

Vehículos Autónomos y el Rol del Sector Público

***Sandbox* regulatorio: Guía para formuladores de política en América Latina y el Caribe**



BID

Banco Interamericano
de Desarrollo

Banco Interamericano de Desarrollo
2021

Autores

Paola Rodríguez
Agustina Calatayud
Alex Riobó

Colaboraciones

Oliverio Álvarez, Deloitte
Daniel Navarrete, Deloitte
Rubén López, Deloitte
Santiago Cardona, Deloitte

Contacto

bidtransporte@iadb.org

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2021 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

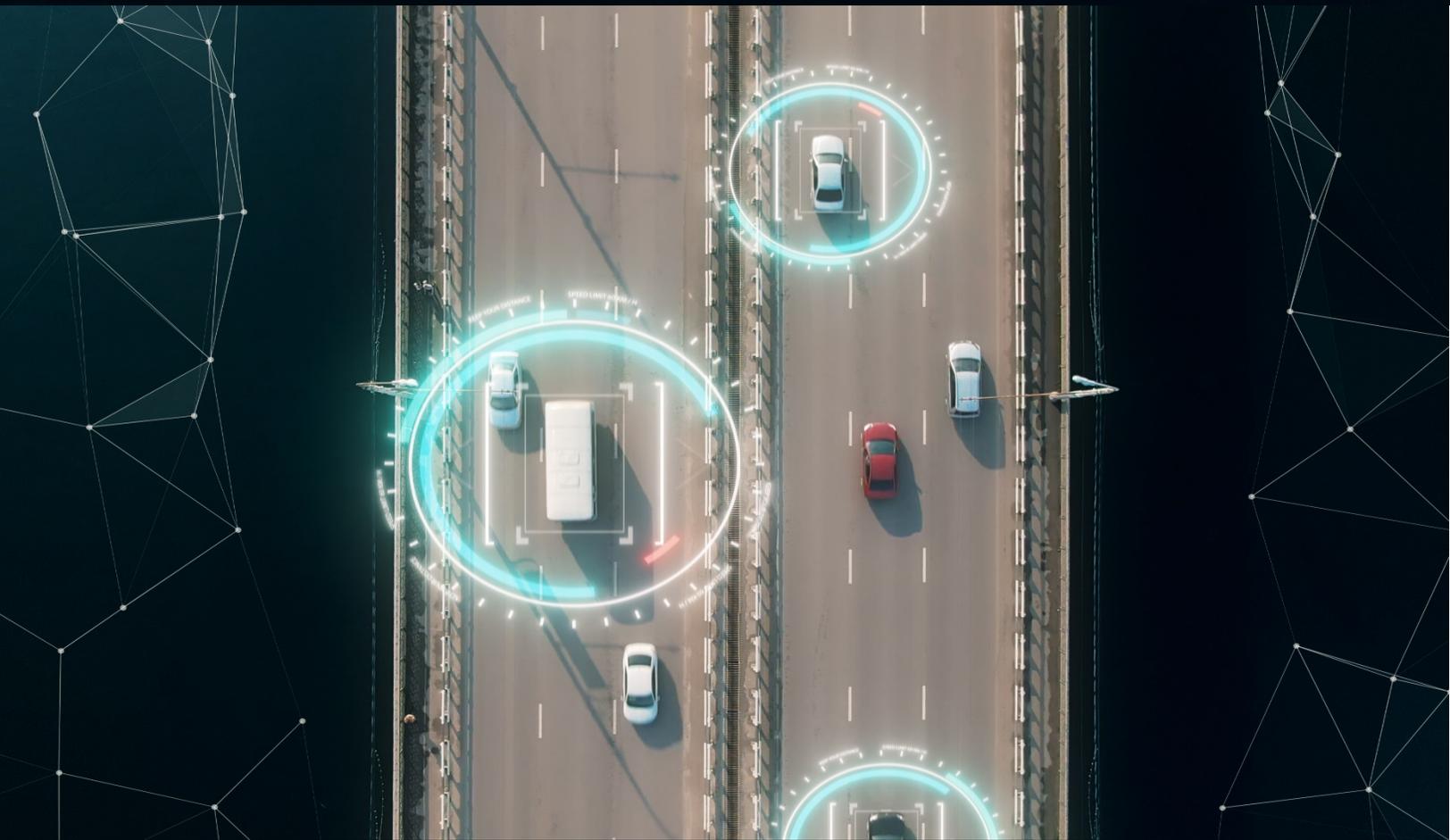
Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Contactos BID: paolarod@iadb.org, mcalatayud@iadb.org, jairori@iadb.org.
Fuente imagen portada: Adobe Stock

Índice

1. Sandbox regulatorio	1
2. Benchmark Internacional	3
3. Guía para el <i>sandbox</i>	14
I. Delimitación del ámbito de aplicación	15
II. Requisitos para las organizaciones solicitantes	20
III. Requisitos para los vehículos y conductores	22
IV. Procedimientos administrativos	24
V. Plan de comunicación y <i>reporting</i>	25
4. Pasos complementarios	26
5. Caso de estudio: California	29
6. Anexos	31
7. Bibliografía	41



El futuro de la movilidad ya se encuentra en la región



Colombia. Fuente: Reuters



Brasil. Fuente: Volvo

¿Están preparadas nuestras instituciones y regulaciones?

¿Cómo generar marcos regulatorios flexibles para promover la innovación en entornos seguros?



Chile. Fuente: BID

Introducción

El sector transporte se encuentra actualmente en una etapa de grandes cambios tecnológicos, con avances en materia de electrificación, digitalización y automatización, entre otros. Unido al progreso en el área de telecomunicaciones, *Big Data* e inteligencia artificial (IA), la automatización en la conducción de vehículos ha ganado interés no solo por parte de la industria automotriz sino también por las empresas tecnológicas y de movilidad compartida. Desde el punto de vista de la planificación urbana, el desarrollo del vehículo autónomo podría proporcionar numerosos beneficios, incluyendo la liberación de espacio público para fines recreativos -debido a la menor necesidad de parqueo-, la reducción de siniestros viales y la mejor sincronización y gestión del tráfico.

Sin embargo, dado el estado embrionario en el despliegue de la tecnología, estos potenciales beneficios aún no se encuentran del todo probados en la realidad. Asimismo, existe una serie de riesgos asociados al vehículo autónomo, que requieren del accionar de los reguladores para su mitigación. En particular, se requiere del diseño de un marco regulador que reduzca las barreras de entrada y fomente la innovación en el sector, al tiempo que garantice una implementación tecnológica con adecuados grados de seguridad, confiabilidad y funcionalidad. A su vez, este marco regulatorio debe ser lo suficientemente flexible para adaptarse a medida que evoluciona la tecnología.

Mientras la investigación, testeos y debate público en temas de vehículos autónomos se ha multiplicado en los países avanzados, los países de América Latina y el Caribe (ALC) se encuentran muy rezagados en todos estos ámbitos. Como muestra de ello, la conversación en las redes sociales sobre vehículo autónomo es 18 veces menor en ALC respecto a los valores a nivel global (BID, 2020). Por su parte, los testeos se reducen a unas pocas experiencias aisladas, al tiempo que no existe actualmente regulación que tenga en cuenta el potencial despliegue de esta tecnología.

Con el fin de contribuir a cerrar esta brecha, este documento identifica las prácticas más habituales y lecciones aprendidas en diez países líderes a nivel mundial, para guiar las iniciativas que se realicen en la región. El enfoque que se ha identificado mayoritariamente en esta muestra de geografías ha sido el de *sandbox* regulatorio, o espacios de pruebas, conforme al cual se van desarrollando pruebas mientras la tecnología madura, creando entornos seguros y que permitan la innovación. Así, en este documento se presenta una serie de criterios generales para implementar *sandboxes* regulatorios de despliegue de vehículos autónomos en ALC.

Estos criterios incluyen los relacionados con la realización de pruebas (procedimiento de autorización, desarrollo de las pruebas, localización, obligaciones de información, etc.), la integración con la regulación existente sobre movilidad, y la actualización de las capacidades institucionales -tanto en recursos humanos como monetarios- del sector. Adicionalmente, en la medida en que la tecnología del vehículo autónomo está muy relacionada con otros ámbitos ajenos al sector de transporte (red de telecomunicaciones 5G, internet de las cosas, ciberseguridad, etc.), resulta esencial que la regulación se desarrolle desde una aproximación global y coordinada entre los diferentes sectores y agentes implicados.

Este documento está organizado en cinco capítulos. En el primero se define el concepto de *sandbox* regulatorio. Luego se presenta un *benchmark* de experiencias internacionales acerca de la regulación del vehículo autónomo. Sobre esta base, en el tercer y cuarto capítulo se establece una hoja de ruta para la implementación de un *sandbox* regulatorio que incentive el despliegue de esta tecnología. Finalmente, se incluye el ejemplo de California como caso práctico de dicha implementación.

Los autores agradecen la colaboración de Oliverio Álvarez, Daniel Navarrete, Rubén López y Santiago Cardona (Deloitte), así como los comentarios recibidos de Paula Cruz (Banco Interamericano de Desarrollo, BID) y de los representantes de las instituciones colombianas que participaron en el taller de regulación de vehículos autónomos, organizado por el BID en marzo de 2020.

1 **Sandbox regulatorio**

Los beneficios asociados a los vehículos autónomos pueden tener un impacto transformacional en el sector, contribuyendo a un transporte más eficiente, inclusivo y sostenible (BID, 2020; BKC, 2018). Sin embargo, estos cambios no están exentos de riesgos para la economía y las sociedades, como lo son el aumento de la congestión, el cambio modal del transporte público y modos activos hacia vehículos privados, la aceleración de la expansión urbana, nuevos escenarios de accidentes de tráfico e, incluso, la pérdida de empleos por la introducción de esta tecnología (BID, 2020; Deloitte, 2018). En este contexto, el sector público deberá jugar un rol clave en la maximización de los beneficios y la gestión de los riesgos en términos de eficiencia, seguridad, sostenibilidad y empleo de esta tecnología, que ocupa un lugar central en la Cuarta Revolución Industrial¹ (Pernas, et al., 2019; BKC, 2018).

Los reguladores de numerosos países avanzados están preparando sus marcos regulatorios para fomentar la innovación y las oportunidades de negocio asociadas al despliegue de la automatización vehicular², garantizando a su vez la seguridad en el uso de esta tecnología (US DOT, 2018). Para tal fin, se han puesto en marcha al menos cuatro tipos de acciones: (i) desarrollo de guías para certificación y testeado de vehículos autónomos; (ii) identificación de requerimientos en materia de seguridad en la operación; (iii) evaluación del estado de la infraestructura y mejora de su conectividad y digitalización; y (iv) alianzas con los sectores privado y académico y *sandboxes* regulatorios –tema principal de este documento– (BID, 2020).

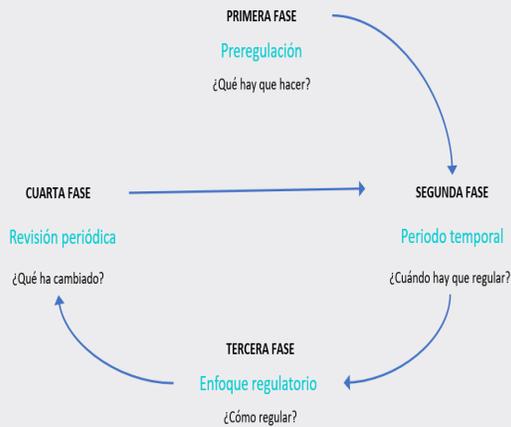
En la mayoría de los países, el modelo de regulación tradicional, basado en normas complejas, fragmentadas, con aversión al riesgo y con larga duración del ciclo regulatorio, no se adapta a los nuevos modelos de negocio disruptivos –entre los que se encuentra el vehículo autónomo–, hecho que supone un verdadero desafío para los formuladores de política. Para superar estas barreras, la regulación del vehículo autónomo en países desarrollados ha seguido un esquema de *sandbox* regulatorio. Los *sandboxes* son espacios técnicos, físicos y legales de experimentación flexibles para promover la innovación dentro de un entorno seguro con una regulación más laxa, y minimizando el riesgo hacia los consumidores finales y el resto del sistema (BID, 2020).

La **Figura I** resume el método de acción general que suelen emplear los reguladores alrededor del mundo para la elaboración de un *sandbox* regulatorio relacionado con nuevas tecnologías. En primer lugar, se identifica el problema y se plantea cuál es el concepto a regular. En segundo lugar, se establece el margen temporal del que se dispone para regular la tecnología o concepto, lo que se denomina ‘período temporal’. A continuación, se elabora el enfoque regulatorio, lo cual suele depender de las particularidades del país. Por último, una vez establecida la regulación aplicable a la tecnología, se comprueba que está teniendo el impacto considerado inicialmente, con el objetivo último de contar con una regulación completa, que permita cubrir todos los riesgos y dificultades que la tecnología plantea.

¹ La Cuarta Revolución Industrial combina técnicas avanzadas de producción y operaciones, con tecnologías inteligentes que se integrarán en las organizaciones, las personas y los activos. Esta revolución está caracterizada por la aparición de tecnologías como inteligencia artificial (IA), Internet de las Cosas (IoT), computación en la nube, robótica, tecnologías cognitivas, etc. (Deloitte, 2021).

² Proyecciones optimistas sugieren que los vehículos autónomos representarán el 50% de las ventas de vehículos entre 2030 y 2050 (BID, 2020).

Figura I. Método resumido de regulación



Fuente imagen: Bangkok Bank INNOHUB, 2018

El objetivo de este documento es exponer una serie de criterios generales para fomentar el uso de *sandboxes* regulatorios o espacios de pruebas, para la implementación del vehículo autónomo en distintos marcos regulatorios en América Latina y el Caribe (ALC)³. Ello con el fin de aumentar el conocimiento y explorar los riesgos y los beneficios de su aplicación a la realidad de la región. Estos mecanismos de aprendizaje y adopción temprana de tecnologías son clave para promover la coordinación con los sectores privado y académico, para avanzar en la investigación, desarrollo, testeo y correcta implementación de esta tecnología, al tiempo que fortalecer las capacidades institucionales y tecnológicas del regulador. La **Figura II** resume las principales ventajas del *sandbox* regulatorio (FCA, 2017).

1 Mayor flexibilidad	Reducen el tiempo y el costo de probar ideas innovadoras y cuantificar su impacto en la sociedad
2 Ayuda a la financiación	Mayor facilidad para obtener financiación para el desarrollo y prueba de proyectos
3 Pruebas de mercado y producto	Permite que las empresas validen o rechacen sus planes de negocio, así como las diferentes formas de acercarse al público
4 Prueba de viabilidad tecnológica	Las compañías pueden supervisar la respuesta de sus sistemas frente a diferentes amenazas, como la ciberseguridad
5 Medidas de seguridad	Se pueden establecer garantías a pequeña escala, así como controlar y mitigar los riesgos en mejor medida
6 Mayor facilidad para compartir Información	Ayuda a controlar los riesgos asociados al <i>data-sharing</i> , un concepto de gran relevancia para los reguladores actuales

³ Expertos anticipan que en ALC los vehículos autónomos estarán disponibles para su compra alrededor de 2030, en 2040 la flota podría alcanzar un 25% del total vehicular y hacia 2065 llegaría al 100% de la flota (Calatayud, et al., 2020).

2 Benchmark Internacional

Esta sección analiza los marcos regulatorios desarrollados en una muestra de países líderes en el área de vehículos autónomos, identificando prácticas de éxito que incentivan la inversión, mediante la eliminación de barreras a la innovación, y garantizan la seguridad en el despliegue de la tecnología. Para ilustrar el grado de avance regulatorio de cada caso seleccionado, se menciona su posición (#) en el pilar de Política y Legislación del Índice de Preparación de Vehículos Autónomos 2020 de KPMG, el cual considera aspectos como: regulación del vehículo, pilotos financiados por el gobierno, existencia de agencias enfocadas a la tecnología, orientación del gobierno hacia el futuro y su disposición al cambio, eficiencia del sistema legal con regulaciones desafiantes, y entorno adecuado para el intercambio de datos (KPMG, 2020).

Figura III. Países y estados federales elegidos como referentes en regulación



-  **Singapur "SGP" (#1)** ha asumido el liderazgo en el establecimiento de un marco regulatorio sobre vehículos autónomos y cuenta con un importante nivel de adaptación de sus infraestructuras viales a la penetración de este tipo de vehículos. La adopción de la tecnología se enfoca principalmente en transporte público y de carga.
-  **Reino Unido "GBR" (#2)** tiene flexibilidad en su marco regulatorio y cuenta con una visión estratégica adoptada por los organismos gubernamentales, en colaboración con la industria automovilística, expertos académicos y reguladores.
-  **Países Bajos "NLD" (#3)** ha tenido éxito en los *sandboxes* regulatorios realizados, los cuales han permitido un desarrollo y afinamiento gradual del marco regulatorio para la prueba de vehículos autónomos, sobre la base de las pruebas realizadas en la vía pública.
-  **Estados Unidos "USA" (#6)** ha logrado un avanzado grado de madurez regulatoria, especialmente en algunos estados donde actualmente está permitido el despliegue de vehículos autónomos, y ha realizado una destacada labor de homogeneización y determinación de directrices generales a nivel federal, ante una regulación y un entorno de movilidad estatal dispar. Los estados que revierten particular interés en cuanto a su regulación son:
 -  **California "CAL"** ha sido pionero en el desarrollo regulatorio en relación a las pruebas y el despliegue del vehículo autónomo.



Michigan "MIC" es un estado importante en la industria automovilística, especialmente en su capital, Detroit, donde se han realizado algunas de las actuaciones más relevantes a nivel nacional.



Illinois "ILL" ha llevado a cabo distintas actividades por parte de compañías de movilidad autónoma, enfocadas a soluciones de la tecnología para problemas específicos de movilidad local (soluciones de primera y última milla).



Alemania "DEU" (#7) está liderando la adopción de los sistemas de conducción autónoma en los vehículos comerciales.



Canadá "CAN" (#9) se destaca por el desarrollo descentralizado de la regulación, lo cual ha dado lugar a diferentes marcos regulatorios a nivel regional.



Francia "FRA" (#14) ha llevado a cabo iniciativas de aplicación de vehículos autónomos al transporte público y se destaca por la relevancia y ambición de su plan estratégico.



Corea del Sur "KOR" (#16), cuyos avances en ámbito regulatorio, sumado al alto nivel tecnológico del país, están impulsando iniciativas con un gran potencial, como la construcción del centro de pruebas *K-City*.



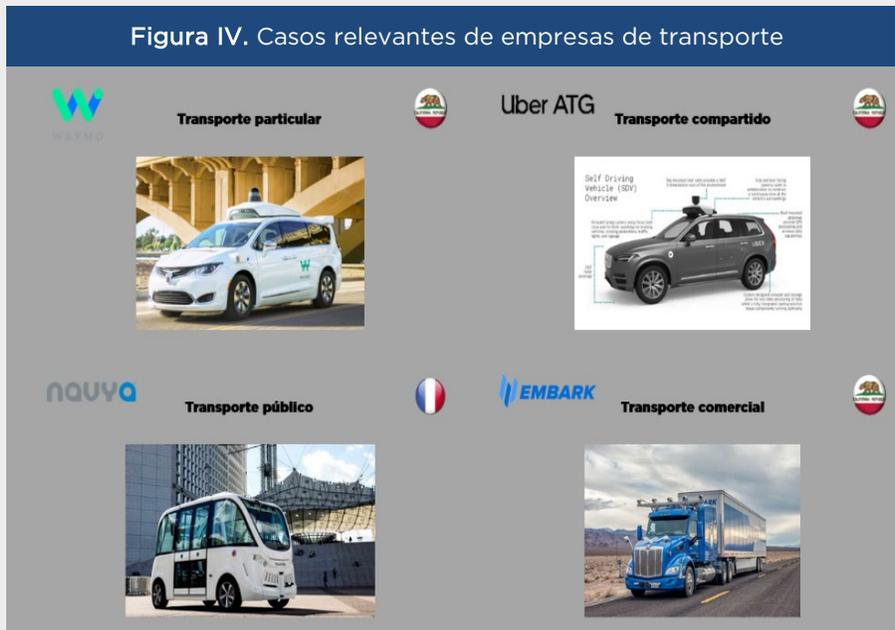
España "ESP" (#23) es importante por el grado de colaboración público-privada para impulsar el desarrollo de los vehículos autónomos.



Italia "ITA" (#27) ha realizado pruebas piloto de forma temprana, así como fomentado un debate nacional amplio y profundo sobre la implementación de los vehículos autónomos.

Desde el punto de vista privado, se incluyen aquí algunos casos relevantes de empresas de transporte, a saber: (i) Waymo, empresa estadounidense que se dedica al desarrollo de tecnología relacionada con los vehículos autónomos y que ha participado en experiencias que combinan la regulación/normativa y el desarrollo de la tecnología; (ii) Uber Advanced Technologies Group (ATG), que cuenta con la colaboración de algunos de los principales fabricantes de automóviles (i.e. Toyota, Volvo, y Daimler); (iii) Navya, empresa especializada en el desarrollo de vehículos autónomos y eléctricos; y (iv) Embark, enfocada exclusivamente en el desarrollo del software necesario para la conducción autónoma de transporte de mercancías de larga distancia. En el **Box 1** se presentan las pruebas realizadas, resultados, prácticas fallidas, accidentes y lecciones aprendidas de algunas empresas de transporte.

Figura IV. Casos relevantes de empresas de transporte



Box 1. Casos relevantes de empresas de Transporte

	Empresa	Pruebas realizadas	Resultados	Prácticas fallidas y accidentes	Lecciones aprendidas
Empresas de Transporte Particular	 	<p>2009: comenzó a probar su tecnología alrededor de su sede en Mountain View.</p> <p>2014: California permitió realizar pruebas con vehículos autónomos con conductor humano. En Arizona, comenzó a probar sus vehículos autónomos de nivel 4 y lanzó su programa “<i>Waymo One</i>”, que ofrece servicios de robotaxi, o taxi autónomo (Dans, 2018).</p> <p>2018: Department of Motor Vehicle (DMV) de California autorizó a la compañía a poner en circulación automóviles totalmente autónomos/sin conductor. Waymo fue la primera compañía en conseguir dicha licencia en California.</p> <p>2019: circulación de tres furgonetas en el centro de Los Ángeles y el vecindario de <i>Miracle View</i>, creando mapas 3D en algunas de las secciones con más tráfico.</p> <p>Además, Waymo ha realizado pruebas en los estados de Washington, Texas, Michigan y Georgia.</p>	<p>Intervención del personal de seguridad solamente una vez cada 17.732 kilómetros, según datos de 2018, siendo el doble de distancia que en 2017 (Madrigal, 2019).</p> <p>Durante el 2018, la flota condujo 1,9 millones de kilómetros en California. Los vehículos se desconectaron un total de 114 veces (tasa de 0,09 desconexiones por cada 1.609 kilómetros, inferior a 0,18 en 2017) (Waters & Burn-Murdoch, 2019).</p> <p>En cuanto a la opinión de los pasajeros, en Phoenix, Arizona, el 70% de ellos puntúa a la compañía con la máxima nota. Sin embargo, el 10% de pasajeros en Phoenix y el 25% de pasajeros de Silicon Valley, California, protestan por la conducción brusca y el exceso de frenado (Efrati, 2019).</p>	<p>2016: Fallo del vehículo en California - choque entre el vehículo y un autobús por falta acuerdo para ceder el paso. Waymo introdujo mejoras en el software, para inferir que los autobuses/ vehículos grandes tienen menos probabilidades de ceder el paso (Davies, 2016).</p> <p>2018: Fallo humano, minivan de Waymo se estrelló en una autopista en Mountain View. El conductor se quedó dormido después de apagar, de manera accidental, el software de conducción. A pesar de las múltiples advertencias enviadas por el vehículo, el conductor, no reaccionó. Waymo introdujo mejoras como alterar los turnos de noche para tener dos conductores de seguridad en lugar de uno (Efrati, 2018).</p>	<p>La compañía decidió especializarse en el desarrollo de la tecnología como la estrategia más efectiva para la penetración en el mercado. Inicialmente, Waymo comenzó fabricando sus propios vehículos autónomos en 2013. Sin embargo, en 2017, cambiaron su estrategia para dedicarse completamente al desarrollo del software de conducción autónoma y sensores para instalarlos en automóviles fabricados por otros.</p> <p>Ahora bien, durante la etapa de fabricación propia, la compañía pudo resolver algunas incógnitas importantes para el posterior desarrollo de la tecnología, como dónde colocar los sensores, qué controles son necesarios en un vehículo de estas características, etc. (BBC, 2017).</p>
	 	<p>2014: lanzó su primer servicio de vehículo autónomo en Pittsburgh. Se empleó una flota de automóviles del modelo Ford Fusión, equipados con dispositivos que permiten la creación de mapas tridimensionales (Somerville, 2016).</p> <p>2016: comenzó a probar los vehículos autónomos SUV Volvo XC90 en San Francisco, sin la obtención previa de la licencia de pruebas requerida por parte del DMV de California, por lo que fue obligado a dejar de operar sus vehículos de prueba en este estado.</p> <p>2017: se eligió Arizona como siguiente destino, aprovechando la ausencia de requisitos y de obtención de licencia de prueba de vehículos, recogiendo pasajeros bajo la plataforma de la compañía (Hawkins, 2017).</p>	<p>Uber mantenía el argumento de que, debido a que la tecnología no estaba preparada para circular sin un conductor que mantuviese el control del vehículo, no necesitaba la obtención del permiso, mencionando que sus vehículos operaban como aquellos con tecnologías avanzadas de asistencia al conductor.</p> <p>La imagen de compañía recibió un fuerte impacto con la suspensión de las pruebas debido al accidente en el que un peatón perdió la vida, que provocó el despido de cientos de empleados por este motivo.</p>	<p>2018: accidente mortal mujer de 49 años, quien murió a causa del atropello de un vehículo operado por Uber en Arizona. El Volvo XC90 había sido modificado por Uber y al volante había un conductor (Iglesias, 2019). El National Transportation Safety Board (NTSB) determinó que la causa inmediata de la colisión fue un fallo del conductor, que estaba sosteniendo el móvil y viendo televisión segundos antes del atropello (Hawkins, 2019).</p> <p>La investigación identificó principales como problemas la necesidad de gestión de riesgos y seguridad en pruebas y la falta de una cultura adecuada de seguridad de la compañía. A raíz de ello, la compañía posteriormente realizó cambios en sus áreas organizativas, operativas y técnicas. (NTSB, 2019).</p>	<p>El accidente fue el detonante de una cadena de acciones y decisiones tomadas por la organización que no antepuso la seguridad como máxima prioridad, reflejado además en los 37 accidentes previos al accidente fatal.</p> <p>Tras revisar las condiciones de seguridad del programa de conducción autónoma, Uber retomó las pruebas con medidas de seguridad más estrictas, como mantener el conductor en todo momento y tener un copiloto encargado de vigilar al conductor. Asimismo, muchas de las compañías competencia de Uber han cambiado las ambiciones de llegar a ser las primeras por llegar a ser las compañías más seguras.</p>

Empresa	Pruebas realizadas	Resultados	Prácticas fallidas y accidentes	Lecciones aprendidas
  	<p>2016: comenzó a realizar pruebas por las carreteras de Washington D.C., con una velocidad máxima de 20 km/h y recorriendo 50 kilómetros sin recarga (Insider, 2016).</p> <p>2017: pruebas adicionales en las ciudades estadounidenses de Las Vegas y Miami.</p> <p>2018: dos pruebas de seguridad con Olli para demostrar que los minibuses elaborados mediante impresión 3D eran seguros. Se hizo chocar con una pared dos minibuses, uno a una velocidad de 5 km/h y otro a 40 km/h (O'Kane, 2019).</p> <p>2019: realización de pruebas en Australia durante seis meses en una distancia aproximada de 1,4 kilómetros.</p> <p>Programa Fleet Challenges: organismos interesados realizan propuesta de implementación. Se ha comenzado pruebas en las carreteras públicas de National Harbor, de Maryland, con rutas fijas, en la ciudad de Chandler (Phoenix) y en el campus de la Universidad de Sacramento (California).</p>	<p>2019: Desarrollo del minibus Olli 2.0, con un diseño similar al modelo anterior y con velocidad de 40 km/h. Puede recorrer con una sola carga, más distancia que el modelo anterior. Se ha mejorado el proceso de fabricación aumentando el número de piezas fabricadas en 3D y se ha optimizado el motor que utilizaba la versión anterior (Techcrunch, 2019).</p>	<p>Actualmente no se conoce ningún accidente importante que haya sufrido Olli durante las pruebas que se han realizado con el minibus, salvo por las simulaciones de accidentes llevadas a cabo.</p>	<p>La impresión en 3D de los vehículos proporciona a Local Motors la capacidad de adaptarse rápidamente tanto a las necesidades del conductor como a los ajustes derivados de los resultados de las pruebas.</p> <p>Cualquier cambio que necesite realizarse en el vehículo no conlleva una transformación de los mecanismos de montaje propios de una fábrica convencional, sino solamente una simulación en software y la impresión del nuevo diseño. Debe señalarse que la creación del primer Olli tan sólo llevó dos semanas.</p> <p>Uno de los puntos en los que la compañía está trabajando como resultado de las pruebas realizadas hasta la fecha es la introducción en la estructura del vehículo de una zona de deformación, que actúe a modo de parachoques delantero, reduciendo las consecuencias derivadas de la colisión con otro objeto.</p>
     	<p>2014-2015: comenzó a desarrollar y testear sus primeros minibuses autónomos en Greenwich (Reino Unido), Saône y Civaux (Francia). La compañía postal suiza Swiss Post fue su primer cliente, encargando dos minibuses para la ciudad de Sion (Suiza).</p> <p>2016: inició un servicio con los minibuses "Navly", en Lyon (Francia) junto con Keolis, con dos minibuses recorriendo 1,3 km.</p> <p>2017: alianza con el Mobility Transformation Center de la Universidad de Michigan (Estados Unidos) para transporte de pasajeros con dos minibuses en el campus universitario. Además, pruebas en países como Japón, Estados Unidos y Francia, Australia, Nueva Zelanda y el Sudeste asiático.</p> <p>2019: En el ITS European Congress se mostró el funcionamiento de su modelo de minibus autónomo 100% eléctrico, en un hospital en Eindhoven y Helmond (Países Bajos).</p>	<p>En 2017, se desarrollaron pruebas en Koppl (Austria), en las que los minibuses autónomos recorrían 1,4 km. Esta fue una de las primeras en realizarse en carreteras públicas con tráfico mixto en un área rural.</p> <p>Desde 2017, se han realizado 240 pruebas de conducción en total, con 874 pasajeros y cubriendo una distancia de 341 km. Gracias a las pruebas realizadas, se pudo comprobar que la tecnología estaba lista para ser probada en otros entornos, pero no lo suficientemente desarrollada para ser operada fuera de un entorno controlado de investigación. La encuesta a 294 participantes reveló altos niveles de aceptación del vehículo autónomo y una sensación de seguridad generalizada.</p>	<p>2017: en Las Vegas se produjo una colisión con un camión de reparto. De acuerdo con el NTSB, el minibus detectó el camión al salir de la calle y frenó para evitar el accidente, pero el camión continuó ejecutando sus maniobras para dar marcha atrás y chocó. El informe culpó al conductor del camión, quien no se detuvo a la salida del callejón (NTSB, 2019a).</p> <p>2019: en Viena (Austria) un minibus chocó con un peatón. El vehículo circulaba a 12 km/h, por lo que el peatón sufrió lesiones leves. La autoridad de transporte decidió paralizar temporalmente las pruebas (The Verge, 2019).</p> <p>Cese de pruebas en París por resultados insatisfactorios, al no considerarse que se cumpliera el objetivo de solución de movilidad, por descenso en el número de personas que lo utilizaban.</p>	<p>Tras el accidente de Viena, Navya deberá incrementar en sus minibuses la capacidad y el número de sensores dirigidos a detectar peatones, especialmente aquellos localizados en los laterales del minibus.</p> <p>Otro aspecto que debe mejorarse, y que ha quedado demostrado en el cese de las pruebas en París (pérdida de interés del público), es el aumento velocidad media, ya que actualmente es de 7 km/h, a pesar de que el vehículo puede alcanzar los 40 km/h.</p> <p>Finalmente, los minibuses de Navya tienen una única respuesta a posibles fallos o acontecimientos que puedan ocurrir, que consiste en que el vehículo se pare en seco. Si bien esta configuración puede evitar posibles colisiones, no representa la forma humana de conducción y tampoco interactúa con el tráfico aprovechando las oportunidades de una forma segura.</p>

	Empresa	Pruebas realizadas	Resultados	Prácticas fallidas y accidentes	Lecciones aprendidas
		<p>Desde 2014, Easymile ofrece soluciones de movilidad autónoma en todo el mundo. En la actualidad, la compañía cuenta con más de 200 proyectos desplegados en más de 20 países y ha recorrido más de 600.000 kilómetros, transportando a más de 3.800 personas. Además, el minibús autónomo EZ10 es actualmente el más desplegado en el mundo.</p> <p>La compañía ha probado minibuses en múltiples entornos de movilidad (carreteras, centros urbanos, campus, parques de atracciones, etc.), en diferentes condiciones de tráfico (tráfico mixto, bicicletas, peatones, etc.), y condiciones climáticas diversas.</p> <p>Los proyectos más destacados de la compañía son: (i) primera línea de transporte público del minibús EZ10 en Bad Birnbach (Alemania) en 2017; (ii) primer servicio de transporte compartido en la fábrica del Grupo TLD en Sorigny (Francia) del EZ10 desde 2018; (iii) pruebas del tractor de remolque autónomo TractEasy en la planta industrial del Grupo TLD y en el aeropuerto de Narita (Japón) 2019; y (iv) piloto en Chile (Groupe PSA, 2018).</p>	<p>Gracias al enfoque Safety First, que prioriza la seguridad, el EZ10 no se ha visto involucrado, hasta el momento, en ningún accidente de gravedad. Los procesos de pruebas y despliegue centrados en la gestión de riesgos hacen que el vehículo sea uno de los más seguros del mercado de acuerdo con su nivel de accidentes.</p> <p>En junio de 2019 obtuvo la certificación ISO 9001:2015 por su sistema de gestión de calidad, erigiéndose como la primera compañía de vehículos autónomos en obtener dicha certificación. Esta certificación reconoce, entre otros aspectos, el compromiso de las compañías con la mejora continua y constata la madurez de sus organizaciones y procesos.</p> <p>Los vehículos se han desplegado en Canadá, Estados Unidos, Finlandia, Noruega, Suecia, Estonia, Países Bajos, Bélgica, Alemania, Austria, Francia, Suiza, España, Grecia, EAU, China, Chile, Japón, Taiwán, Singapur, y Australia entre otros.</p>	<p>Accidente leve en 2019 en Utah en el desarrollo de un piloto de pruebas del minibús: un pasajero fue herido debido a que el vehículo que circulaba por Salt Lake City se detuvo inesperadamente. El vehículo se detuvo de manera brusca y repentina en respuesta a un obstáculo en la ruta, tal y como estaba programado, funcionando el sistema de manera correcta.</p> <p>Tras el incidente, se decidió reducir la velocidad máxima del minibús y se instalaron paneles de señalización en el interior del vehículo, advirtiendo a los pasajeros que durante el trayecto se podían producir paradas repentinas y, por lo tanto, debían estar sujetos en todo momento (Boal, 2019).</p>	<p>El accidente ocurrido sirvió para que Easymile reforzase aún más la cultura Safety First, la cual ya estaba aplicando. La prioridad de la compañía es garantizar siempre la seguridad de los pasajeros y usuarios de la carretera. Se continúa la búsqueda de la excelencia, enfocándose en la satisfacción del cliente e integrando estándares industriales más exigentes (como ISO26262).</p> <p>La aplicación de la cultura Safety First ha derivado en reducir al mínimo los accidentes de sus vehículos autónomos en sus 200 proyectos, convirtiéndolo en el líder mundial de la implementación de minibuses autónomos sin conductor.</p>
		<p>2016: llegó por primera vez a Nevada a probar y refinar, continuamente, su prototipo inicial, un camión Peterbilt 579.</p> <p>2017: prueba en autopista de camión durante dos horas, de forma completamente autónoma. Desde entonces, los camiones autónomos transportan diariamente refrigeradores fabricados por Frigidaire, a lo largo de 1.046 kilómetros de la autopista I-10, desde Texas hasta California (Techcrunch, 2017).</p> <p>2018: camión autónomo completó un recorrido de prueba desde los Ángeles hasta la Florida, siendo el primer viaje realizado de costa a costa por un camión autónomo. Un modelo fabricado por Peterbilt y equipado con sensores y software de Embark, viajó durante cinco días a lo largo de 3.862 kilómetros de la Interestatal 10, a través del sur de los Estados Unidos. Un conductor fue al volante en todo momento por motivos de seguridad (Fleet Owner, 2018).</p>	<p>Con una flota de 13 camiones y una plantilla de 70 empleados, Embark transporta mercancías para cinco clientes pertenecientes a la <i>Fortune 500 list</i>, entre los que se incluye Electrolux, operando a lo largo de distintos puntos de distribución de la I-10.</p> <p>Con el fin de facilitar la transferencia de la mercancía entre los camiones autónomos de Embark y los distribuidores locales, la compañía ha construido los primeros centros de transferencia a las afueras de Los Angeles y Phoenix.</p>	<p>El objetivo del proyecto piloto consiste en probar los procesos logísticos y la seguridad de los sistemas de conducción autónoma.</p> <p>Durante los desplazamientos, un conductor viaja a bordo de los camiones, supervisando el viaje y preparado para poder tomar el control del vehículo si fuera necesario. En cada viaje, un conductor se encarga de recoger la mercancía en el almacén en Texas y de transportarlo hasta un área de descanso adyacente a la I-10. Una vez allí, el remolque se engancha al camión autónomo de Embark, hasta Palm Springs, donde la carga se transfiere a un camión de Ryder hasta el centro de distribución de Frigidaire. No se conoce ningún accidente importante (The New York Times, 2017).</p>	<p>La estrategia de la compañía a largo plazo no es construir una flota de camiones autónomos para el transporte de mercancías, sino desarrollar el software para la automatización de los camiones de empresas de transporte, así como para la gestión de los datos y la red subyacente al sistema de transporte autónomo (Transport Topics, 2019).</p> <p>Adicionalmente, Embark quiere dominar la porción suroeste de la autopista I-10 de Estados Unidos, dado que se trata de uno de los mayores corredores de camiones comerciales del país.</p>

A partir del análisis de las prácticas regulatorias llevadas a cabo por parte de los países seleccionados, se han identificado parámetros representativos⁴ que, tanto por su relevancia, como por el número de países que los han considerado, resultan relevantes para la elaboración de un marco regulatorio consistente para la adopción satisfactoria de la tecnología de vehículo autónomo en un país. Dichos parámetros se han englobado en cuatro bloques principales, que se analizan individualmente para cada geografía de la muestra:

Figura V. Parámetros relevantes en buenas prácticas internacionales

1	Regulación general del vehículo autónomo	El marco general nacional sobre el que se asienta el vehículo autónomo es esencial para el desarrollo de la regulación de las pruebas y uso del vehículo autónomo.
2	Actuaciones Institucionales	Mediante la definición de conceptos, colaboración en las pruebas y planes estratégicos a medio y largo plazo.
3	Regulación del entorno de pruebas del vehículo autónomo	Establecimiento de un marco regulatorio para las pruebas del vehículo autónomo con el suficiente rigor y nivel de detalle que garantice la seguridad y el éxito.
4	Regulación del despliegue y uso del vehículo autónomo	Establecimiento de un marco regulatorio para el despliegue del vehículo en distintas modalidades, para su implementación e integración con el entorno de movilidad existente.

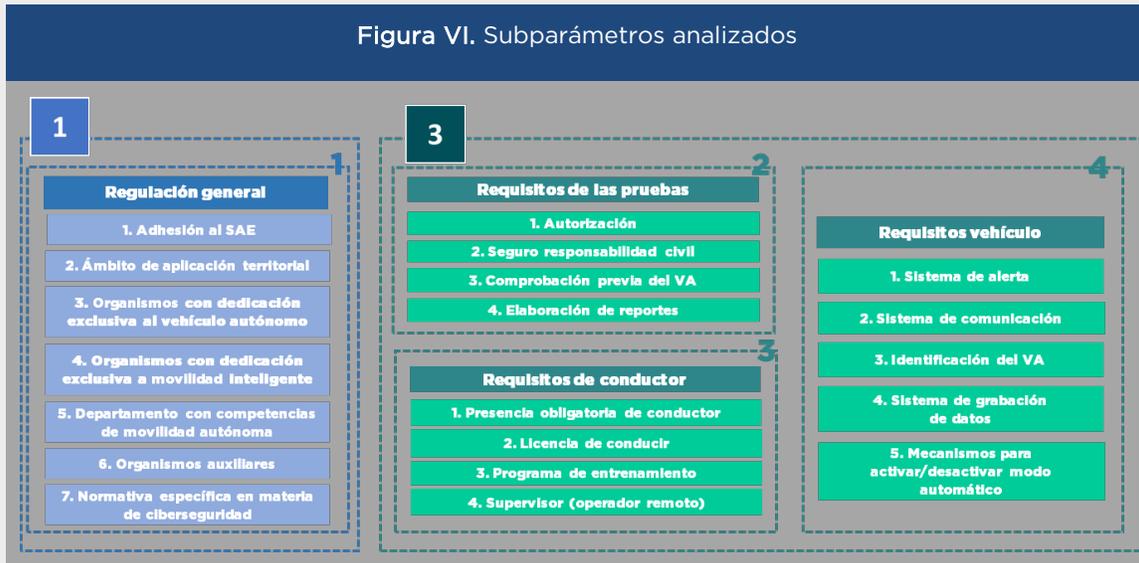
Para cada uno de estos parámetros, se han identificado prácticas comunes y lecciones aprendidas, revisando los siguientes aspectos:

- Identificación de los **reguladores** y *stakeholders* principales.
- Identificación del **marco regulatorio** específico para la prueba y/o el despliegue.
- Análisis de las publicaciones recientes de los principales agentes sobre las **directrices** a adoptar en el ámbito regulatorio.
- Conformidad y **coherencia** del marco regulatorio correspondiente a los vehículos autónomos con la legislación vigente.
- **Flexibilidad legislativa**, para realizar modificaciones de un marco regulatorio de una tecnología emergente, que resulte variable.
- Colaboración entre los sectores **público y privado** que facilite la innovación dentro del sector.

A partir del análisis realizado, se han identificado distintos subparámetros incluidos dentro de los parámetros **1** regulación general del vehículo y **3** regulación del entorno de pruebas, englobadas en cuatro medidas principales:

⁴ Más allá de los aspectos comunes a los casos analizados, existen también características específicas -i.e. estructura del marco normativo, modelos de movilidad, o grado de innovación existente en relación con el vehículo autónomo-, que han influido en el desarrollo regulatorio de cada país y que han hecho que los reguladores sigan enfoques diferenciados al abordar esta el despliegue de esta tecnología (Deloitte, 2018) (ver normativa relevante por geografía en **Anexo - Tabla 1**).

Figura VI. Subparámetros analizados



La **regulación general** ¹ sobre el que se asienta el vehículo autónomo es esencial para el desarrollo de la regulación de las pruebas y el uso de la tecnología (ver **Figura VII**). Uno de los puntos de partida de la regulación del vehículo autónomo es la definición de este concepto, para así poder delimitar el ámbito de aplicación de la regulación. Como resultado del análisis del presente estudio, se evidencia que la mayoría de los países están adheridos a los **estándares establecidos por la Society of Automotive Engineers (SAE)** y, de hecho, los reguladores adoptan en su normativa, publicaciones y procedimientos las definiciones establecidas por la SAE en relación a los niveles de autonomía del vehículo⁵. Este aspecto resulta relevante a la hora de homogeneizar este concepto a todos los niveles administrativos y de delimitar claramente el ámbito de aplicación de la regulación.

Otro de los aspectos que se han identificado ha sido la **heterogeneidad en la caracterización del ámbito político-territorial** de los países analizados. Las diferentes estructuras, centralizadas y descentralizadas, generan necesariamente diferentes aproximaciones a la hora de definir las competencias en la regulación. Los países con concentración de la regulación en **gobiernos centrales** poseen frecuentemente organismos técnicos y especializados, dedicados a la definición de la estrategia de movilidad inteligente y su implantación a nivel nacional. Este es el caso de Chile, por ejemplo, que se rige a partir de normativa nacional, adaptada luego mediante normativas de tránsito a nivel nacional, regional y local (Ministerio de Justicia, 1984). Los **países descentralizados** cuentan con organismos centrales, dedicados a la definición de principios generales, normas básicas y desarrollo de labores de control y homogeneización, mientras que las tareas operativas y de detalle en la regulación de pruebas y uso se delega en los reguladores descentralizados de cada región. En Países Bajos y Reino Unido, por ejemplo, la regulación es principalmente nacional, pero también existe legislación regional y local, siempre y cuando no entre en conflicto con la ley nacional.

En cualquiera de los casos, se ha identificado como buena práctica la creación de **departamentos con competencias exclusivas relacionadas con la movilidad autónoma**. La creación de organismos profesionalizados y especializados es de vital importancia, sobre todo en un entorno tecnológico muy técnico y dinámico. Adicionalmente, la especialización de estos organismos hace que la concentración de las competencias en relación con las pruebas y el despliegue del vehículo autónomo en dichos organismos sea, en términos generales, una práctica adecuada. Esto no quiere decir que una única institución deba concentrar todas las competencias, sino que cada órgano especializado se debería dedicar a las funciones encomendadas (investigación, centro de

⁵ A pesar de que Singapur y Reino Unido no especifican en sus regulaciones la adopción de SAE, las autoridades de estos países están familiarizadas con esta clasificación y la utilizan habitualmente.

pruebas, administración de procedimientos, etc.). De acuerdo con los casos analizados, es poco recomendable repartir una misma competencia entre distintos organismos.

Los resultados del análisis de las prácticas internacionales evidencian dos tipos de organismos: en primer lugar, **organismos especializados en materia de vehículo autónomo**⁶, con dedicación exclusiva en este ámbito, y, en segundo lugar, **organismos dedicados a la movilidad inteligente**⁷. Aunque únicamente Reino Unido cuenta con organismos con dedicación exclusiva al vehículo autónomo, el resto de los casos analizados disponen de organismos que desarrollan tareas específicas relacionadas con el vehículo autónomo, incluyéndolas dentro del conjunto de competencias, generalmente relacionadas con el ámbito del transporte (ver organismos relevantes en relación al vehículo autónomo en **Anexo - Tabla 2**). La aproximación de los países en este ámbito es diferenciada y, aunque al final las dos tipologías de organismos acaban tratando el vehículo autónomo, los organismos especializados suelen tener un componente más técnico y concreto, mientras que los organismos de movilidad inteligente tienen una perspectiva más generalista del entorno de movilidad (*smart cities*), incluyendo el vehículo autónomo. Por otra parte, la existencia de **organismos auxiliares**⁸ fomenta la colaboración entre la industria, el sector público y las universidades o los centros de investigación, contribuyendo a definir la visión de cada país en relación con el vehículo autónomo y planteando un debate sobre los pasos que deben seguirse en el mediano y largo plazo.

La **ciberseguridad** es un tema destacado en la mayoría de los informes relacionados con el vehículo autónomo. Los vehículos autónomos dependen en gran medida de los sistemas informáticos que controlan su conducción (Gutiérrez, et al., 2019). Es por ello que estos vehículos resultan especialmente vulnerables a los ciberataques, pudiendo llegar a representar una amenaza importante para la seguridad del conjunto de usuarios de la vía pública. Si bien la mayoría de los países analizados no incluyen aspectos específicos en materia de ciberseguridad relacionada con el vehículo autónomo, algunos países como Reino Unido, Singapur, Alemania y el estado de California en Estados Unidos, han considerado esta cuestión en el desarrollo del marco regulatorio del vehículo autónomo.

Como último aspecto en relación con la regulación general del vehículo autónomo, es importante analizar el **orden temporal** de elaboración de los marcos regulatorios para los vehículos autónomos, ya que permite identificar aquellos países que son pioneros y que han servido como referente a otros países a la hora de regular esta tecnología. Dentro de las acciones implementadas, aquellos casos donde se permitieron las pruebas desde el inicio se tradujeron en una mayor experiencia de los organismos reguladores, los cuales utilizaron los resultados de dichas pruebas para adaptar la ley y perfeccionar los distintos aspectos relacionados a esta materia. Estados Unidos es el país con mayor trayectoria en la regulación del vehículo autónomo. Michigan fue el primer estado en elaborar una normativa en el año 2013, California reguló por primera vez el vehículo autónomo en 2014, con la creación del procedimiento para obtener la licencia de prueba con conductor, e Illinois publicó la primera regulación en 2017. Al momento de escribir este documento, 41 estados han publicado consideraciones sobre la regulación de esta tecnología y 6 de ellos han promulgado una legislación firme al respecto.

⁶ Solo Reino Unido cuenta con una autoridad estatal cuyas funciones se dirigen exclusivamente a esta tecnología. La función principal del [Centre for Connected and Autonomous Vehicles \(CCAV\)](#), que forma parte del Department for Transport y del Department for Business, Energy and Industrial Strategy, es apoyar e impulsar el mercado de los vehículos autónomos. Entre sus tareas se encuentran la investigación y el desarrollo de proyectos relacionados con la tecnología, así como elaborar normativas para el uso y la ejecución de pruebas.

⁷ Tanto Alemania ([Abteilung Digitale Gesellschaft](#)) como Italia ([Osservatorio tecnico di supporto per le Smart Road e per il veicolo connesso e a guida automatica](#)) cuentan con entidades que, si bien no se dedican de forma exclusiva a tareas relacionadas con la tecnología, han sido creadas para el desarrollo de la movilidad inteligente en sus países, que incluyen acciones relacionadas con el vehículo autónomo.

⁸ Se han identificado organismos auxiliares en los estados de Michigan ([Council on Future Mobility](#) y [Safe Autonomous Vehicle Act](#)) e Illinois ([Transportation and Mobility Task Force](#)), en Estados Unidos, en Singapur ([Committee on Autonomous Road Transport for Singapore](#) y [Centre of Excellence for Testing and Research of AVs](#)), Alemania ([Runder Tisch Automatisiertes Fahren](#)), Italia ([Università degli Studi di Parma, VisLab](#)) y Canadá ([Automated Vehicle Working Group](#)).

Figura VII. Regulación general **1** analizados por geografía

	 CAL	 MIC	 ILL	 SGP	 ESP	 FRA	 NLD	 KOR	 DEU	 ITA	 GBR	 CAN
Parámetros de la regulación general del vehículo autónomo por geografía												
1. Adhesión al SAE	✓	✓	✓		✓	✓	✓					✓
2. Ámbito de aplicación territorial	N+R	N+R	N+R	N	N	N	N+R+L	N	N	N	N+R+L	N+R
3. Organismos con dedicación exclusiva al vehículo autónomo											✓	
4. Organismos con dedicación exclusiva a movilidad inteligente									✓	✓		
5. Departamento con competencias de movilidad autónoma	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6. Organismos auxiliares		✓	✓	✓					✓	✓		✓
7. Normativa en materia de ciberseguridad	✓			✓					✓		✓	
8. Inicio de la regulación	2014	2013	2017	2017	2015	2016	2015	2017	2017	2018	2015	2018

✓ El país o estado de referencia incluye, en su regulación, el parámetro correspondiente.

Nota 1: en el caso de Canadá, la provincia de Ontario incluye, en su regulación, el parámetro correspondiente.

Nota 2: niveles territoriales de regulación (N = Nacional, R = Regional, y L = Local).

En cuanto a las **actuaciones institucionales** **2** relacionadas con el vehículo autónomo, la **elaboración de planes estratégicos** a mediano y largo plazo ayuda a fijar el posicionamiento del país en lo que respecta a las pruebas y el despliegue del vehículo autónomo. Estos planes dan señales a la industria con un horizonte temporal suficientemente largo, permitiéndole tener visibilidad sobre a dónde deberían ir las inversiones y cómo deberían realizarse, conforme a los criterios de los reguladores. Entre los **temas más relevantes que deben tratarse en el futuro próximo**, los planes estratégicos de los países seleccionados coinciden en señalar el desarrollo del marco normativo que regule el despliegue del vehículo autónomo (especialmente en términos de seguridad), la adaptación, la digitalización de las infraestructuras, y la conectividad V2X (*Vehicle to Everything*). Algunos de los países analizados como Estados Unidos, Corea del Sur, Países Bajos o Alemania estructuran su estrategia en una serie de pilares que cada país establece como fundamentales para el desarrollo del vehículo autónomo. Por ejemplo, en la guía “Strategy for Automated and Connected Driving” publicada por el gobierno de Alemania, se recogen los siguientes cinco campos de actuaciones estratégicas:

Figura VIII. Pilares de los planes estratégicos



El establecimiento de un **marco regulatorio para las pruebas del vehículo autónomo** ³, con el suficiente rigor y nivel de detalle, debe garantizar, sobre todo, el éxito y la seguridad de las pruebas piloto a realizar. Este marco resulta esencial para el fomento de la innovación en dicha tecnología y el incremento de las inversiones por parte del sector privado. Las pruebas piloto suministran, asimismo, una información muy valiosa para corregir y mejorar el marco regulatorio existente, así como para conocer el grado de viabilidad de un eventual despliegue a gran escala.

El marco de pruebas establece mecanismos que **catalizan los procesos de desarrollo** del vehículo autónomo. En este sentido, la totalidad de las geografías estudiadas disponen de regulación, en mayor o menor desarrollo, para la realización de pruebas con vehículo autónomo en la vía pública. Los requisitos para la obtención de la licencia de prueba del vehículo autónomo se pueden diferenciar en tres tipologías diferentes: (i) requisitos para la empresa; (ii) requisitos del vehículo; y (iii) requisitos del conductor. Como aspectos comunes en la definición del marco regulatorio de pruebas del vehículo autónomo se han identificado, en la mayoría de los países, los siguientes aspectos para el solicitante y el vehículo:

- 1** Definición de un mecanismo de solicitud y autorización claro y sencillo para la **obtención de la licencia** de prueba, identificando tanto los requisitos para la empresa, como para el vehículo y el conductor.
- 2** Aseguramiento en términos de **responsabilidad de civil** y posibles contingencias resultantes de las pruebas del vehículo autónomo.
- 3** Certificación de que se ha realizado y aprobado la **inspección técnica y dinámica** de los sistemas del vehículo y el resto de documentación correspondiente.
- 4** Requerimiento de **elaboración y presentación de informes** de las pruebas realizadas, así como de los resultados obtenidos de las mismas (número de desconexiones del modo autónomo, número de accidentes, etc.).
- 5** Obligación de realizar **capacitaciones** para conductores y operadores en el ámbito de las pruebas.
- 6** En términos generales, obligatoriedad de la **presencia de un conductor** en el vehículo, que tenga acceso inmediato a la conducción convencional del mismo, en caso de que fuese necesario. Ahora bien, los países con más experiencia en las pruebas (como Estados Unidos y Singapur) ya permiten el desarrollo de pruebas sin un conductor en el vehículo.

Figura IX. Subparámetros (2), (3) y (4) analizados por geografía

	 CAL	 MIC	 ILL	 SGP	 ESP	 FRA	 NLD	 KOR	 DEU	 ITA	 GBR	 CAN
Regulación para las pruebas del vehículo autónomo												
1. Autorización	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
2. Seguro de responsabilidad civil	✓			✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
3. Comprobación previa del vehículo					✓		✓					
4. Elaboración de reportes	✓			✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Requisitos para el conductor												
1. Presencia del conductor obligatoria			✓	✓	✓			✓	✓	✓		
2. Licencia de conducir	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3. Programas de entrenamiento	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4. Supervisor (operador remoto)	✓		✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	
Requisitos de regulación del vehículo autónomo												
1. Sistema de alerta		✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. Sistema de comunicación		✓				✓			✓	✓	✓	✓
3. Identificación del VA			✓		✓	✓		✓	✓			
4. Sistema de grabación de datos	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5. Activar/desactivar el modo autónomo	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓				✓

✓ El país o estado de referencia incluye, en su regulación, el parámetro correspondiente.

Nota 1: en el caso de Canadá, la provincia de Ontario incluye, en su regulación, el parámetro correspondiente.

Por último, el establecimiento del **marco regulatorio para el despliegue y uso del vehículo autónomo** **4** constituye un requisito primordial para una implementación e integración exitosa del vehículo autónomo en el entorno de movilidad existente. Ahora bien, no todos los países han llegado a esta fase de la regulación y solo aquellos que tienen más experiencia en el desarrollo de las pruebas han dado pasos en la regulación del despliegue y uso. Dentro de los casos analizados, únicamente se encuentran en esta fase los estados de California y Michigan en Estados Unidos, la ciudad-estado de Singapur y el Reino Unido. El futuro próximo de la regulación parece que tenderá a enfocarse en este aspecto donde la experiencia aún es escasa.

Como lecciones aprendidas generales del *benchmark* internacional, a continuación, se muestran tres puntos a retener para la siguiente fase:

- 1** El *sandbox* se ha utilizado en varios países y cada vez cobra más relevancia.
- 2** El *sandbox* ha ayudado a proyectos piloto en las fases iniciales aportando las primeras ideas en diferentes partes del mundo.
- 3** Por último, el *sandbox* puede ser útil para la jurisdicción donde se aplica ya que permite el desarrollo de modelos de negocio disruptivos.

3 Guía para el *sandbox*

Como se mencionaba anteriormente, el motivo por el que es necesario disponer de una regulación flexible es porque la tecnología del vehículo autónomo se encuentra en desarrollo y sigue aún evolucionando en muchos aspectos. Por ello, los reguladores tienen el papel fundamental de diseñar *sandboxes* regulatorios con el objeto de acomodar el desarrollo de esta tecnología innovadora en un marco normativo flexible y adaptable en función de los resultados obtenidos. En este apartado se exponen las áreas para tener en cuenta a la hora de diseñar un *sandbox* regulatorio asociado a pruebas de vehículos autónomos.

La hoja de ruta a seguir para la ejecución de un *sandbox* regulatorio cuenta con siete aspectos. Estos van desde la delimitación del ámbito de aplicación, el establecimiento de requisitos para los solicitantes, los vehículos, así como para los conductores y operadores remoto, pasando por la definición del procedimiento del *sandbox*, hasta el diseño del plan de comunicación y el mecanismo de seguimiento y *reporting* (ver **Figura X**). A continuación, se muestra el plan de trabajo general asociado a las actividades que se han de realizar para la efectiva implantación de un *sandbox* regulatorio.



Box 2. Países pioneros en el uso e implementación de *sandboxes*

Actualmente, **Europa** es la región con un mayor nivel de desarrollo en relación con los *sandboxes* regulatorios. Existe un elevado número de países (Alemania, Holanda, Reino Unido, Noruega y España, entre otros) que ya han adoptado estas soluciones. Otras localizaciones como Singapur, Australia, Corea del Sur y Estados Unidos también cuentan con un avance significativo.

En la región de **ALC** están empezando a desarrollarse las primeras pruebas piloto en **Chile** y **Brasil**. En el caso específico de Chile, el gobierno realizó un proyecto piloto junto con el BID y Transdev, que consistió en la circulación de un minibús en un parque de la ciudad de Santiago. Por su lado, si bien Brasil cuenta con el desarrollo de tecnología relacionada con los vehículos autónomos, no dispone aún de un marco legislativo asociado a esta tecnología. Es importante resaltar que las pruebas piloto y el desarrollo tecnológico no requieren de un *sandbox* regulatorio, pero esta práctica es un paso adicional importante para la promoción de la innovación y el escalamiento de la adopción tecnológica.

Delimitación del ámbito de aplicación



El primer aspecto por analizar para el diseño de un *sandbox* regulatorio es la delimitación del ámbito de aplicación. Ello incluye determinar el régimen económico, los sujetos regulados, la tipología de vehículo y los niveles de autonomía permitidos, así como los límites territoriales, la tipología de vía, la duración temporal del *sandbox* y la normativa afectada por el mismo.

Con relación al **régimen económico**, se deberá realizar, en primer lugar, una evaluación tanto de los recursos humanos como económicos disponibles y necesarios para el diseño del *sandbox*. Es decir, hay que establecer y definir el equipo de trabajo, los medios materiales disponibles y el presupuesto asociado a cada uno de ellos. Como ejemplo de referencia, el marco presupuestario del caso de Chile considera tanto los costos de capital como los de operación (ver **Figura XI**). Del mismo modo, aunque no es un requisito necesario para la realización del *sandbox*, se puede considerar la inclusión de un sistema de ayudas para buscar incentivar proyectos de desarrollo de la tecnología.

Figura XI. Presupuesto de referencia del piloto de minibús autónomo en Chile



Fuente: Transdev/BID (2020).

Resulta extremadamente relevante delimitar quiénes serán los **sujetos regulados** de las pruebas. Es decir, aquellos para los cuales la norma sirve de aplicación y los que están autorizados a solicitar el permiso para participar en la realización de las pruebas del vehículo autónomo. Dentro de esta decisión existen dos posibilidades: delimitar a un grupo concreto como posibles participantes del *sandbox* o, por el contrario, dejar libertad de participación. Dentro de las dos opciones posibles, la práctica más habitual es la que han tomado geografías como California, Illinois, Francia, Canadá y Michigan (ver **Figura XII**). Ésta consiste en no delimitar a unos sujetos concretos, sino dejar abierto al público para que todos aquellos, que bajo su voluntad deseen presentar su libre solicitud, puedan participar del *sandbox* regulatorio para la realización de pruebas de vehículo autónomo (DMV, 2020; IDOT, 2018; Republique Francaise, 2018; Canadian Council of Motor Transport Administrators, 2018; y Detroit Regional Chamber, 2016).

Figura XII. Geografías con libertad de participación



La colaboración público-privada es clave para la definición de aquellos sujetos a los cuales afectará la nueva normativa (**Box 3**).

Box 3. Colaboración público-privada

Es importante crear alianzas con organismos públicos y entidades del sector privado (universidades, centros de investigación, etc.) y con compañías privadas de la industria automovilística que estén desarrollando acciones relacionadas con el vehículo autónomo. Destacan las siguientes prácticas:

- En España, la Dirección General de Tráfico (“DGT”), el organismo encargado de la movilidad y responsable de la ejecución de la política vial firmó un acuerdo de colaboración con Mobileye para crear un laboratorio de pruebas de vehículo autónomo en Barcelona y preparar el ecosistema de infraestructura y regulación para la implementación del vehículo autónomo (20 minutos, 2018).
- En Francia, la autoridad que controla y coordina las diferentes compañías de transporte que operan en la red de transporte público del área de París, Île-de-France Mobilités, colaboró con el *startup* francés Easymile y otros partners para realizar pruebas del minibús autónomo EZ10 (EasyMile, 2020).
- En Canadá, BlackBerry QNX colaboró con la ciudad de Ottawa para comunicar la infraestructura vial de la ciudad en la vía pública con las tecnologías “Vehicle to Vehicle” (“V2V”), “Vehicle to Infrastructure” (“V2I”) y “Vehicle to Everything” (“V2X”) (Blackberry, 2020).

Otro aspecto a determinar es la **tipología de vehículos autónomos** permitidos para la realización de pruebas. Esto depende, fundamentalmente, del soporte que se quiera proporcionar, entre los que se incluyen las siguientes opciones:



Brindar apoyo a la inversión privada y al desarrollo de la tecnología de fabricantes y desarrolladores. Para este fin se suelen utilizar vehículos particulares como motocicletas, turismos, minibuses, autobuses y camiones, entre otros.



Dar soporte a las comunidades, impulsando la movilidad sostenible. Para esto, se suelen emplear vehículos de servicio público, como autobuses y minibuses o *shuttles* autónomos.

También es necesario establecer el **tipo de vía** en la que se permitirá la realización de pruebas del vehículo autónomo. Las principales opciones suelen ser carreteras nacionales, carreteras regionales, entorno urbanístico o circuitos cerrados, entre otras. Cada tipología de vía ofrece distintos niveles de seguridad y complejidad que es necesario considerar a la hora de realizar las pruebas, así como unas características específicas por las que, en función del vehículo a probar, serán más o menos adecuadas. En base al análisis realizado, se distinguen cinco tipologías principales de vía (**Figura XIII**).

Los entornos simulados son ciudades o circuitos construidos, exclusivamente, para la prueba de vehículos autónomos, donde las condiciones de seguridad son óptimas. Los entornos de bajo riesgo comprenden parques empresariales, campus universitarios y otros entornos similares, donde la afluencia de otros vehículos es limitada y, en algunos casos, nula. Las zonas suburbanas, son lugares alejados de los núcleos principales de población, donde se pueden realizar pruebas de circulación en vías con trazados más complejos, semáforos y señales de tráfico distintas, cierto tráfico de vehículos y de peatones, pero sin una excesiva complejidad, propia de las grandes ciudades. En las autopistas o autovías, los vehículos de prueba alcanzan velocidades considerables, ofreciendo la posibilidad de poner a prueba distintas funcionalidades de los vehículos que en otras vías no pueden testarse. Dada la ausencia de usuarios vulnerables en este tipo de vías, tales como los ciclistas o los peatones, las pruebas llevadas a cabo en ellas son relativamente seguras para terceros. Finalmente, el entorno más complicado son las zonas urbanas, donde el elevado grado de complejidad de las condiciones de tráfico, junto con la presencia de los usuarios más vulnerables de la vía pública, hacen de estas zonas lugares idóneos para las pruebas más exigentes del vehículo autónomo.

Figura XIII. Tipología de la vía

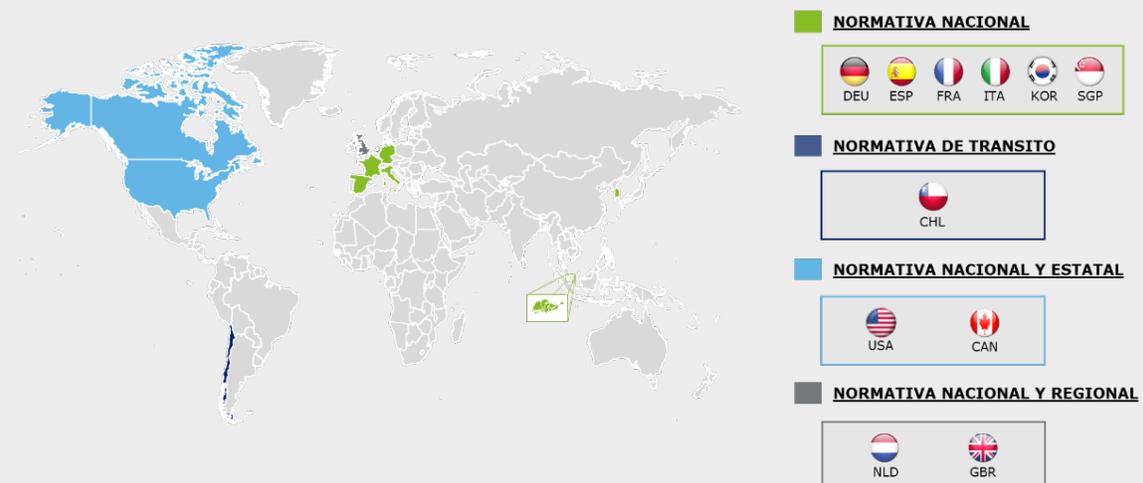


Las velocidades de operación varían según la tipología de vía y los límites permitidos. La velocidad suele estar limitada para los vehículos autónomos en prueba para garantizar un mayor grado de seguridad. Por ejemplo, el piloto desarrollado por la compañía Olli llegó a recorrer las carreteras públicas en entorno urbano de Washington D.C a una velocidad máxima de 20 km/h en el caso del primer vehículo de pruebas, y 40 km/h para un vehículo más avanzado (Local Motors, 2020). El vehículo de pruebas de TractEasy circuló a una velocidad de 15 km/h (dado el límite de velocidad del entorno) en el centro industrial del grupo automovilístico PSA, aunque el vehículo tenía una velocidad máxima de 25 km/h (Easymile, 2020).

Otro aspecto importante por determinar es el **nivel de autonomía permitido** para la realización de las pruebas. Con carácter general, aunque el vehículo autónomo esté capacitado para operar con autonomía y prescindiendo de una persona física en el interior del vehículo, para el desarrollo de pruebas, éste suele contar con un operador en su interior por cuestiones de seguridad. Normalmente, cuando se permiten pruebas con vehículos totalmente autónomos, se requiere que estas pruebas sean en espacios controlados (no abiertos al público), con un operador remoto que pueda tomar el control del vehículo en cualquier momento y se exigen mayores garantías de seguros. Una gran parte de los países estudiados permiten la realización de pruebas de vehículos autónomos a partir del nivel 3 de SAE (ver [Figura VII](#) - hito 1).

La **delimitación del ámbito de aplicación territorial** depende de la configuración político-territorial de cada geografía y de la atribución de las competencias en materia de transporte y, más específicamente, del vehículo autónomo. De esta forma, el nivel al que estará regulado el vehículo autónomo puede ser nacional, regional o local (ver [Figura VII](#) - hito 2). En el caso de Chile, por ejemplo, se rige a partir de normativa nacional, pero a su vez debe cumplir con las normativas de tránsito a nivel nacional, regional, y local.

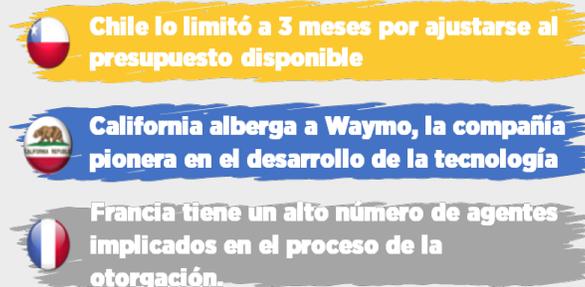
Figura XIV. Delimitación territorial



Establecer la **duración del permiso de pruebas** depende de los siguientes criterios:

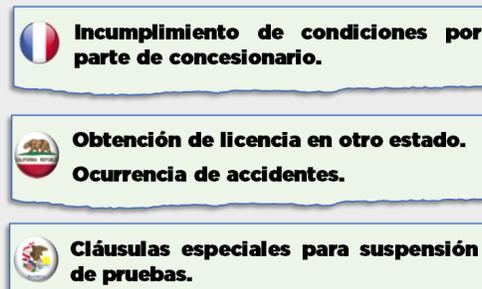
- 1 Número de agentes implicados en la decisión
- 2 Grado del desarrollo de la tecnología probada en el territorio
- 3 Presupuesto destinado al *sandbox*.

Con carácter general, cuanto mayor es el grado de desarrollo de la tecnología a ser probada, mayor presupuesto hay disponible para las pruebas y mayor número de agentes hay implicados, mayor suele ser el plazo de duración de las pruebas. Habitualmente se determina un horizonte temporal limitado, el cual suele oscilar entre uno y dos años. Por ejemplo, California y Francia extienden a dos años el permiso de pruebas y Chile contó con un piloto de operación de tres meses de duración (DMV, 2020; Republique Francaise, 2018; y Transdev/BID, 2020).



Además, esta autorización puede ser prorrogable durante un período de tiempo similar al establecido en primera instancia. En Francia la autorización puede renovarse una vez, siempre y cuando se comunique el deseo de extensión tres meses antes de la expiración. Para dicha renovación se realizará una evaluación de los resultados obtenidos hasta la fecha.

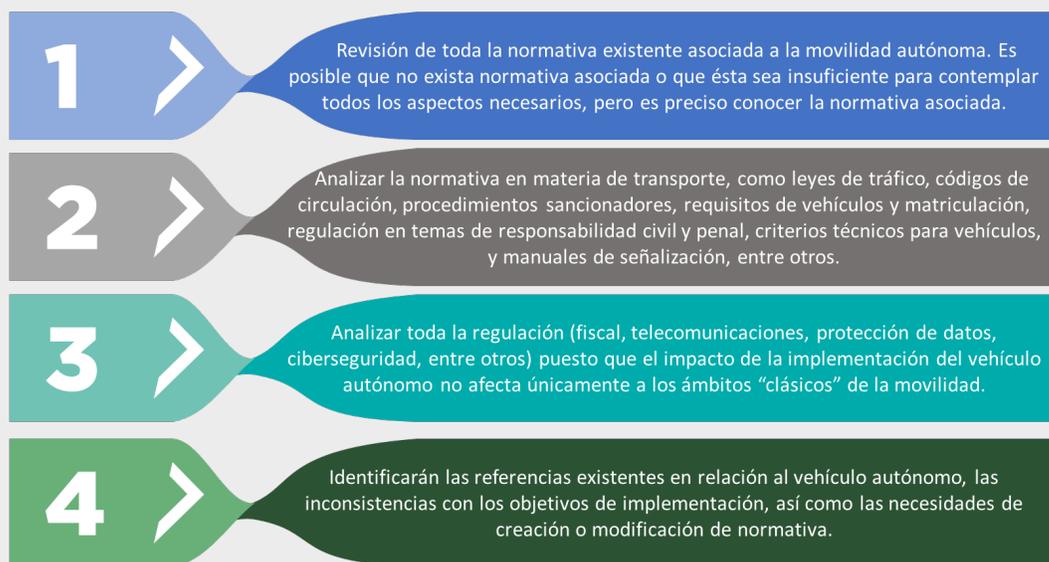
Por otro lado, se han de establecer los criterios por los cuales las **pruebas puedan ser suspendidas o canceladas**. Normalmente, los criterios más habituales para que esto suceda son:



Por ejemplo, en Francia en caso de incumplimiento de las condiciones experimentales, y sin perjuicio de la aplicación de las disposiciones de un artículo del Código Penal, el Ministro de Transporte puede decidir suspender la autorización. Uber ATG dejó de operar sus vehículos de prueba en California por empezar antes de obtener la licencia. Además, tuvo un accidente fatal de atropello con el que detuvo totalmente sus pruebas en 2018, reanudándolas en 2020 (the Guardian, 2020). Finalmente, Illinois tiene la autoridad de suspender una autorización si hay evidencia clara de que la tecnología utilizada por un vehículo en particular o por una entidad en particular no es segura para realizar pruebas en vías públicas o viola los términos establecidos.

Finalmente, la introducción del vehículo autónomo en un país tiene que identificar la **normativa que va a ser afectada**, estudiando la medida en que afecta de manera sustancial al modelo tradicional en el que se entiende la movilidad y las ciudades. Esto requiere de la ejecución de los siguientes pasos:

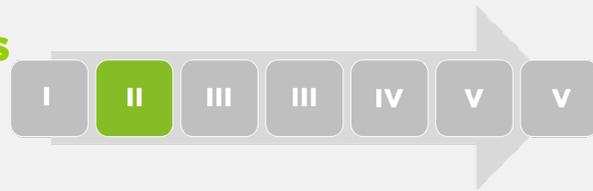
Figura XV. Revisión de normativa afectada



Además de la ley de tráfico, existen otros marcos legales que pueden estar relacionados con la conducción de vehículos autónomos. En el caso de Chile, por ejemplo, las principales normativas afectadas fueron: (i) la Ley de Tránsito-Conducción, que regula a cualquier clase de vehículo que transite por las vías públicas; (ii) el Código Civil sobre responsabilidad, que establece que todos aquellos responsables del servicio de transporte remunerado de pasajeros deben contratar un seguro para el personal de conducción, así como para cubrir los costes en caso de accidente, y adicionalmente podrá requerir un seguro para pasajeros; (iii) la Ley de Estatutos Automotriz, que recoge las características de cada tipo de vehículo y conoce en qué clasificación se encuentra el piloto; y (iv) los reglamentos asociados a la homologación vehicular (Transdev/BID, 2020).



Requisitos para las organizaciones solicitantes



Para diseñar un *sandbox* regulatorio deben establecerse unos requisitos que las **organizaciones solicitantes de autorización** deben cumplir. Los requisitos fundamentales son: establecer unos criterios técnicos y económicos básicos, la obligatoriedad de disponer de un seguro de responsabilidad civil, elaborar reportes, certificar una comprobación del vehículo autónomo, y el establecimiento opcional de una tasa para la realización de pruebas.

En primer lugar, conviene decidir si se establecen requisitos conforme a **criterios técnicos y económicos**, que sirvan como primer filtro para permitir a la organización solicitante poder participar o no en el *sandbox*. En general, se permite la realización de pruebas tanto a organizaciones públicas como privadas (ver **Box 3** - Colaboración público-privada). Para poder establecer un criterio técnico simple, se puede preguntar ¿cuál es la actividad principal de la organización?, y permitir las pruebas a los siguientes agentes: (i) operador de transportes (p. ej., Île de France Mobilités o Transdev); (ii) fabricantes de vehículos autónomos (p. ej., Toyota, Hyundai, Volvo, PSA); (iii) desarrolladores, instaladores de tecnología autónoma (p. ej., Waymo, Uber, Olli); (iv) proveedores de tecnología autónoma (p. ej., Valeo); (v) universidades o centros académicos que estén desarrollando actividades de investigación de esta tecnología (p. ej., University of Michigan); y (vi) laboratorios de investigación (p. ej., Vislab). Asimismo, para establecer un **criterio económico** básico se puede preguntar ¿tiene capacidad financiera para el desarrollo de pruebas e imprevistos?, y permitir las pruebas a aquellos que presenten solvencia financiera para hacer frente a los costes incurridos en el desarrollo de pruebas. Este requisito puede ampliarse en el grado que se considere necesario. Esto es, desde una muestra de capacidad financiera muy simple (como los estados financieros), hasta un análisis más detallado.

Es importante tener la capacidad para el desarrollo de las pruebas, así como afrontar los posibles inconvenientes que se puedan ocasionar. Esto se suele acompañar con el requisito de contar con un **seguro de responsabilidad civil** para hacerse cargo de los posibles imprevistos ocasionados. Por ello, es una práctica habitual incluir la obligatoriedad de disponer de un seguro de responsabilidad civil por parte de la empresa responsable de la realización de las pruebas del vehículo autónomo o, en su defecto, de una fianza o prueba de auto seguro.

Además, el regulador podrá especificar que la organización certifique que dispone de un seguro de responsabilidad civil u otro seguro equivalente por un importe determinado (el caso de California, se exige la acreditación de disponer de un seguro de responsabilidad civil que cubra un importe de US\$5.000.000). Por otra parte, si no se establece este requisito, se puede determinar una cuantía para hacer frente a las indemnizaciones (como el caso de Alemania, donde no incluyen el requisito de contar con un seguro, pero sí establece una cuantía de indemnizaciones en caso de que ocurra un accidente durante la realización de las pruebas con el vehículo autónomo). Todo esto permite hacer frente a los posibles daños que se puedan ocasionar en propiedades o personas físicas durante la realización de pruebas del vehículo.

Figura XVI. Seguro de responsabilidad civil



La **elaboración de reportes** relacionados con las pruebas realizadas y sus resultados es uno de los requisitos relevantes para las organizaciones solicitantes. Los aspectos más comunes que se suelen reportar son:

- 1 Número de desconexiones del modo autónomo por parte del vehículo probado.
- 2 Resultados obtenidos a la finalización de las pruebas.
- 3 Los accidentes en los que el vehículo autónomo haya estado involucrado.

Además, se podrá añadir el requisito de reportar información adicional (sobre todo cuando se realicen cambios respecto a la información presentada en la solicitud), informes de seguimiento y avance de las pruebas, informes de comunicación a organismos locales con información relativa al horizonte temporal de las pruebas, el lugar donde se realizarán las pruebas, la programación o los vehículos que van a ser probados.

En algunos casos, se incluye el requisito de la realización de una comprobación previa de diferentes **aspectos técnicos del vehículo autónomo** que va a realizar las pruebas. Esta tarea puede derivarse a un servicio técnico acreditado (como la entidad española Entidad Nacional de Acreditación “ENAC”), que certifique que el vehículo que realizará las pruebas está funcionando correctamente desde el punto de vista técnico. Esta certificación debe incluir la realización de pruebas de inspección técnica y comprobación dinámica de los sistemas autónomos del vehículo, así como la verificación de que la documentación legal está en regla.

Un punto importante es decidir si se requiere el **pago de una tasa** para obtener los permisos para la realización de pruebas con vehículos autónomos. En el caso que se incluya este requisito, se debe definir el importe de la tasa. Algunas de las geografías analizadas, tales como California, Singapur, España, Países Bajos e Illinois exigen el pago de una tasa para la autorización de la realización de pruebas de vehículo autónomo, aunque la cantidad y modalidad difiere entre ellas. Por ejemplo, California cuenta con una tarifa general de un conjunto de conductores más vehículo (hasta 10 vehículos y 20 conductores) y adicionalmente, se deberá abonar un monto por cada “conjunto” adicional (hasta 10 vehículos y 20 conductores adicionales). Singapur cuenta con una tarifa por vehículo y dependiendo de la duración y España aplica una tarifa fija. Reino Unido es un caso especial, puesto que el marco normativo actual no exige ni la obtención de un permiso especial de pruebas ni el pago de una tasa, aunque sí deben cumplir con algunos requisitos.

Figura XVII. Establecimiento de una tasa para la realización de pruebas





Requisitos para los los vehículos y conductores



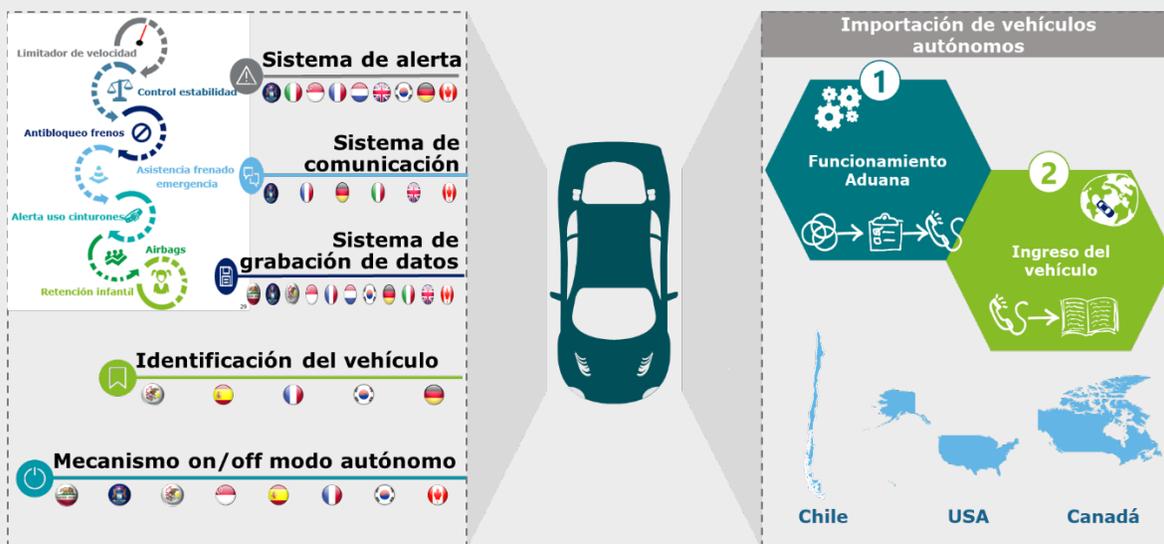
A partir del nivel de autonomía 3 donde el conductor puede dejar de lado la función de conducción, se recomienda incorporar el requisito de contar con los **componentes básicos de esta tecnología**, entre los que se encuentran:

- 1 El escáner LIDAR, que consiste en un sistema de visión que utiliza un haz láser para crear un mapa tridimensional del entorno y que permite determinar la distancia a la que se encuentran los objetos.
- 2 La cámara de visión, que sirve para detectar luces y objetos en movimiento.
- 3 El dispositivo GPS, que permite identificar la posición del vehículo en la carretera gracias a las señales recibidas desde satélites. Suele complementarse con los Sistemas de Navegación Inercial (“INS”), que emplean acelerómetros, giroscopios y un ordenador para calcular constantemente la posición, velocidad y orientación del vehículo sin necesidad de referencias externas.
- 4 Los sensores ultrasónicos, que se basan en el envío y recepción de ondas acústicas de alta frecuencia que permiten proporcionar datos precisos de corto alcance (1-10 metros), siendo útiles en la asistencia de estacionamiento, detección de salidas de carril, peatones y bicicletas, especialmente de noche.
- 5 Otros componentes como micrófonos, sensores de sonido y cámaras interiores, que permiten conocer el estado del conductor en todo momento.

Por ejemplo, en Italia se debe aportar una descripción de la tecnología utilizada por el vehículo autónomo de pruebas y, en el caso que se vayan a utilizar diferentes vehículos con diferentes niveles de autonomía, se describirá el impacto de la tecnología de cada una de ellas en función del rendimiento, funcionalidad y seguridad de los distintos vehículos.

Un aspecto fundamental es la elaboración de requisitos de estándares de seguridad específicos que el vehículo tiene que contener para garantizar la seguridad tanto del vehículo, como de los conductores, operadores remotos, y pasajeros que lo integran (Figura XVIII).

Figura XVIII. Requisitos para vehículos

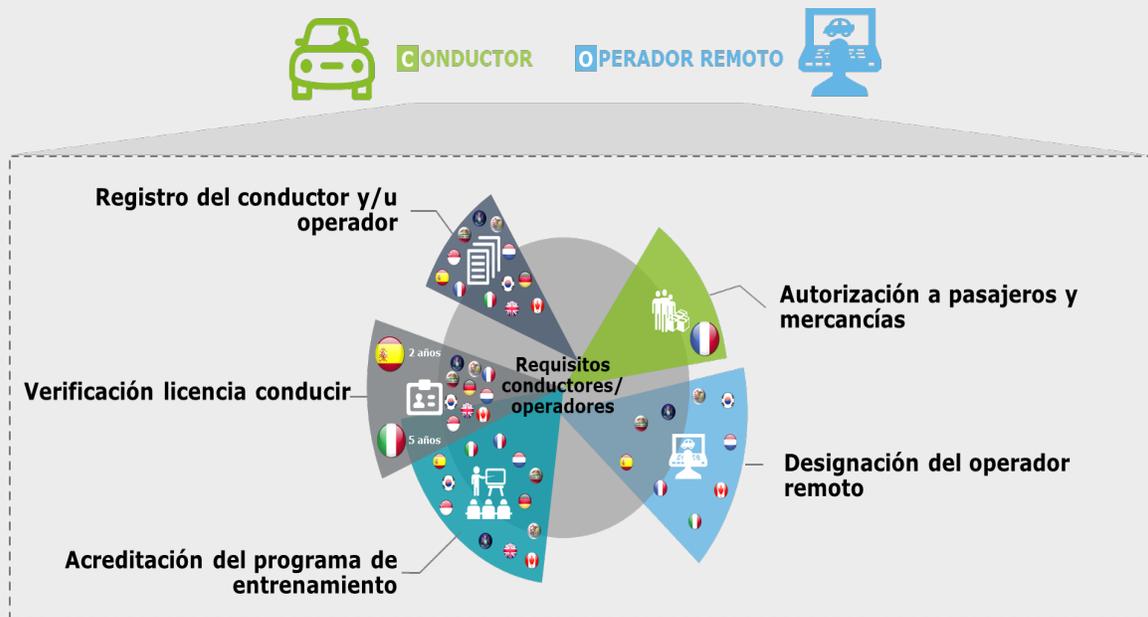


Otro punto por considerar es la **cadena de importación** de vehículos autónomos. Existen dos aspectos principales a tener en cuenta: (i) el entendimiento del funcionamiento de la aduana del

país, para lo cual se debe reconocer las actividades que el servicio nacional de aduanas presta al país, identificar las leyes y normativas que rigen el funcionamiento de la institución, y contactar y solicitar las pautas para el inicio del procedimiento al servicio de aduanas correspondiente; y (ii) el análisis del procedimiento de ingreso de los vehículos autónomos en el país, para lo cual de forma general se debe contactar con el propietario o arrendador de vehículos para conocer en detalle los trámites a realizar para trasladar el vehículo desde el país de origen al país donde se realizarán las pruebas, e identificar y analizar las normativas aplicables para la importación. Dentro de los casos analizados, en Canadá y Estados Unidos se permite la importación de vehículos cuyo objetivo sea la prueba o desarrollo de esta tecnología. En el caso de Chile, la regulación no permite la importación de vehículos usados.

En cuanto a los **requisitos para el conductor**, en primer lugar, es importante definir los términos de conductor y operador remoto. El término “conductor” hace referencia a una persona física ubicada en el interior del vehículo capaz de tomar el control en cualquier momento. El término “operador remoto” se refiere a un sujeto encargado de supervisar la conducción del vehículo y preparado para tomar el control remoto del vehículo. Algunas regulaciones como las de Singapur, Alemania, Corea del Sur e Illinois únicamente permiten el desarrollo de pruebas con la presencia de un conductor físico en el interior del vehículo. Asimismo, en fases tempranas del piloto, se recomienda contar con un conductor a bordo para garantizar el máximo nivel de seguridad posible, como en el caso del piloto realizado en Chile. Algunos de los requisitos recomendables que deberían cumplir los conductores de los vehículos en pruebas son los siguientes:

Figura XIX. Requisitos conductores



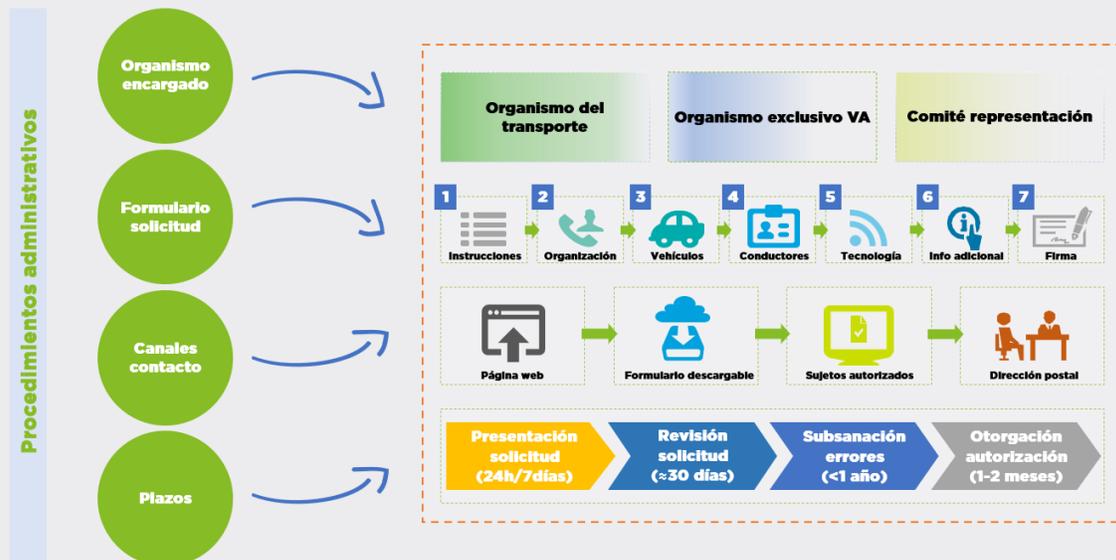
En cuanto a la designación del operador remoto, algunos reguladores y especialmente los que permiten pruebas sin conductor, incluyen el requisito de que exista un operador remoto. Este operador será el encargado de la supervisión del vehículo y del entorno de conducción. Además, estará preparado para tomar el control y realizar las maniobras necesarias para garantizar la seguridad del vehículo, sus ocupantes y el resto de los usuarios de la carretera. Este operador remoto tiene que haber recibido la formación necesaria correspondiente.

Además de delimitar el ámbito de aplicación y establecer los requisitos para organizaciones, vehículos y conductores, se debe diseñar un procedimiento administrativo en el organismo responsable. Este procedimiento engloba el procedimiento de solicitud del *sandbox*, el procedimiento de autorización para la realización y el procedimiento de expedición de licencias. Los puntos fundamentales a tener en cuenta para elaborar un procedimiento administrativo completo son los cuatro siguientes:

- 1 Designar al organismo responsable: la existencia de un departamento con competencias ejecutivas o normativas específicas del vehículo autónomo ayuda a establecer las responsabilidades de los distintos organismos del ámbito general del transporte. Asimismo, facilita el procedimiento de los trámites burocráticos necesarios para realizar actividades relacionadas con el vehículo autónomo.

Por ejemplo, en los Países Bajos, el Ministerio de Infraestructura y Medio Ambiente (I&M) fue el encargado de permitir pruebas a gran escala de vehículos autónomos. El gabinete holandés ha adoptado un proyecto de ley que en un futuro próximo permitirá realizar experimentos sin que un conductor esté en el vehículo, y eliminando los impedimentos legales. Adicionalmente, la RDW (Autoridad de Vehículos Holandesa) es responsable de la admisión de vehículos a las vías públicas, incluidos los vehículos autónomos mediante exenciones luego de demostrar que las pruebas se realizarán de manera segura (Government of the Netherlands, 2020).
- 2 El formulario orienta a los solicitantes a cumplimentar los apartados y cumplir con todos los requisitos.
- 3 El establecimiento de los canales de comunicación entre el organismo y el solicitante. La práctica más habitual, como es el caso de Chile, consiste en habilitar una sección específica de la materia del vehículo autónomo dentro de la página web del organismo responsable (Ministerio, Departamento, Organismo independiente, etc.).
- 4 El establecimiento de los plazos para los procesos administrativos: aunque depende de la capacidad de la autoridad responsable, se muestran algunos ejemplos:

Figura XX. Procesos administrativos



El regulador debe decidir si quiere publicitar o no el *sandbox* regulatorio. En el caso que se desee publicitar y hacer conocer el *sandbox*, se aconseja seguir los siguientes pasos del plan de comunicación. En Francia, por ejemplo, el regulador publicó, en la página web del Ministerio de la Transición Ecológica y Solidaria, un artículo sobre el lanzamiento de su estrategia para el desarrollo de los vehículos autónomos y sus principales desafíos. Además, realizó una presentación pública del informe que contiene las orientaciones estratégicas de acción pública para el desarrollo de los vehículos autónomos. El Ministerio también publicó este evento en la red social Twitter. Asimismo, en la página web de dicho Ministerio se encuentra un apartado concreto sobre el vehículo autónomo, que contiene toda la información relativa al mismo (regulación, documentación sobre la estrategia nacional, las pruebas realizadas, así como el marco normativo que lo engloba, aspectos internacionales, etc.). Igualmente, el piloto de Chile cuenta con una página de información al público producido por el Banco (BID, 2020).

Figura XXI. Pasos del plan de comunicación



Finalmente, la arquitectura de regulación flexible en forma de *sandbox* reconoce la necesidad de modernizar las regulaciones existentes y reflexionar a partir de los resultados de las pruebas piloto. Por ello, la ejecución de un *sandbox* es un proceso iterativo y debe siempre contar con fases de seguimiento y *reporting*. La práctica más habitual es la elaboración y publicación por parte de la autoridad de informes periódicos en función de los avances y resultados obtenidos. Estos documentos exponen el resultado de la aplicación del enfoque determinado con anterioridad y reflejan el estado de situación vigente del desarrollo del vehículo autónomo.

Con el objetivo de acometer esta función de una manera eficiente, es conveniente establecer una serie de definiciones:

- 1 Definir los responsables de elaboración y supervisión.
- 2 Establecer la frecuencia de la actividad de seguimiento y reporte.
- 3 Determinar el formato de *reporting* (formato libre, patrones específicos, o plantilla).

4 Pasos complementarios

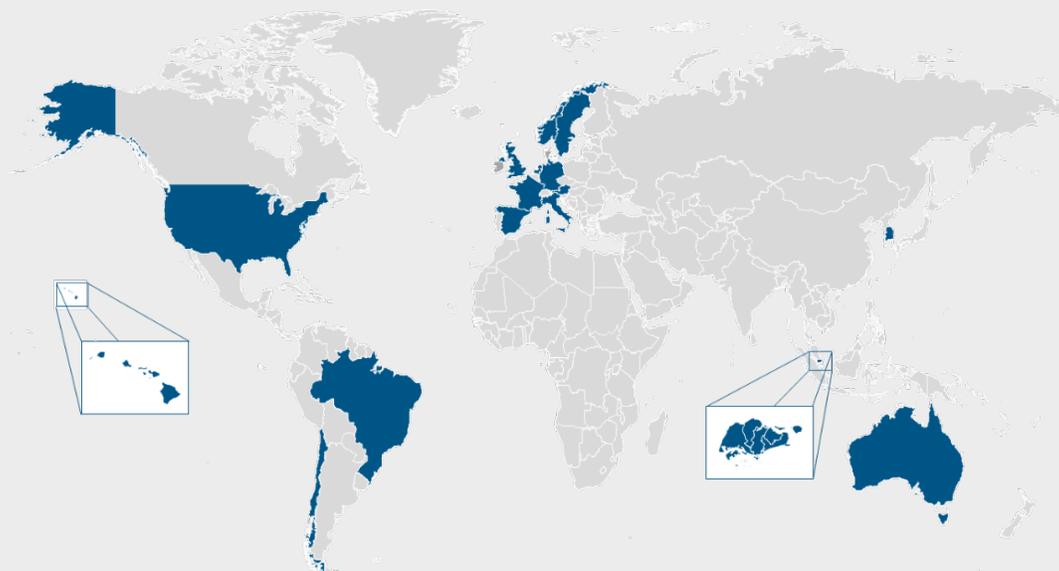
Los reguladores podrían incluir algunos pasos complementarios a la hora de la ejecución de un *sandbox* regulatorio. Aunque no son indispensables, reforzarían la información previa, aunque también conviene evaluar si retrasarían su inicio. Entre estos pasos se encuentra:

Figura XXII. Pasos complementarios para la implementación de *sandbox*



En primer lugar y antes de realizar la delimitación del ámbito de aplicación, se puede realizar un diagnóstico de la situación, el cual incluye la identificación de **experiencias previas**. En este sentido, se requiere investigar si existe algún precedente relativo a pruebas y/o despliegue del vehículo autónomo a nivel local, seguido de los casos en países vecinos o con características similares y, posteriormente, conocer los casos de éxito a nivel internacional. Un ejemplo de un país en ALC es **Brasil**, donde se han realizado pruebas de un camión autónomo comercial destinado a ser utilizado para la cosecha de caña de azúcar (Macduff , 2017). En el caso de querer introducir un *sandbox* regulatorio de un minibús autónomo para otras funciones, convendría estudiar en detalle los resultados y conclusiones obtenidas de las pruebas realizadas el sector agrícola. Igualmente, el piloto en **Chile** contó con la extrapolación de los pilotos realizados en Francia en relación con diversos ámbitos, dado el operador y la empresa de tecnología seleccionados para el piloto (RATP, 2018).

Figura XXIII. Países que han desplegado tecnología autónoma



Asimismo, el diagnóstico debe contemplar la **situación de la tecnología autónoma en el país**. El diseño y la implementación de un *sandbox* regulatorio relacionado con el vehículo autónomo dependen, en gran medida, del grado de penetración de la tecnología en el país o geografía donde se quiera desarrollar la prueba y/o despliegue del vehículo autónomo. Sin embargo, este procedimiento es complementario, ya que como se ha observado, en países con un grado nulo de penetración de tecnología del vehículo autónomo (como buena parte de América Latina y Caribe), el objetivo principal de la implementación de un *sandbox* regulatorio recae en la generación de conciencia, tanto a las autoridades y *policy makers* como a los consumidores, sobre esta tecnología, utilizando el *sandbox* como medio para promover las pruebas.

El diagnóstico también puede analizar la **situación del transporte y la movilidad en el país**. Los transportes tradicionales existentes en la actualidad han sido planificados con tecnologías en vigor desde hace muchos años. Sin embargo, cada vez es más frecuente la introducción de tecnologías de movilidad inteligente para la aplicación en el sector de transporte. Es por esto que, a la hora de diseñar un *sandbox* regulatorio, es importante realizar una evaluación del transporte y la movilidad en el país objeto.

Dentro del **régimen económico** del *sandbox* (en la fase de delimitación del ámbito de aplicación), la creación de ayudas supondría un consumo de recursos tanto materiales como humanos, en distinto grado, dependiendo del tipo de ayuda que se esté contemplando implementar. Por otro lado, contribuiría, a la creación de un mayor número de iniciativas, así como al desarrollo de distintos aspectos en materia del vehículo autónomo. Se podría optar entre distintos sistemas como ayudas económicas, fiscales y asesoramiento. Por ejemplo, en Canadá, los presupuestos de 2017 incluyeron US\$76,5 millones para regulación, certificación, normas y pruebas de vehículo autónomo y conectado, así como de sistemas de aeronaves pilotadas de forma remota. Además, el regulador de Canadá anunció en septiembre de 2017, el lanzamiento del programa “Program to Advance Connectivity and Automation in the Transportation System” para ayudar a las provincias, territorios y municipios canadienses a preparar el sistema de transporte de Canadá para la llegada de los vehículos autónomos y conectados, que actualmente está financiado 15 proyectos en el país.

Como última fase, una vez que se ha realizado la **evaluación de los resultados** obtenidos del *sandbox* y se ha identificado el impacto de este en la normativa existente, es el momento de acometer las actuaciones regulatorias necesarias. El *sandbox* da una exención de una norma durante un período de tiempo. Por lo tanto, tras la emisión de una exención de la normativa, se puede complementar con la creación de una norma específica o, por el contrario, optar por adaptar o modernizar la norma o decidir modificarla. Una opción es la **combinación de exención y creación de una nueva norma**.

Otra práctica a valorar por parte de los tomadores de decisiones es la **adaptación o modernización de aquellas regulaciones obsoletas** que impiden el desarrollo del vehículo autónomo y que, en algunos casos, pueden ocasionar una barrera para la introducción de tecnologías disruptivas como el vehículo autónomo. Del mismo modo que para el enfoque anterior, esta práctica puede combinarse con la elaboración de una nueva norma. Este enfoque permite tanto la preparación proactiva para el desarrollo del vehículo autónomo como la garantía, cuando sea necesario, de una respuesta regulatoria eficaz hacia el desarrollo acelerado de la tecnología.

Complementariamente a lo anterior, en algunos casos puede ser necesario realizar alguna **modificación en normativas generales**. Lo más habitual es realizar modificaciones en el código de circulación, adaptando la norma para permitir la circulación de vehículos autónomos junto con el tráfico de vehículos convencionales. Como ejemplo, aunque todavía no dispone de una normativa específica, los Países Bajos permiten la realización de pruebas de vehículo autónomo dado que el regulador tiene potestad para aplicar exenciones. Esta potestad fue establecida en el decreto de modificación del código de circulación, por el cual el Ministerio de Infraestructura y Medio Ambiente otorgó a la autoridad holandesa de vehículos el poder de admitir la circulación de vehículos autónomos en vías públicas de pruebas.

Específicamente en **ALC**, un enfoque ágil y experimental de la regulación debe ser considerado como parte de la combinación de políticas de innovación en la región. La implementación de *sandboxes* ayudaría a acelerar la innovación, aumentar conocimiento y confianza entre innovadores y reguladores, abordar de manera efectiva y rápida huecos de conocimiento sobre

la ley que podrían estar impidiendo el despliegue de la tecnología, y generar evidencia de la necesidad de actualizar los marcos regulatorios. Existen además otros desafíos regulatorios asociados, como la naturaleza transfronteriza y el alcance global de algunas tecnologías, responsabilidades y cumplimiento normativo.

En el caso específico de **Chile**, una vez finalizado el piloto, se espera, que, conforme a las prácticas internacionales, se proceda a garantizar exenciones de distintas normas. No obstante, no se cierran las opciones únicamente a la práctica de exención, sino que conforme avance su implementación, se afrontará la futura modificación de las normas existentes o la creación de otras nuevas.

Según Rosemberg, et al. (2020), los estudios de casos sobre *sandboxes* regulatorios revelan una serie de lecciones que podrían ser de utilidad para la región de ALC:

- 1** La **rigidez impuesta por el sistema** legal de la mayoría de los países de ALC sigue la tradición del derecho civil y enfatiza la codificación sistemática de la ley general, significando, en algunos casos, tener que buscar la aprobación parlamentaria para poder ofrecer flexibilidades regulatorias. Esas aprobaciones pueden ser más fácil de obtener si los *sandboxes* promueven innovaciones que pueden tener importantes impactos y que estén en consonancia con las prioridades de las políticas nacionales. Países como Argentina y Uruguay están discutiendo la posibilidad de redactar "reglamentos generales" que permitan la creación de entornos de *sandboxes* sectoriales. Se espera, que otros países de la región consideren revisar sus marcos regulatorios para facilitar la implementación de esquemas experimentales.
- 2** Adicionalmente, la **naturaleza multisectorial** de esta tecnología puede requerir mecanismos de gobernanza multisectoriales y / o el liderazgo de una organización con mandato supranacional.
- 3** Los reguladores deben **permanecer neutrales**, y a distancia del sector privado, por ejemplo, mediante la creación de fondos competitivos abiertos a cualquier innovador, promoviendo la competencia y garantizando la neutralidad. Las subvenciones competitivas para I + D brindan la oportunidad de fomentar **colaboración** entre la academia, la industria y las partes interesadas.
- 4** Las **agencias de innovación** pueden jugar un papel fundamental en la implementación ese tipo de iniciativas de *sandboxes*, dado que tienen buen conocimiento de los innovadores y procesos de innovación, y tienden a ser percibidos como agentes neutrales.
- 5** Finalmente, puede considerarse un **programa específico** para fomentar la innovación dentro de las agencias sectoriales, brindando apoyo financiero para implementar o explorar cambios regulatorios. Dicho fondo, que también podría implementarse a través de las agencias de innovación, podría ayudar a relajar las restricciones presupuestales que impiden a los reguladores responder a demandas cambiantes, y también puede proporcionar un primer punto de entrada antes de la implementación de un *sandbox* regulatorio.

5 Caso de estudio: California

Aunque los **marcos regulatorios** varían en las diferentes geografías, los enfoques generales son comunes en cuanto a la estructura del sistema de tráfico y la gestión de las posibles incidencias relacionadas. En este sentido, desde esta perspectiva, el punto inicial es la **observación** de cómo coincide el mundo real con la imagen ideal diseñada.

Para garantizar una correcta implementación, es necesario, como mínimo, la elaboración de un **plan de acción**, que establezca principalmente las **tareas específicas a desarrollar**, los responsables, plazos y un sistema de seguimiento y supervisión de todas las acciones diseñadas. El diseño de este plan pretende ubicar en un contexto general y superior a los reguladores involucrados, así como dotarles de una herramienta de gestión y medición de resultados. Si bien existen procedimientos administrativos y legislativos para que las autoridades desarrollen planes de implementación como parte de sus nuevas propuestas de políticas, no debe verse como una tarea dispendiosa.

El plan es una **herramienta útil que ayuda a las autoridades a implementar la regulación con éxito**. Un plan de implementación efectivo debe: (i) ser capaz de ser entendido por usuarios no expertos; (ii) presentar una visión clara desde el objetivo del gobierno, hasta los resultados esperados; (iii) describir los plazos y las fases del proyecto, especialmente cuando hay interdependencias con requisitos críticos, como la aprobación de legislación o negociaciones con otros territorios, (iv) articular claramente las vías de decisión; (v) identificar estándares y controles que se utilizarán durante la implementación; (vi) identificar y abordar explícitamente los desafíos de implementación y cómo se gestionará el cambio; y (vii) analizar el origen, probabilidad de ocurrencia, consecuencia y estrategias de mitigación de los riesgos.

Una vez que se ha definido el diseño óptimo de un *sandbox* regulatorio, a la hora de implementarlo el objetivo es trasladar las generalidades a las circunstancias específicas de la geografía en cuestión donde se quiere implementar el *sandbox*. Esta sección muestra los pasos que el **regulador de California** llevó a cabo:

Figura XXIV. Implementación de *sandboxes* regulatorio en California



1 Definición de responsables: el California Vehicle Code -código del vehículo de California- que contiene los estatutos relacionados con la operación, propiedad y registro de vehículos en el Estado de California, delegó en el [Department of Motor Vehicles \(DMV\)](#) la adopción de la regulación del vehículo autónomo en California.

2 Establecimiento de las tareas: California se enfocó en detallar exhaustivamente los requisitos para las organizaciones solicitantes, para los vehículos, y para los conductores y/u operadores remotos. Es por ello por lo que ha servido de referente para muchas otras geografías.

- 3 **Roadmap y quick wins:** California estableció como *quick win* el establecimiento de la regulación del vehículo autónomo en 2014, con la creación del procedimiento para obtener la licencia de prueba con conductor. En el año 2018 reguló las licencias de pruebas sin conductor y de despliegue de uso público del vehículo autónomo. Por otra parte, en 2019, California publicó una propuesta de regulación de las licencias para pruebas de camiones autónomos (vehículos de reparto) ligeros, en las carreteras públicas de California. Luego llevó a cabo una audiencia pública para reunir información y discutir las regulaciones. El DMV sigue el mismo enfoque y pretende completar esta regulación para final del año. Por el momento, las regulaciones continúan excluyendo la prueba o el despliegue de vehículos no ligeros (MDV, 2020).
- 4 **Procedimientos administrativos:** En California, se establecieron procedimientos administrativos para presentar la solicitud de autorización para realizar pruebas, su revisión, posterior otorgación de la autorización, y posible renovación de esta.
- 5 **Determinación del proceso de seguimiento:** Como se ha comentado en la fase de *reporting* y seguimiento, en concreto, California establece el requisito de elaborar reportes anuales sobre desconexiones del modo autónomo, así como sobre los accidentes acometidos por una colisión originada por la operación del vehículo autónomo en una vía pública que resulte en daños a la propiedad, lesiones o muerte.

Uno de los puntos iniciales es llegar a **consenso** de las tareas a realizar. De todo lo recogido en el diseño óptimo, existe la posibilidad de que **algunas tareas no sean de aplicación** o, al contrario, se requiera la **ejecución de otros pasos** anteriores para poder realizar lo diseñado en la fase anterior. Es decir, una vez que se ha leído lo recogido en el diseño óptimo, las autoridades o responsables deciden cuales son las tareas por realizar, así como su grado de prioridad.

Para ello, sirve de ayuda la elaboración de una hoja de ruta (ver **Figura X**. Hoja de ruta para la ejecución de *sandbox*) que defina de manera clara las tareas a realizar junto con el plazo estimado de implementación. La implementación tiene que documentar el pensamiento estructurado y la comunicación, a través de workshops, debates y conversaciones presenciales. Además, se debe involucrar tanto a los líderes como los gerentes, así como a los integrantes de los equipos de los departamentos de regulación que se estimen necesarios. A continuación, se muestra los plazos estimados para esta hoja de ruta para el *sandbox* regulatorio:

Figura XXV. Plazos estimados para la hoja de ruta del *sandbox* regulatorio

ROADMAP	PASO A SEGUIR	PLAZO MÍNIMO (semanas)	PLAZO MÁXIMO (semanas)
	Delimitación del ámbito de aplicación	4	8
Establecimiento de requisitos para las organizaciones solicitantes	2	4	
Establecimiento de requisitos para los vehículos	2	4	
Establecimiento de requisitos para los conductores y/u operadores remotos	2	4	
Definición de los procedimientos administrativos del sandbox	2	3	
Diseño del plan de comunicación del sandbox	3	4	
Mecanismo de seguimiento y reporting	1	2	
Plazo total estimado	16	29	

*Los plazos indicados son estimados y podrían reducirse si algunas o todas las actividades se fuesen realizando simultáneamente.

6

Anexos

Tabla 1. Normativa relevante por geografía

País	Normativa	Descripción
Estados Unidos	S.1885 - AV START Act (2017)	Proyecto de ley que establece el marco de las competencias federales con el objetivo de garantizar la seguridad, establece condiciones bajo las cuales pueden ser introducidos en el comercio interestatal para pruebas, evaluación o demostración, y aplica exenciones de seguridad.
	H.R.3388 - SELF DRIVE Act (2017)	Este proyecto de ley establece el marco de las competencias federales con el objetivo de garantizar la seguridad y promueve las pruebas y el despliegue de dichos vehículos.
Estados Unidos - California	Propuesta de regulación de pruebas de camiones autónomos ligeros (2019)	Propuesta de regulaciones del DMV sobre pruebas para el despliegue de camiones de motor autónomos ligeros (vehículos de reparto), en las carreteras públicas de California. Las regulaciones continúan excluyendo la prueba autónoma o el despliegue de vehículos de más de 10,001 libras.
	California Code of Regulations, Title 13, Division 1, Chapter 1, Article 3.7 y 3.8 (2018)	Procedimiento de solicitud y autorización de la licencia para el uso y despliegue, y procedimiento de solicitud y autorización de la licencia para pruebas en California.
	Código del vehículo "Vehicle Code"	Contiene los estatutos relacionados con la operación, propiedad y registro de vehículos, y delega en el DMV la adopción de la regulación en California.
Estados Unidos - Illinois	IL H 2575 (2019)	Proyecto de Ley que establece que un vehículo totalmente autónomo puede conducir u operar en las carreteras de este estado, independientemente de si un operador humano está físicamente presente en el vehículo.
	Orden ejecutiva 2018-13, estableciendo la iniciativa del vehículo autónomo (2018)	Orden ejecutiva que permite las pruebas y la operación del vehículo autónomo en el estado, todas las pruebas deben ser aprobadas, antes de su despliegue, por el Departamento de Transporte.
	IL H 791 (2018)	Modifica el Código de Vehículos, definiendo el vehículo autónomo y estableciendo que el gobierno local no puede promulgar una ordenanza que prohíba el uso de vehículos autónomos en sus carreteras.
Estados Unidos - Michigan	MI H 5335 (2018)	Crea el Council on Future Mobility, con el objetivo de aconsejar continuamente a los reguladores en la formulación de políticas sobre movilidad y en normas sobre los cambios futuros para eliminar las barreras legales y reglamentarias para el vehículo autónomo.
	SAVE Act (Safe Autonomous Vehicle Act) (2016)	Cuerpo legislativo que aborda la definición del marco bajo el cual deben realizarse el uso y las pruebas del vehículo autónomo en vía pública.

País	Normativa	Descripción
	MI S 169 (2013)	Esta Ley, de una manera más integral, definió el vehículo autónomo como un vehículo de motor en el que se ha instalado un sistema de conducción autónoma, ya sea por un fabricante de sistemas de conducción autónoma, o por un instalador, que permite que el vehículo opere sin ningún control o monitoreo por parte de un operador humano. Esta ley permite la prueba de vehículos autónomos bajo ciertas condiciones, define el concepto de operador.
	MI S 663 (2013)	Esta Ley proporcionó protecciones a los fabricantes en términos de limitaciones de responsabilidad en el caso en que se realizasen modificaciones posteriores al vehículo por terceras partes.
Singapur	Road Traffic Act (2019)	Incluye las definiciones los términos “vehículo autónomo”, “tecnología de automatización del vehículo” y “sistema autónomo”, y habilita al MOT a elaborar normas para el uso y la realización de pruebas con vehículos autónomos.
	Road Traffic Autonomous Motor Vehicles Rules (2017)	Estas normas otorgan a la LTA la potestad para implementar un <i>sandbox</i> regulatorio para cada prueba con el vehículo autónomo. Estas normas establecen unos estándares y requerimientos para el uso y la realización de pruebas con esta tecnología, aunque en la práctica es la LTA quien determina el marco regulatorio aplicable a cada prueba o uso basándose en un análisis individual de cada caso.
España	Proyecto de norma sobre seguridad de las redes y servicios 5G (2019)	Ministerio de Economía y Empresa ha emitido una consulta previa a la elaboración de una norma sobre seguridad de las redes y servicios 5G.
	Instrucción 15/V-113 (2015)	Regula la concesión de autorizaciones para la realización de pruebas y ensayos relacionados con el vehículo autónomo, en vías abiertas al tráfico en general. Esta instrucción establece el procedimiento y los requisitos para la obtención de la autorización de pruebas o ensayos en vías abiertas al tráfico en general.
Francia	Décret n° 2018-211 relatif à l'expérimentation de véhicules a délégation de conduite sur les voies publiques	Decreto que establece las condiciones para la emisión de la autorización y los procedimientos para su implementación.
	Ordonnance 2016-1057 relative à l'expérimentation de véhicules à délégation de conduite sur les voies publiques	Orden relativa a la prueba de vehículos autónomos en la vía pública.
Países Bajos	Besluit ontheffingverlening exceptionele transporten (2019)	Decreto de modificación de la Road Traffic Act, por el Ministerio de Infraestructura y Medio Ambiente, para que la autoridad holandesa de vehículos (la RDW) admita la circulación de vehículos autónomos en vías públicas para pruebas.
	Experimenteerwet zelfrijdende auto (2018)	Proyecto de ley que permitirá realizar experimentos con vehículos autónomos sin que un conductor esté presente en el vehículo. La RDW evaluará previamente las

País	Normativa	Descripción
		ubicaciones y condiciones bajo las cuales se pueden realizar las pruebas, en colaboración con expertos, incluido el instituto para la investigación de seguridad vial SWOV, la autoridad vial y la policía.
	Regeling tarieven Dienst Wegverkeer (2015)	Detalle del coste de cada una de las actividades adicionales que son susceptibles de cargarse en las pruebas de vehículo autónomo.
Corea del Sur	Motor Vehicle Management Act - MVMA- (2019)	Ley general que contiene una serie de disposiciones generales en materia del vehículo autónomo, permitiendo la realización de pruebas con esta tecnología siempre que se obtenga la correspondiente licencia del MOLIT.
	Enforcement Rules of the Motor Vehicle Management Act (2019)	Desarrollan el contenido del MVMA, permitiendo su implementación. Estas normas recogen los requisitos de seguridad necesarios para la obtención de la licencia de pruebas con el vehículo autónomo.
	Regulations on the safety operation requirements and test operation of autonomous vehicles (2018)	Desarrollan en detalle la regulación del vehículo autónomo que hacen las <i>Enforcement Rules</i> del MVMA, completando los requisitos de las pruebas y de la obtención de la licencia de operación.
Alemania	Straßenverkehrsgesetz (StVG) (2019)	Es la ley federal que contiene las normas fundamentales de circulación. Supuso la introducción de un marco normativo para los vehículos autónomos. Con este régimen legal, para poder realizar pruebas con vehículos autónomos, se debe obtener un permiso especial, en el que se fijarán, caso por caso, las condiciones que deben cumplirse durante el desarrollo de estas.
Italia	Decreto 28 febbraio 2018, n.70, ("Decreto Smart Road")	Decreto que establece la metodología y los procedimientos para el desarrollo de la realización de pruebas de vehículos autónomos en la vía pública, así como para la implementación de los vehículos conectados.
	Legge 27 dicembre 2017, n.205	Ley donde se autorizan las pruebas en carretera de sistemas de conducción autónoma.
	Decreto del Presidente della Repubblica 24 novembre 2001, n.474	Decreto donde se regula el procedimiento de autorización de circulación de vehículos de prueba.
Reino Unido	Code of Practice (2019)	Contiene una serie de directrices y requisitos legales para la ejecución de pruebas de forma segura, y para la colaboración entre organismos públicos y entidades privadas que busquen desarrollar esta tecnología.
	Automated and Electric Vehicles Act (2018)	Regula la responsabilidad de las compañías aseguradoras en relación con los accidentes provocados por vehículos autónomos, también contiene disposiciones sobre los sistemas de carga de los vehículos eléctricos. Extiende la obligación de contratación de un seguro de circulación a los desarrolladores de vehículos autónomos.

País	Normativa	Descripción
	Road Vehicles (Construction and Use) Regulations 1986 (2018)	Ley general que regula las especificaciones técnicas que deben tener los vehículos para poder circular por las carreteras públicas de los territorios pertenecientes a Gran Bretaña (Inglaterra, Gales y Escocia), así como su uso y mantenimiento.
	Connected and Autonomous Vehicles: guidances for London trials	Guía que detalla los requisitos del <i>Code of Practice</i> para las pruebas en la ciudad de Londres.
Canadá	Ontario Regulation 306/15 Pilot Project (2016)	Regulación a nivel provincial que permite las pruebas de vehículo autónomo en la vía pública en Ontario. Establece el proceso de solicitud de la autorización de participación en el programa piloto, los requisitos de la empresa, del vehículo, y del vehículo.
	On-Road Vehicle and Engine Emission Regulations (2002)	Establece la documentación y requisitos que se tiene que enviar al Ministerio del Medioambiente de Canadá para obtener el permiso de importación.

Tabla 2. Organismos relevantes en relación con el vehículo autónomo

País	Organismo	Funciones
Estados Unidos - general	United States Department of Transport (U.S. DOT)	Departamento del Gabinete federal del gobierno de Estados Unidos encargado del transporte.
	National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA)	División del U.S. DOT, encargada de la operación del tráfico en carreteras. Asimismo, es la autoridad encargada de la seguridad de los vehículos autónomos y el sistema de conducción autónomo, tiene autoridad exclusiva para elaborar normas federales de seguridad y en el caso que otras normas estatales o locales sean inconsistentes, prevalece la norma federal.
	National Transportation Safety Board (NTSB)	Organismo encargado de la investigación de accidentes de carretera, aviación civil, marinos, oleoductos y ferrocarriles de Estados Unidos.
California	California State Transportation Agency (CalSTA)	Agencia encargada del desarrollo y coordinación de las políticas y programas de las entidades de transporte del Estado de California para alcanzar los objetivos de movilidad, seguridad, y calidad del aire desde su sistema de transporte.
	California Department of Motor Vehicles (DMV)	Entidad dependiente de la CalSTA, encargada de las políticas y programas relacionados con vehículos a motor, incluyendo la matriculación de los vehículos, emisión de licencias y regulación de fabricantes de vehículos, transportistas, distribuidores, vendedores de vehículos, etc.
	Legislative Counsel Bureau (LCB)	Es la oficina de asesoría legislativa de California, regula el "Vehicle Code", que contiene los estatutos relacionados con la operación, propiedad y registro de vehículos en el Estado.

País	Organismo	Funciones
Illinois	Gobierno de Illinois	Con sede en la capital del estado, tiene competencias ejecutivas, legislativas y judiciales en el ámbito estatal.
	Illinois Department of Transportation (IDoT)	Agencia estatal gubernamental encargada de la construcción, inspección y mantenimiento de la red de transporte y de carreteras estatales y federales del estado de Illinois, así como de los aeropuertos del estado.
	Transportation and Mobility Task Force (Task Force)	Es un órgano colegiado, creado por el Gobierno de Illinois en colaboración con el Ayuntamiento de Chicago, su misión es brindar una visión que respalde el sistema de transporte público e incorpore efectivamente nuevos servicios y tecnologías de movilidad a la red de transporte de Chicago. El grupo de trabajo, formado por 20 expertos, identifica acciones a corto plazo y a largo plazo que apoyan el objetivo más amplio de proporcionar un ecosistema de transporte multimodal confiable, equitativo y sostenible.
Michigan	Michigan Department of Transportation (MDOT)	Agencia estatal gubernamental encargada de la construcción y mantenimiento de toda la infraestructura de del transporte del estado de Michigan.
	Suburban Mobility Authority for Regional Transportation (SMART)	Autoridad de movilidad suburbana para el transporte regional, y como tal, opera la red de transporte público, que presta servicios en el área metropolitana de Detroit.
	Council on Future Mobility	Consejo de Michigan para la movilidad del futuro. Promueve el desarrollo de los vehículos autónomos y conectados.
	Detroit Transportation Corporation (DTC)	Agencia local propietaria y operadora del Detroit People Mover (DPM). El DPM es el sistema ferroviario municipal más grande del estado de Michigan.
Michigan y Ontario	Transit Windsor	Agencia encargada de proporcionar transporte público en la ciudad de Windsor, Ontario, Canadá, a más de 6 millones de pasajeros cada año. Transit Windsor opera un servicio transfronterizo entre las áreas del centro de Windsor y Detroit.
Maryland	Maryland Department of Transportation (MDOT)	Organismo encargado de la administración de la red estatal de carreteras, los vehículos motorizados, así como del puerto y la aviación de Maryland.
Singapur	Ministry of Transport (MOT)	Ministerio encargado de la supervisión y el desarrollo de la regulación de la aviación civil y el transporte aéreo, el transporte marítimo y los puertos, y el transporte terrestre.
	Land Transport Authority (LTA)	Junta estatutaria dependiente del MOT, planifica, regula y supervisa los desarrollos de transporte terrestre en Singapur.

País	Organismo	Funciones
	Committee on Autonomous Road Transport for Singapore (CARTS)	Comité creado por el MOT, constituido por reconocidos expertos internacionales y cuya finalidad es trazar la dirección estratégica de los conceptos de movilidad terrestre habilitados para el vehículo autónomo en Singapur.
	Centre of Excellence for Testing and Research of AVs (CETRAN)	Centro de pruebas creado por la LTA en colaboración con la Nanyang Technological University, (NTU), que contribuye a la mejora de la tecnología autónoma, a través del desarrollo de estándares y criterios para la realización de pruebas con vehículos autónomos.
	A*STAR (Agency for Science, Technology and Research)	Es una junta estatutaria dependiente del Ministerio de Comercio e Industria de Singapur. La agencia apoya la investigación y desarrollo según las necesidades nacionales de Singapur. La junta abarca cuatro dominios tecnológicos: fabricación avanzada e ingeniería (AME), salud y ciencias biomédicas (HBMS), soluciones urbanas y sostenibilidad (USS) y servicios y economía digital (SDE). Establece un plan quinquenal nacional (RIE2020).
	Nanyang Technological University (NTU)	Institución que forma parte de las zonas habilitadas en Singapur para la prueba de vehículos autónomos, y que ha participado en el desarrollo de un autobús que circula por el campus.
España	Ministerio del Interior	Uno de los departamentos del Gobierno de España, es el responsable de la regulación del vehículo y el transporte de carretera, regulado en el Código de Tráfico y Seguridad Vial.
	Dirección General de Tráfico (DGT)	Organismo autónomo encargado de la movilidad y responsable de la ejecución de la política vial en las vías de España. Además, sirve de instrumento para la adopción inmediata de decisiones que garanticen la máxima fluidez, seguridad y fiabilidad en la circulación por carretera.
	Entidad Nacional de Acreditación (ENAC)	Organismo dotado de potestad pública para otorgar de forma exclusiva las acreditaciones, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento Europeo.
Francia	Ministère de la Transition écologique et solidaire (MTES)	Ministerio responsable, en materia del transporte e infraestructura, de la implementación de las políticas relacionadas con todas las áreas del transporte del país, así como de la aviación civil.
	Gobierno de Francia	Órgano depositario del poder ejecutivo en Francia, con potestades en la definición de una estrategia nacional para el desarrollo del vehículo autónomo y la implementación de algunas iniciativas relacionadas con el vehículo autónomo, entre otras funciones.
	Banque publique d'investissement français (BPIFrance)	Banco público de inversión francés, creado como <i>joint venture</i> entre la <i>Caisse des dépôts et consignations</i> y EPIC BPI-Groupe.
	Établissement public à caractère industriel et commercial - BPI Groupe (EPIC BPI-Groupe)	Agencia gubernamental francesa encargada de la gestión de los fondos soberanos franceses.

País	Organismo	Funciones
	Caisse des dépôts et consignations	Institución pública financiera cuya misión es dar soporte financiero a la implementación de políticas públicas.
	Direction Générale de l'Énergie et du Climat (DGEC)	Órgano responsable de la elaboración y aplicación de las políticas energéticas, calentamiento global y contaminación del aire.
	Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer (DGITM)	Órgano responsable de la infraestructura, carreteras y servicios de transporte.
	Délégation à la Sécurité Routière (DSR)	Órgano encargado de la seguridad vial, señalización y normas de tráfico.
	Unité de Coordination de la Lutte contre l'Insécurité Routière (UCLIR)	Unidad de coordinación de la acción de la policía en sus competencias en seguridad vial.
	Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information (ANSSI)	Autoridad nacional en materia de seguridad y defensa de los sistemas de información.
	Île-de-France Mobilités	Autoridad que controla y coordina las diferentes compañías de transporte que operan en la red de transporte público del área de París y el resto de la región de Île-de-France.
	Régie Autonome des Transports Parisiens (RATP)	Organismo de gestión de las redes de metro de París y otros transportes urbanos e interurbanos de la capital francesa y de su área metropolitana.
Países Bajos	Gobierno Holandés	Órgano del poder ejecutivo en los Países Bajos, con potestades en la definición de la estrategia nacional para el desarrollo del transporte, entre otras funciones.
	Ministerio de Infraestructura y Medio Ambiente (I&M)	Ministerio encargado de la definición de políticas, implementación, gestión y supervisión de las infraestructuras de los Países Bajos y de la gestión de los recursos naturales.
	Rijks Dienst Wegverkeer (RDW)	Autoridad holandesa de vehículos, responsable de la admisión de vehículos a las vías públicas, incluidos los automóviles autónomos de pasajeros y camiones.
	Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV)	Instituto para la investigación de seguridad vial.
	Gemeentelijk Vervoerbedrijf (GVB)	Operador del transporte público local en Amsterdam (metro, tranvía, bus y ferry).

País	Organismo	Funciones
	Vervoerregio (VOA)	Autoridad de transporte en el área metropolitana de Ámsterdam.
	AMS Institute	Instituto de investigación en proyectos de impacto en el tráfico vial, los espacios urbanos y el transporte en general para el desarrollo de soluciones metropolitanas avanzadas.
Corea del Sur	Ministry of Science and Technology (MOST)	Ministerio responsable de la coordinación de las políticas de ciencia y tecnología.
	Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT)	Ministerio encargado del desarrollo territorial, de la gestión medioambiental, de la estabilidad residencial y del desarrollo y seguridad de los servicios de transporte.
	Korea Transportation Safety Authority (KOTSA)	Autoridad surcoreana de seguridad en el transporte, cuyo objetivo principal es el desarrollo de proyectos que ayuden a prevenir los accidentes de tráfico y a hacer más eficiente la gestión de la seguridad.
	Korea Transport Institute (KOTI)	Instituto dependiente de la oficina del Primer Ministro de Corea del Sur, dedicado a la investigación y desarrollo de políticas estratégicas de transporte.
	Motor Vehicle Management Bureau	Departamento ministerial responsable del control del Sistema de transporte, regulación y definición de estándares de seguridad, registro, certificación y matriculación, inspección y desarrollo de políticas de investigación.
	Korea Automobile Testing & Research Institute (KATRI)	Instituto de investigación y pruebas para la reducción de accidentes de tráfico, protección de la propiedad y consumidores de servicios de transporte, soporte a la implementación de políticas gubernamentales así como a la industria.
Alemania	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)	El Ministerio de Transporte e Infraestructura Digital es responsable en materia de transporte y construcción de las carreteras, los ferrocarriles la navegación, la urbanización, el desarrollo urbano, la administración del territorio, el desarrollo de técnicas innovadoras para el sector, los nuevos combustibles y sistemas de propulsión, y la eficiencia energética.
	Abteilung Digitale Gesellschaft	Una de las nueve Direcciones Generales del BMVI, responsable de las cuestiones relacionadas con el incremento de la digitalización de las infraestructuras.
	Runder Tisch Automatisiertes Fahren	Órgano consultivo formado por miembros de la industria automovilística, expertos académicos y funcionarios, cuyo objetivo es alcanzar un consenso entre los distintos agentes en cuanto a los aspectos más relevantes de la conducción autónoma.
Italia	Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti	Departamento del Gobierno de Italia que se ocupa de las obras públicas y del transporte. Es responsable de todas las infraestructuras de transporte, así como de la planificación del transporte y la logística en general, especialmente para los planes de transporte urbano.

País	Organismo	Funciones
	Dipartimento per le infrastrutture, i sistema informativi e statistici	Departamento encargado de la gestión de la red básica de infraestructuras del país, la planificación general de la infraestructura, la monitorización de proyectos internacionales y comunitarios, la planificación estratégica del sector, la gestión de programas derivados de iniciativas comunitarias, la regulación de contratos públicos, la realización de programas especiales, comunitarios y nacionales en materia de contratos públicos de obras, servicios y suministro.
	Dipartimento per i trasporti, la navigazione, gli affari generali ed il personale	Departamento encargado de la programación, dirección, regulación y supervisión del transporte terrestre, la homologación de vehículos y certificación de conductores, la programación y regulación en materia de transporte intermodal, el transporte público local, los planes de movilidad urbana, la seguridad vial y sus correspondientes comunicaciones institucionales, los sistemas de transporte inteligente, la supervisión de organismos sectoriales y las relaciones con organismos internacionales, comunitarios y nacionales en materia de transporte.
	Osservatorio tecnico di supporto per le Smart Road e per il veicolo connesso e a guida automatica (Osservatorio)	Organismo institucional encargado de la coordinación nacional entre las diversas iniciativas en materia de pruebas en carretera de vehículos autónomos, la promoción y apoyo para estudios, con especial hincapié en temas de seguridad.
Reino Unido	Department for Transport	Departamento con competencias en materia de regulación y gestión de las redes de transporte, entre otras.
	Centre for Connected and Autonomous Vehicles (CCAV)	Centro de investigación dependiente del Gobierno británico cuyo objetivo es el desarrollo de iniciativas relacionadas con el vehículo autónomo, en colaboración con la industria, academia y reguladores, además de la elaboración de las guías para el uso y las pruebas con vehículos autónomos.
	Society of Motor Manufacturers and Traders (SMMT)	Organismo que apoya y promueve los intereses de la industria automovilística del Reino Unido tanto dentro como fuera del país.
	Meridian	Entidad respaldada por el Gobierno británico y liderada por la industria automovilística, cuyo objetivo es el desarrollo de la tecnología de vehículos autónomos y conectados en Reino Unido.
	Department for Business, Energy & Industrial Strategy	Departamento británico con competencias en materia de energía, relaciones laborales, competencia, regulación mercantil y cambio climático.
	British Standards Institution (BSI)	Multinacional entre cuyas actividades se cuentan la certificación, auditoría y formación en las normas para estandarizar procesos.
	National Cyber Security Centre	Organización del Gobierno de Reino Unido que presta apoyo y asesora tanto al sector público como al privado sobre cómo evitar las amenazas a la seguridad informática.

País	Organismo	Funciones
Canadá	Transport Canada	Organismo responsable de desarrollar regulaciones, políticas y servicios de transporte. Este organismo elaboró el documento “Transportation 2030”, el plan estratégico para el transporte en Canadá y, además, participó en la publicación de una guía que contiene las pautas para la regulación tanto de las pruebas del vehículo autónomo en la vía pública como del despliegue del vehículo autónomo.
	Innovation Science and Economic Development Canada	Organismo encargado de establecer los requisitos para la obtención de licencias relacionadas con las tecnologías integradas en los vehículos y la infraestructura de las carreteras y garantiza el cumplimiento de los estándares técnicos.
	Canadian Council of Motor Transport Administrators (CCMTA)	Consejo encargado de la coordinación de los asuntos relacionados con la administración, regulación y control del transporte de vehículos. Cuenta tanto con representación del gobierno federal de Canadá como de los gobiernos provinciales y territoriales.
	Canada-United States Regulatory Cooperation Council (RCC)	Consejo que reúne a reguladores de algunos departamentos de Canadá y Estados Unidos, como el departamento de medioambiente para reducir las diferencias entre ambos marcos regulatorios.
Internacional	Society of Automotive Engineers (SAE)	Organización enfocada en la movilidad de los profesionales en la ingeniería aeroespacial, automoción, y todas las industrias comerciales especializadas en la construcción de los vehículos. Asimismo, establece estándares en relación con los niveles de autonomía de los vehículos.

7

Bibliografía

- 20 minutos, 2018. *20 minutos*. [En línea]
Available at: <https://www.20minutos.es/noticia/3227778/0/dgt-mobileye-tecnologia-coches-autonomos/>
- BBC, 2017. *Waymo retires Firefly driverless car*. [En línea]
Available at: <https://www.bbc.com/news/technology-40261009>
- BID, 2020. *De infraestructuras a Servicios: El camino a una mejor infraestructura en América Latina y el Caribe*, Washington DC: BID.
- BID, 2020. *Documento de Marco Sectorial de Transporte*, Washington DC.: BID.
- BID, 2020. *Primer piloto de Vehículo Autónomo en Latinoamérica*. [En línea]
Available at: <https://www.iadb.org/es/paises/piloto-vehiculo-autonomo>
- BID-Transdev, 2020. *Consultoría de preparación Piloto de Operación de Vehículo Autónomo en Santiago de Chile*, s.l.: BID.
- BKC, 2018. *A Smart Move? 24 Essentials Of A SWOT Analysis Policymakers Need To Consider*, Boston: Berkman Klein Center at Harvard University.
- BKC, 2018. *What Governments Across The Globe Are Doing To Seize The Benefits Of Autonomous Vehicles*, Boston: Berkman Klein Center de Harvard University.
- Blackberry, 2020. *Blackberry QNX*. [En línea]
Available at: <https://blackberry.qnx.com/en/resource-center/qnx-autonomous-vehicle-innovation-center>
- Boal, J., 2019. *SKL TV: State employee badly bruises face when driverless shuttle abruptly stops*. [En línea]
Available at: <https://www.ksl.com/article/46598284/state-employee-badly-bruises-face-when-driverless-shuttle-abruptly-stops>
- Calatayud, A. y otros, 2020. *Vehículos autónomos: resultados de la encuesta Delphi sobre su impacto y adopción en ciudades*, Washington DC: BID.
- Calatayud, A. y otros, 2020. *Vehículos autónomos: Una revisión bibliográfica sobre su impacto en la movilidad de las ciudades*, Washington DC: BID.
- Canadian Council of Motor Transport Administrators, 2018. *Canadian Jurisdictional Guidelines for the Safe Testing and Deployment of highly Automated Vehicles*, Ottawa, Ontario : CCMTA/CCATM.
- Dans, E., 2018. *El robotaxi se hace realidad*. [En línea]
Available at: <https://www.enriquedans.com/2018/02/el-robotaxi-se-hace-realidad.html>
- Davies, A., 2016. *Wired: Google's Self-Driving Car Caused Its First Crash*. [En línea]
Available at: [https://www.wired.com/2016/02/googles-self-driving-car-may-caused-first-crash/#:~:text=Google's%20self%2Ddriving%20car%20caused%20its%20first%20crash%20on%20February,path%20of%20an%20oncoming%20bus.&text=The%20bus%20was%20driving%20at,of%20Google's%20car%](https://www.wired.com/2016/02/googles-self-driving-car-may-caused-first-crash/#:~:text=Google's%20self%2Ddriving%20car%20caused%20its%20first%20crash%20on%20February,path%20of%20an%20oncoming%20bus.&text=The%20bus%20was%20driving%20at,of%20Google's%20car%20)
- Deloitte, 2018. How can European automakers thrive in the new mobility ecosystem?. *Deloitte Insights*, Issue <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/future-of-mobility/automotive-value-chain-2025-european-automakers.html>.
- Deloitte, 2018. Regulating the future of mobility- Balancing innovation and the public good in autonomous vehicles, shared mobility, and beyond. *Deloitte Insights*, Issue <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/future-of-mobility/regulating-transportation-new-mobility-ecosystem.html>.
- Deloitte, 2021. *¿Qué es la Industria 4.0?*. [En línea]
Available at: <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/manufacturing/articles/que-es-la>

industria-4.0.html

Detroit REgional Chamber, 2016. *Michiauto News*. [En línea]
Available at: <https://www.detroitchamber.com/legislative-update-save-act-paves-way-for-autonomous-vehicle-testing-in-michigan/>

DMV, 2020. *AUTONOMOUS VEHICLES*. [En línea]
Available at: <https://www.dmv.ca.gov/portal/vehicle-industry-services/autonomous-vehicles/>

EasyMile, 2020. *Easy Mile*. [En línea]
Available at: <https://easymile.com/news>

Easymile, 2020. *TractEasy autonomous tow tractor*. [En línea]
Available at: <https://easymile.com/vehicle-solutions/tracteasy>

Efrati, A., 2018. *The information: Waymo Collision Shows Flaws in Self-Driving Car Tests*. [En línea]
Available at: <https://www.theinformation.com/articles/waymo-collision-shows-flaws-in-self-driving-car-tests>

Efrati, A., 2019. *The Information: Waymo Riders Describe Experiences on the Road*. [En línea]
Available at: <https://www.theinformation.com/articles/waymo-riders-describe-experiences-on-the-road>

FCA, 2017. *Regulatory sandbox lessons learned report*, United Kingdom: Financial Conduct Authority.

Fleet Owner, 2018. *Embark completes automated coast-to-coast truck trip*. [En línea]
Available at: <https://www.fleetowner.com/technology/autonomous-vehicles/article/21701890/embark-completes-automated-coastto-coast-truck-trip#:~:text=Embark%20announced%20it%20has%20completed,Los%20Angeles%20to%20Jacksonville%2C%20FL.>

Government of the Netherlands, 2020. *Self-driving vehicles*. [En línea]
Available at: <https://www.government.nl/topics/mobility-public-transport-and-road-safety/self-driving-vehicles>

Groupe PSA, 2018. *Groupe PSA and EasyMile trial an autonomous tow tractor in Sochaux*. [En línea]
Available at: <https://www.automotiveworld.com/news-releases/groupe-psa-and-easymile-trial-an-autonomous-tow-tractor-in-sochaux/>

Gutiérrez, M. C., Pérez Jaramillo, D. & Riobó, A., 2019. *Vehículos autónomos Potencial y riesgos para América Latina y el Caribe*, Washington DC.: BID.

Hawkins, A. J., 2017. *The Verge: Uber's self-driving cars are now picking up passengers in Arizona*. [En línea]
Available at: <https://www.theverge.com/2017/2/21/14687346/uber-self-driving-car-arizona-pilot-ducey-california>

Hawkins, A. J., 2019. *The Verge: Serious safety lapses led to Uber's fatal self-driving crash, new documents suggest*. [En línea]
Available at: <https://www.theverge.com/2019/11/6/20951385/uber-self-driving-crash-death-reason-ntsb-documents>

IDOT, 2018. *State of Illinois*. [En línea]
Available at: http://idot.illinois.gov/Assets/uploads/files/autonomous_illinois/Autonomous-Illinois-Executive-Order.pdf

Iglesias, D., 2019. *El Mundo: Uber eliminó un sistema de frenado en el vehículo sin conductor que causó un accidente mortal*. [En línea]
Available at: <https://www.elmundo.es/motor/2019/11/19/5dd41d9221efa075128b4589.html>

Insider, 2016. *Washington D.C. residents can ride in this adorable driverless shuttle starting this summer*. [En línea]

Available at: <https://www.businessinsider.com/olli-driverless-shuttle-hits-dc-roads-2016-6#:text=Washington%20D.C.%20residents%20can%20ride%20in%20this%20adorable%20driverless%20shuttle%20starting%20this%20summer&text=Get%20ready%2C%20Washington%20D.C.%20residents,sh>

ISGAN, 2019. *Smart Grid Case Studies Innovative Regulatory Approaches with Focus on Experimental Sandboxes*, s.l.: IEA, Clean Energy.

KPMG, 2020. *2020 Autonomous Vehicles Readiness Index*, s.l.: KPMG International.

Local Motors, 2020. *Meet Olli*. [En línea]
Available at: <https://localmotors.com/meet-olli/>

Macduff, A., 2017. *La visión de Volvo Trucks sobre la automatización*. [En línea]
Available at: <https://www.volvotrucks.es/es-es/news/magazine-online/2017/jul/view-on-automation.html>

Madrigal, A., 2019. *The Atlantic: Waymo's Robots Drove More Miles Than Everyone Else Combined*. [En línea]
Available at: <https://es.scribd.com/article/399659222/Waymo-s-Robots-Drove-More-Miles-Than-Everyone-Else-Combined>

MDV, 2020. *State of California*. [En línea]
Available at: <https://www.dmv.ca.gov/portal/vehicle-industry-services/autonomous-vehicles/california-autonomous-vehicle-regulations/>

Ministerio de Justicia, 1984. *LEY 18.290 DE TRANSITO*, s.l.: s.n.

Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2004. *Superintendencia de Seguridad Social*. [En línea]
Available at: <https://www.suseso.cl/612/w3-article-18886.html>

NTSB, 2019a. *Highway Accident Brief: Low-Speed Collision Between Truck-Tractor and Autonomous Shuttle, Las Vegas, Nevada, November 8, 2017*. [En línea]
Available at: <https://trid.trb.org/View/1638264>

NTSB, 2019. *Highway Accident Report: Collision Between Vehicle Controlled by Developmental Automated Driving System and Pedestrian, Tempe, Arizona, March 18, 2018*. [En línea]
Available at: <https://trid.trb.org/view/1751168>

O'Kane, S., 2019. *THE VERGE: LOCAL MOTORS WANTS TO PROVE 3D-PRINTED SELF-DRIVING SHUTTLES ARE SAFE*. [En línea]
Available at: <https://www.theverge.com/2019/3/8/18255176/local-motors-olli-3d-printed-self-driving-shuttle-crash-test-footage>

Pernas, M., Calatayud, A. & De Angelis, J., 2019. *La marcha se acelera. Los vehículos del comercio internacional 4.0*, Washington DC.: BID.

RATP, 2018. *RATP Group launches experiment in driverless*. [En línea]
Available at: <https://www.ratpdev.com/sites/default/files/annexes/communiqués/RATP%20Group%20launches%20experiment%20in%20driverless%20shuttles%20at%20CEA%20Paris%20GB.pdf>

Republique Francaise, 2018. *Légifrance*. [En línea]
Available at: <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000036750342/>

Rosemberg, C. y otros, 2020. *Regulatory Sandboxes and Innovation Testbeds: A Look at International Experience in Latin America and the Caribbean*, Washington DC: BID.

Somerville, H., 2016. *Reuters: Uber debuts self-driving vehicles in landmark Pittsburgh trial*. [En línea]
Available at: <https://www.reuters.com/article/us-uber-autonomous/uber-debuts-self-driving-vehicles-in-landmark-pittsburgh-trial-idUSKCN11K12Y>

Techcrunch, 2017. *Inside embarks mission to make autonomous trucking a reality*. [En línea]

Available at: <https://techcrunch.com/2017/09/20/inside-embarcs-mission-to-make-autonomous-trucking-a-reality/>

Techcrunch, 2019. *Meet Olli 2.0, a 3D-printed autonomous shuttle.* [En línea] Available at: <https://techcrunch.com/2019/08/31/come-along-take-a-ride/>

the Guardian, 2020. *the Guardian.* [En línea] Available at: <https://www.theguardian.com/us-news/2020/feb/05/uber-california-self-driving-vehicles>

The New York Times, 2017. *Self-Driving Trucks May Be Closer Than They Appear.* [En línea] Available at: <https://www.nytimes.com/2017/11/13/business/self-driving-trucks.html?auth=login-google>

The Verge, 2019. *Pedestrian collision puts Vienna's driverless bus trial on hold.* [En línea] Available at: <https://www.theverge.com/2019/7/19/20700482/navya-self-driving-driverless-bus-vienna-collision-pedestrian>

Transdev/BID, 2020. *Preparación Piloto de Operación de Vehículo autónomo de Santiago de Chile,* Washintong DC (próxima publicación): BID.

Transport Topics, 2019. *Embark to Open Transfer Hubs to Shift Freight to Self-Driving Trucks.* [En línea] Available at: <https://www.ttnews.com/articles/embark-open-transfer-hubs-shift-freight-self-driving-trucks#:~:text=Self%2Ddriving%20trucking%20startup%20Embark,participation%20from%20seven%20other%20firms.>

US DOT, 2018. *Preparing for the Future of Transportation Automated Vehicles 3.0,* s.l.: US Department of Transportation.

Waters, R. & Burn-Murdoch, J., 2019. *Financial Times: Waymo builds big lead in self-driving car testing.* [En línea] Available at: <https://www.ft.com/content/7c8e1d02-2ff2-11e9-8744-e7016697f225>