

## TEMA 69

**ESTUDIOS DEL TRÁFICO Y ANÁLISIS DE LA DEMANDA. AFOROS EN REDES URBANAS Y EN REDES INTERURBANAS. SISTEMA DE RECOGIDA AUTOMÁTICA DE DATOS EN TIEMPO PRESENTE: VARIABLES DE TRÁFICO, METEOROLÓGICAS Y AMBIENTALES. DETECTORES, DESCRIPCIÓN, TIPOS Y TECNOLOGÍAS. SISTEMA DE INTRODUCCIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE SUCESOS Y PREVISIONES.**

### INDICE

|      |   |    |
|------|---|----|
| I.   | Estudios del Tráfico y análisis de la demanda. ....                   | 2  |
| II.  | Aforos en redes urbanas y en redes interurbanas. ....                 | 2  |
| III. | Sistema de Recogida de Datos en tiempo presente.....                  | 3  |
| 3.1  | Variables de Tráfico. ....  | 3  |
| 3.2  | Variables Meteorológicas. ....  | 6  |
| 3.3  | Datos de Localización. ....   | 8  |
| IV.  | Captura de Datos de Tráfico y Meteorológicos.....                     | 8  |
| 4.1  | Detectores de Tráfico. ....   | 8  |
| 4.2  | Captura de datos meteorológicos. ....                                 | 11 |
| V.   | Otros elementos del sistema de captura en carretera.....              | 20 |
| 5.1  | Energía y tomas de tierra. ....                                       | 21 |
| 5.2  | Armarios y regletas. ....   | 21 |
| 5.3  | Soportes, jaulas y vallados.....                                      | 21 |
| VI.  | Sistema de Introducción y actualización de sucesos y previsiones..... | 22 |
| 6.1  | LINCE (Localizador de Incidencias en las Carreteras de España).....   | 22 |
| 6.2  | DALI (Detección Automática de Localización de Incidencias).....       | 24 |
| 6.3  | Nodo DATEX.....   | 25 |
| 6.4  | RENO.....   | 25 |

## **I. Estudios del Tráfico y análisis de la demanda.**

Los estudios de tráfico son la herramienta fundamental de la ingeniería aplicada al conocimiento del tráfico para conocer su comportamiento.

Para efectuar un estudio de esta naturaleza es preciso conocer el funcionamiento del tráfico rodado sobre las infraestructuras viarias ya sean estas existentes o de nueva implantación. Para ello se han de realizar medidas sistematizadas sobre las distintas variables que definen el comportamiento de la circulación.

Las variables a tener en cuenta si bien son diversas, inexcusablemente se han de citar las intensidades de tráfico y las velocidades de los vehículos; además se han de tener, otros muchos tales como los accidentes, los usos y costumbres de los conductores y pasajeros, las clases, naturaleza y tipos de los vehículos circulantes, la localización de centros de ocio y/o destino o los focos industriales y comerciales, entre otros.

Estos datos pueden ser realmente medidos (infraestructura existente) o pueden ser datos deducidos por prognosis o proyección a futuro, es decir es posible llevar a cabo un análisis de la demanda actual o de futuro

Los estudios de tráfico y análisis de la demanda son la base para llevar a cabo las actividades de prognosis, planeamiento, mejora, dimensionamiento y definición geométrica en planta y alzado.

Por otro lado, también, es usual utilizar este tipo de datos, estudios y análisis para efectuar investigaciones conducentes a conocer los efectos que los diferentes elementos de la vía ejercen sobre la circulación, es decir para conocer de forma inversa si las infraestructuras ejecutadas son acordes y responden a las previsiones deducidas empíricamente mediante los estudios y análisis citados.

## **II. Aforos en redes urbanas y en redes interurbanas.**

El procedimiento para conocer el comportamiento de los vehículos y conductores sobre una red viaria es la ejecución de aforos sistemáticos, periódicos o con una determinada frecuencia.

Las redes viarias pueden ser *urbanas*, formadas por calles o vías localizadas en zonas habitadas en las que conviven el vehículo y el peatón e *interurbanas* que, de forma general conexionan las zonas urbanas o habitadas. En las primeras son frecuentes las intersecciones a nivel, los pasos de peatones, el acceso a edificios colindantes y los vehículos realizan, en general, desplazamientos cortos.

En las segundas, la circulación está compuesta por vehículos de tracción a motor y no es posible, salvo casos muy excepcionales, el tránsito de peatones y/o vehículos de tracción animal, (zonas próximas a poblaciones o agrícolas), las distancias entre intersecciones son superiores, existen escasos (o están

encauzados) los puntos de acceso desde terrenos o edificios colindantes y las distancias recorridas son más largas y superiores.

Existen otros tipos de redes, de interconexión entre ambos tipos de redes, denominadas vías colectoras-distribuidoras que localizadas en zonas próximas a zonas urbanas o periurbanas (polígonos industriales, de ocio, deportivos, etc.) ejercen una función de encauzamiento o control de tráfico locales o de agitación y cuyas características de acceso y utilización son híbridas entre las anteriormente citadas

Para conocer el comportamiento de la circulación, se utilizan con equipamientos y sistemas de aforo similares; ahora bien, teniendo en cuenta sus genuinas particularidades, la actividad de aforar, que es la acción de medir la cantidad y el valor de los vehículos circulantes para determinar, evaluar y calcular la capacidad de una vía y/o red, a través de las variables de tráfico, pueden tener una duración mayor o menor según el objetivo perseguido.

### III. Sistema de Recogida de Datos en tiempo presente.

#### 3.1 Variables de Tráfico.

- **Intensidad.**

El volumen y la intensidad de circulación son dos medidas que cuantifican la cantidad de tráfico que pasa a través de un perfil de un carril o carretera durante un intervalo de tiempo predeterminado. Se definen de la siguiente forma:

- El volumen de tráfico se define como el número total de vehículos que pasan por una determinada sección de carretera en un intervalo de tiempo dado. Los volúmenes se pueden expresar con relación a periodos anuales, diarios, horarios o subhorarios y es un valor real directamente medido en la vía.
- La intensidad horaria se define como el número de vehículos que pasan por una sección durante un intervalo de tiempo inferior a una hora, pero expresado como una intensidad horaria equivalente. La intensidad se obtiene dividiendo el volumen registrado en un período de duración igual o inferior a una hora entre la duración del período de observación expresado en horas. Por ejemplo un volumen de 150 vehículos contado en un período de 15 minutos implica una intensidad de circulación de 600 veh/h. Es, pues, un valor deducido, referido a una hora equivalente.

La diferencia entre volumen e intensidad es un concepto importante. El volumen se refiere al número real de vehículos que pasan por un perfil de carretera durante un intervalo de tiempo, mientras que la intensidad representa el número de vehículos que pasan por un perfil de carretera durante un intervalo inferior a una hora, pero expresados a través de una intensidad horaria equivalente.

La intensidad es una magnitud aleatoria en cada sección y en el tiempo. Es un índice bueno y muy intuitivo de la demanda y se suele tomar como dato representativo de la media de la sucedida durante un período largo de tiempo

que en general suele ser un año o un día, hablándose entonces de intensidad media diaria o intensidad horaria.

La máxima intensidad horaria de vehículos que tienen una probabilidad razonable de atravesar una sección de carretera se conoce como capacidad. La capacidad es función no solo de las características geométricas de la vía, sino también de las condiciones meteorológicas y ambientales. Cuando los valores de la intensidad son muy próximos a la capacidad existe un riesgo muy alto de colapso, situación que deben de intentar evitarse en la medida de lo posible, ya que la dinámica de disipación de un colapso puede prolongar la congestión durante varias horas después de haberse producido.

En el análisis de capacidad la consideración de las intensidades punta tiene una importancia crucial. Si por ejemplo, la capacidad de un segmento de una carretera fuera de 4.500 veh/h y durante un período de 15 minutos se registrara una llegada de vehículos a razón de 4.800 veh/h, éste se colapsaría durante este período con circulación punta, aunque durante la hora completa el volumen es inferior a la capacidad. Las intensidades de circulación punta se relacionan con los volúmenes horarios por medio del factor de hora punta, definido como la relación entre el volumen total horario y la intensidad de circulación máxima producida en un período de 15 minutos dentro de la hora.

- **Velocidad.**

La velocidad se define como una tasa de movimiento expresada como la distancia recorrida por unidad de tiempo, generalmente en km/h. Desde el punto de vista de la caracterización del tráfico, interesa como valor representativo la velocidad media, obtenida al promediar las velocidades individuales. La gran ventaja radica en la facilidad de cálculo en base a la observación de vehículos individuales del flujo y por ser la medida estadísticamente más relevante en las relaciones con otras variables.

La velocidad media de recorrido, para un todo un grupo de tráfico o un grupo de vehículos, se calcula tomando la longitud de un segmento de carretera y dividiéndola entre el tiempo medio de recorrido de los vehículos que la recorren.

En el cálculo anterior del tiempo se incluyen las demoras por las paradas producidas por interrupciones completas y por la congestión de tráfico. Si se tuviera en cuenta el tiempo medio en movimiento, que incluye únicamente la fracción de tiempo durante el cual el vehículo está en movimiento, la velocidad obtenida sería la velocidad media en movimiento.

Tanto la velocidad media de recorrido como la velocidad media en movimiento pueden denominarse como velocidad media espacial, pues determinan velocidades medias de todos los vehículos que en un instante determinado están en un tramo de carretera dado. Por tanto la velocidad media de recorrido, según se ha definido, no es lo que miden los detectores disponibles; los cuales miden, en su lugar, la velocidad media de todos los vehículos que atraviesan una determinada sección de la carretera durante un cierto intervalo de tiempo, denominada velocidad media temporal.

La velocidad media de recorrido de un segmento de una vía con circulación continua (sin paradas) puede estimarse a partir de las velocidades medias temporales, tomadas en secciones significativas del segmento de carretera.

El tiempo de recorrido de un tramo se calcula a partir de la velocidad media de recorrido del tramo mediante:

$$T_r \text{ (s)} = 3.600 \text{ (s/hora)} \cdot D \text{ (km)} / V_r \text{ (km/h)}$$

El tiempo de recorrido es quizás, actualmente, el parámetro más significativo para informar al usuario sobre el estado del tráfico entre dos puntos, si bien su determinación es relativamente precisa a partir de las velocidades medias temporales, presentando dificultades cuando hay retenciones en cuyo caso se han de poseer un mayor nº de captaciones.

Existen algoritmos, actualmente, mucho más sofisticados que además de tener en cuenta la velocidad incluyen de forma simultánea la intensidad junto con otras variables.

- **Densidad.**

Se define la densidad como el número de vehículos que ocupan un tramo de longitud dado de un carril o carretera. La densidad por tanto se mide en veh/km. El valor de la densidad es en sí un valor medio que depende del tramo considerado, del momento y de los factores de regulación.

Hay que señalar que la densidad es difícilmente medible, pues sería necesario contar los vehículos, a partir de una fotografía, o similar, que cubra el tramo deseado. Sin embargo, conocida la velocidad media de recorrido (parámetro que como hemos visto tampoco es fácil de obtener con la tecnología de sensores disponible) y la intensidad media de circulación, la densidad media se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$D \text{ (veh/km)} = I \text{ (veh/h)} / V \text{ (km/h)}$$

La densidad es un parámetro que describe la proximidad entre los vehículos y refleja, por tanto, la libertad de maniobra dentro de la corriente de tráfico.

Los límites de esta variable naturalmente están comprendidos entre cero y el máximo número práctico de vehículos que pueden presentarse en una carretera por unidad de longitud. Si estuvieran pegados uno a otro, siendo la longitud media del vehículo europeo de unos 4,5 m aproximadamente, correspondería una densidad de 222 veh/km; sin embargo, al guardar los conductores un hueco intervehicular directamente dependiente de la velocidad (esta longitud media, denominada espaciamiento, debe tomarse en un mínimo de 6 m cuando los vehículos están en régimen de colapso circulatorio) el valor de la densidad máxima baja a 166 veh/km, aproximadamente. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que para velocidades más o menos normales, 40 veh/km constituye ya un límite difícil de alcanzar en circulación estable.

Finalmente se define la ocupación como la porción del tiempo en que el elemento de medida es ocupado por los vehículos, es decir, es la relación entre el tiempo que el detector señala ausencia de vehículo y el tiempo en que señala presencia. Este parámetro, medible por los detectores actualmente en uso, viene presentado en % y permanece prácticamente lineal con respecto a la densidad (con una densidad nula se tiene una ocupación del 0 % y con una densidad máxima se tiene una ocupación del 100 %). Al igual que la densidad, la ocupación guarda una relación estrecha con la proximidad de los vehículos y la capacidad de maniobra de los mismos. Por este motivo, es uno de los parámetros más utilizados para la detección de incidencias, ya que cuando el tráfico no es fluido la ocupación es significativamente más elevada que en condiciones de fluidez.

### 3.2 Variables Meteorológicas.

Las variables meteorológicas son obtenidas a través de los Sensores de Variables Atmosféricas en Carretera (SEVAC) y miden:

- **Precipitación**

Se define la precipitación como el producto líquido o sólido derivado de la condensación del vapor de agua que cae de la atmósfera y se deposita en la superficie de la tierra.

El término comprende aspectos tales como la lluvia, el granizo, la nieve, el rocío, la escarcha, la precipitación de la niebla, es decir la naturaleza de la precipitación. La cantidad de precipitación se mide en l/m<sup>2</sup> o en mm.

Cuando lo que se mide es la cantidad de producto líquido o sólido que cae y se deposita en el terreno por unidad de tiempo, generalmente en una hora, se expresa en mm/h. y define la intensidad de la precipitación. Si la precipitación es sólida (nieve o granizo), se dará el equivalente en líquido.

- **Presión atmosférica.**

Se define como la fuerza por unidad de superficie que ejerce el aire de la atmósfera sobre los cuerpos que se encuentran sobre una superficie en contacto con él; es debida principalmente al peso del propio aire.

A nivel del mar equivale a 1033 gr/cm<sup>2</sup> ó 760 mm, y varía según el estado de la atmósfera y la altura del lugar. La unidad de medida utilizada es el milibar o el hectopascal (1milibar=1 hectopascal).

- **Radiación solar.**

Se define como la radiación electromagnética en forma de luz y calor procedente del sol, y se mide por el número de horas de luz solar al año y se expresa en vatios por m<sup>2</sup> (w/m<sup>2</sup>).

Cuando se trata de la radiación electromagnética emitida por la superficie de la tierra y los gases, aerosoles y nubes de la atmósfera tenemos la radiación terrestre. La radiación resultante total procedente de la tierra, la atmósfera y el sol es la radiación global

- **Humedad.**

La humedad se define como el contenido de vapor de agua de una sustancia o materia. En el caso de la humedad del aire, el agua está mezclada con éste de forma homogénea en el estado gaseoso.

Como toda otra sustancia cualquiera, el aire sólo tiene una posibilidad limitada de absorción. Este límite se denomina saturación. Por debajo del punto de saturación, el aire húmedo no se distingue a simple vista del aire seco, siendo este absolutamente incoloro y transparente. Cuando se sobrepasa el límite de saturación, la cantidad de agua en exceso se precipita ya sea en forma de neblina o bien como pequeñas gotas de lluvia, las cuales dependiendo de la temperatura pueden solidificarse (nieve, granizo etc.)

La relación entre la cantidad de agua contenida en un volumen de aire, (por ej.: un m<sup>3</sup>) es la humedad absoluta y la que contendría éste si estuviese saturado es la humedad relativa. Ambas se miden y expresan en %.

- **Velocidad y Dirección del viento.**

El viento es el aire atmosférico en movimiento. Se mueve, generalmente en horizontal, rara vez lo hace en direcciones verticales designándose por el punto de donde procede.

Para su definición es preciso, pues, dar la velocidad y su dirección. La primera se mide en m/s. y en cuanto a la segunda se mide por los grados que forma con el norte geográfico según el sentido de las agujas del reloj.

Otra forma de referir la dirección es mediante el nombre del punto de que procede, tomándolo de una de las 32 partes en que se divide la rosa de los vientos.

- **Visibilidad.**

Representa el estado óptico de la atmósfera. Se define como la distancia en m a la que se puede distinguir, ver ó reconocer un objeto (p.ej. un vehículo por la noche, sus luces de posición delanteras o traseras) con una percepción visual dentro de los límites normales.

- **Temperatura.**

Es la percepción que se realiza a través del tacto, por la que observamos si un cuerpo está caliente ó frío. La temperatura modifica el estado de los cuerpos, ya que es la condición física que determina el sentido del flujo resultante de la

diferencia de calor entre dos cuerpos. El calor fluye del cuerpo con más temperatura al que tiene menos temperatura. Las unidades que se utilizan normalmente son el grado Celsius (°C) y el Kelvin (°K).

### **3.3 Datos de Localización.**

La Dirección General de Tráfico para el desempeño de las funciones encomendadas de Gestión de Tráfico Interurbano, cuenta con varios sistemas de captura de datos de tráfico o Estaciones de Toma de Datos (ETDs) en tiempo presente, cuya localización responde a diferentes objetivos y necesidades:

- Obtención de los movimientos de acceso a grandes ciudades, incluso sus vías de circunvalación
- Aforar los ejes interurbanos con elevadas cargas de tráfico (fines de semana, desplazamientos vacacionales...)
- Conocer las circulaciones fronterizas para la evaluación y estudio de tendencias y movimientos turísticos.

Es decir, dependiendo de la necesidad que se desea cubrir y el objeto de la medición así se determinará la localización de las ETD's o los sistemas de captación. En general la localización de las ETD's u otros sistemas de captación se realiza, además de en el tronco de la vía principal en puntos de singular conflictividad, como son las rampas de entrada o incorporación y en las salidas del tronco o de desprendimiento, en las vías colectoras-distribuidoras y/o en otros accesos a la vía principal si los hubiera

La ubicación del equipamiento para la captación de las variables meteorológicas (SEVAC), viene condicionada por alcanzar un conocimiento secuencial del estado de la red por efecto de la meteorología. Para ello, además de partir de estudios previos mediante equipos dotados de equipamiento de medición meteorológica, se han de emplazar considerando aspectos tales como la orografía del terreno, presencia de estructuras, secciones en trincheras, orientación solar de la vía, la geometría en planta y alzado, el conocimiento específico de la meteorología local o los registros de la red estatal de meteorología.

## **IV. Captura de Datos de Tráfico y Meteorológicos.**

### **4.1 Detectores de Tráfico.**

En la actualidad existe una gran variedad de dispositivos para recoger datos sobre el estado del tráfico (detectores). La mayoría de ellos son capaces de medir el número de vehículos (intensidad), la velocidad de circulación, el tipo de vehículo (ligero o pesado) y la ocupación de la vía como porcentaje del tiempo de presencia.

En este apartado se presentan las distintas tecnologías para recoger estos parámetros, así como sus ventajas e inconvenientes.



- **De lazo inductivo.**

Los detectores de lazo inductivo se basan en el principio de inducción electromagnética. En el pavimento se realizan unos cortes en forma de cuadrados de 2 m. de lado con una hoja de sierra de dientes diamantados de 7 mm. , se crea una bobina enterrando el cable en esos cortes y luego se rellena con resina epoxi o similar.

Al pasar un vehículo, su masa metálica induce una corriente que es interpretada como el paso de un vehículo. El tiempo de duración de la corriente sirve para medir el porcentaje de *ocupación* de la vía.

Para el cálculo de la velocidad del vehículo se colocan dos espiras próximas a una distancia conocida (p.ej. 2 metros), y mediante el registro de inicio de la corriente inducida en ambas espiras, (tiempos  $t_1$  y  $t_2$ ) se realiza el cálculo de la velocidad como:

$$V = \frac{\text{Distancia}}{T_2 - t_1}$$

Los detectores de espira doble también miden la longitud del vehículo y a partir de dicha longitud se clasifica como ligero o pesado. Este tipo de detectores de lazo inductivo son los que mayor presencia tienen en España, ya que es una tecnología muy desarrollada, de un funcionamiento simple, no afectado por las condiciones ambientales y de bajo coste de instalación. Sin embargo, en su contra está su complicada reposición en caso de rotura, su necesidad de calibración regular y el efecto “presa” que ejercen en pavimentos drenantes.

- **De visión artificial.**

Su funcionamiento se basa en el tratamiento de imágenes capturadas por una cámara de televisión, obteniéndose los mismos parámetros de tráfico que con los detectores de lazo inductivo dobles. Las imágenes de la cámara se digitalizan y se procesan mediante algoritmos que identifican cambios en el fondo de la imagen, determinando si en el área de análisis se encuentra un vehículo. Del análisis de sucesivas imágenes puede determinarse la intensidad, velocidad y longitud de los vehículos.

La gran ventaja de este tipo de detectores es la posibilidad del uso de la imagen de vídeo lento en caso de incidencias, la posibilidad de detección automática de incidentes, no son intrusos en el pavimento de la carretera, no sufren desgaste por el paso de los vehículos ni por labores de mantenimiento de la carretera, tienen alto grado de fiabilidad. Como contrapartida tiene un alto coste de instalación, precisan de un cono de visión lo más perpendicular posible a la zona a medir y su funcionamiento puede verse alterado por las condiciones de

visibilidad de la vía (niebla, noche...) y generalmente una cámara solo mide un carril.

- **De radar de microondas.**

Los detectores de vehículos por microondas emiten energía a altas frecuencias (10.525 GHz en EE.UU.) en la dirección en la que se desplazan los vehículos. Detectan la intensidad y velocidad de los vehículos por el cambio en la frecuencia de la señal emitida debido al efecto Doppler, que es proporcional a la velocidad del vehículo.

En su favor cabe señalar que son transportables y miden con gran precisión la velocidad, no son intrusos en la calzada y tienen buen funcionamiento con meteorología adversa, pero en su contra tienen que en el caso de vehículos parados o con baja velocidad de circulación (<10 Km/h) el dato que nos da es como si la carretera estuviera vacía. En el mercado ya existen radares de verdadera presencia (true presence) que eliminan esta desventaja, midiendo la intensidad aún estando el tráfico retenido y precisan un equipo por carril.

- **De infrarrojos.**

Los sistemas de detección por infrarrojos se basan en la utilización de un sensor de fotones colocado en un poste o puente junto al carril que se desea vigilar y que mide la energía en la banda de infrarrojos emitida por la carretera. Cuando un vehículo entra en la zona de detección debido al calor del vehículo produce un cambio en la energía radiada. En este caso estamos ante un detector pasivo que únicamente mide la intensidad. Si además el detector emite energía en el espectro infrarrojo (aproximadamente 0,9 micras de longitud de onda), una porción de esta energía se reflejará al paso de los vehículos y así mediremos también la velocidad, estamos ante un detector activo.

Este tipo de detectores no son intrusos en la calzada, pero no se han hecho muy populares debido a su escasa exactitud y a que no detectan los vehículos a baja velocidad.

- **De ultrasonido.**

Los detectores de ultrasonido emiten ondas de sonido perpendicularmente sobre la carretera. La presencia de un vehículo se determina por la diferencia de tiempos en llegar la onda reflejada en el caso que lo haga sobre el pavimento o sobre un vehículo. La frecuencia de las ondas emitidas está situada en el rango de 25 a 50 KHz, por encima de la banda de frecuencias audible. Son detectores muy sensibles a la temperatura y al viento, pero a su favor tienen que son muy fáciles de instalar.

- **De captador magnético.**

Detectan la distorsión del campo magnético producida por el paso sobre ellos de una masa metálica. Están formados por un tubo metálico en cuyo interior hay un núcleo de hierro con una bobina conectada a un amplificador.

Los normales no son capaces de detectar la dirección del movimiento por lo que se mejoraron construyendo los llamados detectores magnéticos compensados, formados por cuatro núcleos, que permiten distinguir el sentido de marcha de la circulación.

A partir de la creación de materiales sensibles al campo magnético terrestre se han logrado detectores basados en ello. El sensor está formado normalmente por un bloque de unos 15 cm. de largo y de sección cuadrada de unos dos o tres cm. instalándose en el centro de carril, conectándose mediante un cable al amplificador convertidor. Este tipo de detectores tienen la ventaja de la fácil sustitución del sensor y la de ser pasivos, con lo que no se influyen unos en otros en el caso de proximidad, además su alcance puede regularse (unos 7 m.) Por el contrario son gravemente perturbados por el tendido eléctrico, raíles o tranvías y su campo de acción no es muy definido.

- **Técnica basada en Bluetooth.**

Las nuevas tecnologías y su paulatina introducción en la vida cotidiana ofrecen una nueva posibilidad de toma de datos a partir de la detección de los dispositivos móviles que utilizan un protocolo estándar de comunicaciones, el Bluetooth.

Se trata básicamente de un dispositivo Bluetooth de alto alcance que es capaz de detectar, dentro de la infraestructura, las direcciones Mac (identificador único del dispositivo) de los equipos alojadas en los vehículos y/o móviles utilizados por los usuarios de los mismos. La antena de detección implantada y receptora de tales señales, analiza y envía en tiempo real la hora de paso, velocidad y sentido del movimiento, a una aplicación en el centro de control. Esta tecnología, aún en desarrollo va asociada con la delimitación de unos umbrales para segregar velocidades de vehículos y peatones.

## **4.2 Captura de datos meteorológicos.**

El equipo de SEVAC, está conectado a una Unidad de Proceso (UP), la cual mediante el tratamiento de los datos recibidos, suministra información de los parámetros relativos al estado de las variables atmosféricas tales como:

- Temperatura , Humedad y Presión atmosférica
- Distancia de visibilidad.
- Velocidad y dirección del viento
- Cantidad e intensidad de la precipitación y naturaleza de ésta.

Y mediante un software interno y el procesado de los datos recibidos, el SEVAC es capaz de suministrar:

- El estado de la calzada ( seca, húmeda, mojada, húmeda ó mojada con aditivos )

- La posibilidad de predecir con cierta antelación alguno de los parámetros anteriores
- El riesgo de formación de hielo en calzada y punto de congelación de la mezcla líquida en calzada
- La altura de la película de agua

Los diferentes captosres o elementos que pueden constituir un SEVAC son todos ó alguno de los que a continuación se describen

- **Pluviómetro.**

Es el instrumento que sirve para medir la cantidad de precipitación caída por unidad de área en un lugar determinado y en un tiempo dado. El pluviómetro mide la cantidad de precipitación en l/m<sup>2</sup> ó mm. Para medir la intensidad de precipitación es necesaria la utilización de un sensor de tiempo con un rango de precipitación mínimo; siendo admisible < 7 mm/min

Los pluviómetros pueden ser:

- De lectura directa
- Registradores

En los pluviómetros de lectura directa la medición se efectúa por medio de un embudo receptor de sección conocida que vierte cada cierto tiempo (generalmente 12 h.) en una probeta graduada cuya sección es diez veces menor que la del embudo. Una altura de 1 cm de la probeta corresponde entonces a 1 mm de lluvia, lo que da una precisión de 1/10 mm.

En los pluviómetros registradores el agua recogida por el embudo es sistemáticamente pesada ( pluviómetro de pesada ), ó vertida en cazoletas ó cubas formando una balanza de llenado alternativo ( pluviómetros de cuba basculante ), ó hace subir un flotador que acciona un estilete marcador ( pluviómetros de flotador )

Actualmente existen pluviómetros ópticos que efectúan la medición de la precipitación evaluando el tamaño de la gota de lluvia.

Comoquiera que en algunos casos la lluvia puede ser sólida (nieve, granizo etc.) los pluviómetros deben de disponer de dispositivos (calefactores) que fusionen de forma continua la precipitación cualquiera que sea la forma en que se produzca. Estos dispositivos son muy útiles por cuanto reducen la formación de los atascos en unos casos y la evaporación en otros

El rango de temperatura en la ha de ser activo es de -25° a +50° C, la resolución de 0,2 mm y una precisión de  $\pm 5\%$

La instalación del pluviómetro en la naturaleza se ha de efectuar de modo que la recepción y captación de la precipitación no se vea interceptada por ningún impedimento, sobre un soporte que permita su firme fijación y nivelación. Debe orientarse de manera que ningún otro sensor intercepte la recepción de precipitación y a una altura recomendable entre 1 y 3 m.

En la mayoría de los casos su localización es aislada si bien en lugares visitables, como es el caso de las aplicaciones en carreteras (en los bordes de las mismas), y precisan de una energía eléctrica, que no es fácil de obtener dado su aislamiento, lo que limita el consumo al mínimo posible de 3 A.

- **Barómetro.**

Es el instrumento que sirve para determinar la presión atmosférica. La unidad de medida que se utiliza es el milibar o el hectopascal, ( $1 \text{ mb} = 1 \text{ hPa}$ ).

El barómetro fue inventado en 1643 por Toricelli quién observó que, en el tubo que lleva su nombre, la columna de mercurio descendía solo unos cm en el momento en que el descenso se detenía, lo que, con razón atribuyó al efecto de la presión atmosférica actuando sobre el mercurio de la cubeta equilibraba, a través del peso de la columna de éste metal contenido en el interior del tubo.

Al ser la presión atmosférica la fuerza por unidad de superficie que ejerce la altura del aire sobre los cuerpos situados en la tierra, la presión es menor cuanto menor sea la altura de aire sobre los cuerpos, lo que sucede cuando se asciende a una montaña y es por tanto máxima en el nivel del mar. Permite determinar la altura y por combinación con el higrómetro y el termómetro para realizar la previsión del tiempo.

Pascal en 1648 en el Puy de Dôme (Clermont-Ferrant), realizó el experimento de deducir la altura sobre el nivel de mar por medio de la observación de la altura barométrica, corroborando de éste modo la relación directa entre presión atmosférica y altura

El barómetro más elemental, basado en el principio de Torricelli, es el que se puede realizar, a nivel del mar, con un tubo cilíndrico graduado de 0,90 m de altura cerrado por uno de sus extremos, que se llena de mercurio puro exento de aire y de vapor de agua, volcado sobre una cubeta llena de mercurio puro y caliente y se observa que la columna de mercurio desciende y se estabiliza cuando alcanza 0,76 cm, dejando encima un espacio llamado cámara barométrica.

Existen en la actualidad multitud de otros tipos cuya precisión ha ido aumentando a medida que se le ha ido añadiendo diversos elementos de graduación. Así tenemos el de *Regnault* que incorpora un tornillo para la medición, el de *Fortin* que añade un segundo tubo cilíndrico perfectamente soldado al principal, los *aneroides ó metálicos* (de *Vidi* y de *Boudin*) que se fundan en la elasticidad de los metales y los *registradores* que además de medir imprimen los valores medidos.

La temperatura de funcionamiento oscilará entre  $-20/ + 50^{\circ} \text{C}$  con un rango de medida de 800 a 1100 hPa para alturas de 0 / 2000 m y de 600/1060 hPa en alturas superiores, resolución de 1 hPa y precisión  $< 0.5 \text{ hPa}$

Se deben buscar zonas libres de corrientes de aire artificiales y colocar lo más próximo posible al SEVAC, en ningún caso se deben superar los 10 m. de distancia horizontal y los 2 m. de distancia vertical. Dado que la presión atmosférica disminuye con la altura, es decir que las indicaciones de un barómetro dependen de la altura a que se encuentre instalado precisan una serie de ajustes relativos al nivel de la cubeta, a la temperatura, a la capilaridad y a la altura sobre el nivel del mar.

- **Radiación solar.**

Instrumento que sirve para medir la energía emitida por el sol, en forma de luz y calor, por unidad de área.

Los cuerpos irradian luz y calor, (esto ya fue observado por los griegos y posteriormente por Newton), lo que indica que los cuerpos debían de emitir diminutas partículas ó corpúsculos que al chocar con el ojo (luz) ó la piel (calor) producían sus respectivas sensaciones. Las radiaciones pueden ser cósmicas, de un cuerpo negro, corpuscular, gamma, etc. pero aquí nos limitaremos a la procedente del sol en forma de luz y calor que son una ínfima parte de las radiaciones existentes.

Las sondas que actualmente se utilizan para la medición de la radiación solar están formadas por un fotodiodo, una cubierta y un cable. El fotodiodo enlaza con una resistencia para generar una tensión de salida. El fotodiodo está encapsulado en el alojamiento de tal manera que tiene un campo de visión de 180 grados, y sus características angulares tienen una respuesta cosenoidal. Una respuesta cosenoidal perfecta mostraría la sensibilidad máxima

La medida se realiza en w/m<sup>2</sup> El captor será estable en su funcionamiento con unos límites de temperatura de – 25 ° C a + 50° C, respuesta a la inclinación de  $\pm 2\%$  y los errores de medición, no lineal, serán de  $\pm 2\%$  en valores menores de 1000 w/m<sup>2</sup>

Se puede usar para medir la radiación reflejada colocándolo en posición invertida. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el espectro de la radiación reflejada no es el mismo que el de la radiación incidente, lo que podría provocar grandes errores. Cuando se mide la radiación reflejada, es recomendable medir a una altura de al menos 1.5 metros por encima de la superficie para así evitar efectos de sombras. Es por ello que se deben buscar zonas llanas desprovistas de árboles o edificaciones altas en las inmediaciones ya que provocan sombras que dan lugar a medidas irreales.

- **Higrómetro.**

Instrumento que sirve para medir la humedad del aire atmosférico. Se mide en %.

Existen seis tipos de fenómenos físicos cuya medición permite medir la humedad, de aquí que existan otros tantos tipos de higrómetros.

- Los que emplean métodos termodinámicos y precisan medir dos temperaturas (termómetro en seco y termómetro húmedo) se llaman *sincrómetros*.
- Aquellos que miden la diferencia de la dimensión de algunos cuerpos bajo la acción de la humedad (cabello, torsión, película de carbono...), es el denominado de *Saussure* (en desuso).
- De *condensación* de rocío, que son los que por medio de un enfriamiento del aire dan a conocer a que temperatura el vapor de agua que contiene sería suficiente para saturarle; es decir utilizan el principio de la condensación del vapor de agua.
- Los que miden la difusión del vapor de agua a través de un medio poroso, denominados de *difusión*.
- Por medio de la *capacidad* del sensor, miden la humedad por la variación de las propiedades eléctricas ó químicas causadas por la absorción del vapor de agua.
- Finalmente, existen los higrómetros que miden el espectro de *absorción* del vapor de agua

De todos ellos el más utilizado por su escaso tamaño, fácil manejo y posibilidades de ajuste es el tipo cuyo principio básico de medida de la humedad se basa en la variación de la capacidad del sensor. Su funcionamiento es como sigue: una lámina de polímero fino absorbe o exuda vapor de agua según que la humedad relativa del ambiente suba o baje. Las propiedades dieléctricas de la lámina de polímero dependen de la cantidad de agua contenida en ella: si cambia, la humedad, también cambia la capacidad del sensor. Entonces la electrónica del dispositivo se encarga de registrar esta variación y de convertirla en una lectura de humedad.

Cualquiera que sea el higrómetro usado será operativo en una temperatura de  $-25 / + 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , con rango de medida de  $0 / 100\%$  y una precisión de  $< \pm 3\%$

Deberán instalarse los sensores de forma que su situación no desvirtúe la magnitud física que se pretenda medir.

- **Anemómetro y Velea.**

- **Anemómetro**

Es el instrumento que sirve para medir la componente horizontal de la velocidad del viento y se mide en metros por segundo (m/s). Se usan los siguientes tipos:

- De "*badin*" ó de *hélice* está dirigido por una veleta que lo dirige hacia la procedencia del viento y mide la velocidad y da su dirección.
- Los de *rotación* ó *molinete* constan de tres cazoletas dispuestas en horizontal unidas por otras tantas varillas a un eje vertical en torno al cual

giran tanto más aprisa cuanto mayor es la velocidad del viento. Este giro se transmite mediante impulsos eléctricos al SEVAC.

- El principio de los anemómetros *sónicos* consiste en medir el tiempo de propagación de una onda ultrasónica entre un emisor y un receptor, ambos de cerámica piezoeléctrica.
- En los anemómetros *iónicos*, existe un haz de iones que se desplaza entre una fuente emisora y un electrodo receptor. El desplazamiento ejercido por el viento proporciona la componente perpendicular a dicho haz y por tanto la velocidad del mismo.
- De *hilo caliente*, miden las variaciones térmicas producidas por el viento en un hilo metálico calentado eléctricamente, y permiten conocer las variaciones rápidas de la velocidad del viento.
- Los que miden el efecto de arrastre de un gas sobre unas partículas, es decir utilizan el efecto Doppler.

Además de éstos, existen otros tipos de aparatos más sofisticados para medir el viento en aplicaciones específicas que requieren una gran precisión, como p.ej. en los aviones donde se utilizan anemómetros de *sobrepresión ó depresión*.

Los más utilizados son los dos primeros tipos los cuales nos proporcionan el valor de la resultante horizontal de la velocidad, midiendo un número de pulsos en la unidad de tiempo, y deberán de poseer dispositivos de calor (calefactores). El ámbito de funcionamiento de temperaturas será de  $-20 / +50^{\circ}$  C, resolución de 0.2 m/s., precisión de  $\pm 0.5$  m/s. y el alcance de velocidades abarcará desde 0.4 a 50 m/s.

### **- Velela**

Es el instrumento que sirve para medir la dirección ó procedencia del viento. Será capaz de medir desde  $0$  a  $360^{\circ}$  C, con una precisión de  $\pm 5^{\circ}$  y una resolución de  $11.25^{\circ} < (32 \text{ rumbos})$ , dentro de un rango de temperatura ambiente desde  $-20^{\circ} / +50^{\circ}$  C

Es un complemento del anemómetro ya que proporciona la dirección del viento midiendo los grados sexagesimales con respecto al norte geográfico y/o lo identifica con una de las 32 partes en que se divide la rosa de los vientos.

La velela es un cuerpo que gira libremente en un eje vertical dotado de una parte plana (la posterior) y otra en punta (la anterior), que apunta hacia la procedencia del viento.

Para la instalación de los anemómetros y veletas se deben buscar zonas llanas desprovistas de árboles o edificaciones altas en las inmediaciones ya que provocan perturbaciones que dan lugar a medidas irreales así como rebotes que provocan direcciones de viento erróneas.



La velocidad del viento crece en sentido vertical con bastante rapidez, por ello, en todos los casos, los sensores se instalarán en el extremo superior de un mástil de 6 m. de altura, a fin de evitar datos discordantes. En zonas montañosas se evitarán colinas escarpadas, barrancos o acantilados, debido al efecto túnel que pueden provocar. Se debe procurar la total horizontalidad respecto al terreno del sensor de forma que se evite la incidencia del viento formando ángulos indeseados.

La distancia entre los sensores y el SEVAC no debe superar los 25 m. La veleta deberá estar orientada de forma que el norte geográfico coincida con una medición de 0° sexagesimales

- **Termómetro.**

Fue inventado por Galileo, quién construyó uno de estos aparatos antes de 1597, y es el instrumento que sirve para la medida de la temperatura.

En los termómetros clásicos se utilizan líquidos como el alcohol, ó metales como el mercurio dentro de un tubo graduado en el que se observa la dilatación que ejerce el calor sobre el material utilizado. Dependiendo del material usado se tiene uno u otro alcance tanto en las temperaturas mínimas como en las máximas. Cuando el líquido utilizado es un gas se pueden obtener medidas más exactas.

Prácticamente la totalidad de los sensores termométricos utilizados en la actualidad basan su principio de funcionamiento en la variación de la resistencia eléctrica proporcional a la temperatura aplicada. También deben tomarse en consideración dispositivos electrónicos de estado sólido (circuitos integrados que realizan la función de medir temperatura) y otros dispositivos, como los termopares, que se basan en una diferencia de tensión (del orden de microvoltios) entre dos metales con los extremos unidos.

La unidad de temperatura es el grado Celsius (°C). De la temperatura medida en esta escala centígrada pasamos a la internacional en grados Kelvin (°K), identificable sin más disquisiciones con el intervalo térmico lineal o Celsius de la escala centígrada, según la expresión:

$$T (^{\circ} K) = t (^{\circ} C) + 273,15$$

Los termómetros usados deben ser capaces de funcionar y medir entre -25 / +50 °C, con una precisión de ± 0.5 °C.

Deberán instalarse de forma que su situación no desvirtúe la magnitud física que se pretenda medir. Por ejemplo, si se requiere medir la temperatura ambiente será lógico situar el sensor de temperatura lejos de fuentes de calor o frío artificiales que pudieran influir en la apreciación correcta de la medida, como pudieran ser puntos de calentamiento excesivo, disipadores de calor de aparatos

eléctricos, salidas de ventilación forzada, etc. Hay pues, una ineludible exigencia de proteger al termómetro frente a la radiación colocando el termómetro en una garita meteorológica, la cual actúa como resguardo termométrico frente a golpes de viento, efectos de radiación, goteos de lluvia, nevadas, etc.; pero sobre todo garantizando un buen contacto térmico con el aire ambiente.

- **Visibilímetro.**

Instrumento utilizado para medir directamente el *alcance visual* en la atmósfera o las características físicas de la atmósfera que determinan el alcance visual. Los visibilímetros pueden ser divididos en dos grandes grupos, forward-scatter (de dispersión hacia delante) ó back-scatter (de dispersión hacia atrás).

Ambos tipos constan de una unidad de transmisión / recepción y una unidad de control. El transmisor, consiste en un led emisor de luz, visible ó invisible, de intensidad permanentemente monitorizada, la cual a través de un sistema de lentes es recogida, enfocada y enviada a la atmósfera. Parte de ésta luz es reflejada en la atmósfera dependiendo de la dispersión, siendo el receptor el que mide esta luz dispersada mediante un fotodiodo, procesándose posteriormente en la unidad de control quien la transforma en metros de alcance visual.

La cantidad de luz dispersada depende del número y el tamaño de las partículas que hay en el aire. Ambos tipos hacen un muestreo de solamente una pequeña cantidad de aire, y después “deducen” el grado de visibilidad para largas distancias.

El visibilímetro debe de disponer de un dispositivo que evite la condensación sobre la ventana y estarán fabricados con materiales capaces de soportar condiciones ambientales hostiles (salinidad, corrosión, etc.)

La instalación del visibilímetro (transmisor / receptor) debe guardar una alineación, que evitará que sea hacia el norte, frente a fuentes luminosas, ó en dirección a la vía. Se deben evitar que se interpongan objetos u obstáculos laterales, a una distancia inferior a 10 metros, y deberán de observarse, así mismo, cuantas especificaciones y recomendaciones sean suministradas por el fabricante.

- **Sensor de calzada.**

Es el instrumento que mide los parámetros meteorológicos presentes en la superficie de rodadura de la calzada.

Está formada por elementos *pasivos* (sin proceso de enfriamiento / calentamiento forzado) compuestos de resinas en los cuales se integran electrodos para realizar medidas de conductividad, capacidad y temperatura y elementos *activos* (con proceso de enfriamiento / calentamiento forzado) para el enfriamiento y calentamiento voluntario de la mezcla líquida en calzada, con el fin de medir los parámetros de congelación de dicha mezcla independientemente de su composición.

Es seguramente uno de los sensores más relevantes a aplicar en un SEVAC, ya que cuando en una calzada existe presencia de nieve ó hielo se precisa verter sobre la misma unos productos químicos que hagan que el punto de congelación disminuya, evitándose de éste modo la formación de las capas de hielo a los 0° C. Estos productos de acción fundente forman al mezclarse con la nieve ó el hielo una mezcla líquida cuyo punto de congelación es uno de los objetos de medición de este sensor

Las medidas de las temperaturas de la calzada se efectúan mediante la variación de la conductividad, polarización electromagnética y flujo térmico a través del elemento pasivo (normalmente de platino). Este sensor detecta, así mismo mediante medidas capacitivas los bajos contenidos de humedad del pavimento causados por el hielo, nieve etc...Por otro lado el elemento activo realiza ciclos de enfriamiento y calentamiento voluntario de la mezcla líquida que se deposita sobre él cuantificando el riesgo de formación de hielo y evaluando el factor químico de la mezcla con lo que es capaz de deducir el punto de congelación de la misma.

La tensión de alimentación oscila entre 12/24 Vcc en los pasivos y en los activos es variable función del nº de ciclos de enfriamiento/calentamiento que sean necesarios ejecutar. Así mismo su consumo es diferente .En sensores pasivos es menor de 0.5 w, mientras que los activos oscilan de 10 a 96 w

Este tipo de captores será capaz de medir:

- Temperaturas en el interior y en la superficie de calzada entre - 40 / +75 °C con una precisión de  $\pm 0.2$  °C y resolución 0.1 °C
- El punto de congelación entre -15 / 0 °C, precisión de  $\pm 0.3$  °C y resolución 0.1 °C
- Varios estados de la calzada (seca, húmeda, mojada, con aditivos, hielo, nieve, etc.), la humedad y el factor químico en la misma (de 0 a 100%) y la altura de película de agua en mm

Deben colocarse en el eje del carril lento y es imprescindible una total nivelación con la superficie de rodadura, tanto del sensor como de la regata, debiendo observarse que la zona de colocación esté exenta de grietas, roturas ó cualquier otro tipo de deterioro que pueda afectar ó provocar cortes ó desperfectos sobre el sensor en si mismo y sus conexiones. Es particularmente importante no situarlo en zonas del pavimento que presenten cavidades ya que se producirían en ellas la acumulación de la mezcla líquida y por tanto un erróneo funcionamiento

Las dimensiones de la cavidad del alojamiento en la calzada podrán ser como máximo 2 cm. superiores al tamaño de la sonda. La profundidad máxima del alojamiento de la sonda deberá ser tal que permita su instalación en viaductos.

Una vez ubicado el sensor, debe sellarse con resina conductora de temperatura y resistente a choques, vibraciones, humedad, envejecimiento y a todos los productos que puedan estar normalmente presentes en la calzada: grasas,

gasolinas, ácidos etc. Para el sellado de la regata de paso de cables, se podrá utilizar otro tipo de sellador, sin necesidad de que sea resina conductora.

Y para evitar el contacto de los cables del sensor con restos de material, se colocará en el fondo de la regata, y en toda su longitud un perfil cilíndrico a base de polietileno de célula cerrada de diámetro superior a la anchura de la regata, de forma que el mencionado perfil quede comprimido. Sobre el mencionado perfil, se colocan los cables del sensor de calzada colocando por encima de ellos, antes de proceder a su sellado otro perfil comprimido, quedando así los cables emparedados entre dos perfiles cilíndricos.

- **Sensor no intrusivo.**

Se trata de un equipamiento que es capaz de evaluar, mediante una captación del estado de la superficie de la vía, la variación del coeficiente de adherencia producida sobre la misma como consecuencia de los efectos meteorológicos.

Cualquier captor de la SEVAC, transportado e instalado al emplazamiento concreto del campo puede sufrir diversas modificaciones ó alteraciones que es preciso comprobar, de ahí que sea preciso ejecutar varias fases de control que van desde el certificado de calidad suministrado por el fabricante a las comprobaciones en laboratorio y en campo, al contraste mediante instrumentos patrón debidamente calibrados y certificados.

Todos los detectores de tráfico y captores de la SEVAC requieren, una vez instalados, un proceso de conservación y mantenimiento, que incluye un calibrado en campo y de una verificación en laboratorio, en caso de ser necesario. Estas actividades pueden llevarse a cabo de forma continua ó con una determinada secuencia temporal (diaria, semestral y anual)

- En las tareas periódicas (diarias) se han de realizar las actividades más elementales de comprobación visual, limpieza de partículas, eliminación de obstáculos, arreglo de pequeños deterioros, cortes, falsos contactos etc.
- En las semestrales se comprobará el buen funcionamiento de todos y cada uno de los componentes y/o captores para lo que se debe de actuar provocando ó impidiendo su normal funcionamiento y contrastando de éste modo la correspondencia de la señal eléctrica emitida y el valor ofrecido por el detector de tráfico o el SEVAC.
- En las anuales se debe realizar un contraste con un equipo portátil patrón.

Las conexiones entre los detectores y los captores se pueden efectuar de forma analógica con una tensión comprendida en cualquier rango entre 0 y 15 VDC a una intensidad entre 0 y 25 mA ó digital (RS-232, RS-485). Normalmente la conexión se hace mediante cable multipar, polietileno alta densidad y de 50 m de longitud normalizada. En caso de superarse esta distancia suele ser necesario incluir unidades de acondicionamiento de señal.

## **V. Otros elementos del sistema de captura en carretera.**

## 5.1 Energía y tomas de tierra.

Las acometidas eléctricas para los diferentes equipos se realizan siempre en baja tensión con cable de cobre electrolítico con aislamiento plástico y sección mínima de 2,5 mm<sup>2</sup> y armado. En la instalación eléctrica se seguirá, con escrupuloso cumplimiento, el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Todos los elementos soporte, armarios, etc. que sean metálicos y se utilizan para la sujeción de los diferentes detectores y equipos han de estar unidos a tierra (MIE BT-039). Ello se establece con el objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurando la actuación de las protecciones y eliminando, o disminuyendo, el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

La unión entre los elementos metálicos (punto de puesta a tierra) y la tierra se realiza mediante cable desnudo de cobre sin estañar y sección mínima 35 mm<sup>2</sup> unido a un electrodo que suelen ser picas verticales, placas enterradas, etc. Este electrodo se dimensionará de forma que su resistencia a tierra no sea superior al valor especificado para ella en cada caso. Será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V.

## 5.2 Armarios y regletas.

Los armarios son recipientes destinados a alojar estaciones remotas, o estaciones mixtas con remota más controladores, aplicadas al control de gestión de los datos y de comunicaciones referidos al tráfico viario, en instalaciones exteriores. Los armarios se disponen sobre un basamento ó peana que permite fijarlo a su cimentación con la que tendrá continuidad para facilitar el acceso de los conductos que posibilite el paso de los cables del exterior.

Los armarios deberán estar diseñados para cumplir las siguientes funciones:

- Proteger a los elementos internos contra la posible entrada de cuerpos sólidos o líquidos del exterior, contra posibles impactos y choques eléctricos así como tener una adecuada resistencia a vibraciones.
- Permitir la renovación del aire interior, tanto por convección como por ventilación forzada.
- Incluir los perfiles, soportes o puntos de anclaje, que permitan la fijación o ensamblaje de paneles aislantes tanto en sus laterales como frontales.
- Poseer puertas con un sistema de cierre que asegure su inviolabilidad. Asimismo las puertas deberán incorporar un sistema de retención o fijación ante eventuales cierres accidentales.
- Facilitar el acceso o entrada de cables, y poseer aplicaciones de pinturas o tratamientos superficiales contra la posible oxidación

## 5.3 Soportes, jaulas y vallados

La mayoría de los detectores tratados en este capítulo necesitan un elemento soporte, a excepción de los detectores de lazo inductivo o de captador magnético. Estos soportes podrán ser preexistentes, es decir estructuras, pórticos, báculos de semáforos, soportes de señalización vertical, etc., que son aprovechados para colocar el detector, o soportes expresos para la colocación de estos detectores.

En el caso de detectores de meteorología se suelen usar mástiles de acero cilíndricos de diámetro 114,3 mm y espesor 3,2 mm, de 6 metros de altura, apoyados en un pie de 5,0 mm de espesor con placa de anclaje. Todos los captores van adaptados a este mástil mediante sus correspondientes agarraderas

El grupo de captores, más el armario de alojamiento del SEVAC y de comunicaciones forman un conjunto de elementos que es preciso proteger ante acciones vandálicas, animales ó intrusos. Para ello se realizan vallados de malla metálica electrosoldada o a torsión atados a postes verticales y anclados a un cerco perimetral de hormigón con una puerta de acceso dotada de cierre.

## VI. Sistema de Introducción y actualización de sucesos y previsiones.

### 6.1 LINCE (Localizador de Incidencias en las Carreteras de España).

LINCE es el sistema corporativo de la Dirección General de Tráfico para la gestión de sucesos de tráfico interurbano.

El sistema se configura como una aplicación web que permite la gestión de toda la vida de un suceso, entendiendo como tal a todo evento susceptible de afectar a la seguridad vial, y que, por tanto, clasificaremos como un **accidente**, un **incidente** o una **medida de regulación** del tráfico. Complementando esta categorización, para cada suceso se puede definir su carácter, de forma que tendremos:

- Acontecimientos o sucesos ocurridos de forma no prevista.
- Previsiones o sucesos que se cree que van a ocurrir.
- Prognosis o sucesos que se sabe que van a ocurrir a ciencia cierta.

Los usuarios de este sistema son, fundamentalmente, los agentes de la Agrupación de Tráfico de la Guardia Civil (ATGC) y el personal de los Centros de Gestión de Tráfico (CGTs), y la información que se recoge se hace a través de las siguientes fuentes:

- Información en campo de la ATGC.
- Información obtenida de la visualización que realiza el personal de los CGTs de las cámaras de la Dirección General de Tráfico.
- Información proporcionada por la Patrulla de Helicópteros.
- Información procedente de la integración con otros sistemas externos:
  - ✓ Información de incidentes ocurridos en el ámbito competencial del Servei Català de Trànsit y de la Dirección de Tráfico del Gobierno Vasco, así como información proporcionada por las empresas

- concesionarias de autopistas (información obtenida vía DATEX, ver apartado 6.3).
- ✓ Información de accidentes obtenida a través del sistema de gestión de accidente corporativo, ARENA.
- ✓ Información de obras procedente del sistema de autorización de obras.
- Información proporcionada mediante el equipamiento ITS de la Dirección General de Tráfico, a través del sistema DALI (ver apartado 6.2).

Además de la información procedente de estas integraciones, LINCE está preparado para la incorporación de nuevas fuentes de información, incluyendo alertas meteorológicas recibidas de la Agencia Española de Meteorología (AEMET), situación de vehículos de dimensiones especiales que puedan originar problemas en la circulación, o pruebas deportivas y rodajes que puedan también provocar algún tipo de afectación sobre la circulación.

Del mismo modo, LINCE cuenta con integración al sistema eCall , obligatorio en España para vehículos de nueva homologación desde el 31 de marzo de 2018 (iniciativa de la Comisión Europea prevista para proporcionar ayuda rápida a los automovilistas implicados en un accidente de tráfico en cualquier parte de la Unión Europea empleando un dispositivo instalado en los vehículos por el que en caso de accidente inicie automáticamente una llamada de emergencia) o con cualquier otro sistema que provea información de los servicios de emergencia de los diferentes 112, integrando esta información como alertas que permitan al gestor de tráfico adoptar las medidas de regulación correspondientes para garantizar la seguridad de los usuarios de la vía.

Toda la información que se recoge en este sistema sirve como base para dar información al ciudadano acerca del estado de la circulación. En este sentido, todos los sistemas de difusión de información de tráfico de la Dirección General de Tráfico toman la información de los sucesos de esta base de datos, de forma que será la que quede reflejada en el portal corporativo, la aplicación de la DGT para smartphones, la cuenta de Twitter, etc.

La difusión de esta información de tráfico permite, a su vez, el cumplimiento normativo que exige la *Directiva 2010/40/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 7 de Julio de 2010, por la que se establece el marco para la implantación de los sistemas de transporte inteligentes en el sector del transporte por carretera y para las interfaces con otros modos de transporte (conocida como Directiva ITS)*, que establece la obligatoriedad de proporcionar al ciudadano, de forma gratuita, un conjunto mínimo de información relacionada con la seguridad vial, incluyendo:

- a) carretera temporalmente resbaladiza;
- b) presencia de animales, personas, obstáculos o escombros en la carretera;
- c) zona de accidentes no protegida;
- d) obras de corta duración en la carretera;
- e) visibilidad reducida;
- f) vehículo en sentido contrario;
- g) obstrucción no gestionada de una carretera;

h) condiciones meteorológicas excepcionales.

Además, la información facilitada sobre los incidentes o circunstancias relacionados con la seguridad vial anteriormente mencionados, deberá incluir los siguientes elementos:

- a) localización del incidente o de la circunstancia;
- b) categoría del incidente y, si procede, breve descripción del mismo;
- c) consejos de conducción, cuando proceda.

Esta información se retirará cuando el incidente o la circunstancia dejen de existir, o se modificará si se produce un cambio en el incidente o la circunstancia.

Finalmente, y como complemento a toda la información recogida por LINCE, existe otro suceso con posible afectación sobre la carretera que se corresponde con las restricciones generales a la circulación y con aquellas aplicables a vehículos pesados, a mercancías peligrosas, etc. Dichas restricciones son acordadas en función del calendario de festividades, y se recogen en una resolución oficial publicada en el Boletín Oficial del Estado (por ejemplo, para el año 2022 las encontramos en la *Resolución de 18 de enero de 2022, de la Directora General de Tráfico, por la que se establecen medidas especiales de regulación del tráfico durante el año 2022*. Para el registro y la gestión de las mismas se emplea el sistema ARCO, cuyo contenido permite completar la información de previsiones de incidentes que realiza LINCE.

## **6.2 DALI (Detección Automática de Localización de Incidencias).**

El sistema DALI permite auditar posibles problemas en la circulación, empleando para ello la información obtenida de los diferentes detectores que posee la Dirección General de Tráfico en carretera.

En este sentido, la aplicación pretende localizar zonas con una velocidad anormalmente baja, siendo esta circunstancia usualmente indicativa de la existencia una retención. Una vez localizadas estas zonas, DALI coteja la información del sistema de gestión de incidencias LINCE para comprobar si dicha retención ha sido previamente registrada para, en caso negativo, realizar una propuesta de suceso al gestor de tráfico, y que la misma quede recogida en LINCE.

Además, este sistema otorga la facilidad de mostrar un carrusel de vídeo con las imágenes de las cámaras próximas a los sensores que están alertando de posibles retenciones, de forma que el gestor pueda contrastar la información y verificar que realmente está ocurriendo un problema en carretera.

Para obtener la información de las posibles retenciones, el usuario del sistema DALI puede configurar los parámetros de velocidad e intensidad que quiere utilizar como umbrales en la detección de posibles problemáticas en la vía.



### 6.3 Nodo DATEX.

DATEX (DATa Exchange) es un estándar europeo para el intercambio de información de tráfico cuyo objetivo es el de unificar el protocolo de transmisión de dicha información, facilitando la integración entre los distintos organismos y ofreciendo una visión homogénea a lo largo de la Unión Europea. Empleando el estándar DATEX es posible intercambiar tanto información de situaciones de tráfico (sucesos) como datos de equipamiento ITS.

El estándar DATEX ha sufrido varias evoluciones desde su creación. Su primera versión, DATEX I, surgió en 1996 como resultado de los esfuerzos de la Comisión Europea. En 2003 se comenzó con la elaboración de las especificaciones técnicas de DATEX II, que incluye entre sus principales mejoras las siguientes:

- DATEX II amplía significativamente el modelo de datos de tráfico y ha sido elaborado minuciosamente atendiendo a las necesidades de cada país, dando cabida a las diferentes particularidades de las situaciones locales.
- DATEX II se ha realizado de forma que facilita la creación de extensiones que permitan adecuarlo a nuevas necesidades que puedan aparecer.
- DATEX II basa su modelo de intercambio en servicios Web, facilitando la interoperabilidad entre distintos nodos (en DATEX I resultaba necesario acordar un protocolo de intercambio para cada par de nodos que deseaban intercambiar información).
- DATEX II nace con una clara orientación a la publicación de la información (no sólo al intercambio de datos), lo cual permite que los agentes pertenecientes a los sectores de información de tráfico y viaje puedan participar en el escenario de difusión de información mediante este formato común.

De este modo, según incide la Directiva ITS, se requiere el uso del DATEX como estándar para publicar la información mínima de tráfico relacionada con la seguridad vial, y es en este marco, donde el nodo DATEX de la Dirección General de Tráfico se configura como el concentrador de toda la información de tráfico a nivel estatal, aglutinando, de una parte, la información recogida en LINCE, y de otra parte, aquella información del ámbito competencial del Servei Català de Trànsit y de la Dirección de Tráfico del Gobierno Vasco, así como información proporcionada por las empresas concesionarias de autopistas, que se integran directamente en el nodo empleando DATEX. Asimismo, el uso de este estándar tiene como objetivo facilitar la integración de la información de tráfico a lo largo de todos los países de la Unión Europea, a través de los diferentes nodos DATEX de dichos países.

### 6.4 RENO

Mediante Instrucción Mov 1/21 firmada el 26 de abril de 2021 por el Director General de Tráfico se establece el procedimiento de comunicación de obras y su tramitación para aquellas que tengan lugar en las vías cuya regulación,

ordenación, gestión y vigilancia corresponda a la DGT, entrando en vigor al día siguiente de su firma.

Esta comunicación previa al inicio de las obras permitirá a la DGT informar al resto de usuario del lugar y momento a realizarse las obras a través del Punto de Acceso Nacional de Tráfico , además de su señalización en Paneles de Mensaje Variable.