

6 SEÑALIZACIÓN VARIABLE O DINÁMICA

El nivel de avance técnico y tecnológico que se evidencia a nivel de los vehículos, los conductores y la vía misma, llevan a considerar que bajo las circunstancias siempre cambiantes del tránsito, muchas de las señales actuales, tal y como se conocen han llegado a un cierto límite de eficiencia, dadas sus características físicas, de posición y mensaje, entre otros aspectos.

Dentro de las mejoras que se buscan para la señalización, se cuentan el facilitar las reacciones y las maniobras adecuadas en el tránsito sin perder las ventajas de las señales anteriormente utilizadas, que sea de un uso universal para los usuarios (conductores, ciclistas, peatones, etc.), entre otras. Los paneles de señalización variable pueden ayudar a regular la circulación adaptándola a las circunstancias cambiantes del tráfico e informan a los conductores, advirtiéndoles de posibles peligros y dan recomendaciones o instrucciones de obligado cumplimiento.

Con lo anteriormente mencionado, se busca mejorar la seguridad vial, la movilidad, el impacto al medio ambiente y la comodidad del usuario en la vía, es decir, que pueda tener una circulación libre de imprevistos o de la necesidad de efectuar maniobras repentinas. El objetivo final es conseguir que los conductores, en cualquier punto de la red de carreteras, vean en los paneles una información por igual comprensible, coherente y adecuada al contexto del tráfico en el que se hallen.

Es por ello que en este capítulo se analizan aspectos sobre desarrollos tecnológicos y productos que han sido probados con éxito en otros países y que al ser adaptables a nuestro medio permitirían mejorar la señalización en Colombia y pueden por ello, ser aplicables en el contexto colombiano, dadas las condiciones de operación del tránsito y transporte, de diseño geométrico de las carreteras nacionales y su aplicación dentro de los objetivos y políticas de desarrollo vial de Colombia, entre otros.

6.1 TIPOS DE PANELES O SEÑALES DE MENSAJES VARIABLES

Se pueden clasificar de acuerdo a las diferentes capacidades que puedan tener las señales, lo que determina su modo de funcionamiento; de acuerdo a este criterio, se clasificará la señalización dinámica en dos categorías diferentes: señales mecánicas y señales eléctricas.

6.1.1 Señales mecánicas

En éstas el mensaje o mensajes son desplegados o cambiados por medio del movimiento físico de alguna de las partes que componen la señal. Para la visualización del mensaje emplearán la técnica de reflexión de la luz. Dentro de las señales mecánicas, se pueden destacar las siguientes:

- Paneles con bisagras: señales que pueden tener dos mensajes al girar los paneles con bisagras desplegando una u otra cara, o simplemente un mensaje con los paneles abiertos y en blanco cuando estén cerrados. Las placas pueden girar vertical u horizontalmente y tener algún dispositivo de apertura/cierre para evitar un uso no autorizado.
- Prismas giratorios: cada prisma o tambor tiene 3 caras, conteniendo cada cara una parte del mensaje, los cuales son desplegados al girar los prismas, uno por uno o todos a la vez, hasta la posición apropiada.
- Láminas deslizantes: en estas señales hay una o más series de placas rectangulares, que en conjunto forman un mensaje o una figura. Para mostrar el mensaje requerido se levantan o bajan las placas correspondientes.
- Cinta enrollable: la cara vista será una cinta continua de paño flexible o de plástico, que se extiende entre dos rodillos. Girando la cita hasta la posición apropiada se despliegan los mensajes impresos en la cinta.
- Matriz biestable: se ordenan elementos planos en una forma matricial, cuya combinación forma el mensaje que se pretende transmitir. Se puede hacer un montaje superficial continuo (forma cuadrada o rectangular) o insertarse sobre una superficie de fondo oscuro de forma circular.

6.1.2 Señales de funcionamiento eléctrico:

Los mensajes son mostrados cuando se encienden unas fuentes internas de luz y no se produce movimiento mecánico de ninguna parte de la señal para desplegar o cambiar el mensaje; para la visualización del mensaje el dispositivo emite señales luminosas. En la Tabla 51 se observan algunos dispositivos cuyo funcionamiento viene dado por las señales eléctricas.

- Dispositivos destellantes: Se añaden a las señales de mensaje fijo, y su mensaje se aplica solamente cuando están encendidos los dispositivos luminosos, o es reforzado por éstos, los cuales son actuados cuando existe algún peligro especial. Presenta las ventajas del bajo costo, facilidad en la fabricación e instalación y resulta muy apropiado para situaciones en las que la señalización persigue un

objetivo único; que se puede satisfacer bajo el esquema de funcionamiento dual del dispositivo (encendido o apagado).

- Señales de luz de fondo: Los mensajes vienen recortados en un tablero, y son desplegados al encender luces internas. Presentan el mismo esquema de funcionamiento (cuando se encienden) o no funcionamiento bajo la ausencia o presencia de una única condición.
- Señales de fibra óptica / paneles: Son señales preconfiguradas por puntos insertados en una pantalla en los cuales se recibe la luz a través de un haz de fibras ópticas (tantas como puntos de luz). En la cara de la señal, los extremos de estas fibras transmisoras de luz se disponen libremente en las celdas o agujeros de una placa reticular para dar lugar a los puntos luminosos que forman los caracteres gráfico o alfanuméricos del mensaje. Se puede recurrir a lámparas incandescentes o a monitores de tecnología LED, que permiten la combinación de caracteres alfanuméricos y colores y tecnologías de almacenamiento y despliegue de mensajes para poder transmitir mensajes de mayor variedad y complejidad.

El tipo de panel a utilizar en cada caso depende del tipo de información que se ha de comunicar, de esta manera se podrán instalar por ejemplo paneles de señalización variable alfanuméricos con pictogramas gráficos, que permiten comunicar cualquier situación o tipo de señal normalizada de tráfico en los pictogramas. De manera más sencilla se pueden usar paneles de señalización variable, pero de mensajes fijos con varias alternativas de información.

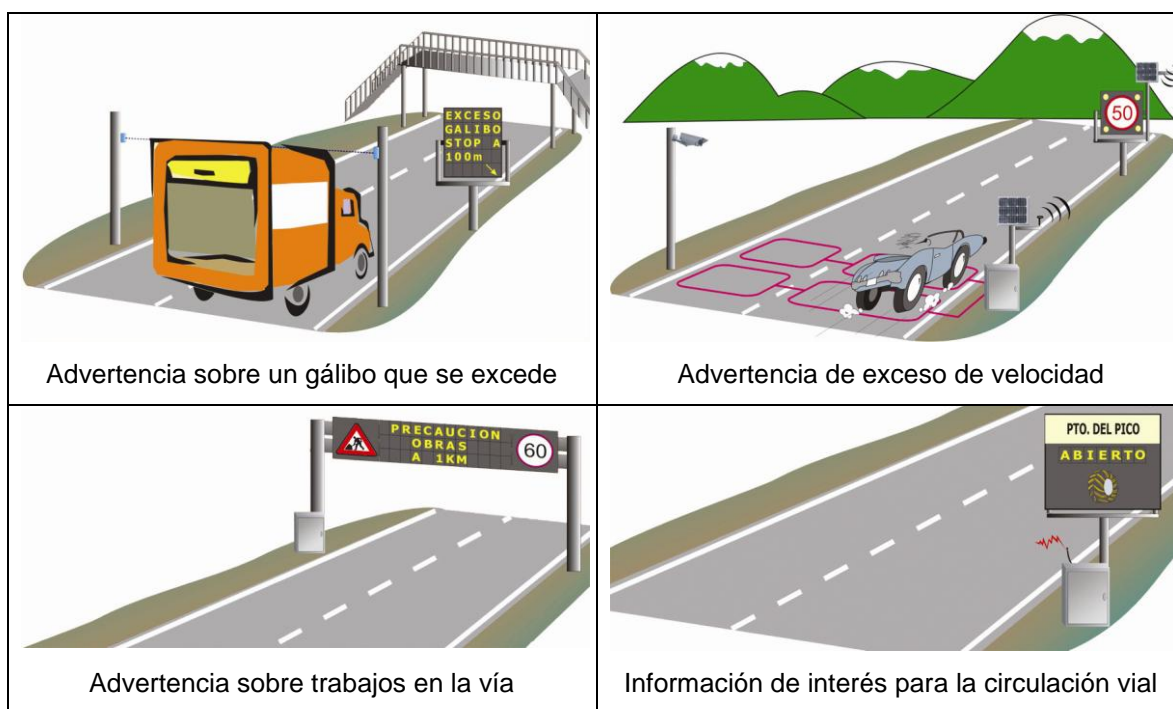
El MUTCD recomienda el uso de la señalización dinámica para publicar información reglamentaria, preventiva, de guía referente al control del tráfico y mensajes relacionados con la seguridad vial. Con ello se informa a los usuarios acerca de situaciones que pueden ir variando con el paso de los minutos, como en un corredor congestionado. Resalta el MUTCD que aún no existen estándares definidos en torno al tema de señalización de mensaje variable.

Dentro de los usos y aplicaciones para la señalización dinámica, se destacan los siguientes (ver Figura 116):

- Limitación o control de exceso de velocidad: Una reducción selectiva del límite de velocidad mediante la señalización variable puede ayudar a la disminución de la congestión, indicando el límite que hay que seguir o indicándole al usuario mediante sistemas de activación remota que ha excedido el límite que se le ha indicado.
- Dar a los usuarios información de alerta de puntos negros, riesgos transitorios sobre la vía o peligros específicos.

- Información sobre obras, desvíos e itinerarios de ruta aconsejados, educación vial, control de estacionamientos y medidas de ordenamiento del tráfico, así como de características de la operación de la vía.
- Detección del exceso de galibo con el fin de proteger elementos que por su estructura puedan generar un peligro a la circulación vial o a los peatones.
- En Túneles, informa a los usuarios sobre el estado del tráfico, velocidad máxima controlada por radar y cualquier incidencia que pudiera producirse.
- Señalización de precaución en zonas de curvas peligrosas.
- Transmitir a los usuarios información sobre prácticas seguras de conducción, o simplemente mantener su atención sobre el trazado de la vía.

Figura 116. Diversos usos de la señalización dinámica



Fuente: Elaboración propia con base en imágenes de CECOM S.A, España

Un equipamiento de señalización dinámica puede ser instalado en diferentes entornos tales como: accesos a vías urbanas con alto grado de peligrosidad, zonas con mal estado de la vía donde es necesaria una reducción de la velocidad, en zonas de curvas muy peligrosas y altos volúmenes de tráfico, en zonas

escolares, entre otros. Algunos ejemplos de dispositivos de señalización de funcionamiento eléctrico se pueden apreciar en la Tabla 51.

Tabla 51. Algunos dispositivos de señalización dinámica de funcionamiento eléctrico.

Dispositivo	Imagen
<p>Letrero de señalización convencional, con incrustación de <i>LEDs</i> que la resaltan.</p> <p>Puede encenderse automáticamente de noche, o puede encenderse cuando por medio del radar se detecte una velocidad superior a la que expresa el límite.</p>	
<p>Señalización variable en un panel montado sobre un vehículo. Para dar indicaciones de velocidad o indicaciones generales en la vía.</p>	
<p>Indicador de desvío de trayectoria, ampliamente utilizado para señalización temporal de obra. Tiene que ser resistente a condiciones extremas de temperatura y clima, y contar con una muy amplia visibilidad.</p> <p>De preferencia contará con <i>LEDs</i> para su iluminación, con regulación de intensidad ajustable (por un sensor de luminosidad o manualmente) para que funcione adecuadamente tanto de día como de noche.</p>	
<p>Taches con <i>LEDs</i> que pueden ser utilizados para autopistas, estacionamientos, caminos aislados y otras aplicaciones de tráfico similares. De utilidad para la mejora de las condiciones de visibilidad nocturna.</p>	

Fuente: Elaboración propia, con base en información consultada de GTD Chile

6.2 OPERACIONES ESPECIALES DE TRÁFICO

La señalización dinámica es un elemento clave para la organización de operaciones especiales de tráfico., que se puede definir de la siguiente forma:

“Desde el punto de vista operativo, se podría definir como el conjunto de operaciones y medidas puestas en marcha como consecuencia de una situación de tráfico extraordinaria, prevista y de duración limitada”⁵³

Las características generales de la movilidad, que justifican la puesta en marcha de operaciones especiales son:⁵⁴

- *“Aumento considerable de movimientos circulatorios*
- *Predominio de vehículos ligeros*
- *Desequilibrio de intensidades registradas según sentidos de circulación*
- *Presencia de itinerarios singulares, propios y preferidos*
- *Presencia de conductores no habituales en determinadas rutas*
- *Altas concentraciones de vehículos en las carreteras en determinadas horas y días”*

Dentro de las medidas de gestión que se pueden implementar por medio de la señalización dinámica, están la decisión a nivel nacional, regional o metropolitano sobre itinerarios alternativos para los viajes de recorridos largos, con el fin de optimizar la capacidad vial y la fluidez del tráfico; favorecer la seguridad vial, compensación de insuficiencias en el diseño del trazado, como carriles de aceleración con escasa longitud, puntos de conflicto saturados, reducción en el número de carriles de circulación, e imponer reglas especiales en operaciones de control de tráfico de un determinado tramo que presenta alta intensidad de tráfico en horas determinadas. (Ejemplo: prohibición de adelantar para camiones). Esta serie de medidas de gestión se puede ver de forma sintetizada en la Tabla 52.

Hay que conocer los siguientes datos de una vía en la que se quiere implementar un sistema de señalización dinámica:

- **Accidentalidad:** se determina si la transmisión de determinados mensajes específicos a los usuarios podría ayudar en la reducción de su ocurrencia; antes de ello, resulta estrictamente necesario conocer más acerca de sus causas, características de las víctimas mortales, de los accidentes leves y las circunstancias especiales. Identificación de carreteras y tramos conflictivos, así como de puntos críticos.

⁵³ BELDA ESPLUGUES, Faubel Cava. Metodología para la aplicación de los ITS en la gestión de las operaciones especiales de tráfico. Dirección general de tráfico, España.

⁵⁴ Op. cit

- Incidencias: se requiere conocer las vías, los tramos e intersecciones u otros puntos en vía afectados por congestión, conflictos de tránsito y evaluación del nivel de servicio.
- Movimientos: conocer su distribución por sentidos, movimientos diarios, volúmenes y velocidades de circulación así como la evolución temporal que ha presentado y la influencia que las medidas de gestión del tráfico tomadas previamente –de haberlas- han tenido en su evolución y con ello establecer medidas para favorecer la fluidez y la seguridad de la circulación, y cualquier detalle operativo de la vía de importancia general.
- Características de la vía: diseño geométrico, inventario de señalización existente, la influencia de la trayectoria del sol y su luz a lo largo del trazado de la vía en la visibilidad que se tiene sobre la misma, la presencia de otros elementos que afectan las distancias de visibilidad, condiciones climáticas en general.

Dentro de la señalización dinámica se distinguen varios niveles: la totalmente automática, la señalización que se controla manualmente desde un centro de control haciendo variar el mensaje, o controlando los dispositivos luminosos. También existe un tipo de señalización dinámica orientada a señales fijas que tienen varios tableros fijos que pueden rotar para mostrar un tablero determinado en alguna hora específica del día; la señalización automática va asociada al uso de equipos de radar, mientras que la manual al requerir de un operario, va asociada con las campañas de tránsito, seguridad vial y movilidad.

En cuanto al funcionamiento de las señales dinámicas, tiene que haber claridad respecto a las políticas que regirán los siguientes aspectos: quién asume la responsabilidad por su funcionamiento, las operaciones generales, cuándo no se operarán, los mensajes durante las horas pico y no pico, planes de despliegue de mensajes y manejo de tráfico en obras o eventos especiales, tiempos de viaje, desvíos, reglamentación de la circulación, operación en condiciones climáticas adversas, anuncios y publicidad, campañas de seguridad vial, publicación de mensajes policiales o de alerta general y de mensajes de prueba, entre otros.

En las vías urbanas los paneles de señalización dinámica resultan de gran utilidad para reducir la congestión que se puede presentar en un trayecto determinado y donde existe la opción de utilizar una o varias rutas alternativas dentro del entramado de la red; su uso en zonas urbanas requiere además de un adecuado sistema de monitoreo del tráfico en tiempo real que permita detectar incidencias en el menos tiempo posible. La eficiencia de la señalización variable en este caso decrecerá entre mayor sea el tiempo de demora en anunciar un incidente determinado.

Tabla 52. Situaciones en vía que ameritan indicar la reducción de velocidad o desviaciones.

Condición	Situación a indicar
Estado del tránsito	Avisar de la interrupción en la circulación en toda la calzada
	Señalizar congestión en toda la calzada
	Anunciar un desvío obligatorio por congestión
	Evitar la toma de un desvío que presenta congestión
	Desvíos sugeridos para agilizar el tránsito
	Estado del tráfico en vía principal
	Estado del tráfico en un desvío
Cambios en la capacidad de la vía	Cierre de uno o varios carriles por obras
	Implementación provisional de carriles adicionales
	Autorizar la circulación provisional por la berma
	Facilitar incorporación de vehículos que utilizan una berma
	Anunciar la presencia de obstáculos en una berma
Condiciones climáticas que alteran la circulación	Lluvia (moderada o intensa)
	Neblina
	Viento
Circunstancias especiales	Desfiles, eventos deportivos, manifestaciones.

Fuente: Elaboración propia

6.3 INSTALACIÓN DE PANELES DE SEÑALIZACIÓN DINÁMICA

De acuerdo con el Manual Norteamericano de Señalización Variable⁵⁵, se enfatiza la importancia de establecer objetivos claros en cuanto a la señalización que se instale, así como diseñar y priorizar los mensajes que se utilizarán en los paneles, antes de proceder a la adquisición de equipos. Muchas veces sucede lo contrario, y es que se adquieren equipos de determinadas especificaciones antes de identificar a plenitud las necesidades y mensajes que se requiere desplegar, lo

⁵⁵ Nombre en su versión original: *Changeable Message Sign Operation and Messaging Handbook*. Se nombra para fines de este capítulo de forma muy generalizada como el “Manual Norteamericano de Señalización Variable”.

que trae como consecuencia que la capacidad de los equipos pueda resultar insuficiente, lo que reduce su legibilidad y valor funcional.

Es por ello que se recomienda el siguiente procedimiento para la adquisición de equipos de señalización variable y su puesta en marcha:

- a) Establecer los objetivos que se busca alcanzar con la señalización dinámica. Para ello se identificará el problema y se mencionará de forma específica el tipo de usuario a quien se transmitirán los mensajes, y se definirá el tipo y la intensidad de la maniobra esperada, el sitio donde hay que efectuarla, y cómo se operará la señal para el cumplimiento de los objetivos. Las maniobras que se espera que un conductor efectúe se clasifican en tres grandes grupos: **Reducir la velocidad** de circulación parcial o totalmente, realizar una maniobra de **cambio de carril** por restricciones especiales o tomar un **desvío** por una ruta alterna.
- b) Preparar de antemano los mensajes que resulten necesarios para el cumplimiento de los objetivos planteados; la longitud de los mensajes definirá el tamaño de los caracteres, la longitud de una línea y el número de líneas que se requerirá en el panel. Si se requiere reducir la longitud de los mensajes será preciso hacerlo, al operador de la señal se le podrán brindar tres opciones: seleccionar un mensaje de una lista predeterminada, seleccionar un mensaje de una lista con la posibilidad de efectuar modificaciones (como una indicación de distancia) y la posibilidad de crear un nuevo mensaje si los existentes no se ajustan a la situación que se pretende mostrar.
- c) Determinar la distancia de legibilidad requerida para que los usuarios de la vía dispongan de suficiente tiempo para leer y comprender los mensajes que se diseñan.
- d) Asignar las ubicaciones adecuadas para los dispositivos de señalización; es fundamental que se cumplan las distancias de legibilidad antes establecidas y que haya compatibilidad en distancias de ubicación y mensaje con las señales verticales, para que se forme un sistema de información compatible e integrado.
- e) Identificar el tipo y la extensión de las restricciones que puedan afectar la legibilidad de los dispositivos mediante el reconocimiento en campo de elementos que pudieran afectar la visibilidad como puentes, postes o geometría de la vía misma. De haber problemas por obstrucción de la vista de las señales, se cambiará la ubicación de los paneles o se reducirá la longitud de los mensajes.

- f) Identificar las condiciones ambientales del sitio donde se instalan las señales, y que por lo tanto serán las que sean determinantes en su fase de operación; condiciones como lluvia frecuente, neblina, calor excesivo, polvo, entre otras afectarán la legibilidad de las señales. En caso de hallarse presentes se ampliarán las exigencias técnicas de los dispositivos que se adquieran.
- g) Determinar el valor funcional y la legibilidad de los mensajes ‘postulados’; la evaluación de la efectividad de los mensajes seleccionados en las ubicaciones seleccionadas determinará si se modificará la longitud del mensaje o si se requerirá efectuar cambios en las especificaciones de los equipos.
- h) Determinar el costo de los mensajes seleccionados.
- i) Seleccionar los mensajes que son legibles bajo todas las condiciones que plantee la vía y su entorno y dentro de unos costos permisibles.

6.4 PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LOS PANELES

Los paneles de señalización variable, como se mencionó anteriormente, sirven para informar sobre circunstancias inesperadas o cambiantes en el tráfico o la vía, no necesitan hallarse siempre encendidos, y al hallarse encendidos tienen que considerar una serie de aspectos para que su mensaje sea significativo.

Un panel apagado infunde en el conductor la sensación de que, dentro del rango de informaciones que suelen dar estos dispositivos, no hay nada en el horizonte de su desplazamiento que pueda ser motivo de preocupación; por el contrario, si hay muchos paneles encendidos exhibiendo información repetitivamente, el conductor experimente una reducción de la incertidumbre, lo que lo llevaría de forma mecánica a mirar los mensajes en los paneles sin rastrearlos completamente o simplemente a ignorarlos, desembocando en la pérdida de funcionalidad de los paneles. Además, si previamente ha ocurrido que el conductor ha superado ese problema sin adoptar medidas especialmente dramáticas, se corre el riesgo de no prepararle adecuadamente cuando de verdad haga falta.

Es por esto que sólo se encenderán los paneles si hay algo relevante para comunicar al conductor, cuando se enciendan los paneles se dará total prioridad a la publicación de mensajes de tránsito sobre los mensajes de interés general, y sólo se exhibirán cuando no haya mensajes de tránsito para mostrar. Por otra

parte, los mensajes de interés general se mostrarán en períodos de tiempo limitados y en las horas en que el tráfico es menos intenso, y vinculados a un programa o a una campaña de seguridad vial que además tenga difusión por medios de comunicación.

Antes de la puesta en funcionamiento de una señal, también se tiene que tener claridad respecto a qué usuarios va dirigido el mensaje. Puede ir dirigido a todos los usuarios de la vía en general, o a un grupo de usuarios en particular (usuarios de un carril, o usuarios que se dirigen a un destino específico, por ejemplo); el grupo objetivo que será receptor del mensaje determina el tipo de mensaje que se publicará, así como su duración, entre otros.

En cuanto al mensaje que se transmite, el proceso general incluye determinar el propósito de su utilización, seleccionar el mensaje apropiado y publicarlo, determinar el período de tiempo que se utilizará, verificar que no haya conflictos ni incongruencias en el mensaje seleccionado y publicar el mensaje. El mensaje deberá indicar al usuario el tipo de problema sobre la vía, su ubicación, la afectación que tiene sobre los carriles de circulación, el grupo de usuarios a los que va dirigido el mensaje, y la maniobra recomendada o requerida. Se tendrán en cuenta las siguientes premisas para la publicación de los mensajes:

- Considerando un conductor con una agudeza visual estándar, se considera que un panel de señalización es legible desde una distancia de 200 metros, que se vuelven 165 metros en promedio, tomando en consideración la distancia a la cual la señal no es legible (ver Numeral 3.6.2 del documento).
- Si un conductor viaja a 120 km/h, tendrá un tiempo entre 4,5 y 5 segundos para leer el mensaje.

Tomando la expresión que relaciona el número de palabras (n) con el tiempo de lectura en segundos⁵⁶, para un tiempo de 5 segundos se tendría $n = 9$, es decir que lo máximo permisible es 9 palabras en el mensaje del panel. Con una ventana de lectura de 5 segundos a 120 km/h, los mensajes deben ser forzosamente breves y fáciles. De cualquier forma, lo máximo recomendable es de 7 palabras en el mensaje, dependiendo también del diseño que posea el panel.

En Gran Bretaña se hace uso de un criterio para la gestión de la señalización variable que es el de utilizar como máximo cuatro (4) líneas con cuatro (4) palabras cada una; en la Figura 117 se observa la variación de los tiempos de

⁵⁶ $T = 2 + \frac{n}{3}$, donde T es el tiempo de lectura en segundos y n es el número de palabras o pictogramas en el mensaje.

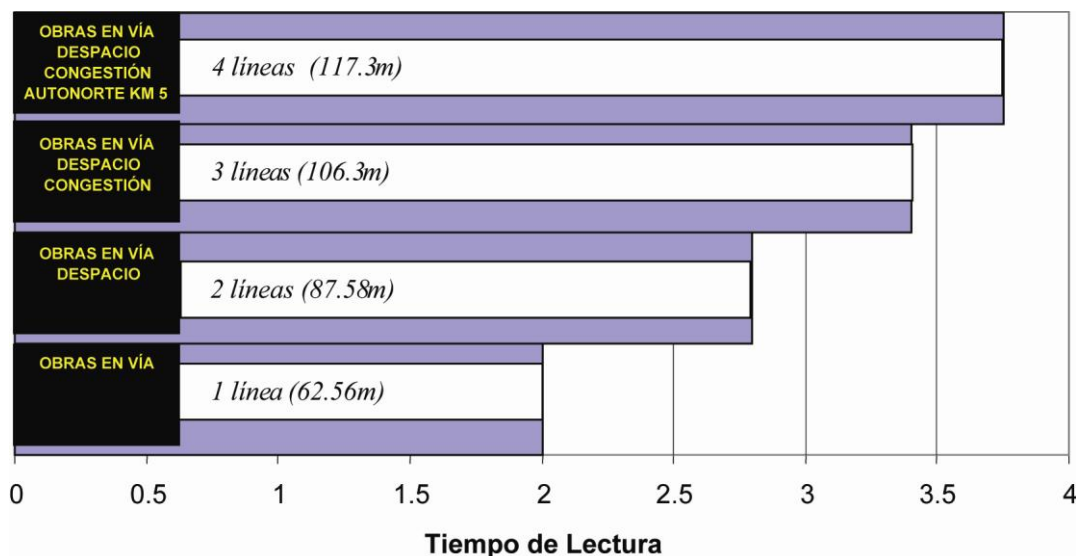
lectura según las combinaciones que se utilicen para el mensaje anterior. Si un vehículo viaja a una velocidad de 70 mph (112,65 km/h), los tiempos de lectura pueden variar entre 2 y 3,7 s., dependiendo de la complejidad del mensaje⁵⁷.

Si un conductor se halla en una vía conduciendo a una baja velocidad con una baja densidad de tráfico, se considera que no habrá mayor riesgo, por otra parte, a mayores velocidades y mayores densidades del tráfico se incrementará el riesgo de accidentalidad por dar vistazos a la señalización variable aunque estos sean aún más cortos. Es por esto que a medida que hayan mayores velocidades o densidades de circulación los mensajes se tienen que volver lo bastante cortos y ser adecuadamente priorizados, lo que no será un problema en momentos de baja intensidad de la circulación vehicular, y los paneles requieren más tiempo para su lectura que las señales de tránsito ordinarias.

El Manual de Señalización Variable Norteamericano recomienda el uso de máximo cuatro (4) unidades de información para velocidades de operación superiores a 35 mph (56 km/h), siendo extensible a máximo 5 para velocidades por debajo de este límite. Una unidad de información será la respuesta más abreviada posible a alguna pregunta específica concerniente al tráfico (¿qué sucedió, dónde, qué consecuencias, a quién se da la indicación y que se recomienda o qué se ordena hacer?). A la vez un renglón podrá contener una unidad de información, o 2 como máximo. En la Figura 118 se ejemplifica la forma de utilizar mensajes en los dispositivos.

⁵⁷ Dentro del estudio de la Universidad de Leeds se tienen en cuenta los mensajes en 2 idiomas diferentes para la evaluación de algunos tipos de mensaje, circunstancia que no hace falta considerar para Colombia.

Figura 117. Tiempos de lectura y distancias promedio recorridas para mensajes variables de diferente extensión.



Fuente: Adaptación de University of Leeds

Figura 118. Ejemplo de mensajes utilizables en señalización dinámica

ACCIDENTE PTE. BOQUERÓN USE VARIANTE	OBRAS VÍA 400 M CARRIL. IZQ. CERRADO
TORMENTA 3 KM MODERE VELOC.	TIEMPO ESTIM. BOGOTÁ 50 MIN

Fuente: Elaboración propia

Mensajes largos o que posean palabras de difícil comprensión ocasionarán un descenso de la velocidad de marcha de los conductores a medida que se acercan al panel, debida que los conductores quieren ganar tiempo para leer el mensaje, determinar si la información que observan es relevante para ellos, buscar información adicional o complementaria o simplemente porque el vehículo que circulaba al frente redujo su velocidad de marcha.

En todo caso se tiene que evitar la ocurrencia de esta disminución repentina de velocidades que se puede volver un factor que propicie la accidentalidad; además, si existen otras condiciones como la presencia de camiones en el tráfico que pueden obstruir la visión, la presencia de lluvia o neblina o condiciones lumínicas

adversas que restringen la visibilidad de la señal, se tiene que reducir obligatoriamente la extensión del mensaje.

Las unidades de información del mensaje se compondrán en el caso más complejo por pictogramas, topónimos, números, abreviaturas y descriptores, entre otros; en esas unidades de información que se despliegan surge la necesidad de evitar la redundancia en los mensajes y los términos innecesarios, dado el tiempo limitado del cual dispone el conductor para la aprehensión del mensaje.

Los pictogramas tendrán especial relevancia en medida que estos sean más eficientes para la transmisión de mensajes, exactamente como ocurre con las señales verticales. Además, los pictogramas se pueden distinguir a una distancia en ocasiones hasta el doble que la de un texto y transmiten un mensaje universal, ahora, un pictograma específico tendrá una prioridad sobre cualquier otro pictograma genérico, y se deberá preferir el uso de pictogramas que muestren consecuencias frente a los que muestren causas (ver Figura 119). Lo anterior debido a que muestran información más importante que orientan a los conductores respecto al orden de las acciones que tienen que ejecutar para maniobrar el vehículo correctamente en la vía.

Figura 119. Ejemplo de pictogramas utilizados en señalización dinámica en España.



Fuente: Manual de Señalización Variable⁵⁸.

Para la publicación de elementos alfanuméricos, se tendrá en cuenta que cada tipo de información ocupa su propia línea: la primera será para la información adicional sobre la naturaleza del evento; segunda, para la información relativa a la distancia y/o extensión del mismo, y la tercera, para indicar al usuario las causas o consejos adicionales. Teniendo en cuenta que siempre hay que manejar cierto

⁵⁸ Aprobado mediante Resolución 9838 de 1 de junio de 2009 de la Dirección General de Tráfico. Ministerio del Interior, España.

grado de flexibilidad con el contenido de los mensajes, además sujeto a las limitaciones del dispositivo se recomienda seguir el mismo orden para la publicación de mensajes: naturaleza del evento, localización, consejo y causa, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Se distinguirá, al igual que con los pictogramas, entre el evento principal (causas) y las consecuencias para el tráfico que surgen a raíz del evento.
- Se recurrirá al uso de abreviaturas que sean estandarizadas internacionalmente, o bien que se hallen indicadas por la Real Academia Española, o en su defecto que resulten de fácil comprensión y tengan un sentido inequívoco.
- La extensión de un evento se puede indicar cuantitativamente mediante la longitud del mismo, o cualitativamente indicando la localización geográfica de los puntos de inicio y la finalización del mismo.

En vías de alta velocidad, el conductor tiene un margen limitado de reacción y de acomodación a la situación; es por ello que no se debe dar al conductor la oportunidad de relativizar si 500 m. o 2 Km. significa cerca o lejos, sino hay que habituarlo a tomar medidas en cuanto perciba el pictograma de advertencia de peligro (que modere su velocidad, que incremente y mantenga su atención, que esté más alerta), y que entienda que encontrará el peligro en breve, cerca, aunque de forma inespecífica. Esto genera significado al mensaje que se proyecta en los paneles, por lo que la regla general a seguir será no avisar sobre eventos que ocurren con relativa lejanía; en los mensajes, se debe diferenciar claramente entre una advertencia (peligro inminente que requiere una maniobra inmediata) e informar sobre un peligro, que se hará cuando haya algo de lejanía y se puedan tomar acciones remediales en ese trayecto, como un desvío.

Cualquier mensaje de señalización variable debe suministrar al usuario información en tiempo real, que sea confiable, exacta y relevante, lo que contribuye a la credibilidad del mensaje; si los mensajes no son cambiados en el momento correcto o transiten mensajes erróneos respecto a lo que el usuario se encuentra en la vía, perderán credibilidad; lo que le quita todo valor funcional no solo a una señal, sino al sistema en conjunto.

El Manual de Señalización Variable norteamericano, señala ocho razones que le restan credibilidad al sistema de señalización dinámica: 1) Información inexacta (ejemplo: anuncio de un accidente que no existe), 2) Información desactualizada, 3) Información irrelevante, 4) Información obvia o demasiado evidente, 5) Información repetitiva en períodos del día, 6) Información trivial, 7) Información errónea y 8) Mensajes inadecuadamente diseñados o desplegados.

Para evitar este tipo de inconvenientes, el operador de un dispositivo de señalización dinámica tiene que conocer en todo momento y con exactitud la información de los incidentes sobre la vía, su ubicación, implicaciones de los incidentes y posible duración, condiciones en la vía previas y condiciones en las vías alternas, en caso de requerirse efectuar desvíos en el tráfico; además la información puede venir de fuentes oficiales que permiten constatar su veracidad o de fuentes no oficiales. La información de fuentes no oficiales pese a no poder constatar de forma inmediata puede ser de mucho valor bajo circunstancias determinadas, y podría resultar clave como punto de partida para la obtención de información por parte de fuentes oficiales.

6.5 REGLAMENTACIÓN DE LA CIRCULACIÓN CON PANELES DINÁMICOS

En cuanto a la función reglamentaria que cumplen las señales, es decir obligar y prohibir, no tiene tan buena acogida entre los conductores, por tratarse de una función que viene a anunciar restricciones y a cambiar planes y expectativas que cada cual asumía en su desplazamiento (velocidad de circulación, maniobras, direcciones, entre otros). Cuando se reglamenta el uso de una vía utilizando la señalización dinámica, se requiere adicionalmente contar con normas de adecuación funcional, de cuantificación y de vigilancia y sanción.

Antes de recurrir a la función reglamentaria en los paneles de señalización variable, habrá que asegurarse de que, efectivamente esa prohibición u obligación específica es la solución a la situación vial o de tráfico que se pretende remediar; después de recurrir a la función reglamentaria, es de vital importancia cerciorarse que se pueden establecer con claridad los términos de prohibición o limitación, en sus magnitudes específicas como el momento, lugar, distancia o extensión, entre otros. Cada prohibición dada por la señalización temporal debe tener una limitación dentro de niveles específicos debidamente cuantificados; por ejemplo, una reducción de velocidad temporal tiene que tener un límite de velocidad establecido y justificado técnicamente, válido por un tramo de una longitud determinada.

Adicional a lo anterior, hay que tener la posibilidad de realizar vigilancia y contar con la presencia de autoridad que sancione el incumplimiento de las normas. La efectividad operativa sancionadora determina la capacidad para gestionar de forma eficiente y creíble una obligación o una limitación; por ello, se recomienda utilizar la señalización con fines reglamentarios sólo si se cuenta con la posibilidad de su adecuación, su debida cuantificación y la vigilancia para que se cumpla la reglamentación establecida.

De no contar con alguno de los tres requerimientos para implementar reglamentaciones con la señalización dinámica, lo más aconsejable será advertir el peligro o simplemente efectuar una recomendación, lo que resulte más conveniente.

Por otra parte, para un futuro, la tecnología automotriz permitirá visualizar la señalización por medio de pantallas digitales (ver Figura 120) en el interior de los vehículos en los que se desplazan. Esta señalización se controla por medio de Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) y es totalmente adaptable a las condiciones puntuales del entorno; de forma que el desarrollo y expansión de esta tecnología hará menos necesario el uso de las señales verticales en un contexto físico, y será la tendencia que adquiera la señalización dinámica.

Figura 120. Señalización virtual.



Fuente: Armengol Torres, Road Beacon System, 1995.