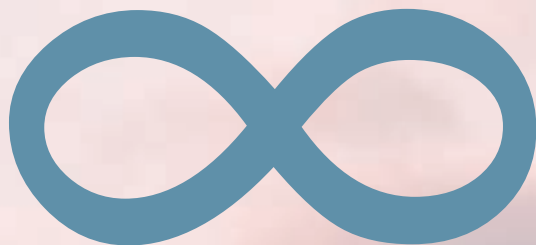


El proyecto Hyperloop en España



Llega el tren del futuro



► Tubo proyectado por Zeleros.

Ultra rápido, ecológico y silencioso: así será el tren de alta velocidad del futuro. Se trata de Hyperloop, la cápsula que se desplazará, ajena al rozamiento, dentro de tubos a baja presión y a una velocidad de hasta 1.200 kilómetros por hora - dos o tres veces más rápido que el tren más veloz -. Una cifra sólo posible gracias a la ausencia de resistencia aerodinámica, la mayor rémora de los objetos en movimiento.



► Detalle del prototipo de TransPod Hyperloop.

La nueva tecnología ha sido ideada por el fundador de Tesla y SpaceX, Elon Musk, que la dio a conocer en 2013 refiriéndose a ella como "el quinto medio de transporte". Desde que Musk presentó un primer estudio que planteaba una ruta entre Los Ángeles y la Bahía de San Francisco - 550 km -, que podría realizarse en sólo 35 minutos, se ha convertido en un proyecto de largo recorrido en cuyo desarrollo intervienen numerosos equipos interdisciplinarios que debaten distintas propuestas y diseños.

Ha transcurrido poco tiempo desde entonces pero ya hay en marcha todo un plan en el que participan compañías de los cinco continentes y en el que los investigadores pueden participar libremente gracias

a que Musk decidió que Hyperloop fuese un proyecto de hardware abierto - similar al concepto del código abierto del software, pero en el mundo del hardware -, en el cual cualquier compañía puede acceder a los diseños que otras empresas están realizando y trabajar sobre ellos para mejorarlos. Además, desde las compañías de Musk se han promovido concursos para que empresas, ingenieros y estudiantes propongan sus modelos de cápsulas y de los sistemas que habrán de moverlas con el fin de mejorar al máximo la tecnología de Hyperloop.

El Ministerio de Fomento, a través del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF), en sintonía con sus políticas encaminadas a la mejora de los sistemas de transporte y la eficiencia ener-



► Tubo TransPod Hyperloop



Zeleros

► Interior del prototipo de Zeleros.

gética, ha puesto interés en este proyecto de tecnología punta y participará en el proceso de puesta en marcha del nuevo sistema, mediante el Protocolo General de Actuación, firmado en agosto de 2018 por Isabel Pardo de Vera, presidenta ADIF y Rob Lloyd, el CEO de la estadounidense Virgin Hyperloop One, una de las compañías que trabajan en el desarrollo del nuevo modo de transporte. En el acuerdo, ambas partes se han comprometido a instalar el Centro de Pruebas y Desarrollo de Hyperloop One en España utilizando para ello la nave de experimentación que ADIF tiene en Bobadilla (Málaga) y a la implantación en él de una plataforma de innovación de alta tecnología para desarrollar, probar y validar los componentes de este sistema.

La inversión prevista por parte de la compañía americana es de unos 500 millones de dólares, supeeditada a obtener 126 millones de euros procedentes de ayudas públicas a I+D+i. La nave que ADIF pondrá a disposición del proyecto cuenta con una superficie suficiente para acoger una zona de fabricación y un espacio dedicado a equipos de pruebas de hardware, en total más de 19.000 m2.

Conllevará innovación en técnicas de levitación magnética, seguridad en túneles, resistencia de materiales, electrónica, y en telecomunicaciones y telemática.

A día de hoy, Hyperloop se encuentra en pleno desarrollo, tanto en el diseño y fabricación de las cápsulas como en lo referente a la definición de la estructura tubular por la que discurrirán. Una estructura que se plantea construir sobre pilares o bajo tierra, lo que aportará tres ventajas: ausencia de cruces a nivel (uno de los principales riesgos del transporte ferroviario); inmunidad total frente inclemencias meteorológicas y un bajísimo impacto medioambiental, dado que será mínimamente invasivo con el entorno.

Ecológico y seguro

El concepto de Hyperloop está a medio camino entre el tren de pasajeros y el sistema de tubos neumáticos utilizado desde principios del siglo XIX en muchas ciudades para trasladar documentos y pequeños paquetes dentro de un edificio. Los do-



TransPod

cumentos son impulsados por aire a presión mientras se hace el vacío por delante de ellos, sistema aun hoy utilizado en centros comerciales, hospitales o centrales de correos para el mismo fin.

El sistema de impulsión esta vez se hará, a gran escala, mediante motores lineales de inducción localizados a lo largo del tubo. Una de las ventajas será que sólo requiere energía - bien sea solar, eólica

u otros sistemas alternativos instalados en su misma estructura - para una parte de la vía ya que puede extraerla de las fuentes disponibles a lo largo de la ruta, libre por tanto de emisiones directas de carbono.

La seguridad y la confortabilidad de los pasajeros es uno de los objetivos prioritarios para evitar algunos de los problemas planteados, a saber: los

► Infraestructura de TransPod Hyperloop.



altos niveles de ruido en el interior debido al aire comprimido y conducido alrededor de la cápsula a velocidades casi ultrasónicas; la posible existencia de vibración en el interior; o la posibilidad de que el terreno pueda desplazarse provocando sacudidas o mayores vibraciones. En materia de seguridad se están probando múltiples técnicas para provocar un frenado inmediato del vehículo en caso de emergencia, y para dotar a las cápsulas con un conjunto

de sistemas de soporte vital y también con capacidad para volver a presurizar el tubo si fuera necesario. En caso de despresurización, cada cápsula se autogestionaría para llevar a los viajeros al punto de evacuación más cercano, ya que disponen de ruedas para transportarse.

Visión de futuro

Entre las compañías empeñadas en el desarrollo de este proyecto, además de las empresas de Elon Musk (Tesla, SpaceX y The Boring Company), están las estadounidenses Virgin Hyperloop One, Hyperloop Transportation Technologies (HTT) y Arrivo; la canadiense TransPod, la española Zeleros, la india DGWHyperloop, o la holandesa Hardt Global Mobility. Tesla está desarrollando las cápsulas que se están probando en las instalaciones de SpaceX, y The Boring Company está dedicada a construir los túneles por los que discurrirán aquellas. Paralelamente, Virgin Hyperloop One, HTT y TransPod aceleran para liderar esta carrera hacia el futuro.

Virgin Hyperloop One, en la que trabajan cerca de 300 empleados, tiene su sede en el Campus de Innovación en Los Ángeles y su campo de pruebas en el parque industrial Apex North Las Vegas (Nevada). Tras construir su prototipo de cápsula y de estructura tubular, actualmente está trabajando con gobiernos e inversionistas de todo el mundo para establecer acuerdos comerciales que hagan realidad su sistema Hyperloop One. Su primer ensayo en vivo se realizó en 2016, demostrando que su motor eléctrico lineal podía propulsar un trineo de 0 a 177 Km por hora en poco más de un segundo. Entre sus objetivos está el de estudiar con distintos organismos de todo el mundo rutas potenciales y avanzar en los primeros proyectos. Entre los países con los contactos más avanzados está Estados Unidos, Arabia Saudí, Emiratos Árabes Unidos e India (en este país han anunciado que prevén finalizar su primera línea en 2026), y en Europa también ha habido reuniones de trabajo de alto nivel con los gobiernos de Finlandia y Países Bajos, Rusia y Suiza.

Por su parte, HTT fundada en Playa Vista (California) y con laboratorio en Toulouse (Francia), también cuenta con un prototipo de cápsula de pasajeros y tiene en marcha un pequeño circuito en Quay Valley, cerca de Nevada, y están en marcha, en Francia, sus dos primeras pistas para probarlo que espera esté listo en cinco años. Más de 800 in-



▶ Trabajos en talleres del tubo Hyperloop One.



▶ Prototipo de Virgin Hyperloop One.



▶ Trabajos de ensamblaje del tubo Hyperloop One.



▶ Interior del tubo Virgin Hyperloop One.



▶ Prototipo de Virgin Hyperloop One entrando en tubo.

investigadores, pertenecientes a entidades de todo el mundo, colaboran en HTT a través de teleconferencias periódicas en las que se plantean propuestas y soluciones a los problemas que presenta el proyecto. Recientemente, Hypertube, el instituto coreano de investigación del ferrocarril, ha decidido aliarse con HTT para culminar su objetivo: el tren supersónico coreano con una velocidad de 1.000 Km/h que conectaría Busan y Seúl, y para el que ya cuenta con un prototipo.

Tecnología española

La primera cápsula, a tamaño real (32 metros de longitud, cinco toneladas de peso, con capacidad para unos 40 viajeros, y con un diseño ultra aerodinámico) denominada HyperloopTT, ha sido fabricada por la firma aeroespacial Carbures (ahora Airtificial tras su fusión con Inypsa) para HTT, y fue presentada en Cádiz en octubre de 2018. El 90% de la cápsula está hecha de un material creado al efecto con un compuesto de doble capa a base de fibra de carbono, ocho veces más resistente que el aluminio. El siguiente paso se produce en Toulouse (Francia), donde se ensamblan las piezas de su interior y continúa el proceso constructivo.

En la actualidad, Airtificial trabaja en la segunda cápsula prototipo para HTT. Tras la construcción del prototipo de tubo instalado en Toulouse, de 630 metros de longitud, la compañía ha recibido también el encargo de construir un tramo de tubo de 5 Km de longitud con multitud de sensores que monitorizarán en todo momento el comportamiento del vehículo. Su destino final será Abu Dhabi, primera parada de la ruta que se planea para unir la capital de Emiratos Árabes Unidos con la cercana Dubái, separadas por 140 kilómetros que se podrán recorrer con el nuevo tren en unos 12 minutos.

► Tubo diseñado por TransPod Hyperloop.



TransPod

España también está presente a través de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV). Dos equipos de investigadores españoles han participado en el concurso lanzado por Elon Musk para desarrollar prototipos: Gaia, de la Fundación Universidad-Empresa e Hyperloop UPV. Este último equipo obtuvo en 2016 el premio al Mejor Diseño de Concepto y al Mejor Subsistema de Propulsión/Compresión y consiguieron ser uno de los tres únicos europeos que recibieron un premio en el concurso en el que compitieron con más de 130 equipos. Además, Hyperloop UPV participó en

las competiciones de fabricación del primer prototipo Hyperloop de España, el Atlantic II, que fue presentado en Los Ángeles en 2017, y ese mismo año la UPV inauguró el primer tubo de pruebas en España para hacer ensayos en estático y en julio de 2018, mostró su segundo prototipo español, el Valentia, también en Los Ángeles.

Paralelamente, los equipos universitarios españoles fundadores del equipo Hyperloop UPV crearon en 2016 la compañía Zeleros, con el objetivo de llevar a cabo su propio sistema Hyperloop a nivel

TransPod



► Diseño de estación de TransPod.

Una ubicación estratégica

El proyecto de crear en España un Centro de Pruebas y Desarrollo I+D para el desarrollo de Hyperloop One, supone una plataforma extraordinaria para la alta tecnología en nuestro país que ya ha sido elegido por la compañía americana Virgin Hyperloop One –atendiendo al liderazgo español en materia de transporte de alta velocidad y a la probada experiencia en ingeniería de infraestructuras de ADIF– para el desarrollo y la fabricación de los prototipos comerciales de su proyecto.

Sus responsables lo han afirmado: España es líder en el sector del transporte, por lo que supone un lugar ideal para albergar un centro de I+D como éste. Opera la segunda infraestructura ferroviaria de alta velocidad más larga del mundo; es el segundo mayor fabricante de automóviles y cuenta con el quinto sector aeroespacial más grande de Europa. Además, la región andaluza tiene un excelente ecosistema y una amplia base de talento altamente cualificado. Con más de 9.000 empresas en transporte y logística, el segundo clúster aeroespacial más grande de España en Andalucía que cuenta con 20.000 empleados en I + D, se está posicionando como un polo para los sectores del transporte y aeroespacial a nivel global.

Además de las acciones previstas en el Protocolo firmado entre ADIF y Virgin Hyperloop One, el Centro de Pruebas también prevé albergar los trabajos para el desarrollo y validación de componentes del sistema que se tiene la intención de que permanezca en España dando soporte a las operaciones, el mantenimiento y la expansión internacional del sistema actualmente en desarrollo.

Estamos, además, ante una ubicación estratégica, dado que permitirá aprovechar las sinergias derivadas del cercano Centro de Tecnologías Ferroviarias (CTF) del municipio malagueño de Campanillas, que acoge a The Railway Innovation Hub, del que forman parte 60 empresas relacionadas con la industria ferroviaria, con el objetivo común de impulsar la tecnología e innovación del sector a nivel internacional.

Por otra parte, la instalación del Centro de pruebas en España dará lugar a importantes oportunidades comerciales de alto valor e impulsará el crecimiento económico en la región. En el ámbito del empleo, se calcula que facilitará la generación de 250 puestos de trabajo directos y de alta cualificación en los próximos cinco años, y de centenares de puestos indirectos mediante la creación del ecosistema necesario para la fabricación de sistemas Hyperloop a nivel mundial.

Las partes que han rubricado el protocolo colaborarán para la implantación de este ecosistema que permitirá a las empresas exportar sus habilidades y productos a otros países donde se comercializan los proyectos de Virgin Hyperloop One.

comercial, y que actualmente trabaja en la primera pista de pruebas a escala media, con una longitud de 2 kilómetros, situada en Parc Sagunt (Valencia), en la que realizará las primeras pruebas dinámicas de su sistema de transporte. Además, plantea la creación de una pista de pruebas a escala real que pueda ser utilizada por las diferentes empresas europeas con el objetivo, no sólo de probar el funcionamiento y seguridad de los vehículos, sino también para establecer un estándar común que evite problemas

como los ocurridos en el ferrocarril por los diferentes anchos de vía. Ya se han realizado pruebas en Nevada, donde se alcanzaron velocidades cercanas a los 440 km/h, esperan testear su tecnología este mismo año y aproximadamente en cinco años (dependiendo de la regulación de cada país) se pueda ver el Hyperloop español en funcionamiento. Por otra parte, Renfe ha seleccionado a Zeleros, en el marco del programa de aceleración de 'startups' que tiene en marcha junto con Telefónica.

► Tubo sobre pilares de TransPod Hyperloop en Highway 401, Alberta (Canadá).



TransPod

Acelerando en la misma carrera hacia el futuro del transporte mundial, también está la canadiense TransPod que diseña su propio sistema Hyperloop y que difiere de otras propuestas, por ejemplo, en que propone campos electromagnéticos móviles para impulsar las cabinas, similares a un avión sin alas, con levitación estable desde la superficie inferior, en lugar de aire comprimido. Esta compañía con sede en Toronto plantea una plataforma de pruebas cerca de Limoges (Francia) y está estudiando posibles rutas como la estudiada entre Toronto y Montreal, 550 Km unidos actualmente por la Highway 401, la carretera más congestionada de Norteamérica. Su diseño a gran escala ya fue presentado en 2016 en el InnoTrans Rail Show de Berlín. También planea construir un centro de desarrollo e innovación en Bari, al sur de Italia, donde se encuentra su inversionista número uno, y busca emplazamientos en Francia y Canadá a fin de desarrollar su prototipo a tamaño real para 2021.

La otra compañía estadounidense empeñada en el mismo objetivo de construir un tren ultra rápido, es

Arrivo, fundada en Los Ángeles en 2017. Su propuesta plantea cápsulas que se muevan en un tubo sellado a baja presión, casi vacío, con una tecnología que se acerca más a la levitación magnética. El año pasado presentó un proyecto para construir una ruta hasta el Aeropuerto Internacional de Denver.

Por su parte, India participa a través de DGWHyperloop, una pequeña compañía, fundada en 2015, que actualmente trabaja en la creación de un corredor entre Dehli y Mumbai llamado Delhi Mumbai Hyperloop Corridor (DMHC), a la vez que busca alianzas gubernamentales y comerciales para desarrollar sus investigaciones.

Y de vuelta a Europa, Hardt Global Mobility es la empresa holandesa que se ha sumado a la carrera por el quinto medio de transporte, creada en 2016 por miembros del equipo TU Delft Hyperloop que ganó el SpaceX Pod Competition. Actualmente la empresa está desarrollando un centro para probar Hyperloop a escala completa en Delft, Holanda.

Julia Sola Landero