

Proyectos de **I+D+i**
2011-2013



Implantación de elementos de seguridad pasiva en estructuras soporte del equipamiento de la carretera ya instaladas, según UNE-EN 12767

Universidad de Sevilla | Ecotécnica Integral S.L.

Memoria divulgativa de resultados


Andalucía
se mueve con Europa



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



Implantación de elementos de seguridad pasiva en estructuras soporte del equipamiento de la carretera ya instaladas, según UNE-EN 12767

© Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía. Consejería Fomento y Vivienda. Junta de Andalucía. 2014

Universidad de Sevilla, Ecotécnica Integral S.L.

Equipo de investigación: Federico París, José Cañas y Alberto Barroso, Francisco Moreno.

Sevilla, 05-12-2014.

1. Introducción

Las estructuras soporte de la carretera, farolas, semáforos, etc. Tienen, en muchos casos, unas características mecánicas de rigidez, resistencia y capacidad de absorción de energía ante un impacto, muy superiores a las que estrictamente les exigen las normativas aplicables.

En particular, y ante un impacto de un vehículo, una excesiva capacidad de absorción de energía, si bien puede ser bueno para detener el vehículo y evitar que éste provoque daños secundarios en su trayectoria de salida, puede ser muy perjudicial en términos de elevadas aceleraciones a los ocupantes del mismo y con los consiguientes daños a las personas que viajan en él.

Este proyecto de investigación ha tratado de explorar la posibilidad de dotar a dichas estructuras, en particular a aquellas ya instaladas en la carretera, de un mecanismo de seguridad pasiva, orientado a controlar la capacidad de absorción de energía de estas estructuras o bien a disminuirla en aquellas estructuras ya instaladas en las que dicho valor es excesivo.

La investigación ha ido dirigida en dos vías diferenciadas:

1. Colocar un dispositivo, sensible a la velocidad de entrada del vehículo (para que actúe a unas velocidades y no lo haga a otras) que actúe como guillotina y facilite (cuando dicho mecanismo se active, el corte y la consiguiente disminución de absorción de energía de la farola o elemento soporte.
2. Debilitar en su base, de forma controlada, aquellas estructuras, que estando ya instaladas en la carretera, tengan propiedades de absorción de energía altas y que antes la debilitación de la base, sigan aguantando con seguridad las cargas de viento, nieve, etc. que la norma les impone.

2. Actuaciones realizadas con el dispositivo “guillotina”

Con la primera línea de actuación, el dispositivo que actúa, a determinadas velocidades, como una guillotina, se han hecho varios prototipos. Las sucesivas modificaciones han ido encaminadas a conseguir el giro de la placa que actúa como cuchilla a la velocidad de 35 km/h. En la Figura 1 se muestra el esquema (a) y el mecanismo de giro (b) del dispositivo.

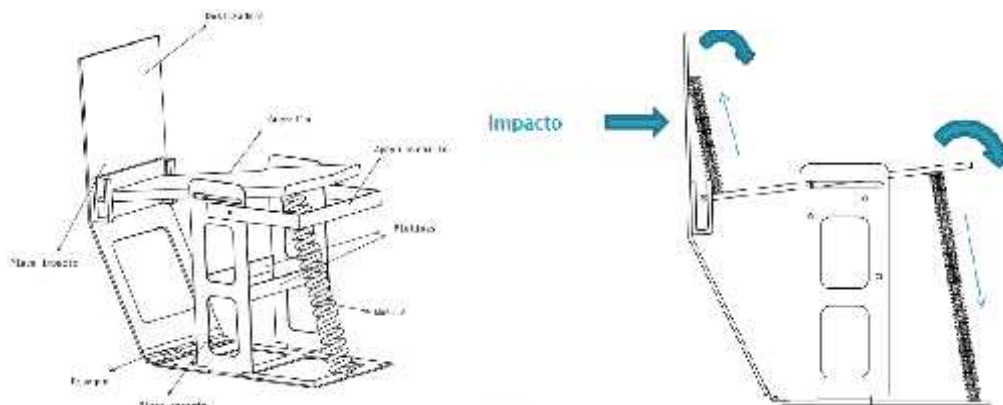


Fig. 1: Esquema del dispositivo que actúa como guillotina (izq) y mecanismo de giro (der).

La idea fundamental, es que, a bajas velocidades, la cuchilla gire antes de contactar con la farola y así no alterar significativamente el comportamiento de ésta ante un impacto. A bajas velocidades de impacto, el

que la farola pueda detener al vehículo (con niveles de aceleración por debajo de los valores umbrales que representan daño a los ocupantes), puede ser positivo en tanto que se evitan los daños secundarios que el vehículo pudiera ocasionar al salir del impacto.

A velocidades altas, la parada del vehículo por parte de la farola, puede ocasionar, con bastante más probabilidad niveles de desaceleración que representen daño en los ocupantes. Por tanto, por encima de una velocidad umbral, se pretendía que la placa que actúa como guillotina, no le diese tiempo a girar y facilitase, en su contacto con la farola, la rotura de esta con menores niveles de absorción de energía. Secuencias del giro de la placa y del funcionamiento del mecanismo, en general, para el dispositivo, se pueden apreciar en la Figura 2 (el impacto se produciría por el lateral izquierdo).

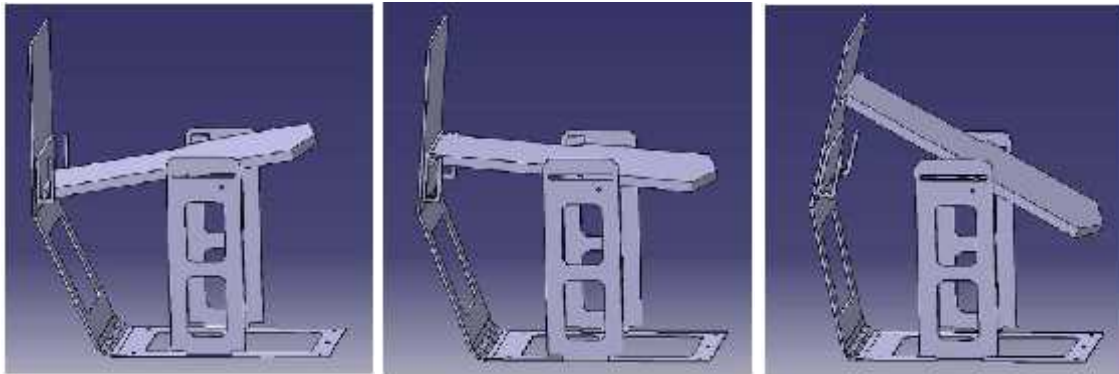


Fig. 2: Esquema del dispositivo que actúa como guillotina.

Se ha realizado numerosas pruebas, filmando con una cámara de alta velocidad, el mecanismo ante un impacto controlado en el laboratorio. En las primeras pruebas no se lograba, en el pequeño lapso de tiempo en el que la placa se mueve, por motivo del impacto, que ésta girase significativamente. Este hecho dio lugar a numerosas modificaciones en las que se trataba de aligerar peso de la placa y reforzar los mecanismos de giro. Finalmente se pudo lograr un giro significativo (observado en las filmaciones a alta velocidad), pero el nivel de complejidad del dispositivo final distaba mucho del planificado originalmente. Se entendió que el prototipo obtenido podría ser difícilmente comercializable y los esfuerzos para los ensayos en el centro de referencia de impacto (CIDAUT) se debían realizar con las farolas debilitadas (la 2ª línea de trabajo).

3. Actuaciones realizadas con el debilitamiento de las estructuras soporte

Como se comentaba en la introducción, la rigidez, resistencia y capacidad de absorción de energía ante un impacto de las farolas actualmente instaladas en las carreteras, superan sobradamente los requerimientos estructurales impuestos por las normas aplicables. Es por ello que se planteó una vía de actuación, no sólo sobre estructuras soporte de nueva instalación, sino también sobre aquellas ya instaladas en la carretera. Ésta actuación era simple, debilitar selectivamente la base de la farola, por debajo del punto de impacto estimado, para reducir la energía absorbida en el impacto mediante una entalla practicada en todo el perímetro de la base de la farola.

En esta línea, se analizaron dos parámetros básicos, la profundidad de dicha entalla y el radio de acuerdo de la herramienta que realiza la entalla. Para una misma profundidad de entalla, a menor radio de acuerdo, la concentración de tensiones es mayor, siendo esto algo que se puede calcular con facilidad y que se ha hecho mediante modelos numéricos detallados. En la Figura 3 se muestra, a la izquierda, la base de la farola empleada para el estudio, y a la derecha, todas las combinaciones de profundidad y radio empleadas para realizar la entalla circular.



Fig. 3: Base de la farola (izq) y entallas realizadas (R=radio y P=profundidad, en mm)

Sobre un espesor nominal de 3mm de acero galvanizado, se probaron tres niveles de profundidad (1 mm, 1.5 mm y 2 mm) y tres valores para el radio de la herramienta (0.5 mm, 1.5 mm y 4 mm). De las 6 farolas ensayadas en las instalaciones del Cidaut (Valladolid), tres rompieron por la entalla y tres no. Se realizaron filmaciones de alta velocidad de los ensayos, mostrándose en la Figura 4, un fotograma de detalle y otro con una visión general, de una farola que sí rompe por la entalla. En la Figura 5 se muestran los fotogramas análogos de una farola cuyos valores de entalla (profundidad y radio) no provocaron la rotura controlada por dicha entalla.



Fig. 4: Fotogramas de detalle (izq) y general (der) de una farola que SI rompe por la entalla.



Fig. 5: Fotogramas de detalle (izq) y general (der) de una farola que NO rompe por la entalla.

Adicionalmente, y como estimación de los parámetros de ensayo, se registraron las evoluciones de las desaceleraciones provocadas en el objeto impactor (de masa equivalente a la de un vehículo y velocidad de entrada de 35 km/h).

En la Figura 6 se muestran los registros de desaceleración durante el impacto de las tres farolas que en los ensayos rompieron por la entalla y su comparación con el valor de desaceleración de la farola sin entalla.

Los valores de desaceleración máxima se reducen en magnitud y en tiempo, por lo que, se puede estimar un menor daño a los ocupantes de los vehículos en caso de impacto.

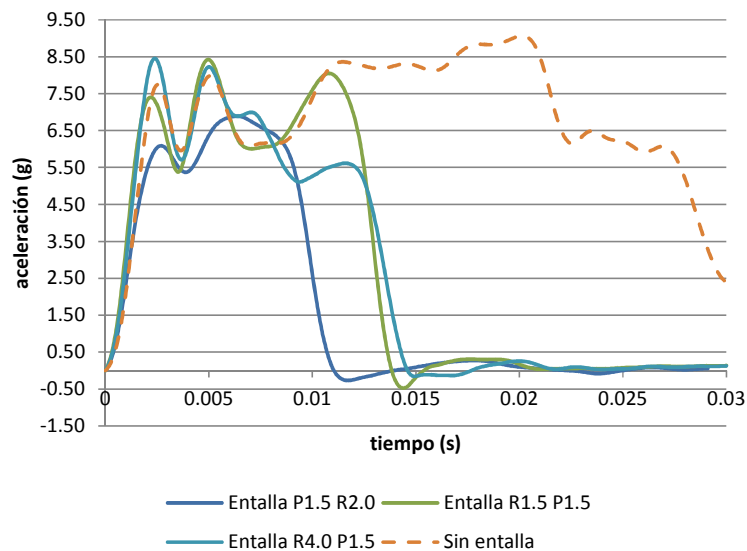


Fig. 6: Comparación de las curvas de desaceleración de las farolas que rompen, o no, por la entalla.

Finalmente, se han realizado pruebas de choque según UNE-EN 12767, empleando un vehículo real, normalizado. En la Figura 7 se muestra un fotograma del impacto del vehículo sobre la farola entallada.



Fig. 7: Fotograma del impacto del vehículo normalizado en el ensayo según UNE-EN 12767

En los dos ensayos realizados, no se produjo la rotura por la sección entallada. Aunque se obtuvieron datos valiosos, no se pudieron obtener los parámetros de daño de acuerdo al mecanismo de fallo propuesto.

4. Conclusiones

De las dos líneas de investigación del proyecto:

- En la línea orientada a la instalación de un dispositivo que actúe como guillotina, se ha conseguido un mecanismo que gire por debajo de ciertas velocidades incidentes de impacto. Sin embargo, la complejidad del prototipo final obtenido hace difícil, por el momento, su potencial comercialización e instalación.
- En la línea de debilitar las estructuras soportes ya instaladas, se ha observado que en aquellas estructuras que presentan una excesiva capacidad de absorción de energía, frente al impacto, se puede realizar una entalla perimetral en la base que, manteniendo la integridad estructural del elemento en los límites fijados por las normas de referencia, disminuye los valores de aceleración frente a un impacto y por tanto pueden evitar los daños primarios originados por una brusca desaceleración (parada) provocada por la estructura soporte.

Referencias

- UNE-EN 1317-1 Sistemas de contención para carreteras. Parte 1: Terminología y criterios generales para los métodos de ensayo.
- UNE-EN 12899-1: Señales fijas de circulación.
- EN 12899-4: Señales verticales fijas de circulación. Parte 4: Control de producción en fábrica.
- EN 12899-5: Señales verticales fijas de circulación. Parte 5: Ensayos de tipo iniciales.
- UNE-EN 12767:2009 Seguridad pasiva de las estructuras soporte del equipamiento de la carretera. Requisitos y métodos de ensayo.
- UNE-EN 1991-1-4: Acciones de viento.
- UNE-EN 12767: Seguridad pasiva de las estructuras soporte del equipamiento de la carretera. Requisitos y métodos de ensayo.
- Norma 8. 1-IC: Señalización vertical (BOE número 25 del 29/enero/2000)
- Artículos 701 y 703 (BOE número 24 del 28/enero/2000)
- Pliego de prescripciones técnicas generales PG3

