

INSPEÇÃO DINÂMICA DA SINALIZAÇÃO

HORIZONTAL E VERTICAL

Fernando Sánchez Domínguez¹, José Antonio Ramos García² Nuno Balula³
1Euroconsult Nuevas Tecnologías S.A., Avenida Montes de Oca 9-11, 28700, San Sebastián de los Reyes, Madrid,
Espanha
 Email: fsanchezd @ euroconsult.es <http://www.euroconsult.es>

2 Euroconsult Nuevas Tecnologías S.A., Avenida Montes de Oca 9-11, 28700, San Sebastián de los Reyes, Madrid,
Espanha
 Email: jramosg @ euroconsult.es <http://www.euroconsult.es>

3 Afesp, Associação Portuguesa de Sinalização e Segurança Rodoviária , Praça de Alvalade, nº 6, 1º Office Centar
Alvalade, Sala 13, 1700-036 Lisboa
 Email: nbalula@trafiurbe.pt <http://www.afesp.pt>

Sumário

A sinalização horizontal assim como a vertical e o balizamento, são os equipamentos que mais contribuem de maneira mais eficaz para a segurança do tráfego, pelo que é fundamental a sua correta implantação e a adequada manutenção.

Para avaliar de forma objetiva a qualidade e o estado das marcações horizontais e da sinalização vertical em condições noturnas ou meteorológica adversas, utiliza-se o parâmetro retrorreflexão. A retrorreflexão , como se verá com detalhe, é um parâmetro que obedece a normas internacionais que estabelecem os níveis de aprovações da visibilidade da sinalização.

Keywords: retrorreflexão; sinalização horizontal; sinalização vertical

1 INTRODUÇÃO

SINALIZAÇÃO

Considera-se Sinalização um conjunto de dispositivos e equipamentos que têm como função Informar, Orientar e Guiar o condutor. A sinalização dá uma importante contribuição para a “legibilidade” da estrada, no sentido de que transmite aos utilizadores, através do conjunto dos seus elementos, uma imagem correta e facilmente compreensível, da sua natureza, do seu tipo de utilização, dos movimentos prováveis dos outros utilizadores e do comportamento mais apropriado a adotar quando se circula na mesma. A sinalização funciona como interface entre o condutor e o meio rodoviário. A Função fundamental da sinalização, sobretudo a horizontal é proporcionar informação visual ao condutor seja em condições de iluminação diurna, ou em condições de iluminação nocturna (luzes do próprio veículo). Do ponto de vista da necessidades dos condutores, sabemos que na condução diurna, o condutor dispõe de um campo de visão mais amplo (maior distância de visibilidade e maior ângulo de visão).A informação que lhe chega a partir da estrada e sua envolvente supera largamente os 5 segundos, permitindo-lhe uma condução quase automática. Já na condução nocturna a visão periférica diminui muito (em condições meteorológicas adversas ainda mais) e o ângulo de visão passa a ser tão reduzido que o condutor apenas pode ver os elementos que se encontram sobre a estrada ou nas suas proximidades. A sinalização horizontal assim como a vertical e o balizamento, são os equipamentos que mais contribuem de maneira mais eficaz para a segurança do tráfego, pelo que é fundamental a sua correta implementação e adequada manutenção. A sinalização é um verdadeiro suporte de vida na segurança da rodovia e é uma das medidas na infra estrutura rodoviária que maior benefício produz com um custo menor.

2 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL E RETROREFLEXÃO

A sinalização horizontal é composta principalmente pelas marcações rodoviárias. As marcas rodoviárias podem ser materializadas por pinturas, lances, fiadas de calçada, elementos metálicos ou de outro material, fixados no pavimento e são constituídas por distintos materiais como as pinturas, os termoplásticos, os plásticos a frio e as cintas pré-fabricadas, e normalmente acompanham as microesferas de vidro ou cerâmica que aportam a retroreflexão, permitindo que a luz do farol dos veículos voltem ao condutor quando são iluminadas.

A retroreflexão é, desse modo, a quantidade de luz devolvida desde uma superfície determinada para a fonte emissora. No caso da sinalização horizontal, a luz dos faróis dos veículos que iluminam a faixa da via é devolvida para o condutor (a luz é refletida preferencialmente na direção do ponto emissor). Entende-se como coeficiente de luminância retrorefletida ou retroreflexão de uma zona da rodovia, o coeficiente de luminância L (quantidade de luz por unidade de superfície devolvida para a rodovia) na direção de observação e a iluminância a quantidade procedente dos faróis que incide nessa zona) medida perpendicularmente a direção da luz incidente. Na quantidade de luz que é devolvida influem, de forma determinante os ângulos de entrada e de observação. As normas existentes nesta matéria indicam-nos quais devem ser os ângulos de medida para manter a geometria. Segundo as normas europeias, trata-se de uma geometria na qual o veículo ilumina a via a uma distância de 30 metros e com um ângulo de entrada de $1,24^\circ$ e observação de $2,29^\circ$. As Marcas Rodoviárias são visíveis de noite graças às propriedades retro reflectoras dos materiais com que são executadas.

Podemos distinguir os seguintes tipos de reflexão:

- Reflexão difusa (característica das superfícies irregulares); Reflexão especular (característica das superfícies polidas como os espelhos);
- Retro reflexão (a luz é refletida preferencialmente na direção do ponto emissor)

Salienta-se que a retroreflexão proporcionada pelas microesferas diminui claramente em condições de humidade ou chuva, sendo que na marcação rodoviária ocorrem outras propriedades. As vias estruturadas ou vias com ressalto modificam a textura superficial para que as microesferas não se deixem cobrir pela lâmina de água. Levando isso em consideração, mesmo que seja um valor pontual, a retroreflexão deverá ser considerada adequada à rodovia (tipologia da via, materiais, tráfego, condições locais, etc.) A norma Europeia EN1436 indica textualmente o valor medido de qualquer parâmetro da via num determinado momento (retroreflexão sob faróis de um veículo, cor ou resistência de deslizamento, por exemplo) que não é necessariamente a média ou o valor típico dessa rodovia. Para avaliar o estado de conservação da marcação rodoviária, além da retroreflexão, também se medem a cor e a resistência ao deslizamento. Contudo, apenas a retroreflexão permite a medição em velocidade de tráfego. Os restantes parâmetros obrigam a realizar interrupções de estrada para medir com equipamentos pontuais o que afeta a comodidade e segurança do utente. Na tabela a seguir segue como exemplo os valores mínimos que são abrangidos nos cadernos de encargos e também, por comparação, os exigidos pela normativa espanhola para a resistência ao deslizamento, o fator de luminância e a retroreflexão em função do tempo que decorreu desde a aplicação da faixa viária.

Controlo de RL

Situação em Portugal

Organismo referenciado	Inicial (15 dias)	6 Meses	2 Anos	3 Anos
E.P.	≥ 200		≥ 100	
BRISA	≥ 300			≥ 150
Euroscut Algarve	≥ 300	≥ 200	≥ 150	

Controlo de RL
Situação em Espanha

Estrada do tipo marcação	Parâmetros de avaliação					
	Coeficiente de retroreflexão (*) (RL/mcd.lx-1.m-2)			Fator de luminância (β)		Valor SRT
	30 dias	180 dias	730 dias	Pavimento do Betuminosa	Pavimento do concreto	
Permanente (branco)	300	200	100	0,30	0,40	45
Temporal (amarelo)	150			0,20		45

Tabela 1. Valores mínimos que exigem a normativa espanhola. Os valores mínimos das características essenciais necessários para cada tipo de estrada marcação.

2.1 Medida da retrorreflexão

Para avaliar de forma objetiva a qualidade e o estado de conservação das marcações rodoviárias horizontais como o da sinalização vertical em condições noturnas ou meteorológica adversas, utiliza-se o parâmetro retrorreflexão. A retrorreflexão, como se verá com detalhe, é um parâmetro usado segundo normas internacionais existentes para estabelecer os níveis de aprovações da visibilidade da sinalização. De acordo com normativas europeias, estão definidas as características que os retrorreflectômetros portáteis devem ter para executar a medição e também é indicado a utilização de equipamentos dinâmicos de medição da retrorreflexão que circulem em velocidade de tráfego. Até ao momento, o sistema mais utilizado na Europa é o equipamento Ecodyn, mas estão a desenvolver-se outros novos equipamentos utilizando como base a análise digital de imagens e a medição da luminância, como se descreverá mais adiante.

2.2 Equipamentos dinâmicos para a medida da retrorreflexão

Os métodos tradicionais de medição com recurso a equipamentos portáteis, são dispendiosos, lentos e acarretam riscos para o operador. Por outro lado são incapazes de proporcionar uma conclusão global exacta do estado das Marcas Rodoviárias num troço extenso de estrada. Por outro lado são incapazes de proporcionar uma conclusão global exata do estado das Marcas Rodoviárias num troço extenso de estrada.

Equipamentos

- Portáteis ou estáticos (Delta, Zehentner)
- Dinâmicos (300 a 600 km diários) - EcoDyn

Os sistemas dinâmicos apresentam, por isso, vantagem porque proporcionam dados contínuos da retro reflexão real da marcação viária, pese embora obrigue também a avaliar as dificuldades de se realizar uma medida dinâmica. Para isso é necessário assegurar-se que o sistema dinâmico mantenha uma geometria de 30 m durante a medida, que não seja afetado pelas inclinações e curvaturas da via, que tenha suficiente linearidade e capacidade de medir desde os altos e baixos valores de retro reflexão com precisão, que tenham rastreabilidade a outros sistemas e que não sejam afetados por luz ambiente. O recurso a um equipamento móvel de medida,

proporciona a possibilidade de levar a cabo uma medição fiável, rápida e sem risco, da visibilidade (diurna e noturna) das Marcas Rodoviárias, em grandes extensões de estrada, o que supõe um decisivo avanço no Controlo das garantias e na gestão da conservação das obras de sinalização horizontal. Conforme se referiu, o equipamento dinâmico mais utilizado atualmente na Europa é o Ecodyn que adquire os parâmetros ópticos da marcação rodoviária a intervalos inferiores a 0,5 m a uma velocidade de média de até 110 km/h.



Fig. 1: Equipamento Ecodyn

O equipamento de medição consiste num veículo, um aparelho de medição propriamente dito, e um sistema de células fotoelétricas. O sistema de medida que é posicionado sobre a estrada está constituído dos seguintes elementos:

- Um módulo externo com uma fonte emissora de luz branca e modulada que projeta a frente do veículo sobre a via e sobre a faixa viária, sob condições geométricas determinadas.
- Um receptor composto por catorze (14) fotodiodos, sensíveis ao fluxo luminoso, para auscultação simultânea na zona iluminada por uma fonte de luz, que compreende a marcação rodoviária e parte da zona adjacente.
- Um sistema de tratamento digital que permite a separação dos dois tipos de luz.

Além disso, o equipamento vai equipado com:

- Uma unidade de aquisição e processamento de dados situados no interior do veículo.
- Uma referencia interna de calibração.
- Uma célula fotoelétrica que permite obter o controle e a correção da retroreflexão em função do fluxo luminoso.

A dificuldade de medição em contínuo reside no fato de ser impossível eliminar a luz ambiente, mediante o emprego de uma câmara preta, tal e como ocorre no caso dos equipamentos portáteis. Nos equipamentos móveis, sobre a superfície auscultada sobrepõe-se a luz procedente da fonte de iluminação e a luz ambiente. Desse modo, o receptor (sensível aos fluxos luminosos) terá dois tipos de informação que deverão distinguir-se: a luz ocasionada das reflexões ambientais e a luz emitida pela fonte e correspondente à retroreflexão. Essa diferenciação realiza-se modulando o sinal emitido.

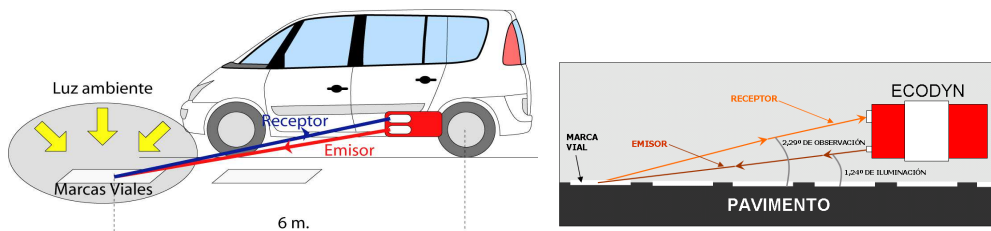


Fig. 2: Conceito do equipamento de medição.

A obtenção de dados com o Ecodyn realiza-se durante o dia e o equipamento utiliza as normas europeias com uma relação de 1:5. O ângulo de iluminação tem um valor de $1,24^\circ$, sendo o ângulo de observação igual a $2,29^\circ$.

3 SINALIZAÇÃO VERTICAL

O objetivo da sinalização vertical é a segurança, a eficiência e a comodidade da circulação, e tal qual a sinalização horizontal, esses objetivos devem ser assegurados tanto em condições noturnas como diurnas. A sinalização vertical tem que advertir o utente dos perigos e proporcionar informação precisa. Desse modo a sinalizações deve ser visível e a sua mensagem deve ser lida em condições adversas para a condução. As placas retrorrefletivas com as quais contam a sinalização são as que fazem que se devolva uma quantidade de luz procedente dos faróis dos veículos aumentando a sua visibilidade. A retrorreflexão faz com que o condutor veja a sinalização e cartazes durante a noite com um nível de luminosidade e contraste face ao ambiente que permitam a sua detecção e legibilidade. As placas retrorrefletoras classificam-se em função dessa propriedade e da quantidade de luz que devolvem, sendo, desse modo, o objetivo principal da auscultação com os equipamentos dinâmicos. A visibilidade da sinalização também depende da sua localização, do estado de conservação ou limpeza, do tipo de material e tamanho, da precisão visual do condutor, do ambiente estar ou não iluminado com iluminação difusa ou dos próprios faróis do condutor. Em qualquer caso, como as condições noturnas são mais exigentes, deve-se assegurar a longo prazo a visibilidade da sinalização, mantendo valores de retrorreflexão mínimos. Com o objetivo de entender a complexidade de avaliar a retrorreflexão da sinalização vertical no modo dinâmico, apresenta-se a seguir alguns conceitos que estão no contexto do tema.

3.1 Definições

Existem quatro conceitos a ser tidos em consideração para avaliar a visibilidade da sinalização, que são os seguintes:

- 1.- A **intensidade Luminosa, I**, que é a “ potência ” da luz emitida pelos faróis de um veículo na direção determinada e que se expressa em candelas (cd).
- 2.- A **Iluminância, E**, que é a quantidade de luz procedente dos faróis de um veículo que incide sobre a superfície da sinalização e se expressa em lux (lx)
- 3.- A **Luminância, L**, que é a quantidade de luz por unidade de superfície devolvida por um material retrorrefletivo do sinalização para os olhos do condutor. Expressa-se em candelas por metro quadrado (cd/m^2).
- 4.- O **Coefficiente de retrorreflexão, R'**, que é a relação entre a intensidade luminosa devolvida pela placa de sinalização e a iluminância que alcança a sinalização por unidade de superfície , se expressa em candela por luz e metro quadrado [$\text{cd}/(\text{lx}.\text{m}^2)$].

O coeficiente de retrorreflexão que se obtém de uma placa que compõe a sinalização dependerá do material que a constitui e da geometria em que se realiza a medida. Desse modo, deve-se definir a geometria de medição com um angulo de observação ou divergência, α , e um angulo de incidência ou entrada , β , ainda que para uma determinada geometria de medida o coeficiente de retrorreflexão seja tanto maior quanto maior for a luminância.

Em definitivo, a luminância de um sinalização retrorrefletiva dependerá dos seguintes fatores:

- O tipo da placa retrorrefletiva.
- Os faróis dos veículos e do tipo de veículo pela posição dos faróis e do condutor.
- A localização e posição da sinalização frente ao veículo, já que afetam os ângulos de observação e de incidência.

3.2 Manutenção e controle da sinalização vertical

Uma vez analisados os requisitos necessários para o acompanhamento do estado da sinalização vertical, no MUTCD - Manual on Uniform Traffic Control Devices - podemos observar as diferentes estratégias utilizadas na conservação das rodovias, com a finalidade de se manter os níveis de retrorreflexão da sinalização vertical adequados:

1. Realização de um controle, inspeção ou avaliação visual durante a noite com um auditor capacitado. Este método tem como vantagem que a sinalização considerada, realmente se avalie nas condições reais, mesmo que ainda se trata de um método subjetivo.
2. Medida com retrorrefletômetro portátil sobre a própria sinalização do valor da retrorreflexão com os ângulos de incidência e de observação que estão apostos e previstos na normativa.
3. Análise da vida útil estimada de um determinado tipo de placa numa região ou área, realizando a sua substituição em função das estimativas efetuadas para cada tipo de tipologia da sinalização. A base para o cálculo da vida útil será o prazo de garantia do fabricante e os ensaios de envelhecimento natural.
4. Sistemas de reposição da sinalização baseadas na substituição de toda a sinalização num momento determinado e numa área concreta. Os intervalos de substituição podem estabelecer-se em função do conhecimento da vida útil estimada do sinal.
5. Atualmente na Europa e no mundo começa-se a utilizar a capacidade que proporciona a auscultação com o equipamentos de alto rendimento aos sistemas de gestão da sinalização. Como se descreve a seguir, já se dispõem de sistemas capazes de medir a visibilidade noturna em velocidade de tráfego que apresentam as seguintes vantagens:
 - Elimina-se, nas bermas das rodovias, a presença de pessoas e veículos estacionados nos arredores das posições de medição.
 - Evita-se a necessidade de utilização com elementos auxiliares volumosos para a realização das medições (especialmente, o caso de pórticos e banners).
 - Incrementa-se o rendimento das auscultações das sinalizações instaladas, podendo-se aumentar a frequência de controles ou a extensão dos trechos submetidos ao estudo.

As vantagens expostas anteriormente conduzem a uma outra mais importante: a melhoria do conhecimento do estado em que se encontra a sinalização da rodovia, possibilitando aos decisores públicos e aos gestores das vias a capacidade de planear as ações de manutenção e conservação e alocar eficientemente os recursos disponíveis para maximizar os investimentos na conservação da Rede.

3.3 Equipamento dinâmico para a medida da visibilidade da Sinalização Vertical

A seguir descreve-se o equipamento Visualise para a medida dinâmica da retrorreflexão da sinalização vertical, sendo esse um dos equipamentos mais dinâmicos que atualmente existe no mercado, e que dispõe de maior experiência na auscultação dinâmica da rodovia. Também se apresentam os resultados obtidos com esse sistema. O equipamento Visualise está baseado na medida da retrorreflexão e no contraste da sinalização e balizas utilizando a iluminação pulsada e câmeras de alta resolução. A auscultação realiza-se em condições noturnas para garantir que a principal fonte de luz que se utiliza posteriormente para a medição da retrorreflexão seja a gerada pelo iluminador do equipamento, obtendo a máxima homogeneidade das condições de iluminação em diferentes rodovias e em dias distintos. A intensidade do iluminador é inferior à intensidade dos próprios faróis do veículo e desse modo não prejudica os condutores que circulam no sentido contrário.

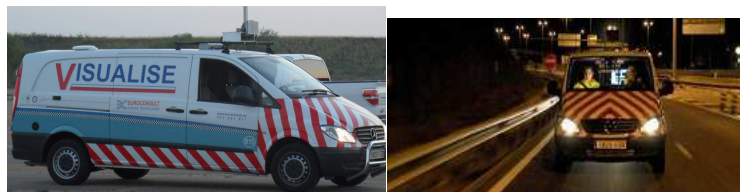


Fig.5: Equipamento Visualise durante a medição.

Utiliza-se como gerador padrão um iluminador ativo caracterizado e pulsativo. A incidência de luz sobre a sinalização de tráfego e painéis em condições noturnas produzem a reflexão da respectiva luz sobre a sinalização e painéis. A luz assim “retrorrefletida” é captada por um sistema estereoscópico composto de câmeras de alta resolução. Dessa maneira, o nível da luminância da sinalização e painéis medido pelas câmeras branca, negra e colorida em unidades de nível de cinza, é diretamente proporcional ao grau de luminância da sinalização e painéis medido em candelas por metro quadrado (cd/m^2). Em função das distancias e orientação angular existente entre a fonte padrão de luz, o material retrorrefletivo e o sistema de medida (ângulos de observação e de entrada) define-se a relação (física) que aparece entre a medida de luminância e a medida de retrorreflexão. Esta relação, “luminância-retrorreflexão”, fixa-se por meio de um processo de calibração prévia. Devido a isso, para cada sinalização e painel de tráfego detectado na sequencia de imagens, realizam-se as medições de distância à sinalização ou painel, nível de luminância e nível de retrorreflexão. Isso permite obter a retrorreflexão para a geometria requerida ($0,33^\circ$ e 5° na Europa ou $0,2^\circ$ e 4° na América) de todas as cores que constituem a sinalização. Visualise foi avaliado no Instituto de Transporte do Texas (TTI) para se assegurar a precisão e repetibilidade das medições de retrorreflexão da sinalização. Com base nos resultados, concluiu-se que Visualise é uma ferramenta viável para medição da retrorreflexão da sinalização de tráfego.

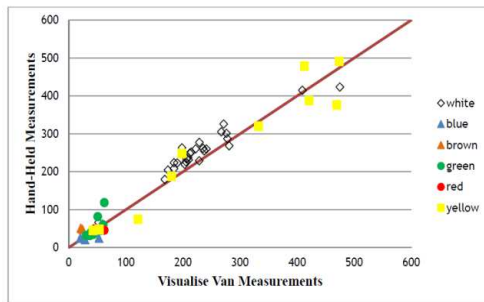


Figure 11. Comparison of Background Measurements ($\text{cd}/\text{lx}/\text{m}^2$)



Fig.6: Fonte: Avaliação das medidas de retrorreflexão da sinalização através do sistema de Inspeção Visual de sinalização e Painéis (VISUALISE) .TTI, JULHO 2012.

O sistema gera um relatório final que contém para cada sinalização ou painel, além do posicionamento, x, y , altura a respeito do solo, etc., os seguintes dados sobre sua visibilidade:

- Retrorreflexão de todas as cores para a geometria de medida requerida.
- Contraste da retrorreflexão de todas as cores.
- Posicionamento lateral da sinalização e orientação.
- Tipo de sinalização ou painel (circular, triangular, quadrada, painel) e classificação.
- Cumprimento ou não com a norma aplicável.

E quanto à apresentação dos resultados, cabe indicar que, devido a grande quantidade de informação obtida pelos equipamentos de auscultação, os sistemas como “VISUALISE” dispõem de ferramentas software para a visualização dos resultados pelo usuário final e incorporam-se com outros equipamentos enquanto ferramentas que combinam vários parâmetros, conforme demonstrado na figura seguinte, na qual se observa a imagem obtida de dia com a câmera panorâmica do equipamento Ecodyn e a mesma sinalização de noite com o equipamento Visualise.

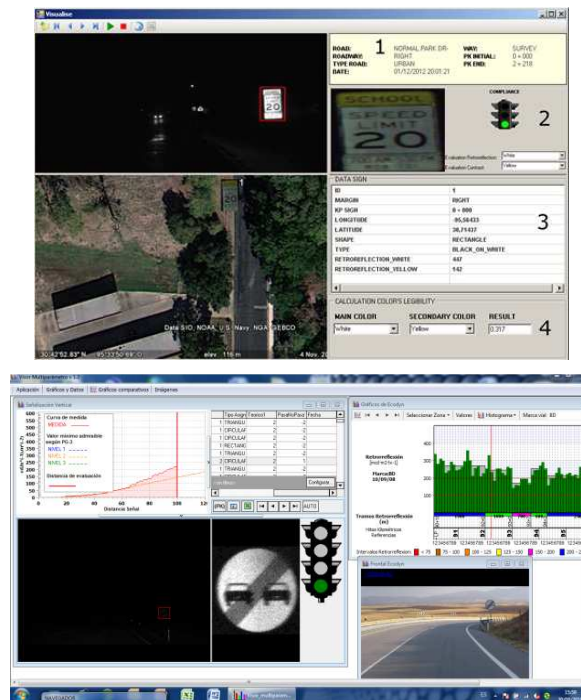


Fig.7: Aplicação do Visualizador Multiparâmetro (sinalização vertical e horizontal) e apresentação gráfica dos resultados.

4 CONCLUSÕES

A visibilidade noturna da sinalização é um indicador claramente associado à segurança rodoviária já que, como se verifica na figura 7, o numero de vítimas por milhão de milhas percorridas é 1 em condições diurnas sendo que é 3 em condições de circulação noturna, mesmo quando se percorram as mesmas distancias.

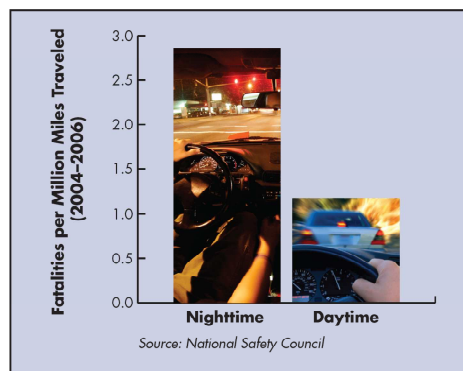


Fig.8: A importância de medir a visibilidade da sinalização (Fonte: FHWA).

Os equipamentos de auscultação dinâmica do estado dos elementos das rodoviasconstituem um salto qualitativo e quantitativo, na avaliação do nível de desempenho da sinalização horizontal e vertical das rodovias e servem para melhorar os níveis de segurança na estrada e superar um dos problemas mais importantes relacionados com o Controlo de Qualidade dos trabalhos de Sinalização Horizontal, a avaliação“in situ” dos requisitos fundamentaisde visibilidade das Marcas Rodoviárias, seja no momento da sua aplicação (garantia) ou durante a sua vida útil (conservação).

A melhoria do conhecimento sobre o estado da sinalização, com um nível de confiabilidade adequado à sua função (a auscultação da sinalização de tráfego e a medição da retrorreflexão das vias) permitirá planificar de

maneira mais eficiente as operações de conservação e, em consequência, otimizar os orçamentos dedicados a esta finalidade, de forma que se possa contribuir, de maneira notável, para a melhoria da segurança rodoviária e combater e diminuir a sinistralidade..

Pretende-se, finalmente, com esta apresentação contribuir para divulgar a diversidade tecnológica de soluções que a Indústria da Sinalização e o meio académico pode oferecer para ir de encontro às necessidades dos clientes e utentes e, no seu conjunto, permitir uma ampla e adequada resposta às exigências de intervenção, conservação e controle da Sinalização das rodovias.

5 BIBLIOGRAFIA

- CCDRN (2008). Segurança Rodoviária. Manual do Palneamento de Acessibilidades e Transportes
- Cuadernos de Seguridad Vial. Módulo 1: Guía para conseguir una correcta señalización vertical. Afasemtra y 3M. (2009).
- Decreto-Regulamentar 22-A/98 de 1998.10.01 - Regulamento de Sinalização do Trânsito
- Decreto-Regulamentar 41/2002 de 2002.08.20 - Altera o DR 22-A/98 (Regulamento de Sinalização de Trânsito)
- Disposições Normativas Inir, Carlos de Almeida Roque
- E. Moreno et al. Equipo Dinámico de Auscultación Automática de señales de tráfico mediante visión artificial. IV Congreso Nacional de Seguridad Vial. Logroño (2009).
- EN 1436/2007
- EN 12899-1/2007
- Especificação Técnica AFESP ET01 V3.1 de 5Jun07
- F. Sánchez Domínguez. Herramientas de reconocimiento de estado en señalización vertical: VISUALISE. Experiencia y ventajas para la gestión. Jornada sobre señalización en trama urbana. Madrid (2010).
- F. Sánchez Domínguez, JA. Ramos Garcia, Gernot. Innovative methodology to maintain the nighttime visibility of road traffic signs as part of an integrated approach for road safety. Congreso Mundial de Carreteras AIPCR (2012).
- Inspeção Visual de sinalização e Painéis (VISUALISE) .TTI, JULHO 2012.
- J. Amarillas. Herramientas GIS para el inventario de señalización: INCA URBANO. Jornada sobre señalización en trama urbana. Madrid (2010).
- Maintaining Traffic Sign Retroreflectivity. FHWA – SA-03-027 –. U.S. Department of Transportation. Dezembro (2003).
- Manual de Sinalização Temporária; BRISA (1998)
- Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD). FHWA. (2009).
- Requirements for Horizontal Road Marking. COST 331. Final Report. ISBN 92-828-6506-1 - EUR 18905. Maio (1999).
- Señalización Vertical y Balizamiento. Control de calidad “in situ” de elementos en servicio. Características y métodos de ensayo. UNE 135352. (2006).
- Traffic Sign Retroreflectivity. Basics of Sign Retroreflectivity & New Sign Maintenance Requirements. U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. Outubro (2008).