramos para mayor precisión en los resultados. Se puede afirmar que el grado de discretización es bastante alto, (si bien no se llega al punto de establecer un tramo cada vez que en una carretera se presenta un evento como conexión con otros viarios o accesos a núcleos de residencia o actividad).

La discretización de la red de carreteras en estos tramos se realiza atendiendo al conocimiento previo, análisis de los datos obtenidos y experiencia del personal de campo. No obstante pueden servir de orientación algunos criterios generales. Suelen definir origen y final de tramo,

Los núcleos de población.

Las intersecciones o enlaces con otras carreteras con una mínima entidad.

Los centros de actividad industrial o comercial.



Los tramos que se definen suelen tener unos 3 o 8 kilómetros de longitud, siendo rara vez más largos de 15 kilómetros, ni tener menos de 1 kilómetro. Del grado de discretización de estos tramos dependerá la precisión de los resultados obtenidos al manejar esta hipótesis de tráfico homogéneo.

No hay que olvidar que con esta tramificación se realiza una modelización, que no es sino una simplificación de una red compleja y variada, y además que las vías públicas son dinámicas y cambian a lo largo del tiempo, por lo que la red de estaciones de aforos también debe serlo. Se realizan estudios de retramificación de manera regular para adaptar los tramos definidos a la realidad viaria conforme esta va sufriendo cambios.

### **3.3. La red de estaciones de aforos de la Región de Murcia.**

La red de estaciones de aforos de la **Región de Murcia** está constituida por dos tipos básicos de estaciones: estaciones donde se realiza la toma de datos mediante estaciones de medición de inducción magnética (estaciones fijas) y estaciones donde se realiza la toma de datos mediante dispositivos portátiles, principalmente tubos neumáticos.

De los 414 tramos en los que se ha dividido la red de carreteras de la **Región de Murcia**, en 297 se presentan estaciones de aforos fijas, que aportan datos tanto de intensidad de tráfico como de velocidad, tipo de vehículos, tráfico por carril o tráfico por sentido. En el resto de las 93 aforadas, se han usado estaciones portátiles, las cuales aportan datos de intensidad de vehículos principalmente. En los 22 tramos restantes no ha sido posible aforar durante la campaña 2011.

Cabe mencionar que, tanto para garantizar la seguridad del personal aforador que trabaja en esta campaña y de los propios usuarios de la vía, como para aumentar la calidad de la información, el objetivo del departamento de aforos es el de transformar paulatinamente todas las estaciones sin instalaciones en carretera, en estaciones fijas de espiras magnéticas, además de ir dotándolas de instalación de aparcamiento, para una mejora de seguridad durante las operaciones de mantenimiento y lectura de los datos de aforo. A este respecto, durante la campaña 2011 se procedieron a instalar 3 nuevas estaciones de nueva creación, completamente operativas durante 2011, la E-351 en la carretera RM-608 A-7 a Alhama



en el PK 0+300, la E-446 en la carretera RM-D-26 tramo desde Puerto lumbreras a RM-620 en el Pk 4+900, la E-464 en la carretera RM-D6 tramo desde la N-332-2 a Bolnuevo en el Pk 2+000, todas de son secundarias es de reseñar que quedan pendientes de conectar a las nuevas zonas de aparcamientos ya contruidos, tres de las instalaciones existentes, como son las estaciones E-615 y la E-616 en la RM-12 Autovia de la Manga y la Estación E-287 en la RM-15 Autovia del Noroeste, por lo que se prevee su ejecución durante esta anualidad. También, debido a obras, actuaciones en la calzada, el efecto del tráfico, deterioro de las vías, meteorología... puntualmente algunas estaciones dejan de funcionar o presentan anomalías. Por eso, se sigue un programa de monitorización de los resultados, además de un continuo seguimiento del estado de las estaciones. En caso de desperfectos de importancia o cuando una actuación implica la eliminación de una estación, se trata de reubicarlas con la mayor brevedad. Esto es lo que puede explicar alguna variación en el número de estaciones fijas de alguna carretera concreta.

La configuración de la red de aforos, detallada para toda la región, es la siguiente:

	Puntos Aforo con estación fija	Puntos de Aforo con estación portátil
Total	297	93

### **3.4. El muestreo del Plan de aforos de 2011**

Siguiendo los criterios presentados en el apartado 2. para la campaña de aforos 2011 se ha diseñado un plan de aforos con una distribución de muestreo de estaciones como muestra la siguiente tabla:

Plan de Aforos 2011



	Permanentes	Primarias	Secundarias	Coberturas	Total
<b>Estaciones</b>	17	52	228	93	390
<b>Muestreo (días/año)</b>	365	42	4	1	
<b>Muestreo</b>	6205	2184	912	93	9394

Cabe decir que un total de 2 estaciones han quedado fuera del plan por motivos diversos, como obras en el tramo, (estaciones E-524 en la carretera RM-611 en el Pk 5+800 y E-502 en la carretera RM-332 en el PK 7+500), actuaciones en la calzada que han hecho necesario volver a instalar la estación, o imposibilidad de tomar datos debido a un deterioro en las instalaciones (en cuyo caso están pendientes de reparación).

#### **4. RESULTADOS CAMPAÑA 2011**

##### **4.1. IMDs, intensidades mensuales y tráfico de vehículos de gran tonelaje**

La obtención de las IMDs constituye el objetivo principal del plan de aforos anual que desarrolla el Servicio Tecnológico de la Dirección General de Carreteras. Estas IMDs son el dato estadístico principal para caracterizar el tráfico de cada uno de los tramos en los que se divide la red de carreteras de la Región de Murcia, y como se ha explicado anteriormente, se obtiene tras el análisis y tratamiento de los datos obtenidos a lo largo de todo el año.

Todos los datos han sido validados comparándolos con datos previos, y en caso de detectar anomalías, han sido estas investigadas y corregidas. Con los datos de todo el año, se calculan los coeficientes de afinidad y con ellos se procede a la anualización o expansión de muestras.

En las estaciones permanentes y en las estaciones primarias, la IMD se obtiene como media de los datos recogidos. En las estaciones secundarias, esta media se multiplica por el coeficiente de festivos S que le corresponda para obtener su IMD. En las de cobertura se multiplica el tráfico diario registrado por el correspondiente coeficiente de estacionalidad L y de festivos S.



Otro dato relevante en el estudio de las carreteras es el índice de vehículos pesados que presenta en cada una de ellas. El tráfico de pesados influye en el dimensionamiento de los firmes y marca en mayor medida la vida útil del mismo, siendo determinante en los ciclos de las actividades de conservación.

En la explotación del plan de aforos, la obtención de esta variable se realiza mediante la medida de la longitud de los vehículos. Para trasladar esta longitud a tipo de vehículos, se conviene que los vehículos registrados cuya longitud es superior a 6 metros son vehículos de gran tonelaje. Se ha llegado a este convenio por observación del tráfico circulante por una sección y contraste con el registro de longitud realizado por el contador.

Complementariamente al resultado anualizado de IMD y el índice de vehículos pesados, se calculan también intensidades de tráfico para cada mes. Estas intensidades mensuales son calculadas con los mismos coeficientes y las mismas afinidades que han sido utilizadas para calcular la IMD, y, aunque no dejan de ser una abstracción de los resultados, sirven como una medida orientativa de qué intensidad se ha dado durante ese mes en cada uno de los tramos definidos.

Pueden consultarse tanto estos datos de intensidades mensuales, como los datos actuales e históricos de IMD y porcentajes de vehículos pesados en las tablas 2, 3, y 7 del Anexo 1.

#### **4.2. Velocidades Características**

Este año como novedad se van a proporcionar los datos de las velocidades medias de determinados tramos.

La intensidad del tráfico es una de las variables más importantes de las manejadas en planificación y explotación de carreteras, pero hay muchas otras que también intervienen en la toma de decisiones o como apoyo a la gestión y explotación. La velocidad es una de ellas. La velocidad de circulación de los vehículos existen diferentes expresiones. La primera consideración a realizar es la que se refiere a las variables espacio-temporales que encuadran la observación. Esto es:



a) Se podría observar la velocidad en un tramo de carretera, en un instante dado, se tendría una cantidad  $N$  de vehículos dentro de dicho tramo que circulan en ese instante, cada uno con su velocidad.

Así se podría tener una serie de  $v_1, v_2, \dots, v_n$  de la cual se puede obtener la media, definiendo así una velocidad media espacial.

b) En cambio, la observación realizada en una misma sección de carretera, extendida a un intervalo temporal, también arrojará una serie de vehículos, cada uno con su velocidad de paso por la sección de observación.

$v_1, v_2, \dots, v_n$  es una serie de la que también puede calcularse su media. Se concreta en este caso una velocidad media temporal.

Otros autores designan estas velocidades como local y momentánea, pero los conceptos coinciden con éstos. En todo caso, estas dos velocidades medias no coinciden entre sí a no ser que el flujo sea uniforme, lo cual en la realidad no puede considerarse que se produzca nunca. La velocidad media espacial es una media aritmética, mientras que la temporal es una media armónica.

La relación entre ambas velocidades es la siguiente:

$$\bar{V}_t = \bar{V}_e + \frac{\sigma_e^2}{\bar{V}_e}$$

Y la diferencia entre ambas suele estar entre el 5 y el 12 %, siendo la temporal mayor.



Con los medios de que se dispone para la toma de datos y explotación de los mismos, las velocidades que se pueden registrar son las temporales, ya que los aforos se realizan en secciones concretas de la carretera.

Todo lo anterior se ha referido a velocidades medias, pero no siempre son sólo éstas las que interesa conocer. En estudios relacionados con la seguridad vial, trabajar con la velocidad media supondría que las medidas diseñadas sean "inseguras" para la mitad de los vehículos (aproximadamente), lo cual no es asumible. En este tipo de estudios suele trabajarse con la velocidad que no es superada por el 85% de los vehículos, también llamada V85. Otro valor que suele calcularse es el de la V99, considerada como la velocidad máxima que habitualmente se registra en el tramo analizado.

A las variables V50, V85 y V99 se les llama velocidades características y describen en cierto modo la distribución de velocidades en la sección de toma de datos. En cada campaña anual de aforos se realiza el cálculo de las velocidades características en periodos que abarcan la totalidad del intervalo temporal de toma de datos, pero el cálculo puede realizarse para periodos tan pequeños como lo sean los periodos de integración de los datos tomados, habitualmente una hora para tráfico interurbano.

#### **4.3. Fichas de caracterización de tramos**

En el desarrollo de la Campaña de Aforos 2011 se han obtenido multitud de datos y estadísticas de tráfico para la practica totalidad de la red viaria de la Región de Murcia. En esta memoria 2011, muchos de estos datos vienen presentados por tipo estadístico o área de estudio (ver tablas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7), pero existen muchos otros datos adicionales y de importancia para el estudio y comprensión del tráfico que deben ser presentados en esta memoria anual. Así, se diseñan unas fichas de caracterización para cada uno de los tramos estudiados, que si bien no presentan todos los datos existentes, sí agrupan los datos más relevantes para definir el comportamiento y características de cada uno de los tramos.

Adicionalmente a los datos presentados, en las tablas del Anexo 1, se facilitan las fichas de caracterización de las estaciones permanentes y semipermanentes, en estas fichas de caracterización se aportan datos sobre evolución anual, evolución semanal, y



evolución diaria de las intensidades de cada tramo, así como las velocidades medias de vehículos, ligeros y pesados.

Pueden consultarse estas fichas en el Anexo 3.

#### **4.4. Análisis del tráfico**

Una forma de evaluar la demanda de tráfico de nuestras carreteras, es obtener la cantidad de kilómetros que se recorren anualmente. Este sencillo cálculo se puede realizar a partir de las IMDs de cada tramo, pues se asume que es la intensidad del día medio del año, por lo que el número de kilómetros recorridos anualmente será el producto de cada IMD por la longitud del tramo y por el número de días del año.

En esta variable, además del tráfico interviene la longitud de la red de carreteras. A la hora de comparar resultados con campañas de años anteriores, hay que tener esto en cuenta, pues variaciones en la longitud de red aforada van a influir en la evolución del tráfico acumulado anual. Como posibles causas de que la red aforada sufra variaciones se tendría.

- a) Tramos en obras cerrados al tráfico.
- b) Tramos con malfuncionamiento en la estación de aforos habiendo sido imposible la reparación para esta campaña.
- c) Pérdidas de longitud de red por transferencias de titularidad de carreteras o tramos a otras administraciones.
- d) Aumento de longitud por transferencias desde otras administraciones.
- e) Aumento de longitud por construcción o modificación de carreteras.

Frente a estas variaciones en la longitud de red aforada, y con el objetivo de aportar cada año datos que sean fácilmente comparables con años anteriores, en los supuestos a) y b) se procede a calcular los datos con los últimos datos disponibles de IMD.



Así, la variación de la red aforada con respecto a años anteriores puede observarse en la siguiente tabla:

AÑO	2006	2007	2008	2009	2010	2011
KMS	2.773,65	2.813,00	2.809,75	2.730,70	2.768,90	2.759,84
Variación sobre el año anterior		1,42%	-0,12%	-2,81%	1,40%	-0,33%

Como puede verse en la tabla, la variación de la red aforada es mínima, ya que se han eliminados los tramos dependientes de las estaciones E-632 en la RM-F2 con una longitud de 4,2 Km, la E-636 en la RM-F4 con una longitud de 3,0 Km y la E-518 en la RM-603 con una longitud de 5,0 Km, frente a las dos nuevos tramo aforados por primera vez como son los dependientes de las estaciones E-464 en la RM-D6 con una longitud de 7,4 Km y la E-351 en la RM-608 con una longitud de 2,2 Km.



Los resultados en la campaña de 2011 han sido los siguientes:

## TRÁFICO REGISTRADO EN EL AÑO 2011 EN LA RED DE CARRETERAS DE LA REGION DE MURCIA

Longitud (km)	INTERVALO DE TRAFICO DIARIO (IMD)	IMD MEDIA (veh/día)	Veh-km anuales	PORCENTAJE DE VEH. PESADOS (% sobre IMD)	SISTEMA DE OBTENCION
64,60	< 50 veh/día	129	3.045.060	7,60	AFORADA
74,60	50 - 99 veh/día	67	1.814.399	5,01	AFORADA
232,20	100 - 249 veh/día	163	13.824.441	6,01	AFORADA
293,10	250 - 499 veh/día	370	39.586.906	5,97	AFORADA
393,20	500 - 999 veh/día	753	108.015.382	8,03	AFORADA
514,10	1000 - 1999 veh/día	1.462	274.290.814	9,38	AFORADA
749,18	2000 - 4999 veh/día	3.371	921.891.179	8,32	AFORADA
250,46	5000 - 9999 veh/día	7.117	650.608.072	8,40	AFORADA
129,10	10000-14999 veh/día	11.776	554.883.591	7,15	AFORADA
38,20	15000-24999 veh/día	18.984	264.691.761	5,23	AFORADA
21,10	> 25000 veh/día	27.082	208.568.224	3,20	AFORADA
<b>LONGITUD TOTAL</b>		<b>IMD MEDIA RED</b>	<b>VEH-KM. TOTALES</b>	<b>PORCENTAJE MEDIO DE PESADOS</b>	
2.759,84		6.479	3.041.219.828	6,75	

### 4.5. Equipo de Trabajo

En la toma de datos de la campaña de aforos 2011 y realización de esta memoria anual han intervenido:

*Coordinación del Trabajo:*  
Tomás Bernal Zamora



*Tratamiento de datos y redacción del informe:*

Jesús P. Chazarra Zapata  
Jose Antonio Martínez López

*Aforadores de campo:*

Antonio Sánchez Abenza  
José Gambin Zaragoza  
Antonio Trujillo Egea

*Operarios de conservación y mantenimiento de aforos:*

Jose Antonio Martínez Alcántara  
Jose Javier Plaza Navarro

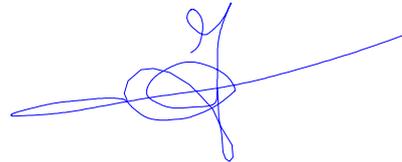
Murcia, Enero de 2012

Vº Bº

EL INGENIERO JEFE DEL SERVICIO  
TECNOLÓGICO

Fdo.: Tomás Bernal Zamora

EL INGENIERO T. DE OBRAS PÚBLICAS  
TÉCNICO DE GESTIÓN



Fdo.: Jesús P. Chazarra Zapata



## **ANEXO 1: TABLAS DE DATOS**

Plan de Aforos 2011



# **TABLA 1: TRÁFICO 2.011 POR CARRETERA**



## **TABLA 2: TRÁFICO 2.011 POR IMD**



## **TABLA 3: TRÁFICO 2.011 POR IMD PESADOS**



## **TABLA 4: TRÁFICO 2.011 POR MUNICIPIO**



## **TABLA 5: TRÁFICO 2.011 POR NÚMERO DE ESTACIÓN**



## **TABLA 6: TRÁFICO 2.011 POR TIPO DE ESTACIÓN**



# **TABLA 7: EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO**

## **2.001-2.011**



## **TABLA 8: VELOCIDADES 2.011 POR CARRETERA**



## **TABLA 9: VELOCIDADES 2.011 POR VELOCIDAD MEDIA**



# **TABLA 10: VELOCIDADES 2.011 POR VEHÍCULOS LIGEROS**



## **TABLA 11: VELOCIDADES 2.011 POR VEHÍCULOS PESADOS**



## **TABLA 12: VELOCIDADES 2.011 POR MUNICIPIO**



## **TABLA 13: VELOCIDADES 2.011 POR NÚMERO DE ESTACIÓN**

*Plan de Aforos 2011*



## **TABLA 14: VELOCIDADES 2.011 POR TIPO DE ESTACIÓN**



## **TABLA 15: EVOLUCIÓN DE VELOCIDADES 2.008-2.011**



## **ANEXO 2: MAPAS**



## **MAPA 1: TRÁFICO IMD 2.011**



## **MAPA 2: TRÁFICO LIGEROS 2.011**

*Plan de Aforos 2011*



## **MAPA 3: TRÁFICO PESADOS 2.011**



## **MAPA 4: VELOCIDAD MEDIA 2011**



## **MAPA 5: VELOCIDAD LIGEROS 2011**



## **MAPA 6: VELOCIDAD PESADOS 2011**

*Plan de Aforos 2011*



# **ANEXO 3: FICHAS DE CARACTERIZACIÓN DE ESTACIONES**



# PERMANENTES