

# LA SEÑALIZACIÓN PARA LA CONDUCCIÓN BAJO CONDICIONES DE LLUVIA Y NIEBLA.



**David Calavia**

**A.E.T.E.C -España**

Rosario 26.10.2016



**XVII** CONGRESO ARGENTINO  
DE VIALIDAD Y TRÁNSITO  
9º EXPOVIAL ARGENTINA



**24 AL 28 DE OCTUBRE 2016 - ROSARIO, SANTA FE**

# La lluvia y la niebla como factores de inseguridad vial

Cuando la visibilidad empeora, también lo hace la seguridad vial;



La lluvia y la niebla: principales elementos climatológicos que producen pérdida de visibilidad y otros efectos negativos.

La forma de contrarrestar un problema es conocer cómo actúa para, en lo posible, poder diseñar su contra-medida.

# ¿Por qué se produce la pérdida de visibilidad?

1.- Modifican drásticamente la **visión del entorno** del conductor:

- La superficie puede aparecer especular o más oscura en función del ángulo de observación.
- Puede dificultar la percepción de peligros debido a encadilamientos provocados de día por sol de frente y durante la noche tráfico de frente.

2.- Modifican las **condiciones de adherencia** del neumático

- Disminución del coeficiente de rozamiento
- Posibilidad de hidroplaneo (aquaplaning)

3.- Se requieren **equipamientos específicos** en el automóvil

- Limpiar parabrisas
- Evitar condensación en cristales
- Iluminación específica para ver y ser visto

**El conductor necesita educación especial para adaptarse a los cambios**

# Factores de influencia en la pérdida de visibilidad

## Factores propios:

- Forma y tamaño de las gotas
- densidad de gotas
- frecuencia del suceso

## Interacciones:

### Conductor:

- Modificación del campo visual
- Disminución de la distancia de visibilidad
- Distorsión en la identificación del mensaje

### Vehículo

- Iluminación
- Neumáticos
- Limpieza parabrisas y faros
- Eliminación de condensación

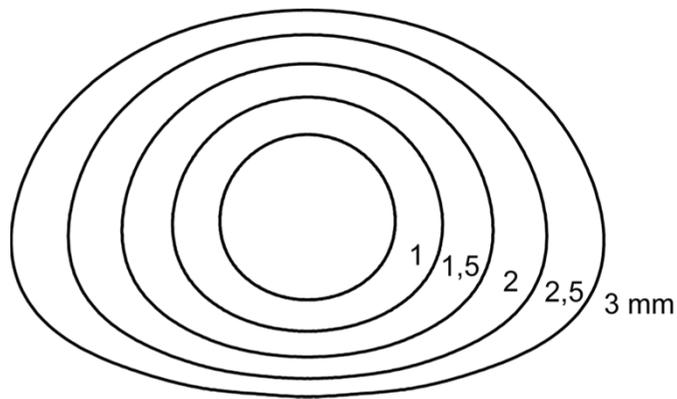
### Infraestructura

- Capacidad de drenaje

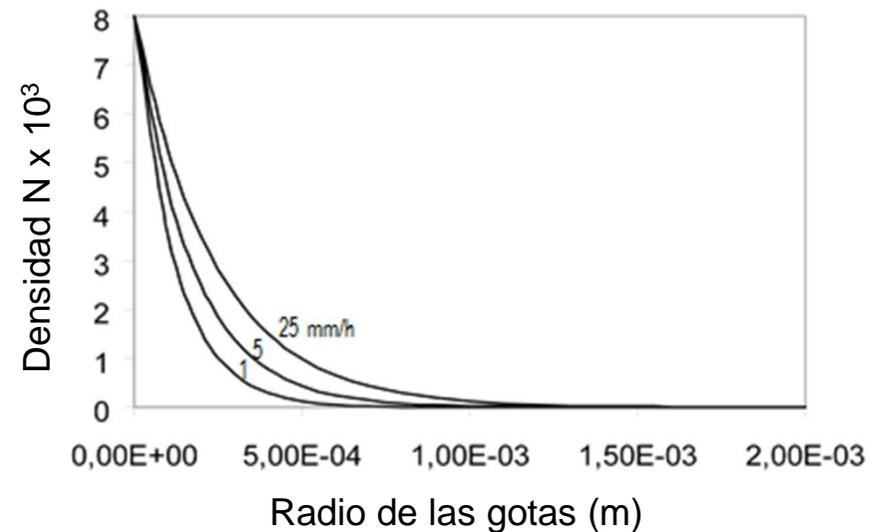
# forma y tamaño de las gotas: distorsionan las imágenes

La lluvia está formada por gotas que al caer experimentan rápidas distorsiones de forma y tamaño.

Las gotas pequeñas son esféricas pero se van achatando conforme crecen y actúan como lentes que dispersan la luz y distorsionan la imagen dibujando o enmascarando objetos de la carretera..



Forma de las gotas



Distribución de tamaño de las gotas Marshall - Palmer

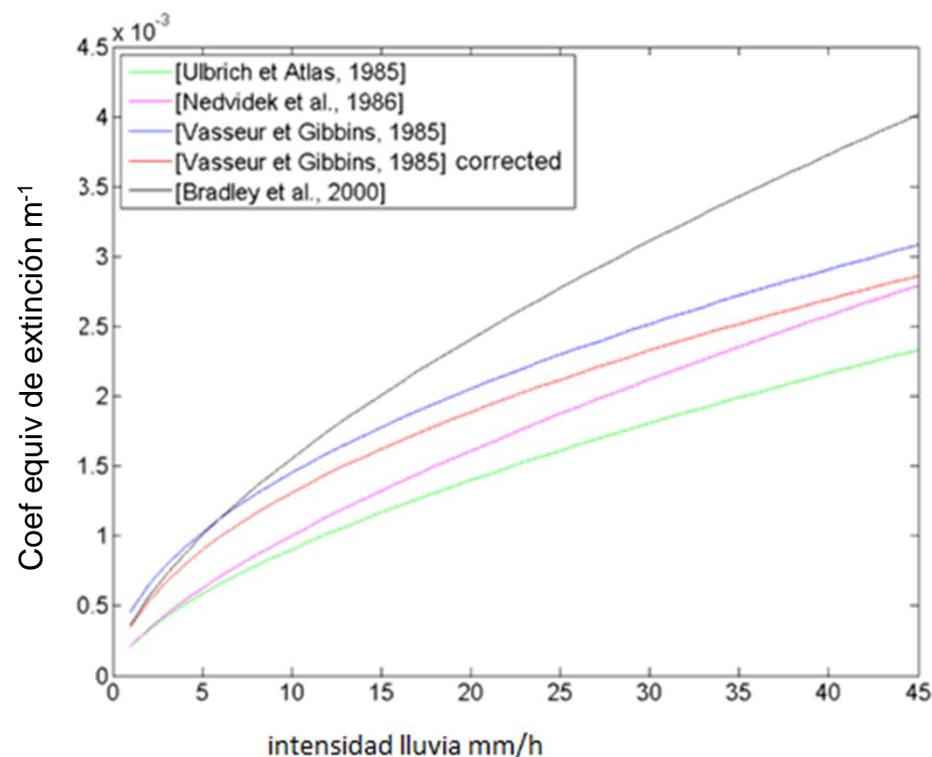
## densidad de las gotas: extinción óptica

La densidad de gotas tiene efecto en la llamada extinción óptica o visibilidad meteorológica en condiciones de lluvia

La dispersión detrás de una fuente de luz bajo la lluvia en función de distintas condiciones y geometrías de iluminación se dan en las curvas de la tabla. (no están contrastadas bajo condiciones reales)

Fuente:  
Nicolas Hautière, Eric Dumont,  
Roland Brémond, Vincent Ledoux

Université Paris-Est  
LEPSiS, INRETS-LCPC, Paris



# frecuencia de la lluvia: limpieza del pavimento y pericia

*(Ver trabajo Eisemberg)*

Además de los efectos anteriores parece que:

Los residuos como aceites y lodos que se acumulan sobre la carretera cuando no ha llovido durante un largo tiempo, impermeabilizan el drenaje de la carretera cuando comienza a llover.

El segundo día de lluvia, el aceite y la suciedad se han lavado y la carretera es menos peligrosa disminuyendo la gravedad de los accidentes

*no es tanto la lluvia la que causa accidentes sino la pericia de los conductores para adaptarse al cambio*

*Conviene concienciar del mayor peligro de lluvia el primer día y siempre disminuir la velocidad*

The mixed effects of precipitation on traffic crashes.

I E122369 /80 / ITRD E122369

Eisemberg, D.

Accident Analysis & Prevention. 2004 /07. 36(4) Pp637-47 (15 Refs.)

## Interacciones: Disminución campo visual

**Disminución de la visión periférica:** El conductor concentra su atención directamente a su frente para ver su ubicación y hacia adonde va.

*Pedida de referencias externas: Será más difícil detectar un vehículo o un peatón aproximándose por un lateral, o también detectar señales situadas en los laterales de la carretera que no estén bien iluminadas*

**Disminución del ángulo de visión en el parabrisas:** los limpiaparabrisas solo limpian una parte del campo visual por lo que éste queda reducido al ángulo formado por los ojos del conductor y los límites de actuación de los limpiaparabrisas.

*Incluso con los limpiaparabrisas funcionando, la intermitencia entre lluvia y limpiaparabrisas bloquea periódicamente la visión.*

*Por otro lado, los limpiaparabrisas nunca son 100% eficientes y suelen dejar huellas de agua a lo largo del parabrisas..*

*También se pierde visión en los espejos retrovisores*

## Interacciones: distancia de visibilidad e identificación

**Visibilidad meteorológica:** a pesar de todo la retrodispersión producida exclusivamente por la lluvia empieza a ser un problema para la conducción cuando baja de 400 m ( $V_{met}=3/ks$ ) lo cual es equivalente a una lluvia de 300 mm.h<sup>-1</sup> que es un nivel raramente alcanzado.

**Disminución de distancia de visibilidad:** Sin embargo, la lluvia, especialmente durante la conducción nocturna, afecta directamente a la percepción (visión a través de la lluvia) y reduce la distancia de visibilidad debido a su efecto sobre los propios faros, en el parabrisas, en la propia carretera y en las marcas viales.

- *La lluvia resta eficacia a la luz que sale de la fuente al filtrar parte de ella reduciendo la iluminación que llega a la carretera.*
- *Esta eficacia se ve disminuida debido a la película de agua sucia que salpicada por el tráfico ensucia los faros de nuestro coche*
- *Este encandilamiento produce malestar y disminuye la capacidad de discernir (contraste). El encandilamiento puede deteriorar la visión a todos los conductores pero muy especialmente a los de mayor edad.*

## Interacciones: agua pulverizada por otros vehículos

Este efecto conocido por todos no está medido ni modelizado si bien hay opiniones que hablan que las salpicaduras y pulverización sobre pavimentos poroso puede hacer disminuir este efecto hasta en un 95%



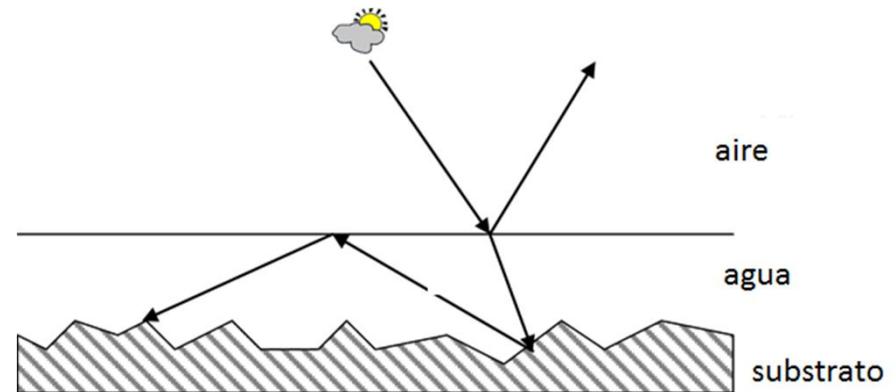
# Interacciones: el agua cambia el aspecto visual de la superficie

La presencia de agua en la superficie de un pavimento

- - puede provocar una superficie especular
- O también hacer que la superficie aparezca mas oscura



**Efecto Lambert:** debido a las reflexiones internas que se producen en la interfase agua-aire cuando sobre una superficie rugosa (lambertiana: de reflectividad uniforme) existe una película de agua. Este fenómeno, en todo caso, ayuda a mejorar el contraste de las marcas viales



# Interacciones: La humedad

La humedad se produce como resultado de:

- El depósito de agua restante de lluvia o el depositado por la niebla
- Por efecto de la condensación, siempre que la temperatura del substrato sea inferior al punto de rocío
  - Frecuente a la orilla del mar
  - A la orilla de ríos, pantanos y humedales
  - Sobre todo por la noche

Las zonas blancas (pintura reflectante blanca) siempre llegan con algunos grados de temperatura menos que el pavimento adyacente (negro) y por lo tanto son las primeras que sufren el fenómeno de la condensación

# Interacciones: determinación del punto de rocío

determinación del punto de rocío									
Temperatura del aire °C	Humedad relativa del aire %								
	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	85 %	90 %
5	-4,1	-2,9	-1,8	-0,9	0,0	0,9	1,8	2,7	3,6
6	-3,2	-2,1	-1,0	-0,1	0,9	1,8	2,8	3,7	4,5
7	-2,4	-1,3	-0,2	0,8	1,8	2,8	3,7	4,6	5,5
8	-1,6	-0,4	0,8	1,8	2,8	3,8	4,7	5,6	6,5
9	-0,8	0,4	1,7	2,7	3,8	4,7	5,7	6,6	7,5
10	0,1	1,3	2,6	3,7	4,7	5,7	6,7	7,6	8,4
11	1,0	2,3	3,5	4,6	5,6	6,7	7,6	8,6	9,4
12	1,9	3,2	4,5	5,6	6,6	7,7	8,6	9,6	10,4
13	2,8	4,2	5,4	6,6	7,6	8,6	9,6	10,6	11,4
14	3,7	5,1	6,4	7,5	8,6	9,6	10,6	11,5	12,4
15	4,7	6,1	7,3	8,5	9,5	10,6	11,5	12,5	13,4
16	5,6	7,0	8,3	9,5	10,5	11,6	12,5	13,5	14,4
17	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,5	14,5	15,3
18	7,4	8,8	10,2	11,4	12,4	13,5	14,5	15,4	16,3
19	8,3	9,7	11,1	12,3	13,4	14,5	15,5	16,4	17,3
20	9,3	10,7	12,0	13,3	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3
21	10,2	11,6	12,9	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4	19,3
22	11,1	12,5	13,8	15,2	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3
23	12,0	13,5	14,8	16,1	17,2	18,4	19,4	20,3	21,3
24	12,9	14,4	15,7	17,0	18,2	19,3	20,3	21,3	22,3
25	13,8	15,3	16,7	17,9	19,1	20,3	21,3	22,3	23,2
26	14,8	16,2	17,6	18,8	20,1	21,2	22,3	23,3	24,2
27	15,7	17,2	18,6	19,8	21,1	22,2	23,2	24,3	25,2
28	16,6	18,1	19,5	20,8	22,0	23,2	24,2	25,2	26,2
29	17,5	19,1	20,5	21,7	22,9	24,1	25,2	26,2	27,2
30	18,4	20,0	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2	28,2

## Interacciones: el vehículo

**Luces:** desde 1 de enero de 1998 es obligatoria la instalación trasera de una luz antiniebla y desde 2006 para todos los remolques y camiones.

También están equipados de luces delanteras bajas para la niebla

**Neumáticos** hay gran cantidad de modelos y diseños desarrollados para mejorar la adherencia con suelo mojado.

**Otras tecnologías** como ABS y ESP aseguran un menor deslizamiento de los vehículos en frenadas y en curvas

Atenuadores de salpicaduras: se están montando en los camiones

Limpiaparabrisas automáticos y sistemas anticondensacion.

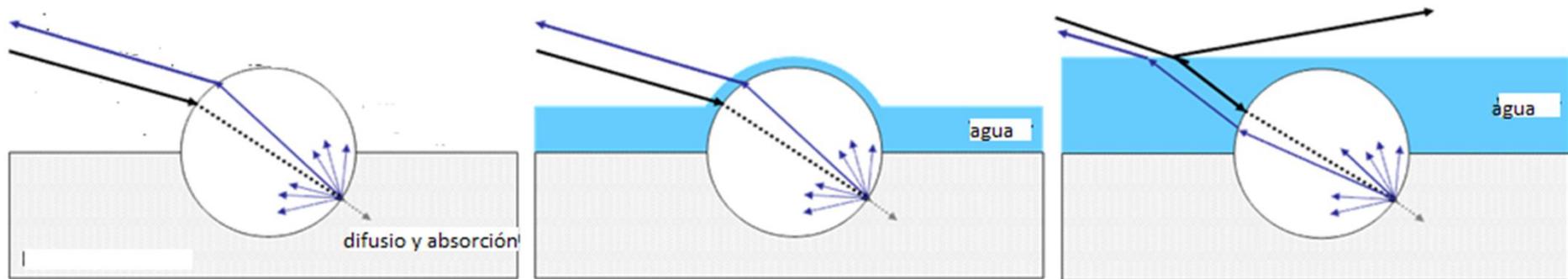
# Interacciones: Capacidad de drenaje de la carretera

**Asfalto poroso o drenante:** El asfalto poroso permite

- Drenar el agua de lluvia mucho más rápido que el asfalto normal.
- Reduce el riesgo de hidroplaneo (aquaplaning)
- Marcas viales sean más visibles durante la lluvia al reducir el espesor de la película de agua.
- Se reduce considerablemente el efecto de salpicaduras



## Interacciones: efectos de la película de agua sobre la marca vial



Como ya se dijo:

La lluvia cambia el aspecto visual del pavimento.

Aparece más especular o más oscuro en función del ángulo de observación.

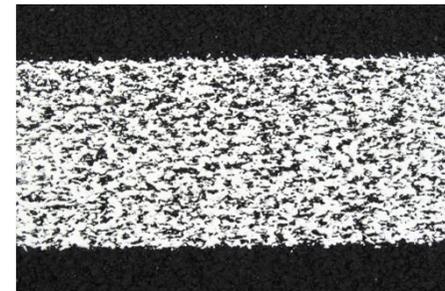
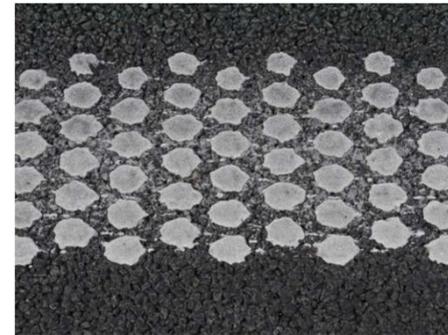
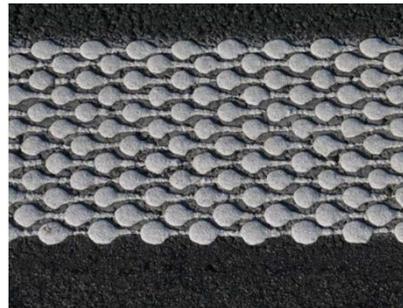
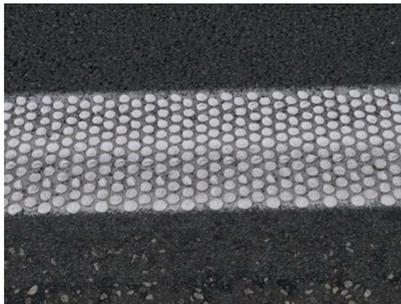
La visibilidad de las marcas viales también se ve perjudicada.

De día, los materiales retrorreflectantes pueden parecer más oscuros que el pavimento.

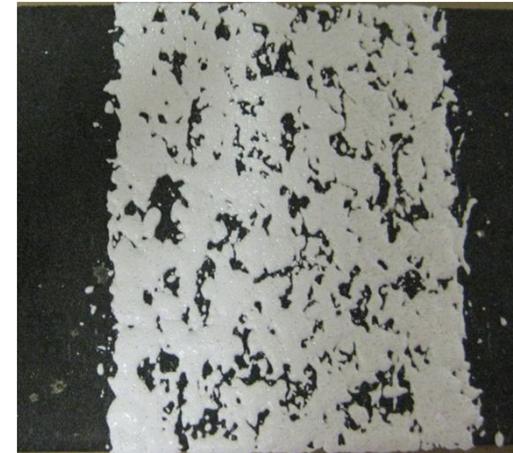
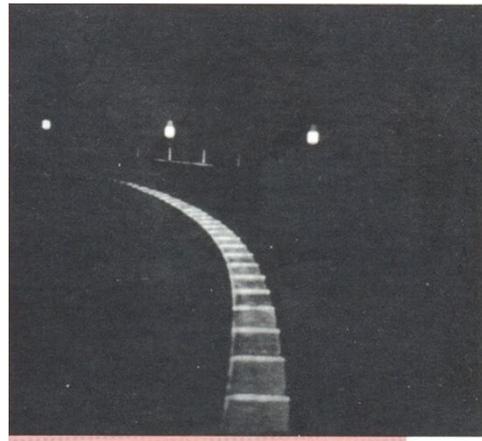
De noche, cuando la película de agua es mayor que el tamaño de las esferas las marcas pueden desaparecer.

## Diseños que ayudan a mejorar la visibilidad con humedad o lluvia: marcas viales tipo II

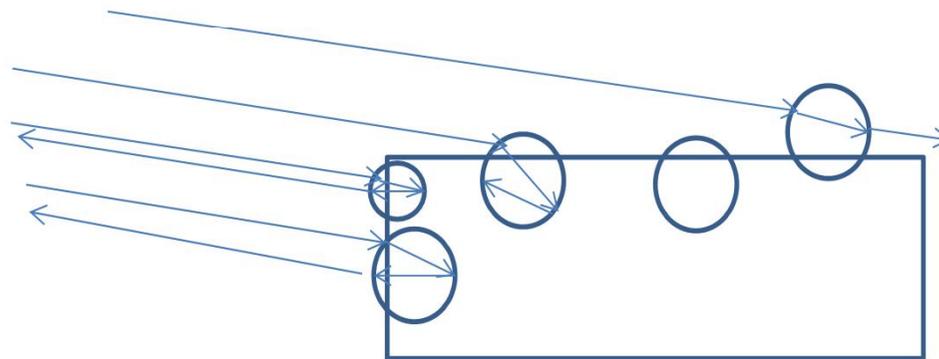
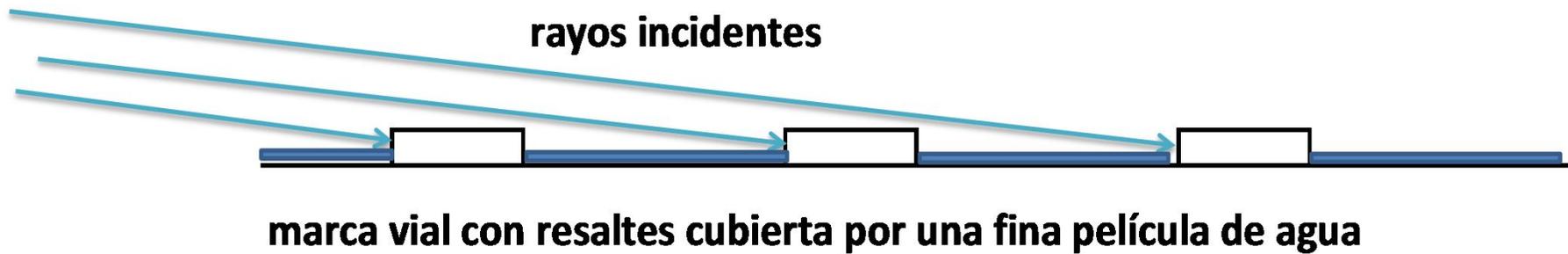
Ayudan a detectar la ubicación en la carretera como son las marcas viales tipo II y en particular dotar a los laterales de la carretera bien a través de las marcas viales o de otro procedimiento de alarma sonora que ayude al conductor a evitar salirse del carril.



## Diseños que ayudan a mejorar la visibilidad con humedad o lluvia: marcas viales tipo II



# Detalle de retrorreflexión en un resalte



# Utilidad de las marcas viales en tiempo de lluvia

*Constituye el **único** equipamiento que está colocado :*

- no **“junto”** a la carretera
- sino **“sobre”** la carretera

*Constituye el **único** equipamiento que acompaña a cada metro de carretera*

*En caso de lluvia o niebla es el **único** equipamiento que permanece dentro del campo visual del conductor*

**Las marcas viales tipo II deberían ser consideradas por las autoridades de carreteras como la mejor alternativa (beneficio/coste) para compensar a los conductores por la falta de visibilidad.**

**Estas razones las convierten también en un pilar básico para la conducción autónoma**

# El uso de las marcas viales tipo II está regulado en Europa en la norma EN 1436

Clases de Retrorreflexión para marcas viales en condiciones de humedad

Conditions of wetness	Class	Minimum coefficient of retroreflected luminance $R_L$ in $\text{mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$
As obtained 1 min after flooding the surface in accordance with <b>B.6</b>	RW0	No performance determined
	RW1	$R_L \geq 25$
	RW2	$R_L \geq 35$
	RW3	$R_L \geq 50$
	RW4	$R_L \geq 75$
Class RW0 is intended for cases where this type of retroreflection is not required for economic or technological reasons.		

Clases de Retrorreflexión para marcas viales en condiciones de lluvia

Conditions of rain	Class	Minimum coefficient of retroreflected luminance $R_L$ in $\text{mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$
As obtained after at least 5 min exposure in accordance with <b>B.7</b> during uniform rainfall of 20 mm/h	RR0	No performance determined
	RR1	$R_L \geq 25$
	RR2	$R_L \geq 35$
	RR3	$R_L \geq 50$
	RR4	$R_L \geq 75$
Class RR0 is intended for cases where this type of retroreflection is not required for economic or technological reasons.		

# Medida de retro con humedad y/o lluvia



# Medida práctica de retro con humedad



# Regulación del uso de marcas tipo II

- *En España, en 2007, una Nota de Servicio de la Dirección General de Carreteras, introdujo el requisito de emplear marcas viales tipo II en toda la Red Nacional.*
- *En 2015 este requisito fue ratificado por el art. 700 del PG3 (Cuaderno de encargos)*
- *Otros países del ámbito europeo han incorporando también estos requisitos*

# Requisitos del material a emplear

REQUISITO	PARÁMETRO DE MEDIDA		CLASES REQUERIDAS				
			Tipo II-RW		Tipo II-RR		
VISIBILIDAD NOCTURNA	Coeficiente de luminancia retrorreflejada o retrorreflexión <b>(RL)</b>	en seco	<b>R3 (≥150)</b>		<b>R3 (≥150)</b>		
		en humedo	<b>RW2 (≥ 35)</b>		<b>RW3 (≥ 50)</b>		
		en lluvia	--		<b>RR2 (&gt;35)</b>		
VISIBILIDAD DIURNA	Factor de luminancia sobre pavimento, <b>β</b>	bituminoso	<b>B2 (≥ 0,30)</b>		<b>B2 (≥0,30)</b>		
		de hormigón	<b>B3 (≥0,40)</b>		<b>B3 (≥0,40)</b>		
	Coeficiente de luminancia en iluminación difusa sobre pavimento <b>(Qd)</b>	bituminoso	<b>Q2 (≥ 100)</b>		<b>Q2 (≥ 100)</b>		
		de hormigón	<b>Q3 (≥ 130)</b>		<b>Q3 (≥ 130)</b>		
	Color: coordenadas cromáticas dentro del polígono de color que se define <b>(x, y)</b>	Vértices del polígono de color	<b>x</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
			<b>y</b>	<b>0,355</b>	<b>0,305</b>	<b>0,285</b>	<b>0,335</b>
RESITENCIA AL DESLIZAMIENTO	Coeficiente de fricción	<b>SRT</b>	<b>S1 (≥ 45)</b>				

# Recomendaciones

Aún en condiciones de lluvia, el conductor necesita seguir recibiendo información visual y para ello se puede actuar:

- Desde los equipamientos del **vehículo**: iluminación (adecuada y faros limpios), limpieza parabrisas, evitar condensaciones en cristales, y neumáticos en buen estado,
- El **conductor** debe ajustar la velocidad al menor tiempo de percepción y reacción (disminuir la velocidad en 20 km/h es aconsejable)
- **Carretera**: capacidad de drenaje, pavimento y marcas antideslizantes, y marcas viales tipo II

**ES DECIR: Las marcas viales tipo II pueden ayudar mucho al conductor pero hay que trabajar otros factores**

# LA NIEBLA

La niebla provoca accidentes por alcance o salida de vía porque el conductor no tiene un tiempo suficiente de percepción y reacción lo cual se debe a:

- No tener suficiente distancia de visibilidad
- Llevar una velocidad inadecuada.
- Recibir imágenes distorsionadas de velocidad y distancia.

La niebla esta formada por gotas en suspensión mucho más pequeñas que las de lluvia por lo que la dispersión y la retrodispersion son mucho mayores teniendo como **efecto la disminución del contraste**

- Nosotros vemos los objetos no en función de su mayor o menor luminosidad sino en función de su luminosidad en relación con su entorno.
- La niebla disminuye este contraste considerablemente haciendo que la imagen de los objetos sea más débil y menos clara.

# Menor contraste

Esa cantidad de **contraste perdido** depende :

- de la distancia del objeto y
- del coeficiente de dispersión de la luz en el medio

y tiene **efectos secundarios** en la percepción del conductor.

- Nos hace creer que circulamos a una velocidad menor y
- nos es difícil discriminar entre objetos en movimiento y quietos.

Esta es la razón por la no se debe usar las luces largas pues dispersan más la luz y en consecuencia disminuye la visibilidad.

Las **luces de niebla no deben ser ni altas ni largas** deben usar el principio de:

**”ángulo de incidencia igual a ángulo de reflexión”**

por eso deben estar montadas abajo del vehículo y estar dirigidas en paralelo a la carretera, el resultado debe ser de muy baja retro-dispersión hacia el ojo.

# Iluminación

Cuando las partículas se vuelven muy pequeñas, la situación es más complicada porque no todas las longitudes de onda son afectadas en igual medida.

Las moléculas de aire, por ejemplo, hacen ver el cielo azul al dispersar más las longitudes de onda cortas (azul). Por esta razón algunos expertos se inclinaron por poner luces antiniebla amarillas.

Se creía que el azul dispersa más y que eliminando el azul (para generar amarillo) se reducía la capacidad de la niebla para dispersar la luz.

Sin embargo ello resultó un error debido a dos razones:

- (1) las gotas de niebla siguen siendo todavía grandes para dispersar selectivamente las diferentes longitudes de onda de la luz de tal forma que el amarillo dispersa igual que el azul y
- (1) filtrar la luz quitando el azul para producir amarillo disminuye su intensidad y en realidad se reduce la visibilidad.

## Efectos secundarios: Precepción errónea de velocidad

1 Creemos que circulamos a una velocidad menor. nos es difícil discriminar entre objetos en movimiento y quietos.

- La capacidad de juzgar la velocidad disminuye notablemente cuando hay poco contraste.

Imaginar a una persona conduciendo por una autopista y apenas detectando un vehículo por delante de él. Le será muy difícil detectar que ha parado pues el contraste muy bajo empeora la detección de velocidad (las luces antiniebla de frenado tratan de compensar este efecto). Por otra parte, el conductor piensa que los coches no se detienen en las autopistas. El conductor tarda en darse cuenta de que el coche que tiene adelante está detenido pero puede que sea demasiado tarde.

- El conductor subestima su propia velocidad.

Una de las formas en las que el conductor juzga su propia velocidad es por su movimiento en relación con los objetos en el campo visual (en condiciones de baja visibilidad el conductor apenas tiene tiempo de mirar ni siquiera su propio cuadro de mandos). Cuando se conduce rápido, por ejemplo, los objetos al lado de la carretera pasan muy rápido. Con niebla, la velocidad percibida en relación con esos objetos es aparentemente menor, de forma que el conductor probablemente subestima su propia velocidad. El conductor es probable que juzgase mal el tiempo que necesitaría para detenerse.

# Efectos secundarios: Precepción errónea de distancia

## 2 Percepción errónea de la distancia: Efecto visual llamado "perspectiva aérea "

Se piensa que los objetos que tienen un contraste muy bajo y que no se discernen bien es porque están muy lejos.

El subconsciente ha aprendido que, en condiciones normales, cuando percibimos la luz de objetos lejanos (como montañas) ésta se ha dispersado tras pasar a través de las moléculas de aire y en consecuencia sabemos que los objetos lejanos son menos discernibles y de menor contraste. Esto puede hacer pensar al conductor que se acerca al coche parado que está aún más lejos de lo que realmente está y por lo tanto subestima el tiempo y la distancia necesaria para detenerse.

- **Error de acomodación: Efecto Mandelbaum**": tendencia del ojo al enfoque cercano en condiciones de poca visibilidad por lo que objetos a una cierta distancia en la carretera quedan fuera de foco.
- Es el proceso fisiológico por el cual el ojo enfoca objetos a diferentes distancias. La niebla ocasiona al ojo errores de acomodación que provoca una visión borrosa para los objetos más distantes.

# ¿qué hacer? - conductor

- Ajustar suavemente la velocidad, guiarse por la marca vial lateral derecha, evitar adelantamientos, prestar mayor atención desconectando todos aquellos equipos que puedan distraer y mantener el parabrisas y la iluminación limpios, en particular
- Disminuir la velocidad gradualmente hasta la que se ajuste a las condiciones de visibilidad. Evitar parar o acelerar bruscamente
- Asegurarse de que está encendido todo el sistema de luces
- Emplear la luces de cruce y, si se tienen, añadir las antiniebla
- Emplear las marcas viales como elemento de guía, mejor la marca lateral derecha que la de eje
- Aumentar la distancia de separación entre vehículos, se necesita mayor tiempo de reacción.
- Prestar atención a cualquier riesgo que pueda aparecer en la carretera
- Reducir las distracciones en el vehículo por ejemplo, desconectar radios, celulares etc.. Se requiere el 100% de la atención.
- Mirar a cualquier equipo que tenga luces “warning”.
- Poner la mirada al frente enfocando tan lejos como sea posible.
- Mantener las ventanas, parabrisas, espejos y faros tan limpios como sea possible. Utilizar los descondensadores y limpiaparabrisas para maximizar el ángulo de visión.
- Nunca parar en el carril de circulación
- No frenar ni acelerar bruscamente

# ¿qué hacer? - vehículo

- Tomar precauciones sobre el estado de los neumáticos,
- Revisar el sistema de iluminación
- Limpiar todos los cristales y espejos externa e internamente
- Desconectar todos los equipos que puedan distraer la atención
- Utilizar todos los desarrollos que mejoren la percepción de la distancia y de la velocidad

Esperar la incorporación de los **vehículos autónomos que detectan la presencia de vehículos por delante de nosotros (futuro ya no tan lejano)**

Mejorar la demarcación horizontal pues los sistemas de guiado de los vehículos autónomos se basan en sensores que detectan las marcas viales

Programa ADAS para la colaboración entre fabricantes de vehículos y los equipamientos (la interacción con ellos)

# ¿qué hacer? - carretera

- El gestor de la carretera debe seguir criterios que mejoren y ayuden al conductor a mejorar la percepción de la velocidad y de la distancia a la que están los objetos
- Adoptar Medidas que ayuden a detectar la ubicación en la carretera como son las marcas viales tipo II
- Dotar a los laterales de la carretera de marcas viales o de otro procedimiento de alarma sonora
- Para mejorar la percepción de la distancia es recomendable el uso de captafaros retrorreflectantes pasivos y activos. La distancia a la que deben situarse estos captafaros debe ser como mucho a la mitad de los normal estableciéndose como criterio de referencia los 10 m. El color de estos captafaros será el reglamentado (habitualmente amarillo) pero se recomienda poner cada 25m uno de color distinto: por ejemplo azul (parecido a los túneles) para ayudar a percibir la distancia y la velocidad (por ejemplo se pasaría por delante de captafaro activo azul cada 1,5s. aproximadamente si se estima que se lleva una velocidad de 60 km/h). Este sistema también ayuda como referencia a mantener una distancia de separación con el vehículo.
- A la hora de colocar, tanto estos captafaros como los resaltes hay que considerar si las zonas afectadas están sometidas al paso de maquinas quitanieves, en cuyo caso su colocación tanto de los resaltes (si son independientes de la marca vial) como de los captafaros activos debe hacerse en el exterior de la banda lateral derecha (50 cm si se puede) para evitar, en lo posible, ser dañados por las cuchillas.
- Cualquier señal vertical que sea necesaria no solo debería ser retrorreflectante sino que es recomendable que, además, esté externamente iluminada (50 lx puede ser suficiente) o sea "transiluminada".



## EJEMPLOS DE “BEST PRACTICES”

**BÉLGICA:** no existen requisitos específicos para los Equipamientos Viales para el caso de conducción con niebla. De hecho, no se habla del uso de materiales “Fotoluminiscentes” (amarillo y/o naranja) para reforzar la visibilidad diurna de, por ejemplo, las señales de código.

**MARCAS VIALES (EN 1436)**

Caso de ser necesario, y en determinadas circunstancias, se exigen marcas viales Tipo II.

**CAPTAFAROS (EN 1463-1)**

Sin requisitos especiales.

**SEÑALES METÁLICAS (EN 12899-19)**

Por motivos económicos, todas las señales y carteles “internamente iluminados”, se están reemplazando por señales retrorreflectantes de Nivel 3 (materiales microprismáticos).

**DELINEADORES: HITOS, ETC. (EN 12899-3)**

Se piden los Tipos D1 a D4, según el caso.

**NORUEGA:** no existen requisitos específicos para este caso. No obstante, sí los hay para el caso de “humedad” y para las marcas viales AMARILLAS.

**REINO UNIDO:** se dan algunas recomendaciones específicas para casos de condiciones atmosféricas muy desfavorables, entre las que se incluye la niebla (así, por ejemplo, se explicita para el uso de determinados tipos de “Active Road Studs (ARS)”.

**CAPTAFAROS ACTIVOS**, para proporcionar delineación iluminada (actualmente, se está en pleno proceso de redacción de la correspondiente norma europea armonizada: EN 1463-3). Cumplen con la norma TSRGD Direction 57.

Se utilizan para aumentar la delineación y separar carriles; se instalan a distancias máximas de 9 m, en el caso de que la probabilidad de niebla en esos tramos de carretera sea elevada.

**CARTELES Y PANELES INTERNAMENTE ILUMINADOS** (pueden ser retro-reflectantes, o no) que incluyen, además, luminarias de alerta intermitentes de color ámbar (entre nuestro amarillo y naranja). Cumplen con la norma TSRGD Reg: 46, 58(6). Direction 46, 50, 51, 52 y 56.

Estas luminarias de color ámbar, se emplean para “anunciar peligro/riesgo” como sería el caso de que se presentase niebla en ese tramo de carretera.

## EJEMPLOS DE "BEST PRACTICES"

### SEÑALES DE ALERTA/PELIGRO CONVENCIONALES INTERNAMENTE ILUMINADAS, CON LA PALABRA/PICTOGRAMA "FOG"

(NIEBLA), que pueden ser retro-reflectantes, o no. Incluyen, además, luminarias de alerta intermitentes de color ámbar (entre nuestro amarillo y naranja). Cumplen con la norma TSRGD Reg: 46, 58(6). Direction 46, 50, 51, 52 y 56.

Estas luminarias de color ámbar SON OBLIGATORIAS para este tipo de señal de niebla; se emplean para "anunciar peligro/riesgo", tal y como se ha mencionado en el caso anterior.

CAPTAFAROS CONVENCIONALES, para proporcionar delineación (pasiva) retroreflectante. La norma que cumplen es la EN 1463-1, que se ha transpuesto a la normativa inglesa mediante el reglamento TSRGD Direction 57.

Se utilizan para delineación y separar carriles aprovechando, además de sus propiedades fotométricas (visibilidad nocturna), el efecto "táctil/vibración" que provocan cuando se pisan a velocidad de circulación; se instalan, al igual que los ARS, a distancias máximas de 9 m, en el caso de que la probabilidad de niebla en esos tramos de carretera sea elevada.

MARCAS VIALES TIPO II (CON RESALTES). La norma que cumplen es la EN 1436, que se ha transpuesto a la normativa inglesa mediante el reglamento TSRGD 11(2), 31, 32(2). Direction 14(1), 13(3), 7, 18(3), 33.

Se utilizan para la separación de carriles y como borde de calzada; se busca proporcionar, además de visibilidad nocturna en condiciones de humedad, etc., un efecto de "vibración/ruido" que sirva de alerta para moderar la velocidad cuando se conduce por estos tramos de visibilidad (nocturna o diurna) reducida.

DINAMARCA: no existen requisitos específicos para el Equipamiento Vial para el caso específico de niebla. Tan solo, se prescribe la adopción de determinadas precauciones para evitar condensaciones en las señales de tráfico. En este sentido, se recomienda la utilización de láminas "anti-condensación" o iluminar la señal de tráfico mediante luminarias exteriores situadas en uno de los lados de la señal (el nivel de iluminación sobre estas señales es relativamente bajo: alrededor de 50 lux). La otra recomendación tiene que ver con el uso de Marcas Viales Tipo II (con resaltes).

## EJEMPLOS DE "BEST PRACTICES"

AUSTRIA		
MARCAS VIALES	BALIZAMIENTO	SEÑALES DE TRÁFICO
<p><b>Marcas Viales Tipo II, con resaltes (EN 1436):</b></p> <p>Estas marcas, se complementarían con "patrones de REFUERZO" (aplicados en el arcén: dados; o aplicados directamente en el carril: "chevrons"), tal y como ya se hace en algunas vías españolas y es costumbre en Austria o en Francia, respectivamente.</p> 	<p>Refuerzo del balizamiento mediante <u>GUÍAS CONTINUAS DE ILUMINACIÓN PASIVA</u> (color <u>amarillo</u>), fabricadas con <u>materiales Retrorreflectantes Fotoluminiscentes</u> según CUAP 01.06/04. Se instalarían en las barreras (metálicas, de hormigón, etc.) ubicadas en el arcén.</p>  <p>O con tachas luminosas de colores alternos (AMARILLO Y AZUL) para informar sobre distancias</p> 	<p>REFUERZO DE LA SEÑALIZACIÓN RETRORREFLECTANTE DE CÓDIGO CONVENCIONAL, mediante su enmarcado con material retrorreflectante fotoluminiscente (según CUAP 01.06/04).</p>  <p>SEÑALES DE CÓDIGO, DE "ALERTA/PELIGRO" DE MENSAJE VARIABLE (EN 12966), instaladas en arcén:</p> 

## ANÁLISIS DE LOS EQUIPAMIENTOS VIALES PERMANENTES UTILIZADOS PARA MEJORAR LA SEGURIDAD VIAL DURANTE LA CONDUCCIÓN, TANTO DIURNA COMO NOCTURNA, EN CONDICIONES DE BAJA VISIBILIDAD CAUSADA POR LA NIEBLA



**COMO REFUERZOS:** Dado aplicado en Austria. La distancia entre dos "dados" consecutivos ha de seleccionarse en función de la velocidad recomendada en caso de niebla.

**LÍNEAS DE LUZ EN CASCADA (color ámbar):** instaladas en el arcén, sobre la barrera para reforzar, caso de ser necesario, la señalización en tramos con niebla que, además, se hayan identificado como TCAs.



**SEÑALES FIJAS RETRORREFLECTANTES CON VISIBILIDAD REFORZADAS CON LEDS:**



Tramo de reducción de velocidad

$$V_2 < V_1$$

Concepto de "chevron", aplicado en Francia. Ejemplo de "chevron", utilizado como marca vial "reductora de velocidad".



Signals and variable signs above each lane of the motorway



Each lane has its own signal; each signal has two pairs of amber lamps that flash from top to bottom. You should obey the signal for your lane



Temporary maximum speed advised for prevailing traffic conditions



Move to adjacent lane (arrow may point downwards to the right)



Leave motorway at next exit



Risk of fog ahead

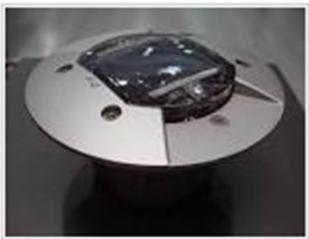


Risk of ice ahead



End of temporary restrictions

PÓRTICOS CON VARIOS MENSAJES VARIABLES (según EN 12966), para indicar restricciones temporales causadas por condiciones climatológicas adversas.



Captafaros Activos (hasta la publicación de la norma armonizada EN 1463-3, la regulación de referencia podría ser: TSRGD Direction 57, del Reino Unido): Ejemplos de "Active Road Studs"

Cuando se trata de tramos de carretera con alta probabilidad de que aparezca niebla, la distancia máxima de instalación (entre dos captafaros consecutivos) es de 9 metros.



Como alternativa, aunque no sería lo más recomendable, podrían utilizarse "Captafaros Convencionales" (según Norma EN 1463-1), Tipo 3ª por construcción y con el máximo nivel de retroreflexión.

FRANCIA: además de los "Chevrons"...

SEÑAL ESPECÍFICA DE "PELIGRO EN CASO DE NIEBLA" que se utiliza en los tramos de carretera con una elevada probabilidad de que aparezca niebla.



- SEÑALES RETRORREFLECTANTES (INTERNAMENTE/EXTERNAMENTE) ILUMINADAS (EN 12899-1).
- SEÑALES RETRORREFLECTANTES CONVENCIONALES cuya visibilidad se refuerza con "balizas de alerta", para llamar la atención de los conductores sobre la misma:



SEÑALES CONVENCIONALES FIJAS RETRORREFLECTANTES ESPECÍFICAS, para alertar a los conductores sobre estas situaciones sobrevenidas:

Esta señal, sería necesaria para explicar a los conductores cómo interpretar los "dados" o los "chevrons" que complementan las marcas viales.



Este tipo de señal, en particular, podría fabricarse en material retroreflectorante y fotoluminiscente según CUAP 01.06/04.

Aunque no dispongo de las características exigidas a esta señal, lo más intuitivo a recomendar sería: que tanto el color rojo como el amarillo fueran de nivel 3 de retroreflexión y que ambos colores, en la medida de lo posible, fueran, además, fotoluminiscentes. La otra opción, para reemplazar al material fotoluminiscente, sería equipar las señales (retroreflectorantes, o no) con luminarias del mismo tipo a las recomendadas en el Reino Unido.