

Implantación de sistemas de contención en estructuras existentes. Problemáticas, soluciones y nuevos retos

Implementation of Road Restraint System in existing structures. Problems, solutions, and new challenges

Mario Martín Aguilera^a, Ernesto Guevara Santiago^b, Tomás Ripa Alonso^c y Héctor Sánchez Martínez^d

^a Ing. de Caminos, Canales y Puertos. LRA Infrastructures Consulting. Jefe de proyecto. mariomartin@lraingenieria.es

^b Ing. de Caminos, Canales y Puertos. LRA Infrastructures Consulting. ernestoguevara@lraingenieria.es

^c Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos. LRA Infrastructures Consulting. Socio-Director. tomasripa@lraingenieria.es

^d Ing. de Caminos, Canales y Puertos. LRA Infrastructures Consulting. Jefe de proyecto. hectorsanchez@lraingenieria.es

RESUMEN

La implantación de sistemas de contención acordes a la normativa vigente en estructuras existentes implica la necesidad de realizar un estudio detallado y particularizado de la solución a cada caso. Dentro de estas soluciones singulares se desarrollan con ejemplos concretos el refuerzo del tablero existente, el planteamiento de las transiciones entre sistemas de contención o la existencia de otros elementos que implican un obstáculo para el pretil (báculos, pantallas acústicas). Por último, se definen los nuevos retos que se puede plantear en varios elementos: nuevas normativas de transiciones, incorporación de nuevos elementos a los sistemas de contención o las técnicas de simulación.

ABSTRACT

The implementation of road restraint systems in accordance with current regulations in existing structures requires a detailed and case-specific study of the appropriate solution for each situation. Within these tailored solutions, specific examples are developed, including the reinforcement of the existing deck, the design of transitions between containment systems, or the presence of other elements that obstruct the parapet (lighting columns, noise barriers). Finally, new challenges are outlined in various aspects: new transition regulations, the incorporation of new elements into road restraint systems, or simulation techniques.

PALABRAS CLAVE: sistema de contención, pretil, estructura existente, refuerzo NSM, transiciones.

KEYWORDS: road restraint systems, parapet, existing structure, NSM reinforcement, transitions.

1. Introducción

La implantación de sistemas de contención acordes a la normativa vigente en estructuras existentes no resulta trivial, ya que las estas no fueron diseñadas frente a las cargas transmitidas por los pretiles modernos, los cuales poseen un mayor nivel de contención en caso de sollicitación máxima. Este hecho imposibilita en la mayoría de los casos la mera sustitución del pretil antiguo por el nuevo, siendo necesario un estudio detallado y la particularización de la solución a cada caso concreto.

Asimismo, la estructura presenta ya una sección funcional definida y existe una limitación de espacio en la misma para implantar el nuevo sistema de contención, el cual además debe cumplir con unos parámetros de comportamiento (ancho de trabajo, intrusión dinámica del vehículo y deflexión máxima), que condicionan también su colocación.

Además, es frecuente que en la estructura existan otros elementos que interfieran con el nuevo sistema de contención, como báculos o pantallas, cuya ubicación final debe también garantizar el cumplimiento de los parámetros de comportamiento del pretil.

La implantación de sistemas de contención en estructuras existentes no es un tema novedoso, pero sí es un tipo de actuación muy específica que se está desarrollando ampliamente en nuestra Red de Carreteras. La casuística es muy amplia, lo que hace que las soluciones también lo sean y, por tanto, impide que se pueda realizar una tipificación o estandarización de las mismas. De ahí que, aunque no se trate de un tema nuevo, sí podemos afirmar que existe una continua novedad en las soluciones a proyectar a partir de la singularidad de cada estructura.

La presente ponencia tiene como objeto desarrollar una parte de la problemática que se

presenta a la hora de diseñar la implantación de los pretiles, centrándonos en tres bloques principales: refuerzo de estructuras existentes, transiciones entre sistemas de contención y obstáculos existentes.

Se trata de tres bloques singulares, pero a la vez recurrentes en las estructuras (no es infrecuente la existencia de tableros que presentan una resistencia inferior a la necesaria para resistir los esfuerzos que transmite un nuevo sistema de contención en caso de impacto) o en desarrollo; como por ejemplo las transiciones o la instalación de pantallas acústicas.

2. Refuerzo de tablero existentes

La implantación de sistemas de contención en estructuras existentes implica la colocación de unos elementos que van a producir unos esfuerzos adicionales en el tablero de una estructura que ya existe. Estos esfuerzos pueden ser superiores a los que el tablero puede resistir, por lo que en estos casos resulta necesario llevar a cabo un refuerzo de la estructura.

Esta solución, en el caso de estructuras de nueva construcción, es muy simple y directa: se calcula el armado necesario a disponer y se colocan las barras adicionales previamente al hormigonado. Pero en estructuras existentes, la situación resulta claramente más compleja:

El primer aspecto que hay que tener en cuenta, aunque parezca muy evidente, es la propia transmisión de esfuerzos. Es decir, se debe comprobar si la estructura existente va a resistir los esfuerzos del pretil, que el fabricante del mismo debe suministrar.

En segundo lugar, resulta preciso conocer la geometría del tablero y el armado del mismo, para lo que es necesario disponer de los planos

de la estructura ejecutada, una información que no siempre está disponible o no es fácil de obtener. Por tanto, una de las primeras tareas es la realización de una labor de documentación previa.

En el caso de localizar los planos de la estructura, no siempre el papel se convierte en realidad (existencia de modificados, problemas de ejecución, etc.). Es por ello por lo que es recomendable realizar unas catas en la estructura para poder confirmar o determinar el armado existente en la misma.

Con estas fases de trabajo previas se podrá precisar si la estructura puede resistir o no los esfuerzos del nuevo pretíl.

Cuando nos encontramos con estructuras que presentan un armado insuficiente, resulta necesario plantear un refuerzo del tablero para poder implantar el nuevo sistema de contención. Este tipo de actuaciones implican un alcance claramente superior en cuanto a presupuesto, afección al tráfico, complejidad y plazos de ejecución..., pero resultan imprescindibles para la adecuada implantación del pretíl.

Existen varias alternativas para el refuerzo de un tablero entre las cuales podemos destacar la hidrodemolición parcial de tablero y colocación de la armadura de refuerzo necesaria, el recrecido del tablero o la colocación de refuerzos mediante laminados de fibra de carbono.

Entre estas alternativas vamos a exponer a continuación una de las más singulares: la colocación de refuerzos con fibra de carbono mediante el sistema NSM (Near Surface Mounted).

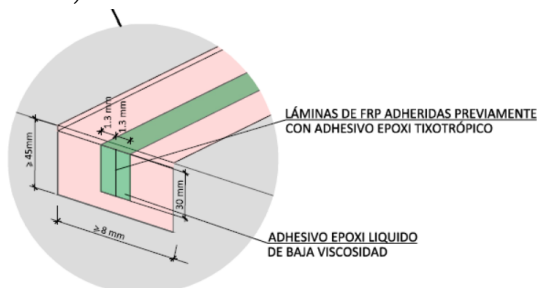


Figura 1. Colocación de laminado en roza ejecutada previamente.

Se trata de un sistema que permite la realización de refuerzos mediante un procedimiento de ejecución simplificado basado en la ejecución de rozas sobre el tablero en el que se posteriormente se colocan los laminados de fibra de carbono.

La disposición de los laminados en el interior del hormigón presenta una serie de ventajas respecto a otros tipos de refuerzo, incluyendo la propia colocación del laminado adherido a la cara superior de la losa (sistema EBR, Externally Bonded Reinforcement).

La primera a destacar es que los trabajos a realizar en la losa para su ejecución son más quirúrgicos, ya que basta con la realización de rozas de unos pocos centímetros de profundidad para su colocación.

Además, al tratarse de un laminado de fibra de carbono, no requiere de un recubrimiento mínimo de hormigón, como sí ocurre con las barras armadas. También, presenta una longitud de anclaje inferior, por lo que la longitud total del refuerzo se reduce. En consecuencia, el ancho afectado de la carretera existente (las armaduras de refuerzo se disponen en transversal) es menor, lo que permite disminuir la afección al tráfico al aumentar la anchura de la sección funcional que queda en servicio durante las obras.

La colocación del laminado en el interior de la losa permite una mayor adhesión del laminado CFRP con el hormigón, lo que hace posible aumentar la deformación efectiva del compuesto en el cálculo. Asimismo, permite la instalación del laminado, aunque la superficie de la losa presente una planeidad inadecuada.

En cuanto a las desventajas que presenta el sistema, podemos destacar la necesidad de realizar una protección del refuerzo frente al impacto térmico. Esto se debe a que las resinas epoxi con las que se adhiere el laminado al hormigón presentan unas temperaturas de transición vítrea que se sitúan en torno a los 50°C, a partir de la cual pierden su capacidad de transmitir esfuerzos. Estas temperaturas se

superan ampliamente durante los trabajos de repavimentación del tablero, de ahí la necesidad de este tratamiento de protección.

Entre las opciones de tratamiento que pueden plantearse, se propone el empleo de un sistema de tres capas:

La primera capa está formada por el propio adhesivo epoxi tixotrópico empleado para la colocación de los refuerzos, sobre la que se espolvoreará con árido hasta saturación cuando el adhesivo esté aun fresco. Esta capa actúa como elemento de unión entre el soporte y las siguientes capas.

La segunda capa es un revestimiento cementoso que actúa como puente de adherencia autonivelante y que se aplicará sobre el adhesivo ya endurecido, con un espesor de 0,50 cm.

La tercera capa consiste en un mortero de cemento que se extenderá sobre la capa anterior aun fresca, con un espesor de 7 mm.

Estas dos últimas capas son las que actúan conjuntamente como protección térmica del refuerzo.

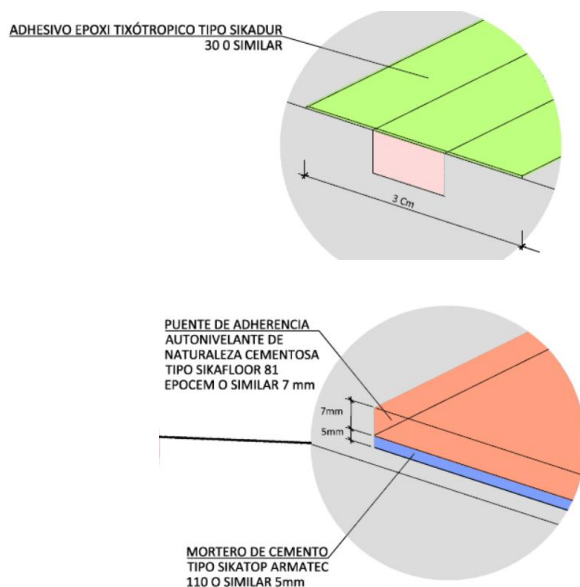


Figura 2. Tratamiento de protección frente a impacto térmico.

Dado que el objeto de este tratamiento es la protección del refuerzo frente al impacto térmico, este se ejecutará únicamente sobre la superficie del refuerzo sobre la cual se va a repavimentar y no sobre aquella parte que quede

posteriormente embebida en el nuevo zócalo de hormigón armado que se ejecute para implantar el sistema de contención.

Por último, reflejamos un aspecto importante a considerar durante la conservación de aquellas estructuras en las que se haya realizado el refuerzo: se deberá tener en cuenta la existencia del tratamiento de protección térmica en aquellos trabajos de fresado de la estructura que afecten al espesor total del firme, ya que en caso de que la fresadora retire este sistema es crucial que se reponga antes de la repavimentación.

3. Transiciones entre sistemas de contención

3.1 Situación actual. Normativa y soluciones empleadas

Las transiciones son dispositivos que se emplean para conectar dos sistemas de contención que presentan distinta tipología, nivel de contención o rigidez.

Históricamente, la norma existente para las transiciones es la UNE-ENV 1317-4:2002. Sin embargo, no se ha procedido a realizar en ningún momento su armonización por la UNE-EN 1317-5:2008+A2:2012, por lo que las transiciones no pueden tener el marcado CE.

En cuanto a la normativa nacional, la OC 35/2014, únicamente hace referencia a que en el caso de que los sistemas de contención presenten distinto tipo de rigidez el cambio de un sistema de contención a otro será gradual.

Tras varios años sin avances, el 16 de octubre de 2024 se da un nuevo impulso al desarrollo de la normativa aplicable a transiciones con la edición de la norma UNE-CEN/TR 1317-10:2024, sobre sistemas de contención para carreteras. Parte 10: Métodos de evaluación y directrices de diseño para transiciones y conexiones-transiciones a terminales y atenuadores de impacto.

Estos avances recientes permiten constatar un nuevo empuje en uno de los elementos de contención que durante años han quedado en un cierto limbo legal.

En efecto, la ejecución de transiciones en nuestras carreteras se basa principalmente en el empleo de soluciones avaladas por la experiencia, a diferencia de otros sistemas de contención, como las barreras o los pretiles, donde desde hace años se emplean ensayos a escala real de dichos elementos para su certificación con el marcado CE.

Las transiciones entre sistemas de contención se plantean siguiendo el precepto de permitir una transición gradual de rigideces entre sistemas de contención, tal y como recoge la ya citada OC 35/2014.

Entre la diferente casuística de transiciones entre elementos de contención, las situaciones de mayor complejidad se localizan en las estructuras, donde por norma general el riesgo de accidente es superior al de sus accesos, lo que implica la necesidad de implementar un pretil, con un nivel de contención más elevado.

De esta forma, cuando se procede a sustituir un pretil en una estructura por uno nuevo con marcado CE y un nivel de contención acorde a la normativa vigente hay que tener en cuenta que se debe plantear también la transición que hay que ejecutar entre este nuevo pretil y la barrera existente en los accesos a la estructura.

Para plantear esta transición se deberán tener en consideración varios aspectos generales:

En primer lugar, se deberá garantizar una transición gradual de rigideces, ya que es habitual que el nuevo pretil presente una mayor rigidez que la barrera a la que se conecta.

Además, la implementación de nuevos sistemas de contención generalmente implica un retranqueo hacia el interior del sistema de contención, lo que conlleva que el nuevo pretil y la barrera existente no se encuentren alineadas. Por tanto, resulta necesario llevar a cabo una transición de alineaciones siguiendo la pendiente

1/20 (1 m en transversal, 20 m en longitudinal) indicada en la OC 35/2014.

Asimismo, para garantizar que la transición que se realice presente un comportamiento lo más similar al sistema de contención empleado, se debe colocar una longitud mínima. Dado que no existen ensayos de transiciones tipificados y normalizados a nivel nacional esta longitud no es conocida, por lo que nuevamente se vuelve a emplear las soluciones avaladas por la experiencia, que traten de garantizar esa gradualidad en la rigidez

Por último, cuando se sustituye un pretil sobre una estructura, las barreras de conexión existentes a ambos lados de la misma ya están instaladas. La transición deber permitir la conexión a esta barrera, lo que en ocasiones puede presentar ciertas dificultades de replanteo y colocación de los postes de las barreras metálicas o de los módulos en el caso de las de hormigón; de ahí la importancia de realizar un buen replanteo de la solución propuesta.

En general, si atendemos al tipo de material del pretil y la barrera a la que nos queremos conectar nos encontramos con cuatro situaciones de transición distintas: pretil metálico-barrera metálica, pretil metálico-barrera de hormigón, pretil de hormigón-barrera metálica y pretil de hormigón-barrera de hormigón.

La primera de las tipologías es la que presenta una solución más directa desde el punto de vista técnico y constructivo. Generalmente se resuelve mediante el empleo de piezas especiales tipo “cola de pez” que permiten la conexión de la terminal del pretil con las barreras metálicas, bionda o trionda, mediante uniones atornilladas.

La transición entre pretil de hormigón y barreras metálicas se suele realizar también mediante el empleo de “colas de pez”, esta vez ancladas al propio pretil de hormigón. Esta transición puede complementarse con el empleo de una pieza terminal que abata el pretil de hormigón.



Figura 3. Ejemplo de transición entre pretil metálico y barrera metálica.



Figura 4. Ejemplo de transición entre pretil de hormigón y barrera metálica.

En cuanto a las transiciones con barreras de hormigón existentes la solución suele ser más compleja, al no existir una alternativa de conexión tan directa como en el caso de las biondas. Además, el retranqueo hacia el interior del nuevo pretil conlleva la necesidad de adaptar la barrera para cumplir con el cambio de alineación 1/20 reflejado en la norma. En el caso de las metálicas, el simple retranqueo de los postes permite dicha adaptación; pero en las de hormigón resulta generalmente necesario su demolición.

Sólo en aquellos casos en los que la alineación del nuevo pretil coincide con el de la barrera existente se podrían disponer uno a continuación del otro sin necesidad de demoler la barrera, siempre y cuando ambos sistemas de contención presenten rigideces similares. También podría evitarse la demolición cuando la diferencia de alineación entre sistemas de contención sea muy reducido, inferior al orden de los 10-20cm, donde podría plantearse realizar un recrado de las barreras de hormigón existentes.

En el resto de los casos, la solución implica la demolición y posterior sustitución de un tramo de la barrera de hormigón. La franja de transición puede ejecutarse con diferentes soluciones, como por ejemplo la colocación de

un tramo de bionda metálica como transición entre el nuevo pretil y la nueva barrera de hormigón. También puede optarse por reponer la barrera de hormigón. La elección de una solución u otra dependerá de los distintos condicionantes de cada problemática: longitud posible a demoler, longitud de la barrera de hormigón existente, bermas, obstáculos que impidan la colocación de biondas (habitualmente con mayores anchos de trabajo y deflexiones dinámicas), etc.



Figura 5. Ejemplo de transición entre pretil de hormigón y barrera de hormigón mediante reposición de barrera de hormigón.

3.2 Nuevos retos. Actualización de normativas: ensayos a escala real

Es evidente que las transiciones presentan una mayor complejidad a la hora de proceder a su regulación y estandarización. A diferencia de los pretiles o las barreras, no sólo implica definir el nivel de contención de las transiciones en sí mismas, sino que deberá determinarse entre qué niveles de contención debe “transicionar” dicho elemento. Además, otro aspecto que claramente condiciona la solución es la tipología y material de sistema de contención que existe a cada lado de la transición, lo que incrementa la complejidad y número de tipologías de solución de transición.

Sin embargo, a la hora de estandarizar los criterios de implantación de las transiciones y plasmar una nueva normativa no partimos de cero, sino que existen experiencias y normativas que podemos tomar como base. Una de ellas es la normativa francesa NF-058, que marca que las transiciones deben estar certificadas, de forma

similar a lo que se realiza para los pretiles o las barreras.

Esta normativa enmarca a las transiciones como un sistema de contención más, es decir, que presenta unos parámetros de características como un pretil o una barrera:

- Nivel de contención.
- Parámetros de comportamiento: ancho de trabajo, deflexión dinámica...
- Longitud de transición.

Por tanto, a la hora de definir el elemento de transición se emplean parámetros análogos a los de cualquier otro sistema de contención, lo que facilita establecer una correlación directa con los niveles de contención reflejados en las normativas.

Pero, además, esta normativa indica entre qué niveles de contención se “transiciona”. Es decir, la transición debe definir uno de sus elementos más característicos: qué niveles de contención enlaza.

La normativa, a partir de estos planteamientos, además de otros aspectos como si el nivel de contención es distinto o no, definen los requisitos para la certificación de una transición.

Por ejemplo, para una transición con distinto nivel de contención resulta necesario la realización de un ensayo a escala real, requisito compartido con la certificación de pretiles o barreras. Pero además la normativa francesa va más allá e incluye las simulaciones, un aspecto novedoso y cuyo desarrollo permitiría un avance significativo en las tecnologías de los sistemas de contención. Por ejemplo, se podría obtener con una mayor exactitud la longitud mínima real del sistema de contención, lo que permitiría reducir la longitud ensayada, que generalmente es bastante elevada.

Este ejemplo permite exponer la importancia de implementar una normativa de transiciones que implicaría un cambio de paradigma importante en un elemento tan significativo como la transición entre sistemas de contención. El establecimiento de unos

parámetros definitorios de su nivel de contención, los niveles entre los que transiciona, su longitud, y, especialmente, la realización de ensayos sobre estos elementos similares a los que se realizan sobre los pretiles y barreras supondría un avance claro y sustancial sobre este tipo de sistemas de contención.

Caractéristiques des barrières de sécurité raccordées			Caractéristiques du raccordement	
Famille de produit ¹	Niveau de retenue	Δe^2	Pièce(s) de raccordement spécifique(s) ³	Classe d'évaluation et modalités associées
Identique	Identique	≤ 50 cm	Non	Vérification documentaire
		> 50 cm	Non	Essais virtuels par simulation numérique
Identique	Différent (sauf niveau L)	X	Oui / Non	Essais virtuels par simulation numérique
Différente	Identique	≤ 50 cm	Non	Vérification documentaire
			Oui	Essais virtuels par simulation numérique
		> 50 cm	Non	Essais virtuels par simulation numérique
			Oui	1 Essai physique selon la norme NF EN 1317-2 + Simulations numériques
Différente	Différent (sauf niveau L)	X	Oui / Non	1 Essai physique selon la norme NF EN 1317-2 + Simulations numériques

Figura 6. Extracto de la normativa francesa de transiciones. Determinación del tipo de certificación.

De de cara a la aplicación práctica, en la actualidad existe ya en el mercado una importante gama de productos que están certificados para la normativa francesa NF-058, por lo que se pueden emplear este tipo de elementos, que se encuentran además ensayados a escala real y tipificados. A continuación, se refleja a modo de ejemplo una transición ensayada, que da solución a una transición entre pretil metálico y barrera de hormigón. Tal y como se ha reflejado antes, la solución de transición antes de la existencia de este tipo de elementos ensayados era de las más complejas de ejecutar.



Figura 7. Ejemplo de transición entre pretil metálico y barrera de hormigón certificada por la NF-058.

4. Obstáculos a salvar

Sobre las estructuras no sólo se disponen los sistemas de contención si no que puede haber otros elementos, como báculos de iluminación, pantallas acústicas o pantallas antivandálicas en el caso de los pasos sobre el ferrocarril, que tienen que convivir con la implantación de los nuevos sistemas de contención. Generalmente estos elementos están dispuestos tras el propio sistema de contención o, incluso, entre los distintos módulos de los pretilos.



Figura 8. Ejemplo elementos dispuesto sobre o entre los sistemas de contención.

Ante esta situación, de cara a proyectar la solución de implantación del nuevo pretil resulta necesario disponer entre el sistema de contención y estos elementos de una distancia mínima que permita que el pretil cumpla con sus parámetros de comportamiento (deflexión dinámica, ancho de trabajo e intrusión dinámica del vehículo). No obstante, no es habitual que existe este espacio disponible, especialmente cuando nos encontramos en entornos urbanos, donde confluyen la existencia de numerosos elementos sobre el tablero con una falta de espacio disponible.

En estos casos resulta necesario realizar un estudio particularizado de la solución, con objeto de poder implantar o reponer los elementos existentes a la vez que el nuevo pretil cumpla con sus parámetros de comportamiento. No obstante, existen situaciones en las que la falta de espacio impide la colocación de todos los elementos en la superficie disponible.

La primera solución que puede plantearse ante la falta de espacio es, naturalmente, aumentar la superficie del tablero para dar cabida a todos los elementos a disponer sobre el mismo. La ampliación del tablero permite solucionar la problemática, pero es un tipo de alternativa que tiene unas importantes repercusiones tanto técnicas como económicas, por lo que se pueden plantear otro tipo de alternativas de menor alcance pero que den respuesta a la problemática planteada. Entre estas soluciones se pueden plantear las siguientes, a modo de ejemplos:

Cuando existen báculos de iluminación en el tablero una de las opciones que se puede plantear es la realización de un estudio lumínico de la zona afectada, con objeto de valorar si los báculos se pueden retirar y sustituir las luminarias existentes en las proximidades por otras de mayor intensidad lumínica. También se pueden sustituir los báculos por una palmera de iluminación, especialmente cuando nos encontramos con enlaces o nudos entre dos carreteras, donde existe una mayor viabilidad para la colocación de este tipo de elementos de iluminación.

Este tipo de soluciones son más viables cuando estamos ante estructuras de pequeña longitud, pero con estructuras más largas es preciso buscar otras alternativas, como por ejemplo la ejecución de ménsulas metálicas o recrecidos puntuales de hormigón de la estructura.

La colocación de ménsulas metálicas permite realizar un retranqueo del báculo hacia el exterior del tablero, garantizando de esta forma la distancia que debe existir entre pretil y báculo para que el primero cumpla con sus parámetros de comportamiento.

La ejecución de recrecidos de hormigón es una solución similar a la de las ménsulas metálicas, en tanto en cuanto evita la realización de recrecidos generalizados del tablero para la colocación de un elemento puntual.

A la hora de plantear estas soluciones se deben tener en cuenta las labores de

conservación y mantenimiento, por lo que es importante que estos elementos sean accesibles, especialmente en el caso de las ménsulas metálicas.



Figura 9. Ejemplo de ejecución de ménsula metálica para colocación de báculo.

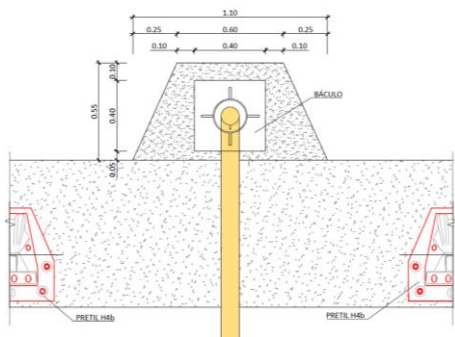


Figura 10. Planteamiento de ejecución de ménsula de hormigón para la colocación de báculos en estructuras.

En general, este tipo de actuaciones son viables en la mayoría de las estructuras; sin embargo, en ciertos puntos pueden presentarse limitaciones. Un ejemplo de ello es la existencia en la parte inferior de otra con báculos de iluminación que pueden interferir con el recrecido planteado.



Figura 11. Báculo existente en la calzada inferior que impide la ejecución de recrecidos o ménsulas.

Una alternativa distinta al retranqueo de los báculos puede ser la colocación de

dispositivos de iluminación en el propio sistema de contención. Ahora bien, estos elementos deben tener unas dimensiones y una disposición determinadas de cara a no suponer un obstáculo para el pretil. Incluso en la actualidad también existen sistemas de contención que disponen de estos elementos de iluminación, si bien de momento se reducen a unos tipos muy concretos de pretil.



Figura 12. Colocación de elementos de iluminación en el pretil.

Las pantallas acústicas o las pantallas antivandálicas son dos tipos de elementos cuyo uso se está extendiendo de forma importante en nuestras carreteras; las primeras a partir del desarrollo de los Planes de Acción contra el Ruido y las segundas asociadas principalmente a los pasos superiores de ferrocarril. Estos elementos, a diferencia de los báculos, son continuos. No obstante, dado que las pantallas se disponen mediante postes, sus elementos de sujeción son discretos y por tanto se pueden plantear soluciones similares a la reflejadas anteriormente, como el empleo de ménsulas metálicas.

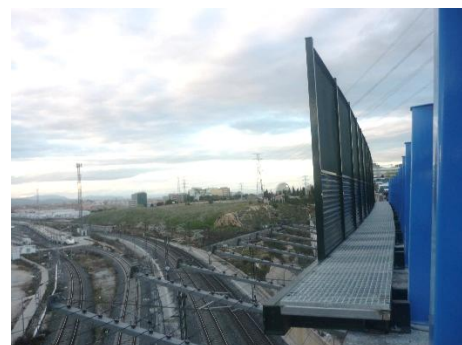


Figura 13. Pantalla antivandálica instalada sobre ménsula metálica.

Además de las alternativas planteadas, desarrolladas a partir de las soluciones existentes en el mercado, se pueden abrir nuevas vías que simplifiquen y mejoren las soluciones actuales mediante la certificación y ensayos de pretiles que incorporen estos elementos como propios del sistema de contención, lo que permitiría su instalación tal y como fueron ensayados. Esto evitaría la necesidad de disponer de estos elementos a una distancia que permita al pretil cumplir con sus parámetros de comportamiento.

Dado que los obstáculos planteados no son elementos singulares, sino que existen en las estructuras con cierta frecuencia, la realización de estos estudios y ensayos a escala real puede tener un rédito económico que permita desarrollar este tipo de soluciones a las empresas del sector. Además, el uso de la simulación numérica y el desarrollo de esta tecnología también ayudaría a reducir los costes de desarrollo de estas soluciones.

La implicación de la Administración en el desarrollo de estas propuestas también sería conveniente, teniendo en cuenta que además estas nuevas alternativas supondrían una reducción en los costes de ejecución de este tipo de actuaciones, al simplificar la complejidad de la solución.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer sus contribuciones en el estudio de lo desarrollado en la presente ponencia a las empresas del sector de los sistemas de contención, cuya profesionalidad y trabajo conjunto permiten avanzar en nuevas soluciones planteadas con el objeto de mejorar la seguridad vial, en un esfuerzo conjunto que también comparte la Administración Pública y las empresas Contratistas. Asimismo, extendemos el agradecimiento a los técnicos de las empresas suministradoras de productos cuyos desarrollos posibilitan también la implantación de nuevas soluciones.