

Una agenda estratégica de investigación para infraestructuras de transporte respetuosas con la biodiversidad en Europa

Denis François, Director de Investigación, Universidad Gustave Eiffel, Francia

Ivo Dostál, investigador, Centro de investigación del transporte (CDV), República Checa

Yannick Autret, Experto en investigación del transporte, energía y medioambiente, Ministerio de Transición Ecológica y de Cohesión Territorial, Francia

Ilustraciones © Autores

La ecología del transporte, desarrollada a partir de la ecología vial [1, 2], abre un campo de investigación concreto en la intersección entre dos grandes campos: la investigación sobre el transporte y la investigación sobre la biodiversidad. En vista de las crecientes tensiones en este contexto (objetivos a menudo divergentes de preservación del medioambiente y desarrollo económico), uno de los objetivos del proyecto BISON era identificar y priorizar



Denis François



Ivo Dostál



Yannick Autret

las necesidades de investigación e innovación con el fin de que las infraestructuras de transporte tengan más en cuenta la biodiversidad a lo largo de su ciclo de vida. De esta manera, se ha creado una agenda estratégica de investigación y despliegue (SRDA, por sus siglas en inglés), que se puede implementar a distintas escalas (programa marco de investigación de la UE, programas regionales, nacionales o locales). La SRDA define la visión, los objetivos generales, las principales prioridades, los ámbitos de inversión y una hoja de ruta de investigación y despliegue para todas las partes interesadas. Uno de los elementos específicos de esta agenda es la investigación a corto, medio y largo plazo: la Agenda Estratégica de Investigación (SRA, por sus siglas en inglés).

OBJETIVO Y ENFOQUE DE LA CREACIÓN DE LA AGENDA ESTRATÉGICA DE INVESTIGACIÓN

Con el fin de ampliar el alcance de la reflexión lo máximo posible, la metodología utilizada para la SRA no solo se basó en los conocimientos y la experiencia de los miembros de BISON y la literatura científica, sino también en las visiones de las distintas partes interesadas (enfoque ascendente). El proceso comenzó con la recopilación de sus expectativas (necesidades, requisitos) y sus propuestas de solución: consulta en línea a personas e instituciones voluntarias y a expertos; e investigación sobre las publicaciones de instituciones representativas (por ejemplo, asociaciones profesionales europeas e internacionales). El grupo de expertos pluridisciplinares de BISON fue el encargado de identificar las cuestiones de investigación planteadas a través de estas expectativas y propuestas. Este análisis cruzado de las posibles cuestiones de investigación permitió llegar a un acuerdo sobre su pertinencia, y estas se clasificaron en función de las infraestructuras afectadas (carreteras, líneas ferroviarias, vías navegables, líneas eléctricas, oleoductos, aeropuertos, puertos) y de las etapas del ciclo de vida de las infraestructuras: planificación, diseño, adaptación, explotación, desmantelamiento. Se debatió la lista de acciones de investigación (RA) en torno al interés, importancia y formulación con los demás socios de BISON, así como con un amplio público externo: comité científico y de expertos de IENE (<https://www.iene.info/>), grupo asesor de BISON; y talleres en las conferencias internacionales IENE 2022 y TRA 2023.

El resultado está dirigido a las autoridades europeas y nacionales responsables de las infraestructuras de transporte e investigación, la comunidad científica, los agentes operativos y las agencias medioambientales. Su objetivo es mejorar y orientar mejor los programas y proyectos de investigación en el ámbito de la ecología del transporte. Además, busca definir mejor los mecanismos de financiación de esta investigación, una problemática transversal bien identificada pero que se ha tenido poco en cuenta hasta la fecha.

El artículo presenta los principales resultados de este proceso, que demuestra que las carreteras constituyen un tema de investigación de primer orden, con estrechos vínculos con cuestiones relativas a otros tipos de infraestructuras de transporte.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN SOBRE CARRETERAS RESPETUOSAS CON LA BIODIVERSIDAD

Número de acciones de investigación relativas a las carreteras y otras infraestructuras de transporte

La agenda estratégica de investigación propone 92 acciones de investigación (RA), de las que el 97% (89 RA) hacen referencia al sector viario (*ilustración 1a*). La mayoría de estas RA no pertenecen exclusivamente al sector viario, sino que se comparten con otros tipos de infraestructuras, lo que permite conseguir un importante intercambio de conocimientos entre los distintos sectores del transporte. De este modo, incluso las infraestructuras que menos se tienen

en cuenta en los estudios (por ejemplo, oleoductos, líneas eléctricas) pueden compartir más del 76% de los objetivos de investigación con el sector viario (*ilustración 1b*). Este último comparte casi todas las cuestiones con el sector ferroviario (99%) y en segundo lugar -algo inesperado- con los aeropuertos (91%).

Las acciones de investigación de la SRA se dividen en 14 temáticas principales:

- Perturbaciones que sufren las especies por las infraestructuras de transporte;
- Limitación del impacto de los desplazamientos de la fauna mediante la gestión de riesgos;
- Evaluación de los dispositivos de cruce para un despliegue óptimo;

TABLA 1 - TEMÁTICAS IDENTIFICADAS EN EL PROCESO DE CARACTERIZACIÓN DE LAS ACCIONES DE INVESTIGACIÓN

Titulado	Definición
Política (POL)	Mejora de las políticas para garantizar orientaciones adecuadas sobre la conservación de la biodiversidad en los proyectos de infraestructuras de transporte, desde la fase de toma de decisiones y a lo largo de toda la vida útil de las infraestructuras
Legislación y reglamentación (LAR)	Mejora de la legislación y reglamentación para garantizar una adecuada aplicación de los derechos y deberes de todas las partes interesadas en materia de conservación de la biodiversidad en los proyectos de infraestructuras de transporte, desde la fase de toma de decisiones y a lo largo de toda la vida útil de las infraestructuras
Planificación de proyectos de infraestructuras de transporte (PLP)	Mejora de la planificación para garantizar que se tengan debidamente en cuenta el estado de la biodiversidad y sus objetivos de conservación a lo largo del proceso, así como durante y después de la construcción de las infraestructuras
Evaluación de las infraestructuras de transporte finalizadas (ASR)	Mejora del proceso de evaluación de los efectos de las infraestructuras finalizadas en la biodiversidad y garantizar que se cumplen los compromisos de biodiversidad
Cooperación entre las partes interesadas de infraestructuras de transporte (COS)	Mejorar el proceso de cooperación entre las partes interesadas (eliminación de obstáculos, búsqueda de palancas) para maximizar los beneficios para la conservación de la biodiversidad, desde la fase de toma de decisiones y a lo largo de toda la vida útil de las infraestructuras
Sensibilizar a las partes interesadas de infraestructuras de transporte (AWS)	Sensibilizar a todas las partes interesadas sobre las distintas dimensiones de una infraestructura de transporte respetuosa con la biodiversidad, de modo que su mutua comprensión conduzca a un compromiso común en favor de la biodiversidad
Medidas de reducción (REM)	Evaluar y mejorar la pertinencia ecológica y la eficacia de las medidas de reducción del impacto de las infraestructuras de transporte en la biodiversidad, y desarrollar mejores soluciones en este ámbito
Medidas de compensación (COM)	Evaluar y mejorar la pertinencia ecológica y la eficacia de las medidas de compensación del impacto de las infraestructuras de transporte en la biodiversidad, y desarrollar mejores soluciones en este ámbito
Respuestas a los efectos del cambio climático (CLC)	Identificar y comprender toda la gama de fenómenos asociados al cambio climático que afectan a la biodiversidad en las infraestructuras y sus impactos previsibles, y desarrollar soluciones de mitigación y control basadas en la naturaleza
Respuestas a la propagación de especies invasoras (IAS)	Identificar y comprender toda la gama de fenómenos asociados a la propagación de especies invasoras en infraestructuras y sus impactos previsibles, y desarrollar soluciones de mitigación y control basadas en la naturaleza
Alcanzar la permeabilidad ecológica de las infraestructuras de transporte (EPE)	Identificar y comprender los distintos aspectos de los efectos barrera creados por las infraestructuras sobre las poblaciones, y desarrollar soluciones para restaurar la permeabilidad ecológica aprovechando los recursos de todos los sectores implicados
Restaurar y valorizar las redes ecológicas con las infraestructuras de transporte (REN)	Comprender y mejorar el potencial ecológico de las infraestructuras de transporte y de los lugares de producción de materias primas asociados de manera que contribuyan a restaurar la infraestructura verde y azul (IAV) y mejorar su funcionamiento ecológico
Adecuar la densidad de la malla de infraestructuras de transporte a las capacidades/intereses ecológicos (TIN)	Comprender los distintos efectos de la densidad de las redes de transporte y de la intensidad del uso de las infraestructuras en la dinámica de la población y en las funciones y servicios ecológicos a escala paisajística, con el objetivo de adaptar el desarrollo del transporte a las capacidades e intereses ecológicos de los paisajes
Control de las presiones específicas que ejerce el sector del transporte en la biodiversidad (SPR)	Identificar y comprender los distintos efectos de las presiones específicas ejercidas por el sector del transporte (infraestructuras y su uso) en la biodiversidad, y desarrollar soluciones de mitigación concretas
Desarrollar la cultura del cuidado de la biodiversidad en el sector del transporte (CAC)	Identificar y comprender todas las rupturas y posibles palancas de las diversas culturas de las partes interesadas en relación con la actitud favorable a la biodiversidad con el fin de desarrollar y generalizar un comportamiento favorable a la biodiversidad en el sector del transporte

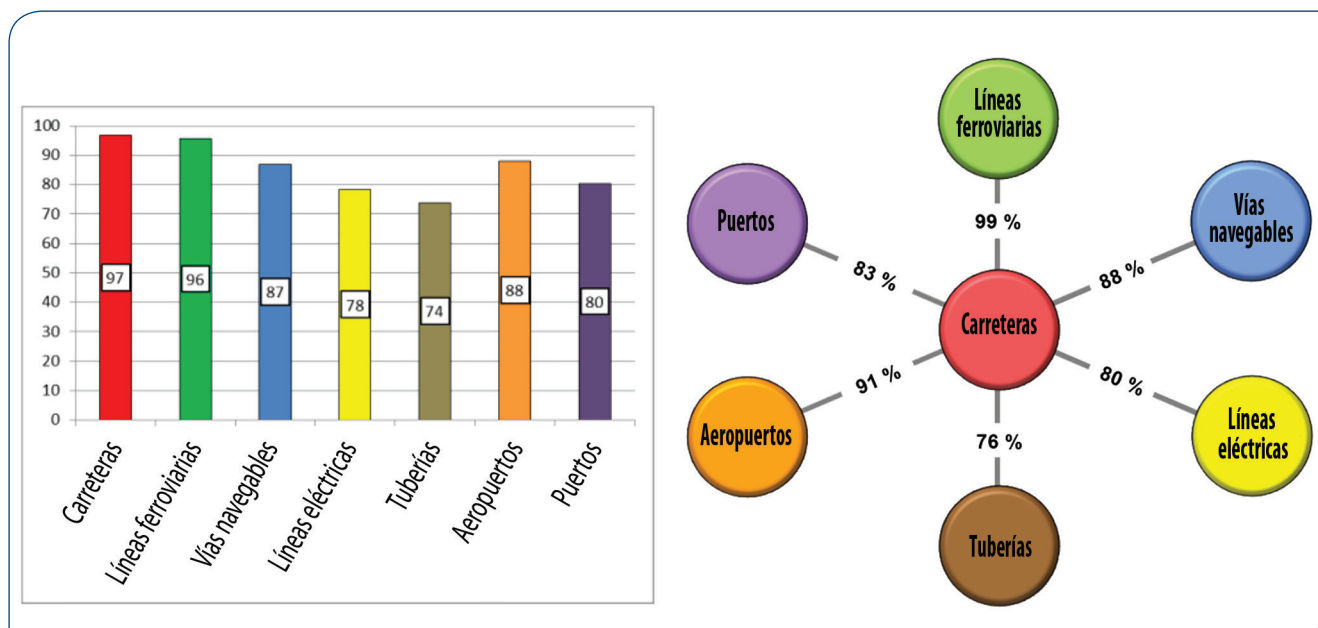


Ilustración 1 - (a) Representación de las infraestructuras de transporte en las acciones de investigación (%); (b) Porcentaje de distribución de las acciones de investigación entre carreteras y otras infraestructuras (%)

- Eficacia y consolidación de las medidas de reducción del impacto;
- Eficacia y perspectivas de soluciones a distancia (por ejemplo, compensación, translocación...);
- Presión global sobre la biodiversidad de las infraestructuras de transporte en el espacio y el tiempo;
- Consideración de toda la dinámica paisajística en los proyectos de infraestructura de transporte;
- Implicación de las partes interesadas en las zonas de cruce;
- Optimización del potencial ecológico de los derechos de paso;
- Control de la propagación de especies exóticas invasoras;
- Adaptación al impacto del cambio climático;
- Caracterización del rendimiento respetuoso con la biodiversidad con vistas a una mejora continua;
- Control de los costes monetarios y no monetarios de la biodiversidad;
- Un marco coherente de objetivos y principios para iniciativas coordinadas.

Etapas del ciclo de vida de las carreteras en las acciones de investigación

Entre las acciones de investigación sobre carreteras, la etapa de Explotación es la más recurrente, ya que afecta al 92% de las RA (ilustración 2a, OPE). Esto demuestra que aún es necesario progresar, a pesar de que esta haya sido una fase importante desde la aparición de la ecología viaria [1, 2, 3]. Lo mismo sucede con el diseño (DES: 79%). La Adaptación de las infraestructuras preexistentes, que ha pasado a ser una preocupación recientemente, también plantea muchos interrogantes hoy en día (ADA: 82%). Además, las preguntas sobre estas 3 etapas están estrechamente vinculadas (del 71% al 78%, véase el triángulo Diseño-Explotación-Adaptación de la ilustración 2b).

¹ Capacidad de una infraestructura para permitir el paso de seres vivos, plantas y animales

Aunque menos numerosas, las apariciones de Planificación (PLA: 52%) y de Desmantelamiento (DEC: 49%) están experimentando sin embargo una renovación de las cuestiones de investigación. La planificación de infraestructuras se aborda ahora desde una perspectiva más amplia que tiene en cuenta todas las dinámicas de las zonas de cruce (planificación integrada). Hasta ahora, el desmantelamiento no era una preocupación demasiado importante para las partes interesadas. La etapa de Construcción (CON), que es la más corta, conlleva menos preguntas, pero sigue la lógica del análisis del ciclo de vida e integra los impactos de los procesos anteriores y posteriores.

Grandes temáticas asociadas a las acciones de investigación

Cada acción de investigación se caracteriza por su relación con una o varias temáticas destacadas por el análisis general de las necesidades y propuestas (tabla 1). En función de la complejidad de las cuestiones abordadas en las acciones de investigación, se han asignado a una, dos o tres temáticas. En la ilustración 3 se muestra la importancia relativa de cada temática para el conjunto de acciones de investigación de carreteras.

Las temáticas más recurrentes son las medidas de reducción de impacto (REM = 16%), alcanzar la permeabilidad ecológica¹ de las infraestructuras (EPE = 13%), controlar las presiones específicas del sector del transporte sobre la biodiversidad (SPR = 11%) y restaurar y valorizar las redes ecológicas mediante infraestructuras (REN = 10%). Solo estos representan ya el 50% de apariciones, lo que muestra lo mucho que se cuestionan estos aspectos. Las temáticas REM y EPE ocupan un papel central dentro de la ecología vial desde sus inicios [1, 2]. En muchos casos, también se relacionan dentro de la misma acción de investigación: se abren interrogantes a partir

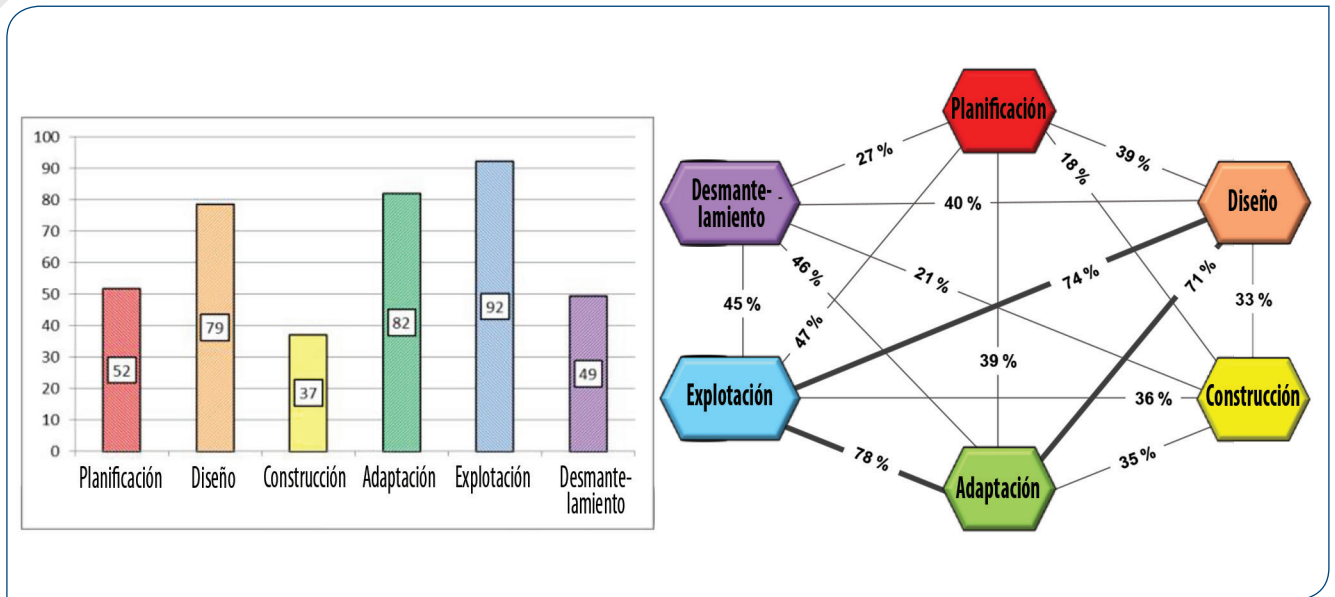


Ilustración 2: (a) Fases del ciclo de vida en las acciones de investigación de carreteras (%); (b) Relaciones entre las fases del ciclo de vida en estas acciones de investigación (%)

de las soluciones encontradas hasta la fecha. Las temáticas SPR y REN son más recientes y abren un amplio abanico de nuevas preguntas.

Las temáticas CLC y IAS (2% respectivamente) abordan cuestiones importantes y ampliamente conocidas para la conservación de la biodiversidad. Su escasa aparición se debe a que, en el ámbito de las carreteras y el transporte en general, estos dos problemas ya están claramente identificados, así como la forma de abordarlos.

HERRAMIENTAS PARA APOYAR LAS ACTIVIDADES DE I+D EN ECOLOGÍA DEL TRANSPORTE

Recopilación de datos del seguimiento reglamentario de las infraestructuras de transporte

El seguimiento reglamentario del impacto ecológico de las carreteras (y de otras infraestructuras de transporte) tras su puesta en marcha y a lo largo de varios años genera grandes cantidades de datos. Sin embargo, a día de hoy, debido a la falta de organización y cooperación, estos datos no pueden utilizarse con fines de investigación. Se está perdiendo la oportunidad de realizar análisis en profundidad, tener una visión a gran escala, mejorar el feedback e intercambiar datos con proyectos de investigación, en detrimento de todas las partes interesadas presentes y futuras.

La comunidad científica puede poner a disposición los datos (de naturaleza, calidad, formato, etc.) que se necesitan obtener a partir de este seguimiento para así poder alimentar la investigación sobre infraestructuras de transporte más respetuosas con la biodiversidad. La implementación de

este recurso de investigación incluye, asimismo, la definición de un sistema de comunicación necesario para recoger y suministrar los datos a la comunidad científica.

Experimentos a escala real para probar hipótesis y soluciones

Las actividades de investigación y desarrollo en el campo de la ecología del transporte a menudo se ven frenadas (o incluso a veces entorpecidas) por la imposibilidad de probar hipótesis o soluciones innovadoras a escala real. Las oportunidades son escasas, y solo surgen en el marco de convocatorias de proyectos de investigación en colaboración con los operadores (montajes completos) o en el marco de proyectos de infraestructuras reales (lo que puede limitar el intercambio de información).

REFERENCIAS

- [1] MELATT: Highway and Wildlife Relationships, Ministère de l'Équipement, du Logement, de l'Aménagement du Territoire et des Transports, proceedings, ref B 8764, 1985.
- [2] Forman R.T.T., Sperling D. et al.: Road Ecology, Science and Solutions, Island Press, 2003.
- [3] Van der Ree R., Smith D.J., Grilo C.: Handbook of Road Ecology, Wiley Blackwell, 2016.
- [4] OECD: Effective policies to foster high-risk/high-reward research, OECD publishing, 2021.
- [5] COARA: Agreement on reforming research assessment, Coalition for Advancing Research Assessment, 2022.
- [6] Sutherland W.J.: Transforming Conservation, A Practical Guide to Evidence and Decision Making, OpenBook Publishers, 2022.

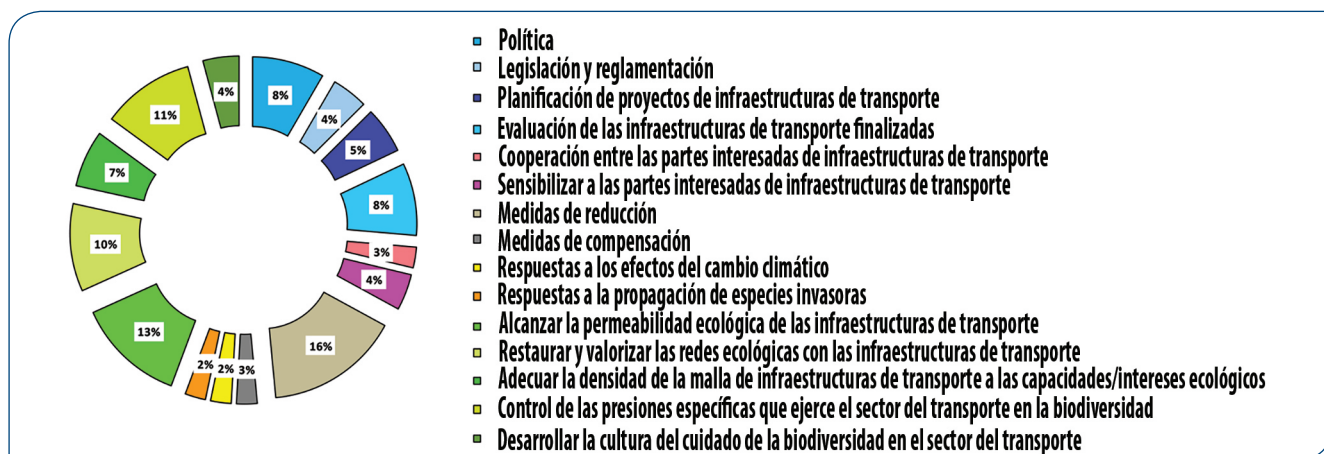


Ilustración 3 - Aparición de temáticas entre las acciones de investigación de carreteras de recherche liées à la route

Se debería introducir la posibilidad de proponer a los operadores y poner en marcha proyectos de experimentación a escala real como una herramienta habitual en la investigación sobre la ecología del transporte. Esto se podría hacer en el marco de nuevos proyectos y, sobre todo, gracias a las múltiples oportunidades que brindan todas las infraestructuras existentes. Además, serviría para facilitar los estudios multidisciplinares y reforzaría y aceleraría los estudios de viabilidad.

Una red europea de zonas de estudio a largo plazo

Uno de los grandes desafíos en la investigación en ecología del transporte es comprender y gestionar los efectos de las redes de infraestructuras a largo plazo y a escala paisajística, teniendo en cuenta los distintos tipos de infraestructuras, la densidad de su malla, sus efectos sobre la actividad humana y los efectos adicionales inducidos por esta... Hasta ahora, los recursos disponibles para la investigación solo permitían abordar este reto mediante acciones parciales y disociadas entre sí, impidiendo así la integración y la transferibilidad de los resultados. Desarrollar esta investigación requiere movilizar a los investigadores de todas las disciplinas implicadas en campos de estudio comunes y durante un periodo suficientemente largo (décadas) para poder interactuar y observar los mismos objetos de estudio, partes interesadas y su respectiva evolución.

La gran variedad de situaciones en Europa (ecorregiones, ocupación del suelo, mallas de redes de transporte) permite identificar un conjunto de ámbitos de estudio diversificados y complementarios en los que podrían concentrarse los esfuerzos de los investigadores europeos. La comunidad científica de la ecología del transporte podría proponer cuáles son los perímetros de dichas zonas, que se debatirían con todas las partes interesadas. Una herramienta de este tipo permitiría invertir más eficazmente en investigación y análisis cruzados en cada ámbito y entre las regiones de Europa, incluidas las transfronterizas. Las lecciones operativas beneficiarían a todas las regiones en términos de gestión y planificación, sea cual sea su situación.

UN MARCO PARA IMPLEMENTAR LAS ACCIONES DE INVESTIGACIÓN

Las dimensiones polimorfas, dinámicas y estocásticas propias de la biodiversidad se oponen directamente a la voluntad de normalización característica de la ingeniería del transporte. Esto convierte a la ecología del transporte, por su propia naturaleza, en un tema que genera tensión aún emergente en los ámbitos institucionales y de la investigación. Sin embargo, las necesidades de investigación, así como la puesta en práctica y la estructuración de los trabajos científicos, solo pueden surgir en un entorno lo suficientemente maduro como para formalizarlas y mostrarlas. La investigación sobre ecología del transporte, que es transdisciplinaria y abarca a todas las partes interesadas (investigación aplicada), debe responder hoy ante las fuertes expectativas de la sociedad: frenar el declive de la biodiversidad, o concebir una movilidad sostenible en el contexto del cambio climático. Investigar para identificar nuevas vías de mejora e innovación implica asumir mayores riesgos en lo que respecta a la inversión en investigación. Por ello precisamente es necesario adaptar el sistema actual para que esta dimensión se pueda reintegrar en todo el proceso: diseño de convocatorias, desarrollo de proyectos, evaluación y valorización/explotación de resultados. Apoyar esta ambición requiere [4, 5, 6]:

- Desarrollar una visión dinámica a largo plazo (> 10 años) de las expectativas y la financiación;
- Apoyar los nuevos enfoques de evaluación de impacto y las dependencias relacionadas con la naturaleza con el conjunto de la comunidad científica ;
- Gestionar la adopción de riesgos mediante un proceso riguroso de excelencia científica;
- Apoyar el ecosistema de investigación con agentes que puedan hacer de enlace entre financiadores/usuarios e investigadores (intermediarios del conocimiento);
- Reforzar el desarrollo de indicadores basados en pruebas científicas y en el intercambio de datos.#