



## Coches más accesibles. Una silla de ruedas como asiento de automóvil

Ricard Barberà i Guillem<sup>1</sup>, Helios de Rosario Martínez<sup>2</sup>, Ignacio Bermejo Bosch<sup>2</sup>, José S. Solaz Sanahuja<sup>1</sup>, Laura Martínez Gómez<sup>1</sup>, Alicia Piedrabuena Cuesta<sup>1</sup>, José Montero Vilela<sup>1</sup>, Carlos Chirivella Moreno<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Biomecánica (IBV)

<sup>2</sup> Grupo de Tecnología Sanitaria del IBV, CIBER de Bioingeniería, Biomateriales y Nanomedicina (CIBER-BBN)

El proyecto CARGO (FP7- SME -2010-1-261894) tenía como objetivo generar una solución que permitiese acceder a los vehículos utilitarios pequeños a personas con movilidad reducida de forma cómoda y autónoma. Para ello, se desarrolló una silla de ruedas, que se plegaba hasta poder encajarse en el espacio de un asiento de automóvil, y un mecanismo que recogía la silla con el usuario sentado y desplazaba el conjunto hasta el interior del mismo. Una de las partes más críticas fue el estudio y análisis de la trayectoria del movimiento de la silla de ruedas con el usuario desde el exterior del vehículo al interior y viceversa. La trayectoria debía asegurar que no se produjeran colisiones, un desplazamiento óptimo, y la posibilidad de adaptarse a diferentes plataformas y usuarios. Este artículo presenta los aspectos más destacados del estudio de trayectorias y colisiones.



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la mayoría de adaptaciones de acceso a vehículos para personas en silla de ruedas se basan en rampas, tablas de transferencia o brazos robóticos que únicamente acceden a la silla una vez el usuario está sentado dentro del automóvil. Estas soluciones obligan a adaptar automóviles de gran tamaño y de elevado precio, también exigen reducir el número de pasajeros que pueden viajar en el vehículo y, en muchas ocasiones, sólo son apropiadas para personas con gran autonomía.

Las limitaciones de las soluciones existentes motivaron el desarrollo del proyecto CARGO, que tenía como objetivo generar una solución que permitiese a usuarios de silla de ruedas el acceso a automóviles tipo sedán de forma autónoma y sin reducir su capacidad para transportar pasajeros.

Para alcanzar el objetivo planteado, en el proyecto CARGO se desarrollaron tres elementos principales: (1) sistema de anclaje a la carrocería, (2) mecanismo transportador para

la entrada y salida del vehículo de la silla de ruedas y el usuario, así como (3) una silla de ruedas plegable que permitiera ser utilizada como silla de ruedas eléctrica convencional y como asiento de automóvil.

En el proyecto CARGO participaron las empresas CONSTABLES (Reino Unido), Mess BVBA (Bélgica), HAPTE (Francia) y SALVIO BUSQUETS (España) y los centros tecnológicos HERI (Reino Unido) e IBV (España).

Una de las restricciones más importantes del desarrollo ha sido el uso del espacio en las maniobras de entrada y salida. Para salvar esta restricción era clave la definición de la trayectoria óptima que evitara colisiones entre el volumen formado por el usuario y la silla de ruedas y la cabina del automóvil. Entre otras actividades, el IBV lideró este trabajo, previo al desarrollo del mecanismo transportador adecuado.

Figura 1

Vista global del prototipo. En el momento de acceso (izquierda) y en posición anclado (derecha).





## DESARROLLO

El mecanismo transportador contaba con cinco grados de libertad, o posibilidades de movimiento, consistentes en: un desplazamiento en altura, tres tipos de desplazamientos longitudinales, una rotación y un balanceo. La figura 2 muestra estos seis movimientos e incluye la representación del volumen envolvente de un usuario.

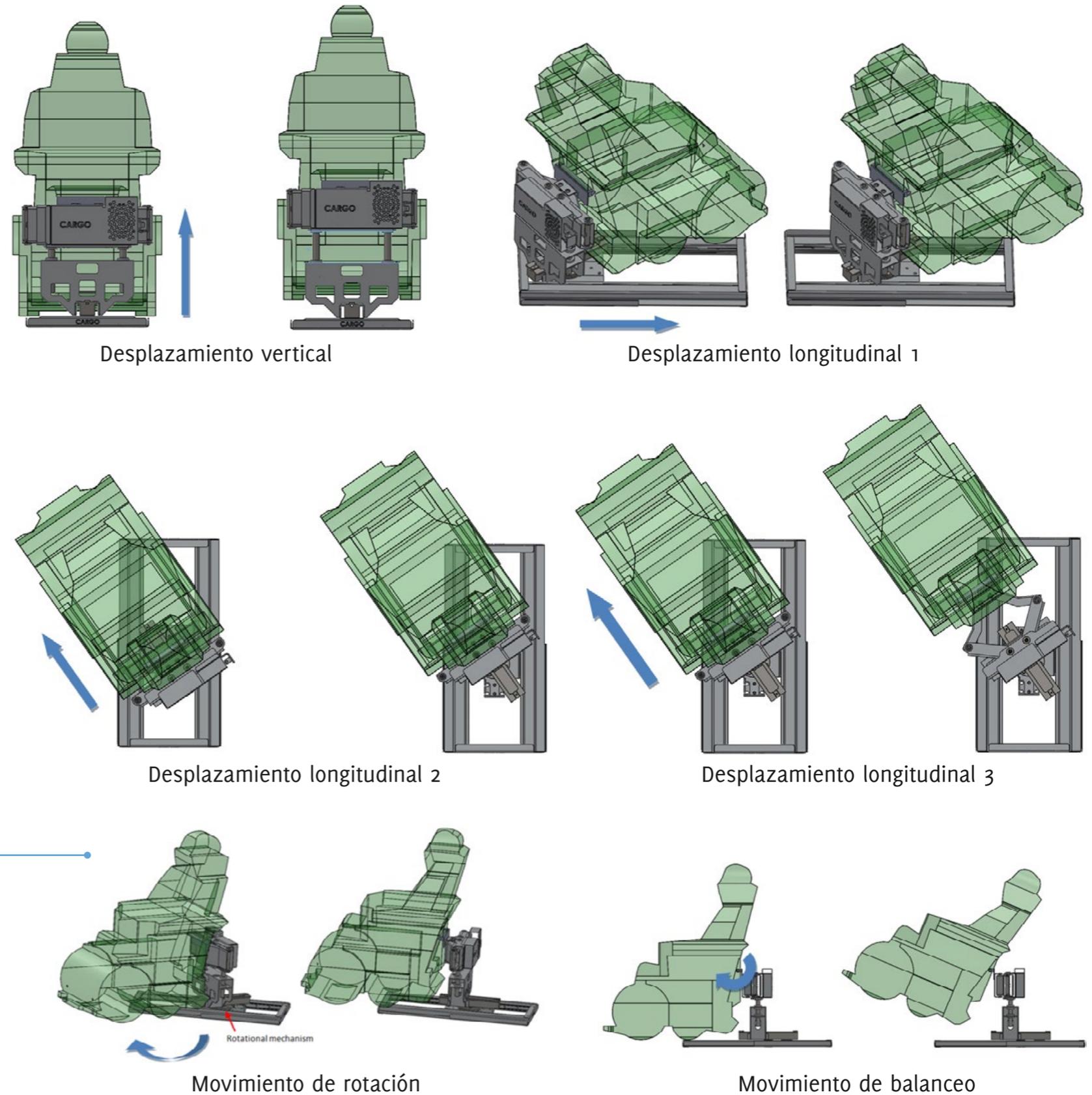


Figura 2  
Detalle de  
movimientos  
básicos del  
sistema.



Previo al cálculo de la trayectoria era necesario definir las necesidades de *packaging*, determinando el volumen combinado de usuario y silla de ruedas, así como el volumen del habitáculo del acompañante, con especial atención a los montantes y el salpicadero. La figura 3 muestra las medidas clave del conjunto usuario silla CARGO.



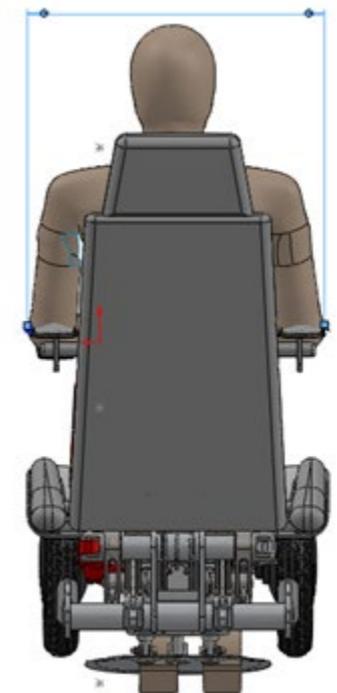
Altura máxima al punto de referencia



Distancia frontal a rodilla



Distancia frontal a parte delantera pies



Amplitud máxima de la silla de ruedas

Figura 3  
Medidas clave del  
conjunto usuario  
más silla de  
ruedas.



Para el desarrollo del proyecto se digitalizó la parte del automóvil correspondiente al acompañante del conductor de diez automóviles diferentes. Además, también se calculó el volumen de envolvente de la silla CARGO más el usuario.

El algoritmo desarrollado para el funcionamiento de los actuadores se basaba en órdenes incrementales con com-

binación de las diferentes estrategias de rotación, balanceo y desplazamiento. No se pasaba al movimiento siguiente si podían producirse colisiones. La figura 4 muestra el movimiento de balanceo para salir del habitáculo del vehículo y superar así la altura superior del marco de la puerta.

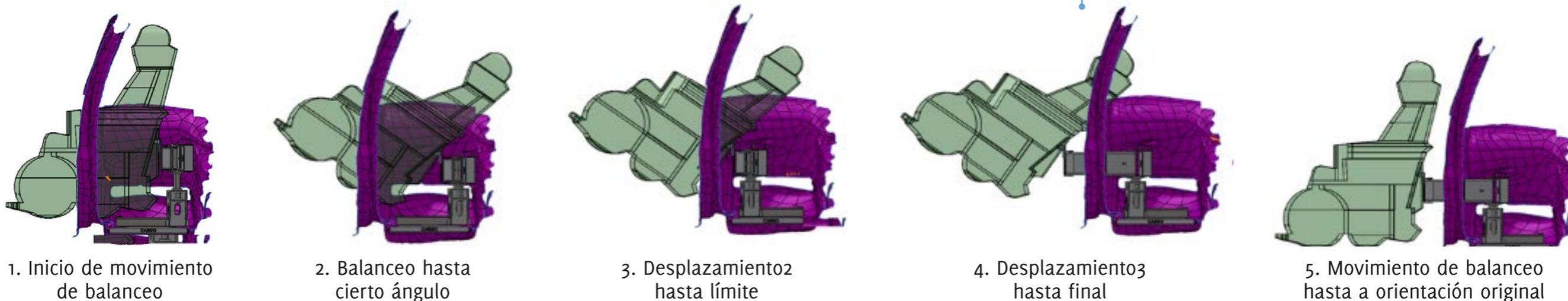


Figura 4

Vista lateral del movimiento de balanceo para reducir la altura del conjunto y permitir la salida por el marco de la puerta.



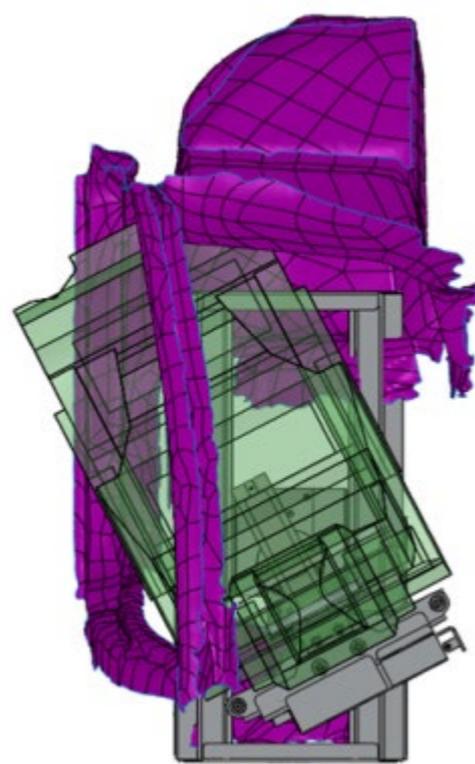
Finalmente la figura 5 muestra cómo se produce la rotación combinada con traslación en el interior del vehículo para pasar de la postura sentada en el coche a la posición de inicio de traspasar la puerta.

Figura 5

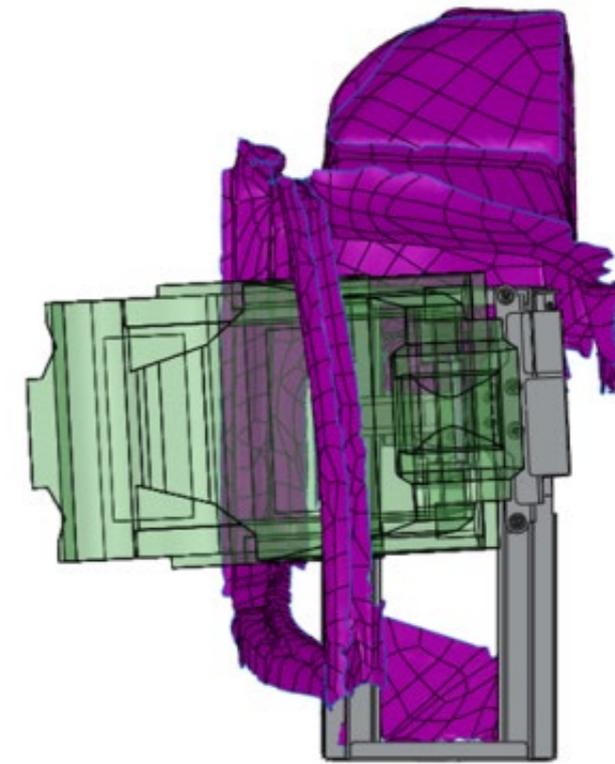
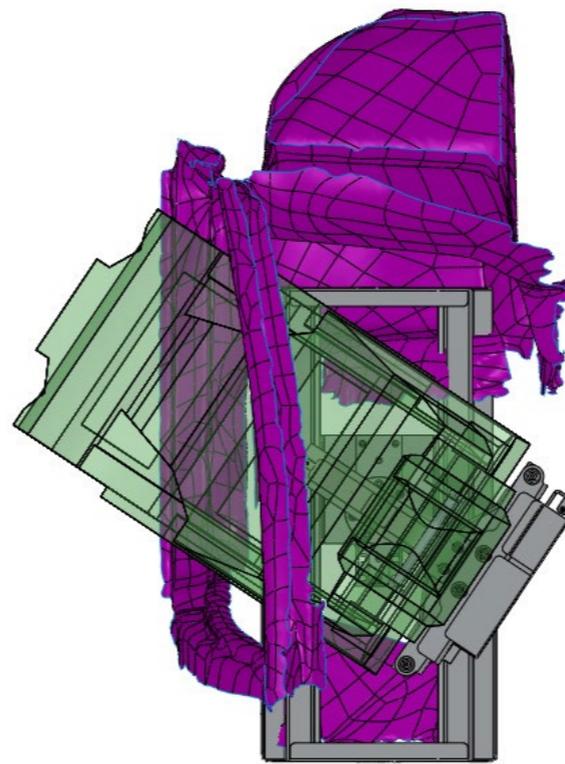
Vista superior del movimiento de rotación y desplazamiento para acercarse de la posición de fijación del asiento a la posición de inicio de maniobra de traspasar la puerta.



Posición inicial del movimiento de rotación + desplazamiento



Posiciones intermedias del movimiento de rotación + desplazamiento

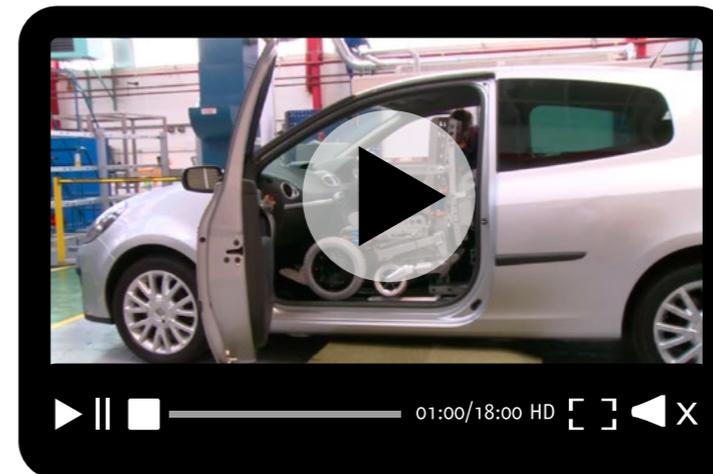


Posición final del movimiento de rotación + desplazamiento



## CONCLUSIONES

El IBV ha dado solución a uno de los elementos claves del problema mediante el análisis de trayectorias, compatibilidad volumétrica y desarrollo de los algoritmos necesarios. El proyecto finalizó con la instalación de un prototipo del sistema CARGO en un Renault Clio que puede visionarse en el vídeo adjunto.



### Agradecimientos

Este proyecto ha recibido financiación del Séptimo Programa Marco de investigación, desarrollo tecnológico y demostración de la Unión Europea a través del contrato nº (FP7-SME-2010-1-261894).

