
VISIBILIDAD DE LAS SEÑALES DE TRAFICO EN CONDICIONES REALES DE CIRCULACION

Aniceto Zaragoza Ramírez
Director General de la AEC

Esther González Artero
Licenciado en Sociología. Departamento de Estudios de la AEC

Este artículo recoge los primeros resultados de un reciente estudio que la Asociación Española de la Carretera ha desarrollado con el patrocinio de CESVIMAP (Centro de Experimentación y Seguridad Vial de MAPFRE) y que es la primera fase de un pormenorizado análisis que tiene como objetivo profundizar en las teorías de dimensionamiento y adecuación de las señales de tráfico a las características actuales de nuestras carreteras y conductores.

Se entiende que las condiciones habituales de percepción de cualquier señal vienen determinadas principalmente: por un lado, por la capacidad de reacción del conductor que dependerá fundamentalmente de sus reflejos y agudeza visual, condicionados por su edad; por otro, por las diferentes circunstancias de iluminación según la hora del día; por supuesto por la velocidad a que el conductor circule por la vía; y por último, por el tamaño y características reflectantes de la señalización vertical.

Se conjugan, por tanto, estas cinco variables:

- edad del conductor.
- material reflectante.
- tamaño de la señal.
- luminosidad.
- velocidad del vehículo.

De ellas, se va a intentar valorar su diferente grado de influencia en el fenómeno de la percepción de señales, procurando analizar todas las combinaciones que permitan evaluar (*) las distancias mínimas de observación de los diferentes tipos de señales homologadas, y su adecuación a la tipología de conductor que circula por nuestras carreteras.

(*) En los sucesivos se entenderá por "distancia de observación", la distancia, medida en metros, que existe entre el conductor del vehículo y la señal, en el momento en que éste ha interpretado el contenido informativo de la misma y se encuentra en disposición de reaccionar.

CLASIFICACION DE LAS VARIABLES

El estudio se ha realizado en base a la combinación de diferentes estados de las cinco variables citadas, que se han clasificado de la manera siguiente:

1. EDAD DEL CONDUCTOR

No asimilan todos los posibles casos relacionados con la edad a tres grandes grupos:

- Jóvenes (de 18 a 35 años)
- Edad media (de 35 a 55 años)
- Edad avanzada (de 55 en adelante).

Debemos aclarar que en este informe nos referiremos exclusivamente al 1^{er} grupo, que es en el que se encuadran los conductores que han realizado las pruebas de campo.

2. VELOCIDAD

No han estudiado tres distintas velocidades permitidas por el código de circulación por entenderlas suficientemente representativas. (En principio se pretendió realizar las pruebas también a 150 km/h, pero motivos de seguridad y de diseño del trabajo de campo desaconsejaron dicha inclusión. En fases posteriores de la investigación se llevará a cabo dicha prueba, ya que esta velocidad es desgraciadamente más frecuente de lo que deseáramos).

- 60 Km/h
- 90 Km/h
- 120 Km/h

3. LUMINOSIDAD

No han considerado las tres posibilidades que habitualmente se producen en una vía de circulación, y que tienen relación directa con el tipo de visión necesaria:

- Día, estado de luminosidad buena (visión fotópica, los conos son los receptores y por tanto

permiten una elevada agudeza visual y distinción de colores).

- crepúsculo, situación de luminosidad molesta (visión mesópica, los conos van progresivamente perdiendo su capacidad y los bastones se convierten en los receptores).
- noche, necesidad de iluminación artificial (visión escotópica, los bastones permiten la visión debido a su alta sensibilidad a la luz).

4. TAMAÑO DE LA SEÑAL

Han sido estudiados tres distintos tamaños de señales homologados por las Administraciones españolas y de habitual presencia en nuestras carreteras. Para mayor grado de coherencia se decidió que todas fueran circulares, de tal manera que no fuese el factor forma un índice más de distorsión; sin embargo pareció interesante el análisis de los dos tipos de fondo que se pueden presentar (blanco y azul) dadas sus diferentes escalas de percepción.

- pequeña, 60 cm
- mediana, 90 cm y
- grande, 120 cm

Debe destacarse que el mensaje incorporado a todos las señales era simple (velocidades sobre fondo blanco y flechas sobre fondo azul) de forma que la interpretación del mismo no supusiera una perturbación en las condiciones del ensayo.

5. MATERIAL REFLECTANTE

Para el estudio del material reflexivo se han analizado los tres siguientes tipos:

- Nivel A, Reflexiva Normal, que son el 87% de las señales ubicadas en las carreteras españolas.
- Nivel B, Reflexiva Alta Intensidad, que sólo representan el 3% de las totales.
- Nivel C, Reflexiva de Muy Alta Intensidad, material todavía sin utilizar en señalización.

Se han evitado las señales pintadas por su obsolescencia, aunque representan el 10% de las actualmente ubicadas en nuestras carreteras.

PRUEBA REALIZADA

Para el desarrollo práctico del estudio se necesitaba un espacio o tramo de carretera que permitiese crear unas condiciones reales de circulación manteniendo unas elevadas medidas de seguridad. La complejidad de las condiciones y la imposibilidad de disponer de un tramo de carretera cerrado hizo que nos decidiéramos por realizar la prueba en la pista de ensayo del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Aeroespacial).

Se trata de una pista circular, de un kilómetro de diámetro que perfectamente puede identificarse con un tramo aleatorio de carretera. Además, nos permitió mantener, con bastante exactitud, la velocidad del vehículo constante, dado su adecuado diseño.

Debe aclararse que el circuito fue recorrido en sentido contrario al habitual, para evitar el efecto distorsionador del peralte y permitir una perfecta ubicación de cada señal de acuerdo con la normativa existente. Además de todo ello, permitió la presencia durante la noche de vehículos circulando en sentido contrario para representar con mayor fidelidad las conducciones normales de cada caso, sin evitar cualquier tipo de factor distorsionador que tuviese influencia a la hora de percibir la información de una señal.

A continuación se pasa a describir las dos tipologías de pruebas realizadas.

1. ESTUDIO ESTÁTICO

Como complemento de los resultados obtenidos en la prueba dinámica, se realizó ésta, que consistió en acercarse progresivamente dentro del vehículo a una señal fija, en una recta, y detenerlo en el punto en que ésta fuese perfectamente identificada, pasando a anotar la distancia existente (empleando la ayuda de los faros cuando las condiciones de iluminación así lo requerían).

Su finalidad fue triple: por un lado, nos permitió obtener nuevos datos que añadir a los ya conseguidos en el estudio, pero sin la influencia del factor velocidad del coche; por otro lado, sirvió de método orientativo de validación de los resultados finales; y por último fue un fiel reflejo de la diferencia de la percepción de las señales en función del material reflectante de cada una de ellas.

Esta prueba se realizó paralelamente a la dinámica, y participaron todos y cada uno de los conductores que colaboraron en ella.

2. ESTUDIO DINÁMICO

En la cuerda interior del circuito, y en sentido horario fueron ubicadas nueve señales (azules durante el día y blancas durante el crepúsculo y la noche) a unas distancias conocidas por los evaluadores. La prueba consistía en que cada conductor, una vez alcanzada una de las velocidades, y habiéndola mantenido constante, procedía a identificar cada una de las señales, momento en el que se realizaban dos tipos de medidas:

1. Para la medición de la distancia a que cada una de las señales es percibida se ha empleado un sofisticado aparato denominado "Terratrip". Este instrumento nos permitió obtener distancias totales y parciales a cada señal colocada.
2. Por otro lado, se realizó simultáneamente una toma de tiempos mediante el empleo de un cronómetro digital. Al conocer la velocidad constante a la que circula el vehículo, se obtuvo por simple cociente la distancia buscada.

De ambas medidas se hizo una media convenientemente ponderada para mayor seguridad.

Una vez identificadas las nueve señales, el conductor aceleraba su marcha y la mantenía en el escalón superior, momento en el que se procedía a repetir el proceso de medición. Una vez alcanzada y mantenida la siguiente velocidad se repetía el proceso hasta cubrir una lectura completa de las nueve para cada velocidad.

TABLA DE RESULTADOS OBTENIDOS

Se quiere matizar que los resultados presentados en la continuación deben ser en todo momento interpretados dentro de las características y condiciones de la prueba y a la espera de que ésta sea completada por los otros dos grupos de personas. En cualquier caso, si creemos que merece la pena exponerlos, en ese ánimo de colaborar con el correcto diseño y adecuación de las señales de tráfico a las necesidades de todos los usuarios.

En la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos de las dos pruebas realizadas, para cada una de las condiciones de estudio:

- para la prueba estática se muestra la distancia (o margen de distancias) a la que cada señal era identificada.
- para la prueba dinámica se muestran unos intervalos que representan las distancias mínima y máxima a las que las señales eran identificadas. (En este intervalo se han considerado las tres velocidades a las que se circuló).

En este cuadro las siglas representan lo siguiente:

Tamaño de la señal:

- P: Pequeña (60 cm)
- M: Mediana (90 cm)
- G: Grande (120 cm)

Retrorreflectancia (definidos según Tablas 2 a 5):

- Nivel A
- Nivel B
- Nivel C

Visibilidad:

- I: Visibilidad perfecta.
- II: Visibilidad con alguna limitación.
- III: Visibilidad limitada por vegetación o trazado.

DISTANCIAS MINIMA Y MAXIMA
CONDUCTOR - SEÑAL

	DIA			CREPUSCULO			NOCHE		
		Estática	Dinámica		Estática	Dinámica		Estática	Dinámica
P/A	I	150-175	80-200	I	150	20-100	I	100	25-80
P/B	II	150-175	90-200	III	150	20-70	III	125	40-75
P/C	III	150-175	65-95	I	175	30-115	I	150	50-80
M/A	III	250	50-105	III	225-300	25-75	III	200	50-75
M/B	III	225	60-100	III	250-275	50-105	III	225	75-120
M/C	I	250	130-230	II	275-300	30-140	II	250	65-125
G/A	I	325	130-270	III	300-325	40-95	III	200	60-90
G/B	I	275-300	110-265	I	300-325	50-190	I	250	55-150
G/C	III	325	90-135	I	325-350	70-195	I	275	80-150

Tabla 1

LAMINAS RETRORREFLECTANTES DE NIVEL A
VALORES MINIMOS DEL COEFICIENTE DE RETRORREFLEXION, EN $\text{cd.lx}^{-1}.\text{m}^{-2}$

Angularidad		Colores						
Angulo de divergencia α	Angulo de incidencia β_1 ($\beta_2=0$)	Blanco	Amarillo	Rojo	Verde	Azul	Naranja	Marrón
0,2°	5°	70	50	14,5	9	4,0	25	1,0
	30°	30	22	6	3,5	1,7	7	0,3
	40°	10	7	2	1,5	0,5	2,2	0,1
0,33°	5°	50	35	10	7	2	20	0,6
	30°	24	16	4	3	1	4,5	0,2
	40°	9	6	1,8	1,2	0,4	2,2	-
2,0°	5°	5	3	0,8	0,6	0,2	1,2	-
	30°	2,5	1,5	0,4	0,3	0,1	0,6	-
	40°	1,5	1,0	0,3	0,2	-	0,4	-

El iluminante empleado será el patrón A de la CIE

Tabla 2

LAMINAS RETRORREFLECTANTES DE NIVEL B
VALORES MINIMOS DEL COEFICIENTE DE RETRORREFLEXION, EN $\text{cd.lx}^{-1}.\text{m}^{-2}$

Angularidad		Colores						
Angulo de divergencia α	Angulo de incidencia β_1 ($\beta_2=0$)	Blanco	Amarillo	Rojo	Verde	Azul	Naranja	Marrón
0,2°	5°	250	170	45	45	20	100	12,0
	30°	150	100	25	25	11	60	8,5
	40°	110	70	15	12	8	29	5,0
0,33°	5°	180	122	25	21	14	65	8,5
	30°	100	67	14	12	8	40	5,0
	40°	95	64	13	11	7	20	3,0
2,0°	5°	5	3	0,8	0,6	0,2	1,5	0,2
	30°	2,5	1,5	0,4	0,3	0,1	0,9	0,1
	40°	1,5	1,0	0,3	0,2	-	0,8	-

El iluminante empleado será el patrón A de la CIE

Tabla 3

LAMINAS RETRORREFLECTANTES DE NIVEL C(*)
VALORES MINIMOS DEL COEFICIENTE DE RETRORREFLEXION, EN cd.lx⁻¹.m²

Angulo de divergencia α°	Angulo de Incidencia β_1 ($\beta_2=0$)	Rotación Angulo (ϵ°)	Blanco	Amarillo	Azul	Verde	Rojo
0,20	5	0	430	350	20	45	
0,33	5	0	300	250	15	33	
0,50	5	0	250	200	10	25	
1,00	5	0	80	65	4	10	
0,20	15	0	350	270	16	35	
0,33	15	0	250	200	12	25	
0,50	15	0	220	175	8	20	
1,00	15	0	60	45	3,5	7	
0,20	40	0	55	40	3	7	
0,33	40	0	30	25	1,7	4	
0,50	40	0	35	30	2,0	5	
1,00	40	0	15	13	0,8	2	
0,20	30	0	235	190	11	24	
0,33	30	0	150	130	7	18	
0,50	30	0	170	140	7	19	
1,00	30	0	50	40	2,5	5	

(*) Todavía no es UNE

Tabla 4

COORDENADAS CROMATICAS DE LOS PUNTOS DE INTERSECCION EN EL DIAGRAMA DE CROMATICIDAD CIE, QUE DETERMINAN EL AREA DE COLOR PERMITIDA PARA LAS LAMINAS RETRORREFLECTANTES

Colores	Coordenadas cromáticas				Factor de luminancia min, β		
		1	2	3	4	Nivel 1	Nivel 2
Blanco	x	0,350	0,300	0,285	0,335	0,35	0,27
	y	0,360	0,310	0,325	0,375		
Amarillo	x	0,545	0,487	0,427	0,465	0,27	0,16
	y	0,545	0,423	0,483	0,534		
Rojo	x	0,690	0,595	0,569	0,655	0,05	0,03
	y	0,310	0,315	0,341	0,345		
Verde	x	0,007	0,248	0,177	0,026	0,04	0,03
	y	0,703	0,409	0,362	0,399		
Azul	x	0,078	0,150	0,210	0,137	0,01	0,01
	y	0,171	0,220	0,160	0,038		
Naranja	x	0,610	0,535	0,506	0,570	0,15	0,14
	y	0,390	0,375	0,404	0,429		
Marrón	x	0,445	0,445	0,602	0,558	0,04	0,03
	y	0,352	0,386	0,396	0,442		

Tabla 5

CONCLUSIONES

1. PRUEBA ESTÁTICA

Primeramente vamos a referirnos a los resultados de la prueba estática, cuyos datos se recogen agregados en la Tabla 1, y desagregados en la 6, 7, 8 y 9.

En lo que se refiere a las señales de fondo blanco con luz del día, merece ser destacado lo siguiente:

- para las señales de 60 cm de diámetro se ha obtenido una distancia de observación (distancia a la que se identifica la señal) del orden de 150 a 175 metros, sin apenas diferencia entre los diferentes niveles de reflectancia. Incluso la que se percibe con más claridad es la reflectante normal ó nivel I.
- Las de 90 cm se distinguen en torno a los 250 metros, tanto los niveles I como III, siendo el nivel II (o high intensity) identificada 25 metros más tarde.
- similar fenómeno, aunque acrecentado, ocurre con las de 120 cm: para los niveles I y III estas señales se aprecian en torno a los 325 metros y el nivel II entre 275 y 300 metros.

No obstante, este fenómeno no debe resultar extraño por la normativa específica en blanco (o menos luminancia para el nivel II, como se reproduce en nuestros resultados. Debe además destacarse que no ocurriría lo mismo para los niveles de fondo azul, donde las especificaciones de los distintos niveles, especifican el mismo azul.

De los datos expuestos se deduce que si sólo se circulase de día, sería suficiente el empleo de señales reflexivas normales o nivel I (por supuesto servirían señales pintadas con un alto factor de luminancia, pero nos estamos refiriendo a las señales en estudio), de idénticas posibilidades que el nivel III, y algo más fiable que el nivel II. En cambio, merece la pena ser más rigurosos en cuanto al tamaño de la señal e inclinarnos por la de 90 cm de diámetro dada la gran distancia que se gana con el empleo de señales de este tamaño.

PRUEBA ESTÁTICA DE DÍA
DISTANCIAS (EN METROS) CONDUCTOR - SEÑAL

Diámetro (cm)	Nivel I	Nivel II	Nivel III
60	150	150	150
90	250	250	250
120	325	325	325

Tabla 6

PRUEBA ESTÁTICA EN EL CREPUSCULO (sin luz del vehículo)
DISTANCIAS (EN METROS) CONDUCTOR - SEÑAL

Diámetro (cm)	Nivel I	Nivel II	Nivel III
60	75	150	150
90	200	300	300
120	325	325	325

Tabla 7

PRUEBA ESTÁTICA EN EL CREPUSCULO (con luces cortas)
DISTANCIAS (EN METROS) CONDUCTOR - SEÑAL

Diámetro (cm)	Nivel I	Nivel II	Nivel III
60	150	150	150
90	250	250	250
120	325	325	325

Tabla 8

PRUEBA ESTÁTICA DE NOCHE (con luces cortas)
DISTANCIAS (EN METROS) CONDUCTOR - SEÑAL

Diámetro (cm)	Nivel I	Nivel II	Nivel III
60	50	100	100
90	150	200	200
120	275	300	300

Tabla 9

Para el crepúsculo se han analizado dos situaciones: a) sin ayuda de iluminación del vehículo, y b) con ayuda de la luz halógena corta del vehículo. Ambas situaciones han sido analizadas para las señales de fondo azul, con los siguientes resultados:

- Las señales de 60 cm con los niveles de reflectancia I y II se distinguen en ambas situaciones a 150 metros, siendo visible 25 metros antes (175 metros) la señal del nivel III, sin existir diferencia ante la ausencia o el empleo de luz artificial.
- Para analizar las señales de 90 y 120 cm de diámetro vamos a distinguir su comportamiento en función del empleo o no de las luces cortas del vehículo, por ser el factor que mejor los agrupa, y porque además nos muestra una serie de conclusiones que reafirman la sensación que todo conductor tiene de la peligrosidad de la conducción en estas condiciones de iluminación (fase de adaptación del elemento receptor de las radiaciones electromagnéticas que nos permiten la visión).

Agrupándolas de este modo, el comportamiento en ausencia de iluminación del vehículo es el siguiente:

- Tanto para las señales de 90 como de 120 cm las distancias registradas coinciden para los niveles de reflectancia I y III (300 metros para señales de 90 cm de diámetro, 325 para las de 120 cm). Una vez más, al igual que ocurría durante el día, el nivel II de reflectancia es el que peor se comporta, presentando en ambos casos 25 metros de desventaja (275 y 300 metros respectivamente).

En embargo, con ayuda de la iluminación del vehículo, el comportamiento de los tres tipos de reflectancia para las señales de 90 y de 120, es bien distinto, y es cuando empieza a tener más peso específico el nivel de reflectancia de la señal. Así, las distancias de observación aumentan progresivamente con el nivel de reflectancia, presentándose la escala: 225, 250 y 275 metros para las señales de 90 cm con los niveles I, II y III respectivamente, y 300, 325, 350 para las señales de 120 cm. con lo que se

aprecia un aumento de 25 metros en cada una de los escalones del nivel de reflectancia, distancia de gran importancia en situaciones complicadas.

Debe ser destacado, por su curiosidad, el hecho de que, para todos los tipos de señal empleada, la distancia de observación es siempre más grande para el caso de ausencia de luz del vehículo que cuando ésta se enciende, si bien deben puntualizarse dos aspectos:

- Primero, que la prueba con luz se realizó con posterioridad a la prueba sin luz, lo que evidentemente tiene su influencia dada la exigua duración, en el tiempo, del estado crepuscular.
- Segundo, que a distancias de entre 200 y 300 metros todavía no tiene demasiada influencia el efecto de la luz corta del vehículo.

Por tanto, esta es la razón de que nos encontremos en una fase con una doble complicación: por un lado, nuestro cerebro comienza a recibir la información por una vía diferente, a la que tiene que ir adaptándose; y por otro lado, en un breve espacio de tiempo, nuestra distancia de observación sufre un notable descenso (del orden de los 25 metros) para cualquiera que sea el tipo de señal estudiada.

Por todo lo expuesto, para circular con las máximas garantías durante el crepúsculo, lo más razonable es que nos inclinemos por la eliminación de las señales de 60 cm en cuanto al tamaño (con las de 90 cm sería suficiente), y por el nivel III en cuanto a la reflectancia (el nivel I no sirve en ausencia de luz ambiental y el II se comporta deficientemente cuando sí la hay).

Por último, pasamos a analizar los resultados de la prueba estática realizada durante la noche y con el empleo de señales de fondo azul:

- Esta prueba es la que verdaderamente permite hacernos una idea de la importancia del nivel de reflexividad de las señales. Es además en estas condiciones, la primera vez que existe una exactitud de comportamiento con independencia del tamaño de la señal. Así, en los tres casos la gradación de los niveles de reflectan-

cia de mayor a menor distancia de observación, se presenta en el orden III, II, I, donde el nivel de reflectancia III es el que en los tres casos presenta los mejores resultados. Perdiéndose del orden de los 25 metros de distancia de observación en cada uno de los pasos hacia un escalón de reflectancia inferior.

- Por las distancias de visibilidad obtenidas parece insuficiente el tamaño de señal de 60 cm, si bien en principio cualquiera de los otros dos cumple con holgura los criterios de distancia más exigentes.

Por tanto, para la situación de conducción nocturna resulta recomendable que el mínimo tamaño admitido sea el de 90 cm y el mínimo nivel de reflectancia sea el II.

No obstante, a la vista de los resultados, parece que el cambio que se está realizando en las carreteras españolas debe ser objeto de una reflexión detallada, pues si bien el nivel II de reflectancia es sensiblemente mejor durante la noche y en el crepúsculo con luz corta, en las otras dos situaciones (crepúsculo sin luz del vehículo y día) su comportamiento es peor que las señales a las que está sustituyendo. Especialmente si tenemos en cuenta que ya está en el mercado el nivel de reflectancia III, que mejora aún más los resultados del nivel II en ausencia de luz, y cuando menos, iguala los resultados del nivel I a pleno día. Debe ser destacada además la característica del nivel III de posibilitar la etapa de "DETECCION" de la señal con muchísima antelación sobre el nivel II, y por tanto de capacitar al conductor para estar en situación de preaviso, lo que le habilitará para reaccionar con mayor antelación.

2. PRUEBA DINÁMICA

Para realizar el análisis de la prueba dinámica, se van a distinguir, por un lado, los datos correspondiente al estudio efectuado a plena luz del día y para señalización de fondo azul; y por otro, el realizado con luz halógena del vehículo y para señales de fondo blanco, (esto es, durante el crepúsculo y la noche). En ambas agrupaciones se deberán tener en cuenta dos diferentes situaciones provocadas por las características del circui-

to donde se realizó la prueba, que asemeja circunstancias reales de circulación. Estas dos situaciones serán, por un lado, visibilidad perfecta, con ausencia total de obstáculos que limiten las posibilidades de visión; y por otro, visibilidad limitada por arbustos, vegetación y las propias características del trazado curvo del circuito.

Todos los resultados se recogen en los Gráficos 1 a 6 que cierran este apartado. Hay que tener en cuenta que para todos los cálculos se han eliminado los extremos (superior e inferior) de cada grupo homogéneo de datos,

Así pues, para luz natural (de día) y señales de fondo azul, obtenemos los siguientes resultados:

- la primera conclusión, aunque obvia, merece una seria meditación, y es que poco importa el tamaño y nivel de reflexividad de la señal cuando la ubicación de la misma no es la adecuada pues todas las propiedades de la señal elegida se ven contrarrestadas por limitaciones de visibilidad. Así, en estas circunstancias, los resultados ofrecidos por una señal de 90 y nivel de reflectancia II, son prácticamente iguales que para 90/I o 60/III y únicamente es apreciable la diferencia para una señal 120/III, que ofrece distancias de observación superiores en 30 metros (aunque evidentemente sólo se deba al tamaño y no al nivel de reflectancia).
- cuando la visibilidad no presenta ningún tipo de limitación se pueden obtener conclusiones más interesantes. Así es importante destacar que para circular por el día y realizando un planteamiento coste/beneficio, tendríamos que seleccionar como óptimas las señales de 90 cm (al nivel de reflectancia no influye en este caso), y ello por dos razones:
 - primero, porque el paso de 60 a 90 cm nos produce una mejora en la distancia de percepción del orden de 35 a 45 metros, mientras que el paso de 90 a 120 cm tan sólo provoca una mejora de 20 a 30 metros.
 - y segundo, porque las distancias mínimas de observación medidas para estas señales, y para toda la gama de velocidades, nos permite superar las exigencias de los planteamientos

PRUEBA DINAMICA • DISTANCIAS CON VISIBILIDAD PERFECTA
Medidas de DIA

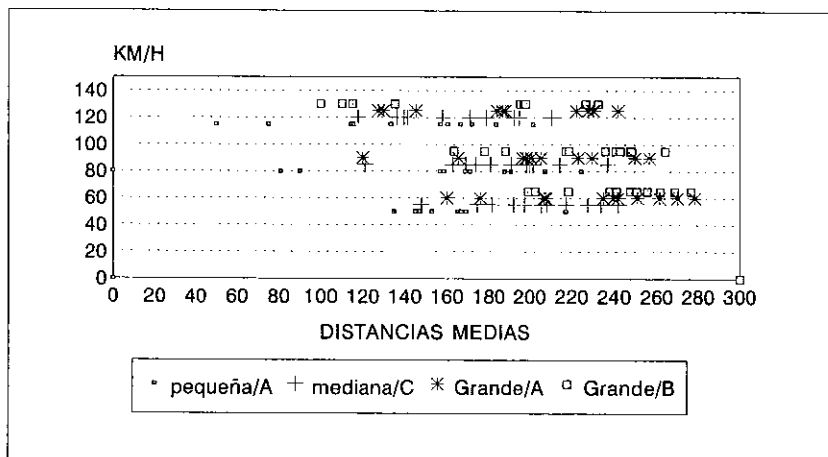


Gráfico 1

PRUEBA DINAMICA • DISTANCIAS CON VISIBILIDAD LIMITADA
Medidas de DIA

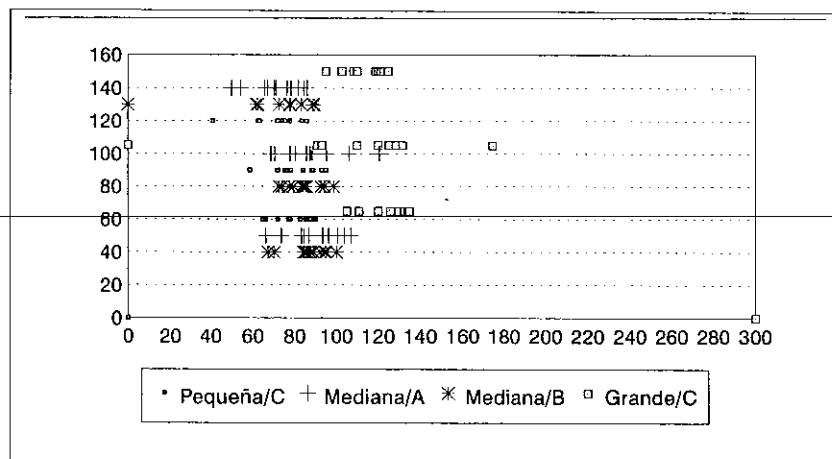


Gráfico 2

tos más conservadores, tanto para conductores experimentados como para los menos avezados.

En lo que se refiere a la otra situación, iluminación artificial del vehículo (crepúsculo y noche) y para señales de fondo blanco, tenemos:

- la primera idea que queremos destacar es el hecho de la enorme dispersión de distancias que se obtienen para el caso del crepúsculo con visibilidad perfecta, de tal manera que, para las mismas señales evaluadas de noche, los intervalos de percepción nocturna se mantienen siempre dentro de los intervalos del crepúsculo, lo que da idea de la complejidad del fenómeno de la visión en estas circunstancias (Gráficos 3, 4, 5 y 6).

- También es interesante destacar la obsolescencia de las señales de 60 cm en estas situaciones, pues incluso la del nivel III no permite una distancia de observación suficiente para poder reaccionar con soltura ante un aviso inesperado.

Sí lo cumplen, en cambio, satisfactoriamente, los niveles II y III de reflectancia, tanto en señales de 90 como de 120 cm, si bien para el nivel I el escalón descendente que experimentan es tan pronunciado que hace que sea recomendable su paulatina pero ágil sustitución, toda vez que no tendría ningún sentido aumentar el tamaño de la señal a costa de mantener el nivel I de reflexividad.

PRUEBA DINAMICA • DISTANCIAS CON VISIBILIDAD PERFECTA
Medidas en el CREPUSCULO

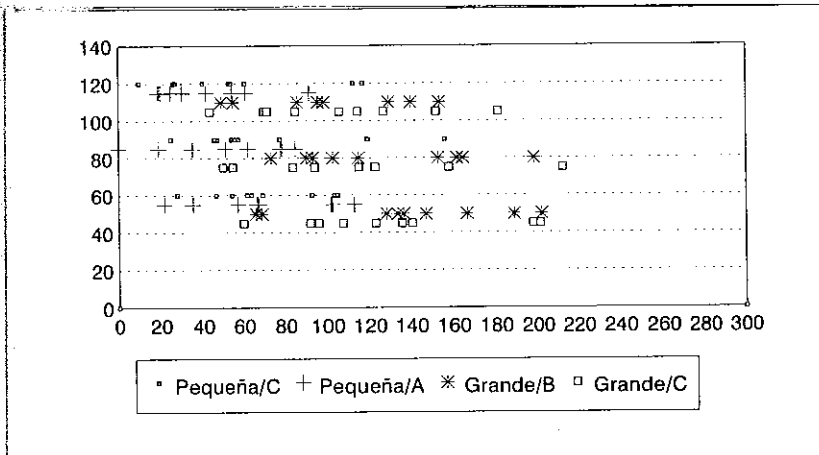


Gráfico 3

PRUEBA DINAMICA • DISTANCIAS CON VISIBILIDAD LIMITADA
Medidas en el CREPUSCULO

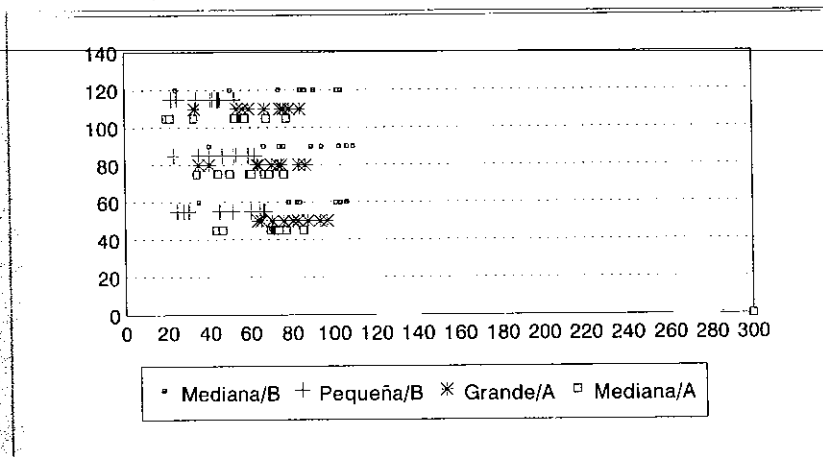


Gráfico 4

Aparte de las consideraciones mostradas hasta ahora, queremos hacer especial hincapié en una comparación que creemos resulta de vital interés para el correcto dimensionamiento y adecuación de las señales de tráfico.

Analizados por una parte, los resultados correspondientes a la prueba estática y comparados con los obtenidos en la prueba dinámica para el caso de visibilidad perfecta, hemos evaluado la pérdida de distancia de visibilidad expresada en porcentaje que la situación dinámica de circulación sufre con respecto a las distancias medidas por el estudio estático.

De este análisis se puede cuantificar la pérdida de distancia de visibilidad para cada uno de los niveles de iluminación externa:

- En el caso de circulación con luz del día, en valores medios, la situación dinámica sufre una pérdida de esta distancia del orden del 24% con respecto a la situación estática; de tal manera que toda señal visible, en principio, desde una distancia de 100 metros será recibida por un conductor medio, al volante, a una distancia de aproximadamente 75 metros.
- Realizado el mismo cálculo para las condiciones de iluminación crepuscular, el descenso de dicha distancia es realmente alarmante, incluso por encima de la pérdida experimentada en condiciones de nocturnidad. Así, durante el crepúsculo el porcentaje evaluado es del orden del 59%, mientras que durante la noche es del orden del 55%.

PRUEBA DINAMICA • DISTANCIAS CON VISIBILIDAD PERFECTA
Medidas de NOCHE

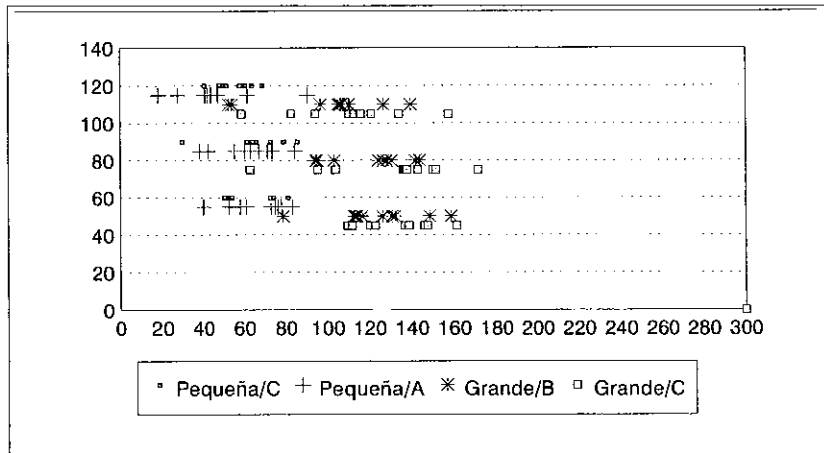


Gráfico 5

PRUEBA DINAMICA • DISTANCIAS CON VISIBILIDAD LIMITADA
Medidas de NOCHE

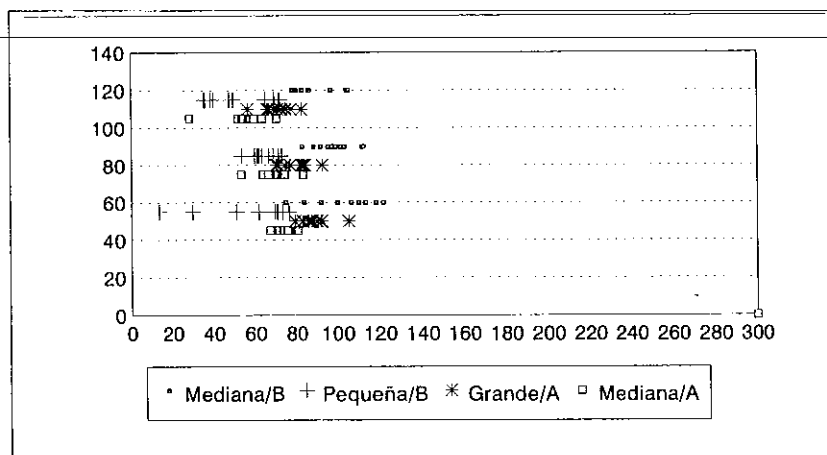


Gráfico 6

Como se puede observar, cualquiera de los dos descensos es enormemente representativo por el gran efecto limitador, que por el mero hecho de estar sentado al volante de un vehículo, (sin entrar en este momento, a valorar la velocidad a que se circule), provoca una situación dinámica de circulación. Estos porcentajes de tan gran magnitud deben ser tomados muy en cuenta a la hora de facilitar la percepción de las señales a los usuarios medios de nuestras carreteras, y que por tanto nos llevan a la recomendación de no escatimar ningún tipo de esfuerzo, a la hora de proyectar la señalización vertical de una carretera.

De todo lo mencionado en este artículo, y por supuesto sin querernos salir de las condiciones de realización de ambas pruebas, parece que se puede aconsejar que la elección de la señalización vertical de nuestras carreteras venga determinada por estas dos premisas:

1. Admitir como tamaño mínimo de las señales circulares de tráfico, las de 90 cm de diámetro.
2. Adoptar como nivel de reflectancia habitual para todo tipo de carretera, al menos, los materiales de nivel II. Aunque sería bastante más recomendable, ya que prácticamente el 85% de las señales actuales son de reflectancia normal y deben ser sustituidas, que lo sean directamente, por un material reflectante de nivel III, dadas sus idóneas prestaciones. ■