

El transporte público en autobús urbano está pensado, de manera general, como una sucesión de paradas en las que los viajeros suben y bajan del vehículo en función de su destino, y donde los usuarios pueden viajar de pie o sentados. Estas peculiaridades del transporte urbano provocan que, en los momentos de parada, el tráfico de personas alrededor del autobús sea elevado, multiplicándose las posibilidades de producirse algún accidente al no poder controlar el conductor, a ciencia cierta, la presencia de obstáculos o personas en todo el entorno del autobús. Además, las personas que viajan de pie son susceptibles de sufrir caídas y golpes, en especial las personas mayores. El proyecto SAFEBUS tiene como objetivo tratar de evitar o reducir al máximo los accidentes producidos en el interior o en el entorno de los autobuses urbanos, así como sus lesiones asociadas. El proyecto se ha enfocado de manera directa a tratar de conseguir, mediante el desarrollo de nuevos avances tecnológicos y soluciones ergonómicas, una mejora en la calidad de vida de las personas.

## La seguridad viaja en autobús

Andrés Soler Valero<sup>1</sup>, Carolina Soriano García<sup>1</sup>, José S. Solaz Sanahuja<sup>1</sup>, Elisa Signes i Perez<sup>1</sup>, Ana L. Olona Solano<sup>2</sup>, Antonio Barreiro Bravo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA

<sup>2</sup> CENTRO ZARAGOZA

<sup>3</sup> CARROCERA CASTROSUA S.A

### INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen en el mercado diferentes vehículos de transporte público en los que se han implantado soluciones de seguridad dirigidas fundamentalmente a los viajeros que van sentados. Sin embargo, hasta ahora los viajeros de pie continúan siendo los usuarios más vulnerables. La importancia del problema de las caídas en el transporte es clara, siendo especialmente relevante en las personas mayores. En concreto, las caídas asociadas al transporte suponen un 10% del total de caídas que sufre este colectivo.

El proyecto SAFEBUS pretende cubrir este hueco existente en el mercado ofreciendo un sistema integral más seguro y orientado al usuario, tratando de **prevenir o evitar los accidentes y las lesiones asociadas a las caídas de los ciudadanos que viajan de pie**, así como los **atropellos producidos en las zonas de subida y bajada de los viajeros**.

Para ello, tiene como objetivo el **desarrollo de sistemas avanzados de seguridad, tanto activa como pasiva, para su aplicación en autobuses urbanos** (Figuras 1 y 2) que ofrezcan a los usuarios una mayor seguridad y comodidad en sus desplazamientos.

>

### Traveling by bus safety

Public transport bus service is designed, in general, as a succession of stops where passengers get on and get off the bus depending on their destination, and where users can stand or sit in the bus. These peculiarities of urban transport cause an increment of human traffic around bus stops, multiplying the chances of accidents, as the driver cannot control, for sure, the presence of obstacles or people around the bus environment. In addition, passengers standing are susceptible to falls and bumps, especially elderly people. The SAFEBUS project tries to avoid, or minimize, the accidents occurring inside or around city buses, and their associated injuries. The project has focused directly on getting through the development of new technological and ergonomic solutions, an improvement in quality of life of people.



Figura 1. Exterior autobús urbano híbrido TEMPUS.



Figura 2. Interior del autobús.

## DESARROLLO

Para llevar a cabo el trabajo técnico que diera cumplimiento a los objetivos del proyecto se siguió el siguiente plan de trabajo (Figura 3). Hasta la fecha se ha finalizado la fase 1 y se ha iniciado la ejecución de las fases 2 y 3.

En la fase 1 “Análisis de requisitos y necesidades” se ha realizado un estudio de los accidentes en los autobuses, tanto

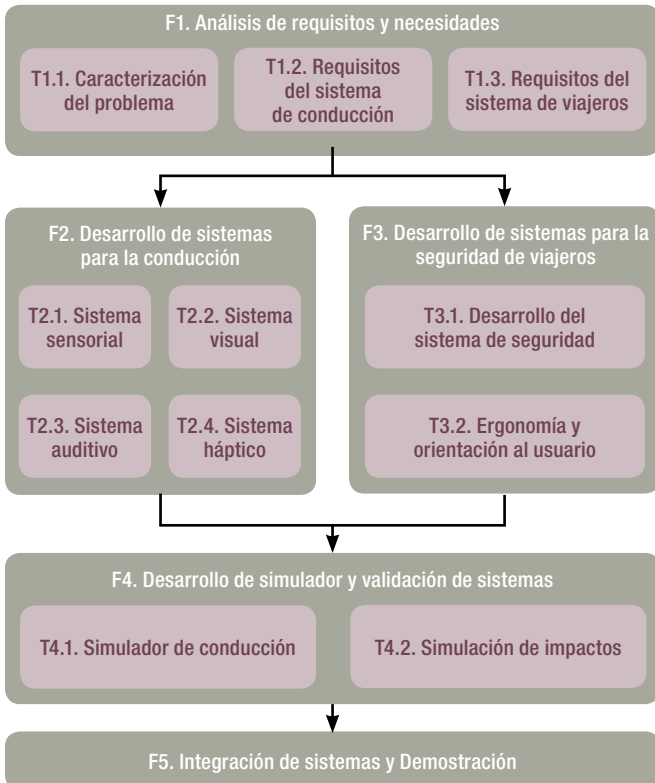


Figura 3. Plan de trabajo del proyecto.

desde el punto de vista del exterior, donde se incluyen accidentes con atropello en las zonas de subida/bajada de viajeros (paradas), como interior, analizando la accidentabilidad de viajeros en el interior del autobús por caídas, impactos o golpes.

La actividad de esta fase se ha centrado en tres grandes ejes: revisión documental, grupos de discusión con usuarios y estudios de campo.

### 1. Revisión documental

Esta actividad se ha centrado en un análisis de estudios previos relacionados con los accidentes sin colisión en los autobuses urbanos, así como de bases de datos de accidentes procedentes de las principales aseguradoras de España.

La información recogida también ha servido para elaborar el guión del grupo de discusión y las fichas de observación que se han utilizado en los estudios observacionales.

Este estudio, junto con la revisión documental, ha permitido caracterizar el problema e identificar los requisitos y necesidades de los sistemas a desarrollar en ambos entornos (interior y exterior del vehículo) para contribuir a la prevención de lesiones de los usuarios de autobuses mediante el diseño de nuevos conceptos de seguridad activa y pasiva.

### 2. Grupos de discusión

El grupo de discusión es una técnica que permite tratar una serie de temas de manera amplia y contrastar las diferentes perspectivas y puntos de vista. El objetivo final de la sesión de discusión, llevada a cabo en Valencia, fue detectar las **mejoras necesarias de diseño del interior del autobús**

**para que sea más seguro.** Se establecieron una serie de objetivos específicos:

- Identificar los momentos clave, de mayor riesgo, y qué elementos intervienen.
- Conocer qué incidentes ocurren en cada momento y qué aspectos o elementos de diseño están relacionados con ellos.
- Definir posibles soluciones a los problemas y determinar el perfil de usuarios con más riesgo.

Como resultado se obtuvieron los momentos clave de uso del autobús en cuanto a seguridad, teniendo en cuenta el riesgo de que ocurran incidencias, y se buscaron soluciones en función de la problemática (Tabla 1).

Tabla 1. Resumen de los momentos clave y las soluciones planteadas.

MOMENTOS CLAVE	NECESIDADES / SOLUCIONES PLANTEADAS
Subida al autobús	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Organización del espacio para que se siga una cola.</li> <li>- Instalación de más barras para favorecer el acceso al autobús, u otro sistema.</li> <li>- Acceso por varias puertas.</li> <li>- Aviso sonoro o luminoso de cierre de puertas.</li> </ul>
Pago del billete	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pago en parada antes de subir.</li> </ul>
Búsqueda de sitio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayor número de barras verticales.</li> <li>- Modificación de la altura de las barras horizontales.</li> <li>- Barras con un color fácilmente identificable.</li> </ul>
Ubicación de viajeros en el autobús	<p><b>Erguido:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayor número de barras verticales.</li> <li>- Colocación de barras en la zona de las ventanas.</li> <li>- Colocación de barras horizontales a distintas alturas.</li> </ul>
	<p><b>Sentado:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Asientos adecuados a la población (dificultad para sentarse, levantarse y bajar de ellos). Los asientos son muy altos.</li> <li>- Asientos de material no deslizante.</li> <li>- Reducción de la altura de los escalones sobre los que están colocados los asientos.</li> <li>- Colocación de reposabrazos en asientos individuales para evitar caídas laterales.</li> <li>- Los asientos enfrentados, son incómodos para sentarse, los usuarios no tienen dónde cogerse y consideran que hay poco espacio entre los dos asientos.</li> <li>- Necesidad de sitio dónde dejar el equipaje, las bolsas, etc.</li> </ul>
Solicitud de parada (búsqueda del timbre)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayor número de timbres, accesibles desde cualquier asiento.</li> </ul>
Preguntas al conductor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de información en los autobuses durante el trayecto.</li> </ul>
Búsqueda de la salida	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Facilitar que la salida esté despejada.</li> <li>- Delimitar la zona salida.</li> </ul>
Bajada del autobús	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colocación de una señal acústica/luminica.</li> <li>- Iluminación de la salida.</li> </ul>

### 3. Estudio observacional

Antes del estudio observacional se llevó a cabo una prueba piloto para validar las fichas de observación. Para lograr los objetivos específicos marcados en la fase 1, se han realizado

dos estudios observacionales sobre una muestra representativa de las líneas de autobús (interior, casco antiguo, radial, circular) en las ciudades de Valencia (autobuses de la EMT: líneas 6, 9, 18, 41, 62 y 64) y Zaragoza (autobuses Tuzsa: líneas Ci1, Ci2, 53, 31, 33 y 25). En ellos se anotaron las incidencias que tuvieron los pasajeros en el uso del autobús, documentándolas para caracterizarlas y relacionar posteriormente estas incidencias con los diferentes elementos de diseño del autobús. Las observaciones se realizaron durante una semana, tanto en el interior como el exterior de los autobuses (EMT Valencia y Tuzsa Zaragoza), anotando si se producía algún incidente cuando los pasajeros subían, bajaban, pasaban por el pasillo, pagaban, buscaban asiento, se levantaban, permanecían sentados y/o permanecían de pie.

Además, en el estudio de Zaragoza se instalaron en los autobuses de cada línea un sistema de medida (VC3000) con capacidad para registrar velocidad, aceleración, distancia de frenado y coeficiente de rozamiento equivalente durante la frenada. Se midieron las aceleraciones longitudinales y transversales del vehículo (Figuras 4a y 4b), permitiendo identificar

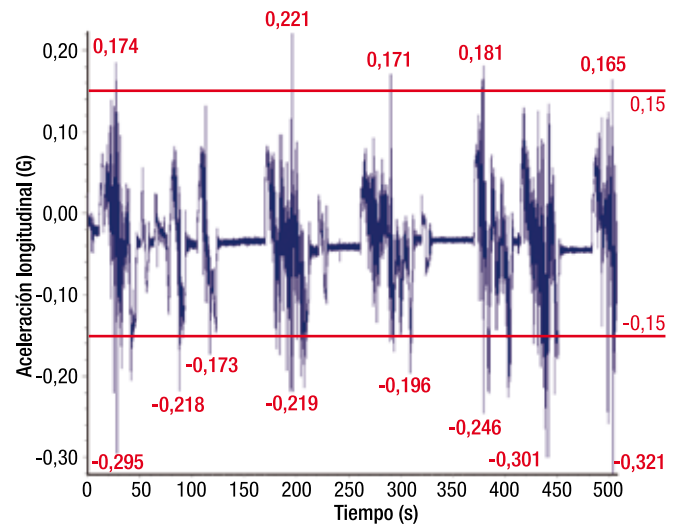


Figura 4a. Aceleración longitudinal de la línea Ci1 (Zaragoza): Tramo 1.

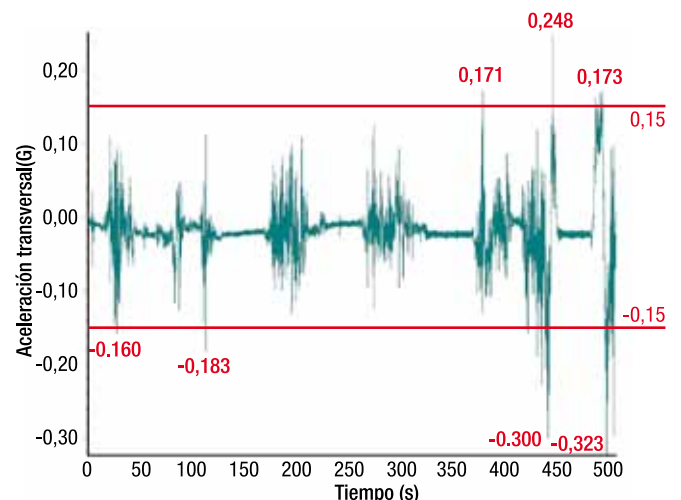


Figura 4b. Aceleración transversal de la línea Ci1 (Zaragoza): Tramo 1.

> aquellos instantes en los que el usuario podría ser susceptible de caerse (umbral de aceleración: 0.15 g) y relacionarlos con los incidentes que pudieran ocurrir en el autobús.

## CONCLUSIONES

Tras la realización del estudio se ha observado que la frecuencia de incidentes en la red metropolitana de autobuses de Zaragoza, al igual que en la de Valencia, es muy baja. Los incidentes que ocurren están ocasionados en su mayoría por aceleraciones o frenadas bruscas del autobús.

En el caso de las observaciones interiores sólo en el 1% de los casos ha ocurrido un incidente (23 de 2280), mientras que en el caso de las observaciones exteriores ha ocurrido algún incidente en un 0.73% de las bajadas y 0.23% de las subidas. Si bien la muestra registrada no es suficientemente representativa de la cantidad total de viajeros que utilizan la red de autobuses diariamente, ésta nos ha permitido obtener información de gran interés para avanzar en el desarrollo del proyecto.

Los incidentes registrados, tanto en interior como en exterior, han sido muy leves. En ningún caso ha habido lesiones o heridas importantes. De estos incidentes hay varios que se pueden relacionar directamente con elementos de diseño, tales como la anchura del pasillo, el espacio del asiento, la altura del escalón, los agarradores, el cierre de las puertas, etc.

La frecuencia de los incidentes ha permitido determinar las ubicaciones más conflictivas en la cabina interior (entrada/salida del autobús, entrada/salida de los asientos, pasillo central) que serán objeto de estudios en las siguientes fases para el desarrollo de nuevos sistemas de seguridad.

Con todo ello se ha observado que el conjunto de sujetos más susceptible de estar involucrado en un incidente es el de las personas mayores. Sin embargo, la gran mayoría de las personas mayores hacen uso de los asientos reservados y son muy precavidos; de hecho esperan a que el autobús esté completamente frenado para desplazarse y bajar del autobús.

## FASES POSTERIORES

En las siguientes fases del proyecto se desarrollarán los sistemas de asistencia a la conducción para la detección de personas y obstáculos a bajas velocidades, y se definirán los espacios en el interior del autobús introduciendo nuevos elementos que ayuden a prevenir las caídas de los usuarios vulnerables. A su vez, se desarrollarán nuevos sistemas de seguridad pasiva para el interior de los vehículos, especialmente adaptados a la ergonomía de los usuarios. Para ello se establecerán nuevos ensayos y protocolos de simulación que permitan evaluar la eficacia de los nuevos diseños y sistemas de seguridad desarrollados de una forma lo más representativa posible de las condiciones en las que se producen los accidentes y lesiones. El proyecto culminará con la integración de los diferentes sistemas de seguridad en un autobús de pruebas de Castrosua. ●

### AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a las empresas EMT Valencia y TUZSA por su colaboración en el estudio observacional.

Proyecto cofinanciado por el Ministerio de Economía y Competitividad a través del programa INNPACTO 2011, dentro de la línea instrumental de articulación e internacionalización del sistema, enmarcada en el Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011, y por la Unión Europea a través de los fondos FEDER.

El proyecto cuenta, además de con el IBV, con la participación de Castrosua, Centro Zaragoza, Cognitive Robots y la Universitat Politècnica de València a través del Instituto de Diseño y Fabricación.



Una manera de hacer Europa