



FOROVIAL

SEMINARIOS SOBRE SEGURIDAD VIAL Y EQUIPAMIENTO VIAL

ILUMINACIÓN DE CARRETERAS





CONDUCCIÓN DE VEHÍCULOS

PROCESO DE CONDUCCIÓN DE VEHÍCULOS

EN EL COMPLEJO PROCESO DE CONDUCCIÓN DE VEHÍCULOS INTERVIENEN:

▪ FACTORES INTERNOS:

- *Salud visual del conductor*
- *Edad*
- *Experiencia*
- *Estado psicofísico (fatiga, somnolencia, estados inducidos por el alcohol y otras sustancias, etc.)*

▪ FACTORES EXTERNOS:

- *Velocidad del vehículo*
- *Condiciones de luminosidad*
- *Estado del vehículo*
- *Trazado de la carretera*
- *Situación de la pavimentación*
- *Señalización, etc.*

CONDUCCIÓN NOCTURNA Y PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

CONDUCIR DE NOCHE O CON POCA LUZ REDUCE LA CAPACIDAD VISUAL Y AUMENTA CONSIDERABLEMENTE EL RIESGO DE ACCIDENTE.

- *Además, es durante la noche cuando la gravedad del accidente y su repercusión en las víctimas es mayor.*

LA COMISIÓN EUROPEA RECONOCE QUE EL COSTE DE PREVENIR LOS ACCIDENTES DE TRÁFICO ES MUCHO MENOR QUE EL COSTE ECONÓMICO DE LOS DAÑOS PERSONALES Y MATERIALES CAUSADOS POR LOS MISMOS.

- *En este sentido, según datos contrastados por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE), el alumbrado de carreteras reduce los accidentes con víctimas en una media de un 30% durante la noche y el crepúsculo.*



VISIÓN

ACCIDENTES NOCTURNOS

CAUSA PRINCIPAL: PROPIA OSCURIDAD

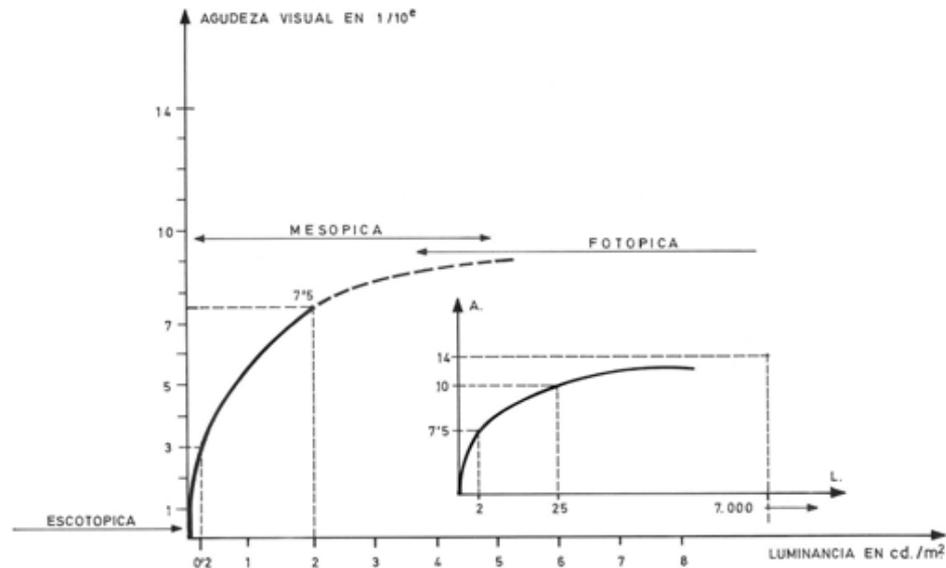
– SE ALTERAN LAS CAPACIDADES VISUALES:

- AGUDEZA VISUAL
- CAMPO VISUAL
- APRECIACIÓN DE DISTANCIAS
- VISIÓN DE CONTRASTE
- TOLERANCIA AL DESLUMBRAMIENTO
- PERCEPCIÓN CROMÁTICA



AGUDEZA VISUAL

**CAPACIDAD DEL OJO PARA VER SEPARADOS DOS OBJETOS.
CONSTITUYE LA VISIÓN DETALLADA TANTO DE CERCA COMO DE LEJOS.**



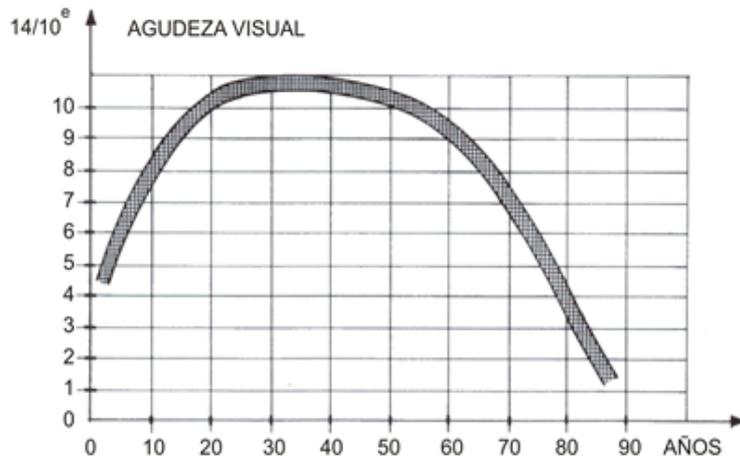
Curvas de agudeza visual

VARIACIÓN DE LA AGUDEZA VISUAL

A LO LARGO DE LA VIDA DE UNA PERSONA VARÍA SU AGUDEZA VISUAL.

SE ALCANZAN CIFRAS DÉBILES EN EL CASO DE NIÑOS PEQUEÑOS,
CON VALORES MÁXIMOS EN ADULTOS.

Variación de la agudeza visual en función de la edad



- ***Inexorablemente a partir de los 40-45 años baja rápidamente.***

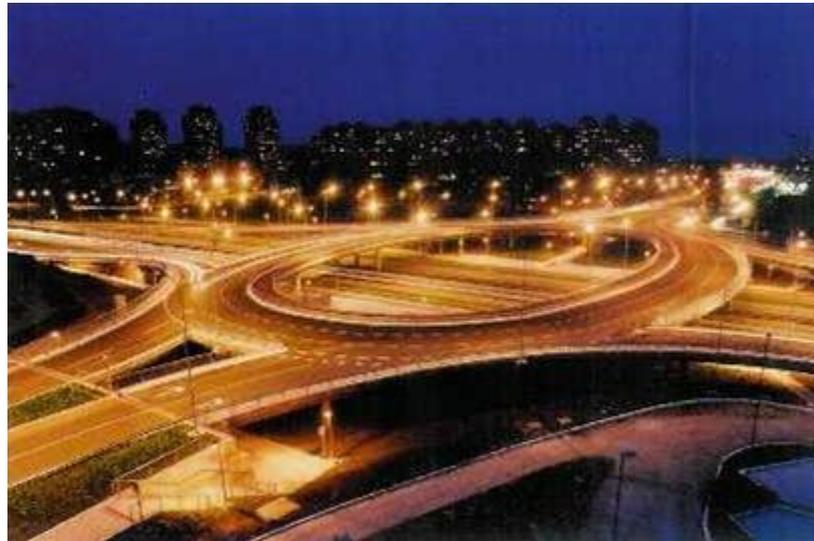
- A los 70 años la agudeza visual es de 7/10^e en visión fotópica.

- A los 80 años la cifra está comprendida entre 3/10^e y 4/10^e.

TRANSMISIÓN MEDIA OCULAR

DECRECE CON LA EDAD.

EN UNA PERSONA DE 70 AÑOS ES SOLAMENTE UN 28% DE LA DE UN CONDUCTOR DE 25 AÑOS.



EFICACIA VISIÓN BINOCULAR

EN LA CONDUCCIÓN NOCTURNA CON LAS LUCES DE CRUCE DE UN VEHÍCULO, LA EFICACIA DE LA VISIÓN BINOCULAR QUEDA REDUCIDA A UN TERCIO (1/3) DE LA QUE SE ALCANZA DURANTE EL DÍA.

EN CONSECUENCIA, LA PERCEPCIÓN Y EVALUACIÓN DE DISTANCIAS DISMINUYE CONSIDERABLEMENTE.

IMPLICA UN IMPORTANTE MAYOR RIESGO DE ACCIDENTES.

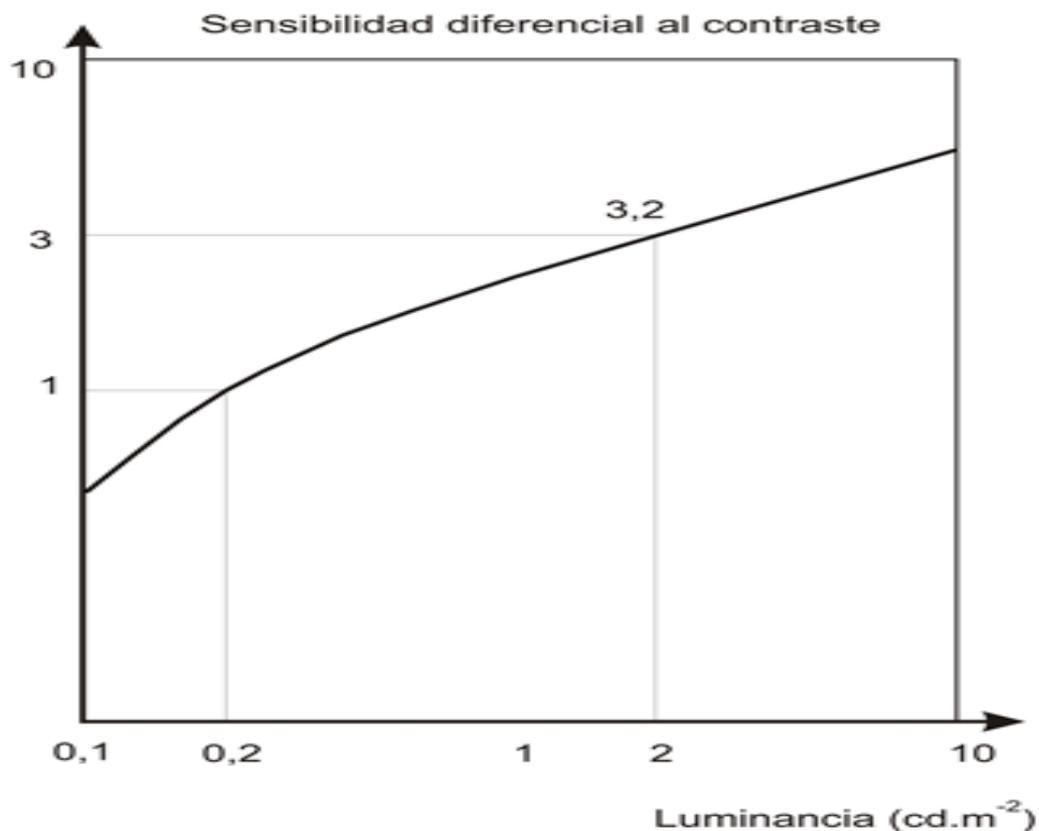


SENSIBILIDAD DIFERENCIAL AL CONTRASTE

PROPIEDAD DEL OJO QUE PERMITE RECONOCER UN OBSTÁCULO SOBRE UN FONDO QUE DIFIERE POCO DEL MISMO.

VARÍA EN FUNCIÓN DE LA LUMINANCIA DE FONDO.

PARA UN MISMO CONDUCTOR ES MÁS DE TRES VECES SUPERIOR EN UNA CARRETERA DOTADA DE ALUMBRADO ($2\text{cd}/\text{m}^2$), QUE SOLAMENTE CON LA ILUMINACIÓN PROPORCIONADA POR LA LUZ DE CRUCE DE VEHÍCULO ($0,2 - 0,3\text{cd}/\text{m}^2$).



SENSIBILIDAD DIFERENCIAL AL CONTRASTE

LA EDAD INFLUYE NEGATIVAMENTE.

LA SENSIBILIDAD DIFERENCIAL AL CONTRASTE QUEDA DIVIDIDA POR 3,5
ENTRE UNA PERSONA DE 20 AÑOS Y OTRA DE 70 AÑOS.



DESLUMBRAMIENTO

FENÓMENO DE DIFUSIÓN DE LA LUZ EN LOS MEDIOS OCULARES, QUE SE SUPERPONE A LA IMAGEN DE LA RETINA CAUSANDO UNA REDUCCIÓN EN EL CONTRASTE DE LA IMAGEN.

- *La dispersión de la luz en los medios oculares producida por las fuentes deslumbrantes, se incrementa con la edad.*
- **PARA UNA PERSONA DE 70 AÑOS EXISTE UNA MEDIA 2,2 VECES MÁS DE DISPERSIÓN LUMINOSA QUE LA DE UNA PERSONA DE 25 AÑOS.**

PROBLEMAS EN LA CONDUCCIÓN NOCTURNA (1)

PÉRDIDA DE AGUDEZA VISUAL.

ALTERACIÓN EN LA APRECIACIÓN DE DISTANCIAS.

PERCEPCIÓN LIMITADA DE OBSTÁCULOS LATERALES.

VISIÓN CROMÁTICA INSÓLITA O INEXISTENTE.

TODO ELLO CONTRIBUYE A GENERAR:

MUCHOS PROBLEMAS DE ORIENTACIÓN Y GUIADO PARA LOS CONDUCTORES.

UN AUMENTO MUY IMPORTANTE EN LOS ACCIDENTES NOCTURNOS EN SU GRAVEDAD.



CONDUCCIÓN NOCTURNA (2)

ES IMPORTANTE LA ADAPTACIÓN A
LA OSCURIDAD QUE SE AGRAVA
EN LOS CASOS DE:

MIOPÍA NOCTURNA.

PRESBICIA NOCTURNA.

MIOPES LIGEROS (1-1,5 Dioptrías) NO CORREGIDOS.

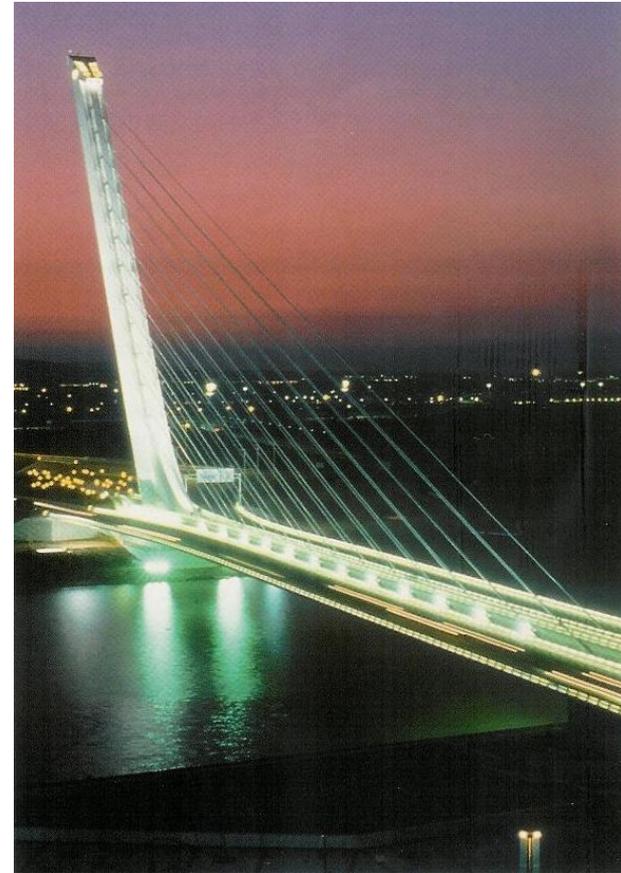


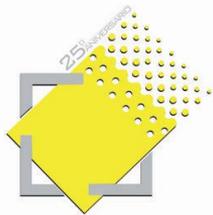


FAROS DE VEHÍCULOS

DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA

**DISTANCIA DE VISIBILIDAD
NECESARIA PARA QUE EL
CONDUCTOR DE UN VEHÍ-
CULO QUE CIRCULA A LA
VELOCIDAD MÁXIMA AU-
TORIZADA, PUEDA DETE-
NERSE ANTES DE ALCAN-
ZAR A UN OBSTÁCULO SI-
TUADO EN LA CALZADA**





ANFALUM
ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE
FABRICANTES DE ILUMINACIÓN



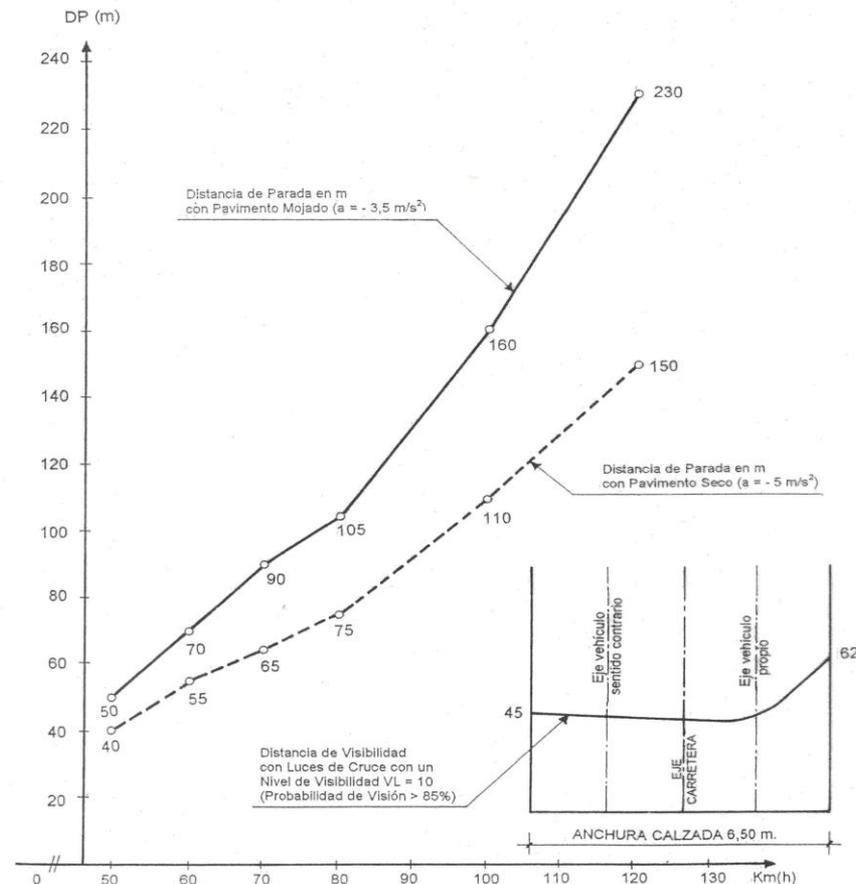
FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE
MUNICIPIOS Y PROVINCIAS

FOROVIAL

DISTANCIAS DE PARADA Y VISIBILIDAD CON LUCES DE CRUCE

A 100 Km/h, la distancia necesaria para poder detener un vehículo antes de colisionar con un obstáculo situado en la carretera, oscila entre 110 y 160 m, según que la calzada esté seca o mojada.

La luz de cruce solamente posibilita una distancia de visibilidad entre 50 y 60 m.



MEDICIONES DE ILUMINANCIAS VERTICALES (1)

En la pista experimental del Centro de Estudios Técnicos de Equipamiento de Rouen, se han realizado pruebas de medición de iluminancia vertical de objetos verticales cuadrados de 0,20 x 0,20, con un factor de reflexión próximo a 0,2, situados en el suelo siguiendo 3 ejes longitudinales.

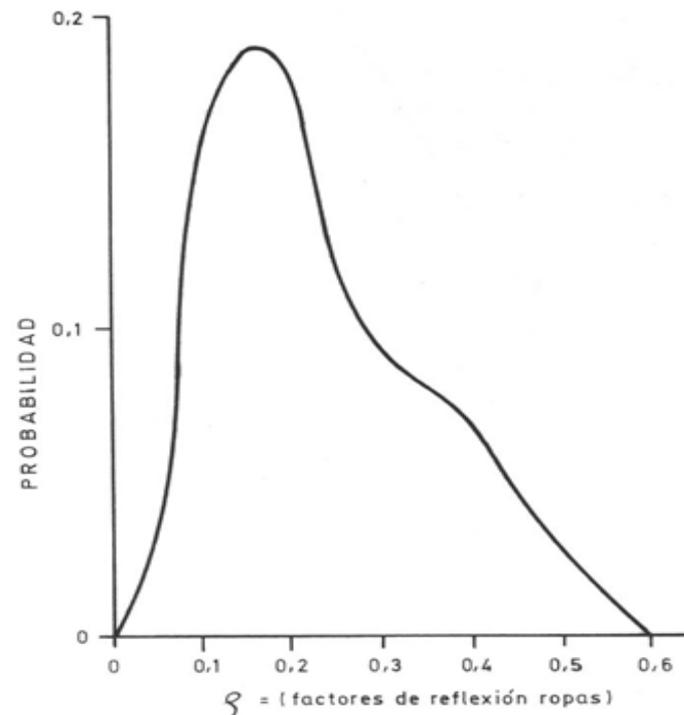
LOS RESULTADOS OBTENIDOS HAN SIDO LOS SIGUIENTES:

En los 40 primeros metros

La iluminancia vertical aportada por las “luces de cruce y de carretera” de un vehículo es prácticamente la misma.

Más allá de 60 metros

Las “luces de cruce” no tienen eficacia.



REPARTO ESTADÍSTICO DEL FACTOR DE REFLEXIÓN ρ
DE LAS ROPAS DE LOS PEATONES

MEDICIONES DE ILUMINANCIAS VERTICALES (2)

A partir de 60 y hasta 100 metros

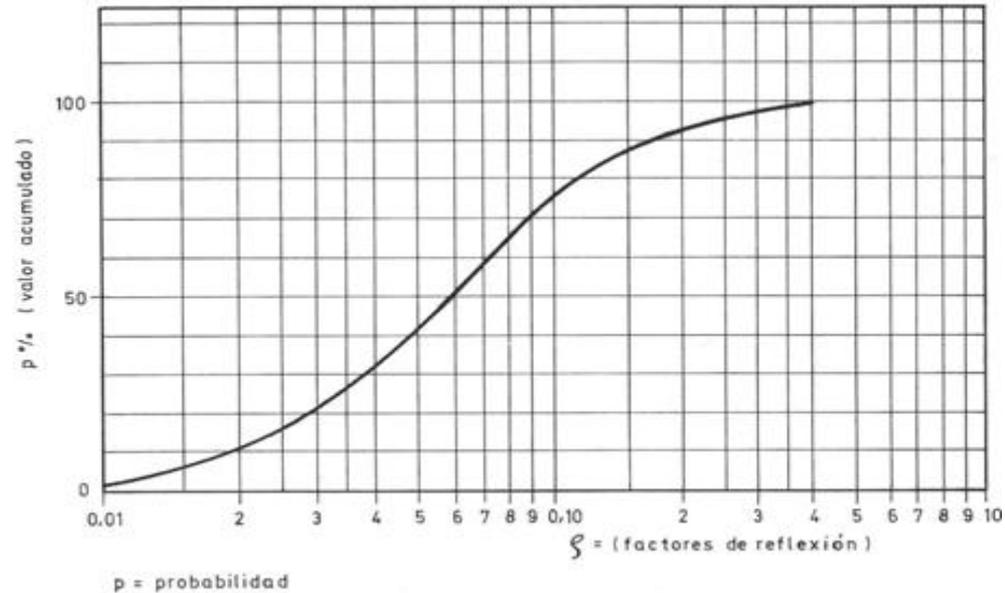
Las “luces de carretera” de un vehículo proporcionan una iluminancia vertical suficiente.

La distancia máxima de visibilidad que facilita las “luces de carretera” de un vehículo es de 100 m.

De 100 m en adelante

El alumbrado público suministra una iluminancia vertical superior a la suministrada por las “luces de carretera” del vehículo.

Más allá de los 100 m, gracias al alumbrado público de la carretera, se mantiene la totalidad de la distancia de visibilidad y perdura el campo visual tridimensional para evaluar las distancias.

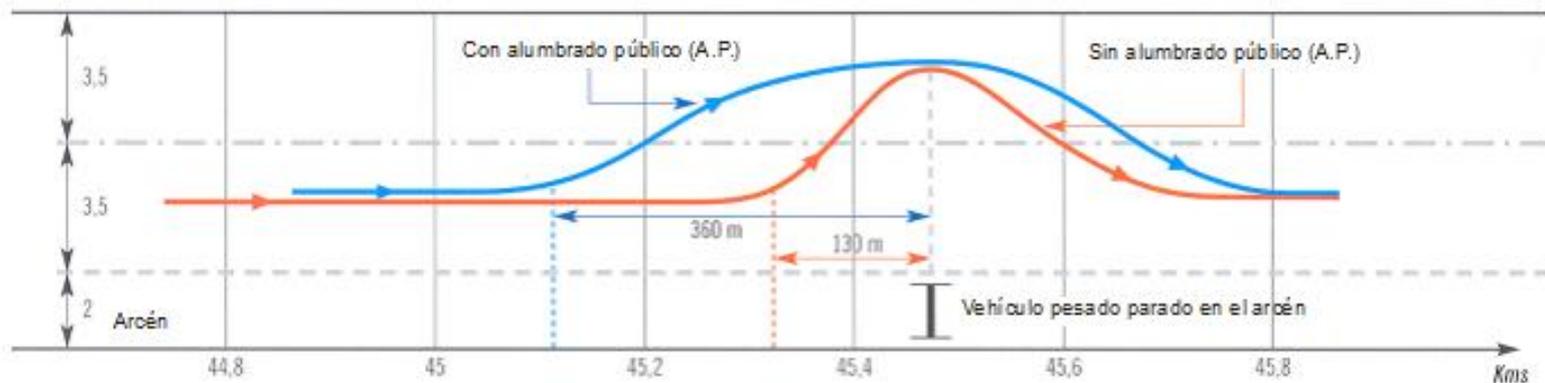


REPRESENTACIÓN EN VALOR ACUMULADO DE LA PROBABILIDAD DE VISIÓN DE OBSTÁCULOS, EN FUNCIÓN DE SUS COEFICIENTES ρ DE REFLEXIÓN

ANTICIPACIÓN A LOS IMPREVISTOS EN LA CARRETERA

LA ANTICIPACIÓN A LA MANIOBRA DE DESVÍO OCASIONADA POR UN VEHÍCULO PESADO PARADO EN EL ARCÉN:

- Se realiza con mucha mayor anterioridad a la conducción en el tramo dotado de alumbrado público (trayectoria azul), teniendo bastante más tiempo el conductor para efectuar la maniobra de desvío.
- Ello se debe a la mayor distancia de visibilidad que proporciona el alumbrado público, que permite que la maniobra de desvío se inicie 200 a 250 metros antes que en la conducción sin alumbrado público (trayectoria roja).



Vista en planta de las trayectorias de los vehículos

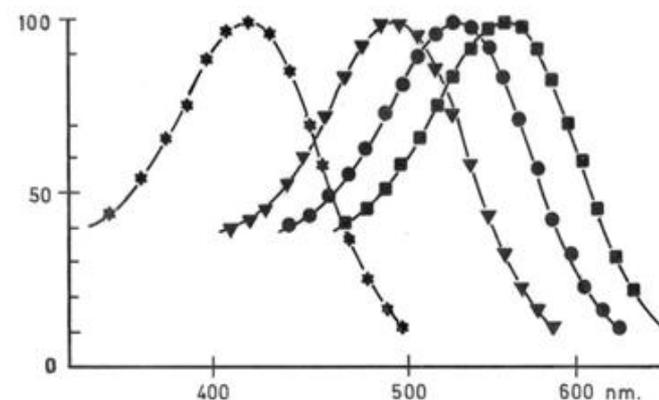
DISTANCIA DE PARADA EN ZONAS PERIURBANAS

EN ZONAS PERIURBANAS Y CARRETERAS SIN ILUMINAR, LA DISTANCIA DE PARADA PERMANENTEMENTE ES DE 2 a 3 VECES SUPERIOR A LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD PROPORCIONADAS POR LAS LUCES DE CRUCE DE UN VEHÍCULO.

- De ahí la importancia fundamental de las luces traseras de los automóviles y vehículos de 2 ruedas.

EL ALUMBRADO CONTINUO DE UN TRAMO DE CARRETERA ASEGURA UNA VISIBILIDAD PERMANENTE SOBRE UNA DISTANCIA 3 ó 4 VECES SUPERIOR A LA DISTANCIA DE PARADA DEL VEHÍCULO.

ABSORCION



- ★ Conos Azules
- Conos Verdes
- Conos Rojos
- ▼ Bastones

Espectro de absorción de los fotorreceptores –conos y bastones–

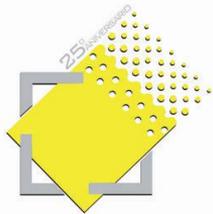
CRITERIO GENERAL

SI EN UN TRAMO DE CARRETERA LA INTENSIDAD DE TRÁFICO ES TAL, QUE OBLIGA A CIRCULAR PERMANENTEMENTE CON LUCES CORTAS O DE CRUCE, DEBE INSTALARSE ALUMBRADO PÚBLICO.





NORMATIVA SOBRE ALUMBRADO EXTERIOR



ANFALUM
ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE
FABRICANTES DE ILUMINACIÓN



FEDERACION ESPAÑOLA DE
MUNICIPIOS Y PROVINCIAS

FORO VIAL

REGLAMENTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR

EL REGLAMENTO COMPRENDE:

- 16 artículos y
- 7 instrucciones técnicas complementarias

INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS:

- ITC-EA-01: *Eficiencia Energética*
- ITC-EA-02: *Niveles de Iluminación*
- ITC-EA-03: *Resplandor Luminoso Nocturno y Luz Intrusa o Molesta*
- ITC-EA-04: *Componentes de las Instalaciones*
- ITC-EA-05: *Documentación Técnica, Verificaciones e Inspecciones*
- ITC-EA-06: *Mantenimiento de la Eficiencia Energética de las Instalaciones*
- ITC-EA-07: *Mediciones Luminotécnicas en las Instalaciones de Alumbrado*

OBJETO DEL REGLAMENTO

1.- ESTABLECER LAS CONDICIONES TÉCNICAS DE DISEÑO, EJECUCIÓN Y MANTENIMIENTO CON LA FINALIDAD DE:

- *Mejorar la eficiencia y el ahorro energético*
- *Disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero*
- *Limitar el resplandor luminoso nocturno*
- *Reducir la luz intrusa o molesta*

2.- DETERMINAR VALORES MÁXIMOS PARA LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN (LUMINANCIA E ILUMINANCIA) EN LOS DISTINTOS TIPOS DE VÍAS O ESPACIOS A ILUMINAR

Nota.- No es objeto del Reglamento establecer valores mínimos para los niveles de iluminación en los distintos tipos de vías o espacios a iluminar.

POTENCIA INSTALADA MÁXIMA

ALUMBRADO VIAL FUNCIONAL

| Luminancia media en servicio L_m (cd/m ²) | Iluminancia media En servicio E_m (lux) | EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA (ε) $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right) = \left(\frac{L_m}{W}\right)$ | POTENCIA UNITARIA INSTALADA MÁXIMA $(P_u) = E_m / \eta$ | CALIFICACIÓN A Potencia Unitaria Instalada Máxima (P_u) |
|--|---|---|---|--|
| | | | (W/m ²) | (W/m ²) |
| ≥ 2 | ≥ 30 | 22 | 1,36 | 0,85 |
| 1,75 | 25 | 20 | 1,25 | 0,78 |
| 1,50 | 20 | 17,5 | 1,14 | 0,70 |
| 1,00 | 15 | 15 | 1,00 | 0,59 |
| 0,75 | 10 | 12 | 0,82 | 0,51 |
| ≥ 0,50 | ≥ 7,5 | 9,5 | 0,79 | 0,49 |
| NOTA.- Para valores de luminancia e iluminancia media proyectada comprendidos entre valores indicados en la tabla, la eficiencia, la potencia unitaria y la densidad de potencia unitaria instalada de referencia se obtendrán por interpolación lineal. | | | | |



NIVELES DE ILUMINACIÓN

NIVELES DE ILUMINACIÓN DE LA NORMA UNE EN-13201

EN AUTOVÍAS, CARRETERAS DESDOBLADAS CON IMD \geq 25.000 veh/día Y CARRETERAS CONVENCIONALES CON IMD \geq 15.000 veh/día LA NORMA EUROPEA EN-13201, ESTABLECE LOS SIGUIENTES NIVELES MÍNIMOS:

- *Luminancia media: $L_m = 2 \text{ cd/m}^2$.*
- *Uniformidad global: $U_0 = 0,4$.*

ESTOS NIVELES SE FIJARON DESPUÉS DE MÚLTIPLES TRABAJOS, EXPERIENCIAS PRÁCTICAS Y ESTUDIOS DE INVESTIGACIÓN DESARROLLADOS EN LA COMISIÓN INTERNACIONAL DE ILUMINACIÓN (CIE), ENTRE OTROS, POR W.J.M. Van BOMMEL y J.B. de BOER “Road Lighting” RELATIVOS AL CONCEPTO:

- *“Poder Revelador” (Revealing Power RP) ó “probabilidad de visión”.*

PROBABILIDAD DE VISIÓN RP

SE DEFINE COMO EL PORCENTAJE DE OBJETOS CON UNA REFLECTANCIA SIMILAR A LA DE LA ROPA DE LOS PEATONES, SITUADOS EN DIVERSOS PUNTOS ENTRE 60 y 160 m DELANTE DEL OBSERVADOR, DE UNA CALZADA DOTADA DE ALUMBRADO VIARIO CON DISTINTOS NIVELES DE ILUMINACIÓN, QUE PUEDEN SER VISTOS POR UNA SERIE DE OBSERVADORES.

LA “PROBABILIDAD DE VISIÓN” RP ES FUNCIÓN DE 3 PARÁMETROS:

- *Luminancia media de la calzada (L_m).*
- *Uniformidad global de luminancia (U_0).*
- *Deslumbramiento perturbador (TI).*

LA INFLUENCIA DEL NIVEL DE LUMINANCIA DE LA CALZADA SOBRE LA “PROBABILIDAD DE VISIÓN” NO ES LINEAL.

TABLAS DE PROBABILIDAD DE VISIÓN

$U_o = 0,4; TI = 7\%$

$U_o = 0,2; TI = 7\%$

| L_m | RP | L_m | RP |
|------------------------|-----|------------------------|-----|
| 2,00 cd/m ² | 85% | 2,00 cd/m ² | 60% |
| 1,50 cd/m ² | 81% | 1,50 cd/m ² | 18% |
| 1,00 cd/m ² | 70% | 1,00 cd/m ² | 7% |
| 0,75 cd/m ² | 20% | 0,75 cd/m ² | 4% |
| 0,50 cd/m ² | 7% | 0,50 cd/m ² | 2% |

TABLA “RP” CON ELEVADO DESLUMBRAMIENTO

| $U_o = 0,4; TI = 30\%$ | |
|------------------------|-----|
| L_m | RP |
| 2,00 cd/m ² | 72% |
| 1,50 cd/m ² | 63% |
| 1,00 cd/m ² | 30% |
| 0,75 cd/m ² | 8% |
| 0,50 cd/m ² | 5% |

MANTENIMIENTO DE LA UNIFORMIDAD MÍNIMA (1)

PARA LA REDUCCIÓN DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN LA CONDICIÓN “Sine qua non” ES MANTENER EL NIVEL MÍNIMO DE UNIFORMIDAD (U_0), PARA LO CUAL:

- *Se reducirá siempre el mismo porcentaje de flujo en todos los puntos de luz de la instalación de alumbrado vial.*

MANTENIMIENTO DE LA UNIFORMIDAD MÍNIMA (2)

NUNCA SE DESCONECTARÁN ALTERNATIVAMENTE FUENTES DE LUZ (LÁMPARAS Y LED), TANTO EN DISPOSICIÓN AL TRESBOLILLO, COMO EN CUALQUIER TIPO DE IMPLANTACIÓN (UNILATERAL, BILATERAL, ETC), APAGADO DE 2 DE CADA 3 PUNTOS DE LUZ, O CUALQUIER OTRO SISTEMA DE DESCONEXIÓN DE DETERMINADOS PUNTOS DE LUZ PORQUE:

- Ello significa una bajada muy importante de la uniformidad mínima (U_0) que deja a la instalación de alumbrado sin "probabilidad de visión" RP.***
- Conculca el Reglamento aprobado por Real Decreto 1890/2008, por cuanto no se cumplen los niveles mínimos de uniformidad (U_0) establecidos en el mismo.**



ALUMBRADO DE CARRETERAS

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA NECESIDAD DE ILUMINAR

1. NATURALEZA DE LA VÍA: AUTOPISTA, AUTOVÍA O CARRETERA CONVENCIONAL.
2. INTENSIDAD Y COMPOSICIÓN DE TRÁFICO.
3. SITUACIÓN Y TRAZADO DE LA VÍA.
4. PROPORCIÓN DE ACCIDENTES NOCTURNOS RESPECTO A LOS DIURNOS.
5. PUNTOS PELIGROSOS: INTERSECCIONES, ENLACES, TRAMOS SINUOSOS, GLORIETAS, TRAVESÍAS DE POBLACIONES, ETC.
6. PROXIMIDAD A ÁREAS RESIDENCIALES DENSAS, ZONAS COMERCIALES, ETC.
7. TÚNELES.



PLANTEAMIENTO PARA LA ILUMINACIÓN DE CARRETERAS

- **DE CONFORMIDAD CON LA PUBLICACIÓN CIE Nº 115 DE 2010, PARA LA ILUMINACIÓN DE UN TRAMO DE CARRETERA SE DEBEN PLANTEAR LAS SIGUIENTES CUESTIONES:**
 - ***EVALUAR LA NECESIDAD DE SU ALUMBRADO TENIENDO EN CUENTA:***
 - *EL VOLUMEN DE TRÁFICO (IMD).*
 - *SU VELOCIDAD.*
 - **ESTIMAR LOS AHORROS POR LOS BENEFICIOS DE SU ILUMINACIÓN**
 - **CUYO CÁLCULO SE BASA EN LA TASA DE VICTIMAS MORTALES Y HERIDOS GRAVES.**



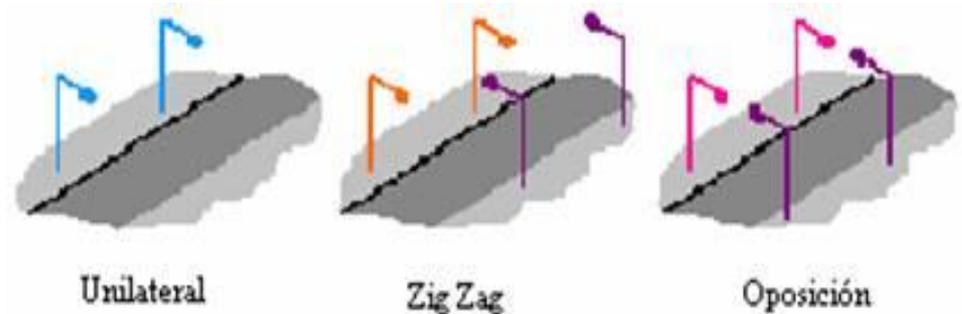
- **DIAPO 38**

A TENER EN CUENTA A LA HORA DE ILUMINAR

□ Adecuada disposición para la sección de carretera a iluminar:

✓ Relación anchura calzada/altura punto de luz:

- Unilateral... $a/h \leq 1,2$
- Zigzag... $1,2 < a/h \leq 1,5$
- Bilateral $1,5 < a/h \leq 2,5$



✓ Interdistancia:

- Luminarias convencionales: 3,5 - 4 veces altura punto de luz.
- Luminarias LED: 4,5 – 5 veces altura punto de luz.

A TENER EN CUENTA A LA HORA DE ILUMINAR

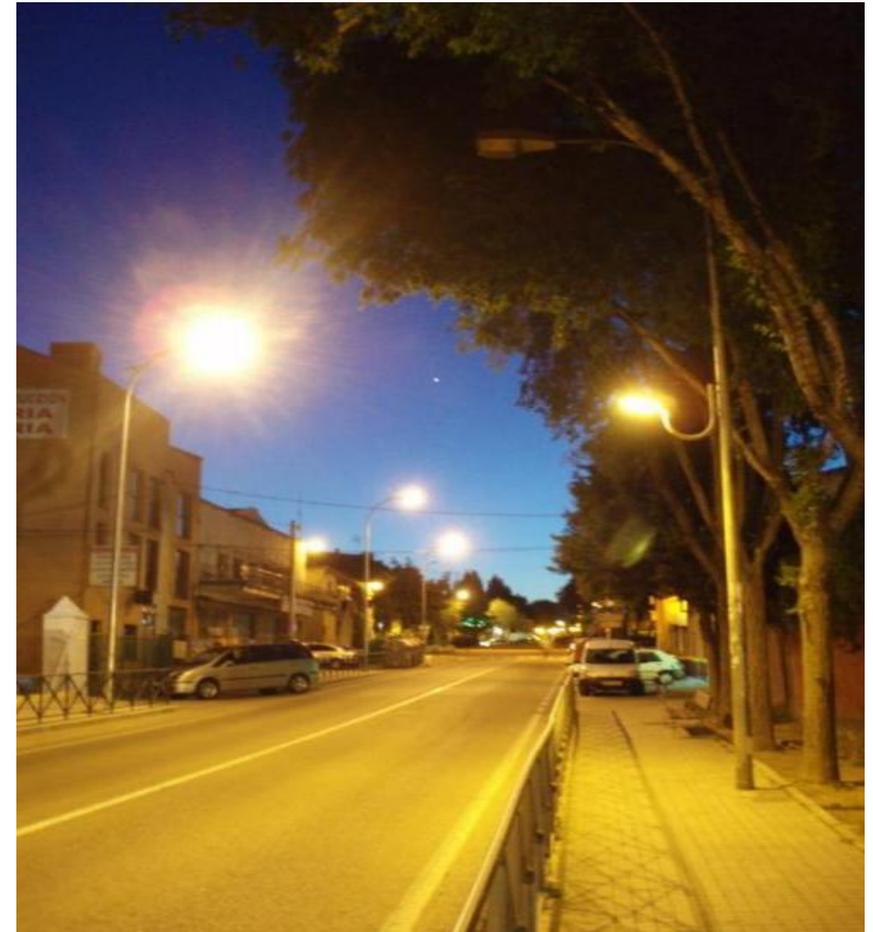
- Uniformidad ¡¡Ojo con las zonas luces-sombras!!



A TENER EN CUENTA A LA HORA DE ILUMINAR

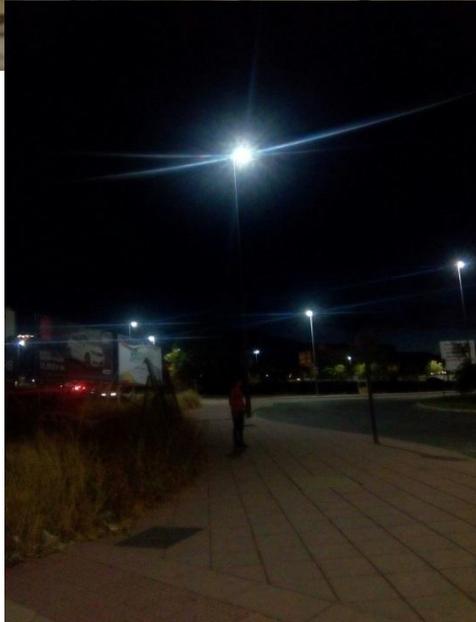
- Debemos ajustar las potencias a los valores que necesitemos
- Relación del Lm/W importante
- Correcta orientación de la luminaria (luz Intrusa)
- Cumplir con el Reglamento de Eficiencia Energética en Alumbrado Exterior
**NO SUPERAR EL 20 % EL NIVEL
DE REFERENCIA FIJADO**

CASOS DESFAVORABLES



- Contaminación lumínica
- Mala Uniformidad

CASOS DESFAVORABLES



CASOS DESFAVORABLES



- Pésimas fotometrías, problemas con el IP....etc.

CASOS FAVORABLES



CASOS FAVORABLES



ALUMBRADO DE CURVAS

Se recomienda la implantación unilateral en la parte exterior de las curvas.

La reducción de la separación será del orden de un 20 a un 30% cuando la implantación sea en la parte exterior de la curva.

En la parte interior de la curva la reducción de la separación será entorno a un 45%.

Para vías de tráfico cuya anchura (a) sea mayor de 1,5 la altura de montaje de las luminarias (h), la implantación deberá ser bilateral pareada.

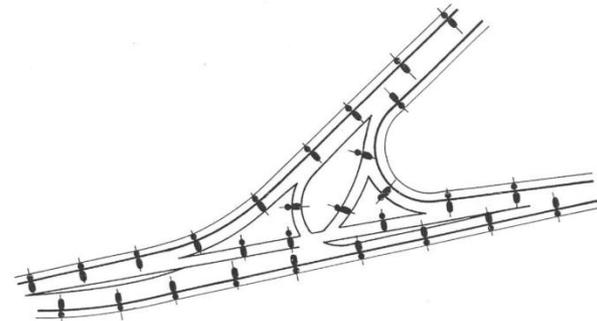
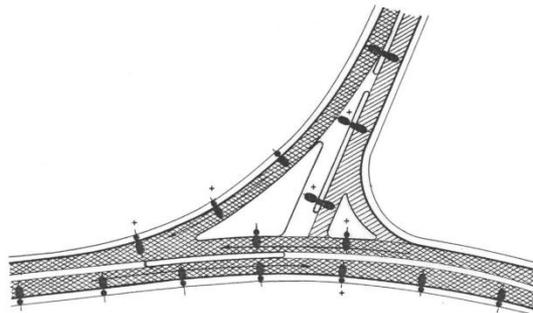
$$a/h > 1,5$$

Debe evitarse en lo posible la implantación bilateral tresbolillo, ya que desaparece el guiado óptico.

RECOMENDACIONES PARA EL GUIADO VISUAL (1)

Para una circulación por la noche deberán ser perfectamente visibles el trazado de la carretera, los límites de la misma, los nudos (intersecciones y enlaces), glorietas, rotondas, etc. El alumbrado vial funcional debe contribuir de un modo fundamental a lograr esto y para ello:

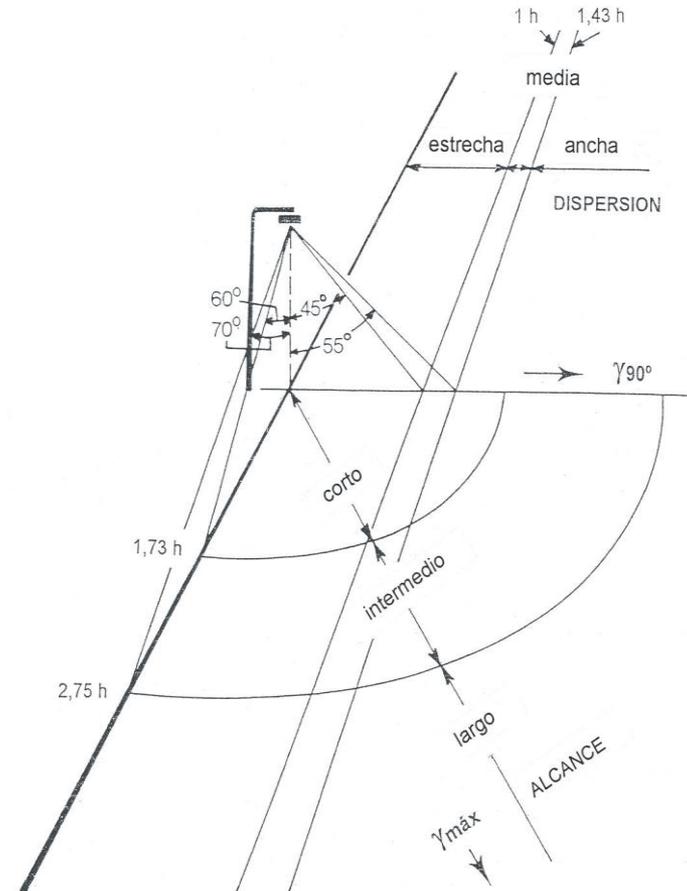
- *Habrà de incrementarse la visibilidad de la calzada respecto a las zonas colindantes y la visibilidad de la señalización vertical, horizontal y balizamiento (marcas viales de los bordes de la calzada, líneas centrales, separación de carriles, barreras de seguridad, balizas, captafaros, etc.).*
- *La disposición de los puntos de luz (luminarias) deberá permitir detectar a suficiente distancia el trazado de la carretera, los cruces y otros puntos singulares, jalonando su recorrido.*



LUMINARIAS - FOTOMETRÍA

Requisitos fotométricos

- Matriz de intensidades (cd/klm)
- Curvas de distribución luminosa
- Factor de utilización
- Rendimiento luminoso
- Clasificación
 - Alcance
 - Apertura - dispersión
 - Control deslumbramiento (IEL)



ALUMBRADO CON SOPORTES DE GRAN ALTURA

EL ALUMBRADO MEDIANTE SOPORTES DE GRAN ALTURA SE RELACIONA CON LA ILUMINACIÓN DE GRANDES SUPERFICIES Y ENCUENTRA SU APLICACIÓN, EN LOS CASOS SIGUIENTES:

- *Nudos, (enlaces e intersecciones) complejos de autopistas, autovías y carreteras.*
- *Glorietas y vías de tráfico rodado de gran anchura.*
- *Peajes de autopistas y áreas de estacionamiento de elevadas dimensiones.*
- *Playas de vías de ferrocarriles y grandes superficies industriales.*
- *Plataformas de aeropuertos.*
- *Muelles portuarios y zonas de contenedores.*
- *Etc.*



ACCIDENTES DE TRÁFICO

FALLECIDOS, HERIDOS Y ACCIDENTES CON VÍCTIMAS EN 2016

LAS CIFRAS DE ACCIDENTES CON VÍCTIMAS, FALLECIDOS Y HERIDOS CORRESPONDIENTES AL AÑO 2016 LEVANTARON TODAS LAS ALARMAS.

- **El número de víctimas ocasionadas en las carreteras han supuesto respecto al año 2015:**
 - *Un aumento de un 3% en el número de muertos .*
 - *Un incremento de un 6% en el número de heridos hospitalizados.*
 - *Un aumento de un 7% en el número de heridos no hospitalizados.*
 - *Un incremento de un 6% en el número de accidentes con víctimas.*

LA TENDENCIA DESCENDENTE EN ACCIDENTALIDAD Y SUS TRÁGICAS CONSECUENCIAS, A PARTIR DEL AÑO 2013 SE HA ESTABILIZADO E INCLUSO DESAFORTUNADAMENTE HA INICIADO UNA REMONTADA.

FALLECIDOS Y ACCIDENTES CON VÍCTIMAS EN 2017

LAS CIFRAS PROVISIONALES DE FALLECIDOS, HERIDOS Y ACCIDENTES CON VÍCTIMAS HAN SUPUESTO RESPECTO AL AÑO 2016 LO SIGUIENTE:

- **El número de víctimas ocasionadas en las carreteras han supuesto respecto al año 2015:**
 - *Un aumento de un 3% en el número de muertos .*
 - *Un incremento de un 3% en el número de accidentes con víctimas.*

LA TENDENCIA EN EL AÑO 2017 HA CONTINUADO SIENDO CRECIENTE CON 39 FALLECIDOS MÁS QUE EN EL AÑO 2016.

ACCIDENTES EN CARRETERAS Y ZONAS URBANAS

EN ESPAÑA, SEGÚN DATOS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO LA MEDIA DE ACCIDENTES CON VÍCTIMAS Y FALLECIDOS CORRESPONDIENTES A LOS AÑOS 2013-2014 Y 2015 ES:

| | <u>CARRETERA</u> | <u>ZONA URBANA</u> |
|------------|------------------|--------------------|
| ACCIDENTES | 38% | 62% |
| MUERTOS | 74% | 26% |

En nuestro país con un tráfico medio nocturno de un 25%, el número de muertos por accidente de tráfico durante la noche asciende a un:

- **38% (media años 2013-2014 y 2015)**

MEDIA DE ACCIDENTALIDAD Y FALLECIDOS EN LOS AÑOS 2013-2014 Y 2015 (2)

**POR LA NOCHE EN TRAMOS DE CARRETERA SIN ILUMINACIÓN ARTIFICIAL,
LA MEDIA DE LOS AÑOS 2013-2014 y 2015 DE ACCIDENTES CON VÍCTIMAS Y
FALLECIDOS HA SIDO LA SIGUIENTE:**

- *Con un porcentaje de 69,30% de accidentes con víctimas, el número de muertos ha alcanzado un 83,44% de la totalidad de fallecidos en accidentes nocturnos.*

INCREMENTO DE ACCIDENTES NOCTURNOS Y MUERTOS EN CARRETERAS SIN ILUMINACIÓN ARTIFICIAL

SI SE ADOPTA COMO ORIGEN EL AÑO 2013, LOS AUMENTOS EN PORCENTAJE DEL NÚMERO DE ACCIDENTES NOCTURNOS CON VÍCTIMAS Y FALLECIDOS EN LOS AÑOS 2014, 2015 Y 2016 EN TRAMOS DE CARRETERA SIN ILUMINACIÓN ES EL SIGUIENTE:

| AÑOS | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|--|--------|--------|--------|--------|
| Incremento del Número de ACCIDENTES CON VÍCTIMAS en tramos de Carreteras SIN ILUMINACIÓN | Origen | 20,19% | 17,60% | 33,40% |
| Incremento del Número de FALLECIDOS en tramos de Carreteras SIN ILUMINACIÓN | Origen | 19,85% | 28,24% | 32,44% |

PORCENTAJES DE ACCIDENTES EN CARRETERA

DE ACUERDO CON LOS DATOS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO, LA MEDIA DE FALLECIDOS EN LOS AÑOS 2013-2014 y 2015 HA SIDO:

- El 77% de los muertos por accidente se produjeron en carreteras convencionales.*
- El 23% restante tuvieron lugar en autovías y autopistas.*

TRAVESÍAS URBANAS

EN RELACIÓN A LOS ACCIDENTES CON PEATONES VÍCTIMAS EN TRAVESÍAS URBANAS, LA MEDIA CORRESPONDIENTE A LOS AÑOS 2013-2014 y 2015 ES LA SIGUIENTE:

- *Durante el día, la media de accidentes con peatones víctimas supone un 69,26%, con un total en el número de fallecidos de un 54,44%.*
- *Durante el crepúsculo (amanecer y atardecer) y la noche, los accidentes con peatones víctimas sumaron un 30,74%, con un porcentaje de muertos de un 45,56%, pero con una intensidad de tráfico muy inferior a la diurna.*

PERSONAS MAYORES DE 64 AÑOS (1)

EN EL AÑO 2015 ESTE COLECTIVO SUPUSO:

- EL 18% DE LA POBLACIÓN ESPAÑOLA.
- EL 14% DEL CENSO DE CONDUCTORES.

RESPECTO A LOS FALLECIDOS POR ACCIDENTE DE TRÁFICO MAYORES DE 64 AÑOS:

- *El 40% eran el conductor.*
- *El 41% eran peatones.*
- *El 19% eran pasajeros.*

PERSONAS MAYORES DE 64 AÑOS (2)

SEGÚN DATOS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO DE 2015 HAN CONTRIBUIDO PORCENTUALMENTE A:

– EL 11% DE LOS ACCIDENTES CON VÍCTIMAS, CONSTITUYENDO:

- *El 30% de los fallecidos.*
- *El 17% de los heridos hospitalizados.*
- *El 8% de los heridos no hospitalizados.*

LETALIDAD DE LOS ACCIDENTES DE CIRCULACIÓN

SEGÚN LA COMISIÓN INTERNACIONAL DE ILUMINACIÓN EN SU PUBLICACIÓN CIE Nº 180 AÑO 2007:

- *De noche en tramos de carretera no iluminados, el porcentaje de víctimas mortales por accidente de circulación se multiplica por 3, respecto a los fallecidos en tramos de carretera con alumbrado vial.*

ACTUACIONES EN BÉLGICA (1981 y 1982)

- **EN 600 Km DE AUTOVÍAS SE PROCEDIÓ AL APAGADO DEL ALUMBRADO.**
- **EN 355 Km DE AUTOVÍAS SE BAJÓ EL NIVEL DE ILUMINACIÓN.**
- **EN 155 Km DE AUTOVÍAS SE DEJÓ EN FUNCIONAMIENTO EL ALUMBRADO SIN DISMINUIR LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN, QUE SIRVIERON DE BASE PARA LOS ESTUDIOS COMPARATIVOS.**
- **SE ANALIZARON LOS ACCIDENTES DURANTE LOS 12 MESES ANTERIORES A LA ADOPCIÓN DE LAS MEDIDAS (1 DE AGOSTO DE 1981), Y EN LOS 12 MESES POSTERIORES A DICHA FECHA.**

MINISTERIO DE TRABAJOS PÚBLICOS DE BÉLGICA

DURANTE LOS AÑOS 1981 Y A 1982, POR RAZONES ECONÓMICAS, SE DECIDIÓ APAGAR EL ALUMBRADO DE LAS AUTOPISTAS ENTRE LAS 0 h 30 m y LAS 5 h 30 m, O DISMINUIR EL NIVEL DE ILUMINACIÓN ENTRE DICHAS HORAS. EL ANÁLISIS EXHAUSTIVO DE LOS ACCIDENTES DE CIRCULACIÓN NOCTURNOS PERMITIERON OBTENER LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

1.- APAGADO DEL ALUMBRADO

| | » | <u>Aumento</u> |
|----------------|---|----------------|
| Accidentes | | 63,0% |
| Muertos | | 38,5% |
| Heridos Graves | | 108,0% |

2.- REDUCCIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN

| | » | <u>Aumento</u> |
|----------------|---|----------------|
| Accidentes | | 23,9% |
| Muertos | | 10,0% |
| Heridos Graves | | 98,6% |



REDUCCIÓN DE ACCIDENTES MEDIANTE EL ALUMBRADO

*SEGÚN DATOS CONTRASTADOS DE LA COMISIÓN INTERNACIONAL DE ILUMINACIÓN (CIE), EL ALUMBRADO DE CARRETERAS REDUCE LOS ACCIDENTES EN UNA MEDIDA DE UN **30%** DURANTE LA NOCHE.*

HAY QUE TENER PRESENTE QUE LA TOTALIDAD DEL ALUMBRADO EXTERIOR SUPONE EN ESPAÑA UN 2,20% DEL CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA, CORRESPONDIENDO AL ALUMBRADO DE AUTOVÍAS Y CARRETERAS A LO SUMO UN 0,45%



EL COSTE DE LOS ACCIDENTES DE TRÁFICO CON VÍCTIMAS

CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA ILUMINACIÓN

SEGÚN LA AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA, LA ILUMINACIÓN ES RESPONSABLE:

- DEL 14% DEL TOTAL DEL CONSUMO ELÉCTRICO DE LA UNIÓN EUROPEA.
 - DEL 19% DEL TOTAL DEL CONSUMO ELÉCTRICO MUNDIAL.
 - DEL 17,2% DEL CONSUMO ELÉCTRICO DE ESPAÑA.
-
- *Iluminación interior 15% (terciario 8% y vivienda 7%)*
 - *Alumbrado exterior 2,20% (urbano 1,80% y carreteras 0,40%)*

CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ESPAÑA

| | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| CONSUMO ELÉCTRICO | 250.000 Gwh/año |
| ILUMINACIÓN INTERIOR | 37.500 Gwh/año |
| <i>ALUMBRADO EXTERIOR</i> | <i>5.500 Gwh/año</i> |
| – <i>Urbano</i> | <i>4.500 Gwh/año</i> |
| – <u><i>Carreteras</i></u> | <u><i>1.000 Gwh/año</i></u> |

CAPACIDAD DE AHORRO ENERGÉTICO

EL INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (IDAE) CONSIDERA QUE LA CAPACIDAD DE AHORRO DEL ALUMBRADO EXTERIOR ES DE UN 65%, LO QUE SUPONE:

- *Total alumbrado exterior* *0,65X5500 Gwh = 3.575 Gwh/año*
 - *Alumbrado urbano* *0,65X4500 Gwh = 2.925 Gwh/año*
 - *Alumbrado de carreteras* *0,65X 1000 Gwh = 650 Gwh/año*

- Los 650 Gwh/año de ahorro corresponden a una reducción de gases de efecto invernadero comprendido entre:
 - 325.000 y 390.000 Tm CO₂ año

SE CONSIDERA MÁS REALISTA ESTIMAR LA CAPACIDAD DE AHORRO DEL ALUMBRADO EXTERIOR EN UN 50%

COSTE ENERGÉTICO Y DE MANTENIMIENTO DEL ALUMBRADO EXTERIOR

COSTE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA:

- *Instalaciones actuales: 0,20€ Kwh X 1000 Gwh = 200 M€*
- *Instalaciones con LED's: 0,20€ Kwh X 500 Gwh = 100 M€*

COSTE MANTENIMIENTO INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR

- **Instalaciones Actuales: 45% consumo energía eléctrica = 0,45X200 M€ = 90 M€**
- **Instalaciones con LED's: 40% consumo energía eléctrica = 0,40X100 M€ = 40 M€**

COSTES DE LOS ACCIDENTES DE TRÁFICO

SEGÚN LA COMISIÓN EUROPEA EXISTEN TRES AMPLIAS CATEGORIAS DE COSTES:

– **COSTES ECONÓMICOS DIRECTOS:**

- *Costes médicos.*
- *Costes de reparación o sustitución de los vehículos dañados.*
- *Costes administrativos.*

– **COSTES ECONÓMICOS INDIRECTOS:**

- *El valor de la capacidad productiva perdida a consecuencia de:*
 - Muerte prematura.
 - Incapacidad permanente.
 - Incapacidad temporal.

– **COSTES HUMANOS**

- *Valor de la calidad de vida perdida que representa:*
 - *El valor de la pérdida del disfrute de la vida o la salud de la víctima.*
 - *El dolor, aflicción y sufrimiento de la víctima y sus familiares.*

COSTES ASOCIADOS A LOS ACCIDENTES DE TRÁFICO (1)

LOS COSTES DIRECTOS E INDIRECTOS PUEDEN RELACIONARSE CLARAMENTE CON TRANSACCIONES REALES DE MERCADO (por ejemplo, valor de la producción perdida) O CON EL GASTO PÚBLICO (verbigracia, costes médicos y administrativos).

LOS COSTES HUMANOS NO SE REFLEJAN AUTOMÁTICAMENTE NI EN LOS PRECIOS DE MERCADO, NI EN EL GASTO PÚBLICO, POR LO QUE SE INFIEREN A PARTIR DE LA PREDISPOSICIÓN A PAGAR QUE TENDRÍA UN GRAN NÚMERO DE PERSONAS PARA CONSEGUIR UNA PEQUEÑA REDUCCIÓN EN EL RIESGO DE MORIR EN ACCIDENTE DE TRÁFICO.

- ***Esta predisposición de las personas proporciona el valor monetario atribuido por la sociedad a evitar que una persona cualquiera (una vida estadística) VVE fallezca a consecuencia de un accidente de tráfico.***

COSTES ASOCIADOS A LOS ACCIDENTES DE TRÁFICO (2)

EL VALOR DE UNA VIDA ESTADÍSTICA (VVE) CONSTA DE DOS PARTES:

- ***UNA INMATERIAL –la más importante- QUE CONSISTIRÍA EN LOS COSTES HUMANOS.***
- ***Otra material, formada por el valor del consumo perdido a consecuencia de morir prematuramente.***

LOS COSTES HUMANOS REPRESENTAN UN PORCENTAJE QUE OSCILA ENTRE:

- **EL 50% y el 90% del valor total, en aquellos países en los que los valores oficiales atribuidos a la prevención de muertos y lesiones en accidentes de carretera, reflejan la disposición a pagar de los ciudadanos.**

COSTES ASOCIADOS A LOS ACCIDENTES DE TRÁFICO (3)

POR TANTO, CUANDO SE MONETIZAN LOS COSTES HUMANOS UTILIZANDO EL ENFOQUE DE LA DISPOSICIÓN INDIVIDUAL A PAGAR, PUEDE LLEGAR A VARIAR SUSTANCIALMENTE EL COSTE UNITARIO POR FALLECIDO EN ACCIDENTE DE TRÁFICO.

- Un ejemplo es Noruega en el que el coste por accidente mortal se multiplicó por 5 tras aplicar dicho enfoque.

DE LO ANTERIOR SE DERIVA:

- *La distorsión que representa para la POLÍTICA DE SEGURIDAD VIAL de cualquier país, al carecer de una estimación de los costes humanos de los accidentes mortales de carretera basado en el valor de una vida estadística VVE.*

COSTES ASOCIADOS A LOS ACCIDENTES DE TRÁFICO (4)

EN EL AÑO 2011 LA DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO EN COLABORACIÓN CON LA UNIVERSIDAD DE MURCIA, ESTIMÓ LOS COSTES ASOCIADOS A LOS ACCIDENTES DE TRÁFICO CON VÍCTIMAS, UTILIZANDO EL MÉTODO DE DISPOSICIÓN DE PAGO, CON LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

- 1 FALLECIDO supone un coste de 1,4 MILLONES DE EUROS.
- 1 HERIDO HOSPITALIZADO implica un coste de 219.000 EUROS.
- 1 HERIDO NO HOSPITALIZADO entraña un coste de 6.100 EUROS.

EN ESTAS CIFRAS ESTÁN INCLUIDOS LOS:

- *Costes Directos e Indirectos (gastos médicos, administrativos...).*
- *El Precio Actuarialmente Justo asociado a las primas que estaría dispuesta la sociedad a pagar por disminuir el riesgo de morir en un accidente de tráfico, conocido como el valor de una vida estadística (VVE).*

BALANCE ECONÓMICO - 1

LA MEDIA DE LA ACCIDENTALIDAD EN LAS CARRETERAS EN LOS AÑOS 2013-2014 y 2015 DURANTE EL CREPÚSCULO Y LA NOCHE ES LA SIGUIENTE:

| | |
|----------------------------|--------|
| – ACCIDENTES | 10.458 |
| – FALLECIDOS | 471 |
| – HERIDOS HOSPITALARIOS | 1.493 |
| – HERIDOS NO HOSPITALARIOS | 14.849 |

TODO ELLO SUPONE EL SIGUIENTE COSTE:

| | | |
|-----------------------------|---------------------|---------------------------------|
| – FALLECIDOS | 471 X 1.400.000 € = | 659,40 M€ |
| – HERIDOS HOSPITALIZADOS | 1.493 X 219.000 € = | 326,97 M€ |
| – HERIDOS NO HOSPITALIZADOS | 14.849 X 6.100 € = | 90,58 M€ |
| | TOTAL | <u>1076,95 ~ 1077 M€</u> |

BALANCE ECONÓMICO - 2

SEGÚN DATOS CONTRASTADOS POR LA COMISIÓN INTERNACIONAL DE ILUMINACIÓN (CIE), EL ALUMBRADO DE CARRETERAS REDUCE LOS ACCIDENTES CON VÍCTIMAS EN UNA MEDIA DE UN 30%, LO QUE PARA LA MEDIA DE LOS AÑOS 2013-2014 y 2015 CONLLEVA LA SIGUIENTE REDUCCIÓN:

| | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| – Fallecidos | $0,3 \times 471 = 142$ |
| – Heridos Hospitalizados | $0,3 \times 1493 = 448$ |
| – Heridos no hospitalizados | $0,3 \times 14.849 = 4.455$ |

DICHA REDUCCIÓN ACARRÉA LA DISMINUCIÓN DEL COSTE DE LOS ACCIDENTES EN LA SIGUIENTE CUANTÍA:

| | |
|------------------------------------|--|
| – <i>Fallecidos</i> | $142 \times 1.400.000\text{€} = 198,80 \text{ M€}$ |
| – <i>Heridos Hospitalizados</i> | $448 \times 219.000\text{€} = 98,11 \text{ M€}$ |
| – <i>Heridos no hospitalizados</i> | $4.455 \times 6.100\text{€} = 27,18 \text{ M€}$ |
| | <u>TOTAL 324,09 M€ ~ 324 M€</u> |

SALDOS RESULTANTES

AL BALANCE DEL AHORRO ECONÓMICO DEBIDO AL ALUMBRADO DE CARRETERAS DEBE CONTRAPONERSE EL COSTE DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y MANTENIMIENTO DE DICHAS INSTALACIONES:

- Coste de las instalaciones de alumbrado actuales = 200 M€ + 90 M€ = 290 M€
 - Saldo resultante: 324 M€ - 290 M€ = 34 M€
- Coste de las instalaciones de alumbrado con LED's = 100 M€ + 40 M€ = 140 M€
 - Saldo resultante: 324 M€ - 140 M€ = 184 M€

TODO ESTE SALDO RESULTA POSITIVO, ADEMÁS DE REDUCIR EL NÚMERO DE VÍCTIMAS EN:

142 Fallecidos – 448 Heridos Hospitalizados y 4.445 Heridos No Hospitalizados

QUE INDUDABLEMENTE ES LO MÁS IMPORTANTE.

COSTE DE LOS ACCIDENTES DE TRÁFICO SEGÚN LA OCDE

SEGÚN EL INFORME “Seguridad Vial 2015” DE LA OCDE, EN EL AÑO 2013 LOS ACCIDENTES DE TRÁFICO EN ESPAÑA SUPUSIERON:

– **9.640 millones de euros (M€), al 0,94% del Producto Interior Bruto (PIB) que implica:**

- *Un coste de 1.375.000 € por fallecido.*
- *Un coste de 445.428 € por herido hospitalizado.*
- *Un coste de 27.392 € por herido no hospitalizado.*

DE ACUERDO CON DICHO INFORME EL DESGLOSE DE COSTES FUE EL SIGUIENTE:

| | |
|----------------------------------|------------------------|
| Victimas Mortales | 2.310 M€ |
| Heridos Hospitalizados | 4.190 M€ |
| Heridos No Hospitalizados | 3.140 M€ |
| <u>TOTAL</u> | <u>9.640 M€</u> |

MEDIA DE LOS COSTES DE LOS ACCIDENTE DE 2013 – 2014 y 2015

LA MEDIA DE LOS COSTES DE LOS ACCIDENTES DE TRÁFICO CON VÍCTIMAS DE LOS AÑOS 2013-2014 y 2015 ALCANZA LA CIFRA DE:

9.526 M€ EQUIVALENTE AL 1% DEL PIB

- De los cuales 1077 (el 11,31%) corresponde a la accidentalidad durante el crepúsculo y la noche

A LA VISTA DE LOS COSTES EXPUESTOS, YA NO CABE ALEGAR COMO JUSTIFICACIÓN “LA EFICIENCIA y AHORRO ENERGÉTICO” PARA QUE, FUNDAMENTALMENTE EN LA RED VIARIA ESTATAL, SE CONTINÚE APAGANDO Y SE SIGAN MANTENIENDO EXTINGUIDAS LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO VIARIO APAGADAS EN EL TRANCURSO DE LOS ÚLTIMOS AÑOS, SIN IMPLANTAR ADEMÁS NUEVAS INSTALACIONES, A PESAR TODO ELLO DEL ELEVADO NÚMERO DE VÍCTIMAS (fallecidos y heridos hospitalizados y no hospitalizados).

LUCHA CONTRA LOS ACCIDENTES DE CIRCULACIÓN

SE BASA PRIMORDIALMENTE EN:

- Las campañas de prevención.
- En la proliferación de sanciones.

EN CAMBIO SE:

- *Subestima la información científica sobre los riesgos de accidentes nocturnos.*
- *No se dota suficientemente de los medios técnicos necesarios que aseguren por la noche la mejor visión posible, sino al contrario se promueve incomprensiblemente el apagado de las instalaciones de alumbrado de carreteras existentes y la no implantación de nuevas instalaciones.*