

## Bridging the Water Adaptation Gap (BWAG) Project

**Objective 3:**  
**Risk and impact assessment for the regional sectors of the Laguna del Sauce basin.**  
**Final Report**  
**Febrero 2025**  
**ECOSISTEMA**

---

**Academic & Research Team Coordination:** Cristina Zurbriggen, Nestor Mazzeo y Alejandra Bentancur

**Collaborators:** Daniel Perez, Lucía Zapata, Rafael Terra, Miguel Carriquiry, Florencia Balay, Carolina Crsici

---

Protección  
**Conservación**  
Impacto ambiental Fragmentación  
Flora y fauna Sostenibilidad  
**ECOSISTEMAS**  
Gestión ambiental Servicios ecosistémicos  
Cambio en el uso del suelo  
Degradación  
**Biodiversidad**

## Resumen Ejecutivo

El presente informe analiza las **amenazas climáticas y no climáticas** que afectan la cuenca de la Laguna del Sauce en Uruguay, destacando los impactos sobre los ecosistemas, la infraestructura y las comunidades locales. A partir de entrevistas se identificaron las principales amenazas, sus interacciones, sensibilidad, medidas de adaptación y futuro del ecosistema para la sostenibilidad ambiental y social. **Las amenazas climáticas identificadas** incluyen la variabilidad climática que ha incrementado la frecuencia de estos eventos extremos, dificultando la adaptación de las ciudades y las actividades productivas. Mientras que las **sequías e inundaciones** afectan la biodiversidad, la calidad del agua y la productividad del suelo, las olas de calor e incendios incrementan la presión sobre los humedales y áreas forestales, poniendo en riesgo la estabilidad de los ecosistemas. Por otro lado, las **heladas severas** pueden provocar daños en las redes de distribución de agua y generar pérdidas en la producción agropecuaria. **En cuanto a las amenazas no climáticas**, se identificaron factores como la expansión urbana descontrolada, la falta de planificación territorial y la contaminación del agua, los cuales agravan los efectos de las amenazas climáticas. La transformación del uso del suelo por la urbanización y la intensificación agrícola fragmenta los ecosistemas y altera la regulación hídrica, mientras que la especulación inmobiliaria y el turismo intensivo generan segmentación del territorio. Además, las deficiencias en infraestructura hídrica, como la falta de inversión en saneamiento y tratamiento de aguas residuales, incrementan los riesgos de contaminación. A esto se suma la falta de coordinación institucional, lo que dificulta la implementación de políticas efectivas para la gestión sostenible del territorio. Los impactos afectan tanto a actores humanos como a ecosistemas y biodiversidad. Sectores como los pequeños productores agropecuarios, trabajadores del turismo y comunidades rurales enfrentan precariedad en el acceso al agua y problemas derivados de la contaminación, lo que compromete su calidad de vida y la viabilidad económica de sus actividades. En términos ambientales, los pastizales y humedales sufren degradación debido a incendios, contaminación y cambios en el uso del suelo, mientras que los sistemas acuáticos ven reducida la calidad del agua por la variabilidad climática y el incremento de residuos. Además, los bosques fluviales y serranos están siendo afectados por la expansión urbana y la explotación de recursos naturales. **Para abordar estos desafíos se proponen estrategias de gestión y regulación como la implementación de planes de ordenamiento territorial con enfoque en la resiliencia climática y la inversión en infraestructura hídrica y saneamiento para mejorar la capacidad de respuesta ante eventos extremos.** También se plantea el fortalecimiento de los mecanismos de gobernanza ambiental para mejorar la articulación entre actores públicos y privados. En el ámbito productivo y tecnológico, se destaca el desarrollo de modelos predictivos para anticipar escenarios de sequías e inundaciones, la promoción de prácticas sostenibles en la producción agropecuaria y forestal, y el uso de tecnologías de monitoreo ambiental para evaluar la calidad del agua y la biodiversidad. A nivel institucional, se enfatiza la necesidad de una mayor participación y gobernanza, integrando a la sociedad civil y el sector productivo en la toma de decisiones, descentralizando la gestión del agua y generando incentivos para la conservación de ecosistemas clave. El futuro de la cuenca de la Laguna del Sauce dependerá de la capacidad para integrar estrategias de adaptación al cambio climático y gestión del uso del suelo dentro de un marco de gobernanza participativa y sostenibilidad ambiental. La planificación territorial, la inversión en infraestructura resiliente y la coordinación interinstitucional serán claves para enfrentar los desafíos emergentes y asegurar la sostenibilidad a largo plazo.

# 1. PELIGROS RIESGOS Y AMENAZAS

## 1.1. Amenazas climáticas

Los entrevistados identifican varias **amenazas climáticas** relevantes para Uruguay, especialmente en la cuenca de la Laguna del Sauce (ECO3, ECO4). Entre estas amenazas se encuentran la **variabilidad climática** que se perfila con un aumento en la frecuencia de eventos extremos y cambios bruscos entre sequías e inundaciones (ECO3, ECO4), mientras que las olas de calor, con un incremento de las temperaturas extremas durante el verano, demandarán la adaptación urbana mediante la creación de espacios verdes (ECO3, ECO4). Como afirma un entrevistado. *En términos de variedad climática, sí, lo que espero es que haya un aumento en la frecuencia tanto de los episodios de sequía y que quizá sean cada vez más largos. Y después nos pase como nos pasó este primer semestre de que seguido de eso pasemos de una sequía a las inundaciones casi que sin aviso. Creo que eso va a ser cada vez más frecuente, pero no tanto por lectura o por estudio, sino también de observación, de ver lo que está pasando* (ECO3)

**Las sequías** se anticipan más frecuentes y prolongadas, generando preocupación por su impacto en la biodiversidad y la necesidad de protocolos de manejo de ecosistemas; además, la falta de información sobre sus efectos representa una debilidad importante (ECO3, ECO4, ECO3). De igual modo, se señala que **las inundaciones**, aunque comparten la limitación informativa sobre su impacto en la biodiversidad (ECO3, ECO4), se espera que se manifiesten con mayor intensidad y repentinidad ante lluvias intensas, situación para la cual las ciudades no están debidamente preparadas (ECO3). En cuanto a los **incendios**, existe un creciente riesgo derivado del aumento de la temperatura y los periodos de déficit hídrico (ECO3, ECO4), lo que se traduce en un incremento de denuncias de incendios provocados, especialmente en humedales (ECO3); por último, las **heladas** se mencionan como eventos con potenciales efectos significativos en la red de distribución de agua (ECO4).

Las **cianobacterias** se mencionan en las entrevistas dentro de los siguientes contextos: a) Servicios de suministro de agua potable: Cuando hay floraciones importantes de cianobacterias en Laguna del Sauce, el servicio de suministro de agua potable se incrementa un 20% debido a los sistemas adicionales que hay que implementar (ECO3); y b) Eutrofización: Los forzantes de la laguna, que es eutrófica desde su origen, están relacionados a la biofísica. Más allá de la eutrofización, el nivel de la laguna y los vientos determinan la calidad del agua (ECO3).

## 1.2. Amenazas no climáticas

Las entrevistas también identifican diversas amenazas no climáticas que impactan en Uruguay, particularmente en la cuenca de la Laguna del Sauce (ECO4). Entre estas, **la transformación del uso del suelo** se destaca como una de las principales amenazas, impulsada por la **expansión de la agricultura, la forestación y la urbanización, lo que ocasiona la pérdida de pastizales naturales, la fragmentación de los ecosistemas y la alteración de los servicios ecosistémicos** (ECO3). Como consecuencia directa de las transformaciones del uso del suelo se destaca la proliferación de especies exóticas invasoras afecta negativamente la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos, situación agravada por la falta de planes de control efectivos (ECO3). Además, **la expansión urbana e inmobiliaria**, evidenciada por el avance de la urbanización en la costa –especialmente en Maldonado–, genera presión sobre ecosistemas naturales como los humedales y el ecosistema dunar; la nueva ruralidad, caracterizada por el fraccionamiento de tierras en áreas

rurales, plantea desafíos en términos de planificación territorial y gestión de recursos naturales (ECO3), mientras que la especulación inmobiliaria y el auge de los fraccionamientos contribuyen al desordenamiento territorial. También se observa la intensificación de la producción agropecuaria, donde el uso de insumos externos y la fertilización sin criterio afectan negativamente la calidad del agua, sumado al impacto del acceso del ganado a los cursos de agua, que agrava la contaminación. **La falta de planificación urbana y de ordenamiento territorial**, derivada de la desconexión entre los gobiernos nacionales y departamentales, complica la gestión sostenible del territorio, y la ausencia de procesos de ordenamiento a la escala de los fenómenos actuales incrementa los riesgos (ECO3). Otras amenazas incluyen **la gestión inadecuada de efluentes y aguas residuales**, ya que la carencia de sistemas de tratamiento o las capacidades limitadas contribuyen a la contaminación del agua; **la debilidad en la fiscalización y el control ambiental**, producto de la insuficiencia de personal e infraestructura para hacer cumplir la normativa ambiental, lo que dificulta la aplicación efectiva de sanciones (ECO3); el centralismo institucional, que concentra las capacidades en Montevideo y limita la presencia del Ministerio de Ambiente en el territorio (ECO3); y la falta de coordinación interinstitucional, que entorpece la gestión efectiva del uso del suelo (ECO3). Además, se evidencia una preocupante **falta de concientización**, ya que usuarios y productores desconocen la importancia del agua, lo que conduce a la pérdida de conocimientos sobre el funcionamiento de los ecosistemas y el manejo de prácticas tradicionales.

### 1.3. Interacción entre amenazas climáticas y no climáticas

Las entrevistas revelan la existencia de múltiples amenazas climáticas y no climáticas interconectadas que impactan a Uruguay, especialmente en la cuenca de la Laguna del Sauce, evidenciando que estos factores pueden interactuar de manera simultánea, en combinación o en secuencia, exacerbando los riesgos y desafíos para la sostenibilidad ambiental y la seguridad hídrica.

En el ámbito de las **amenazas climáticas**, se destaca **la alternancia de sequías prolongadas e inundaciones repentinas**, producto de una variabilidad climática que incrementa la frecuencia de eventos extremos, lo cual dificulta la adaptación y genera impactos negativos en la biodiversidad, la calidad del agua y la productividad del suelo; asimismo, las olas de calor elevan el riesgo de incendios forestales, sobre todo en áreas afectadas por la sequía, donde la escasez de humedad y la acumulación de material combustible potencian la propagación del fuego, causando daños en los ecosistemas, la infraestructura y la salud humana. *·Sobre fuegos generados, lo que nos pasa es que recibimos cada vez más denuncias de que tienen que ver con la generación de fuegos generados ya sea para, sobre todo en humedales, para ganar tierra productiva. Pero ahí es como una amenaza más no climática, que va a la pérdida de ecosistemas naturales. Y ahí lo que nos pasa es que no tenemos muchas herramientas de actuación tampoco. Recibimos la denuncia, tenemos la capacidad capaz de ir y actuar en el momento en territorio, pero no tenemos como marco normativo suficiente que nos permita después actuar en consecuencia de lo que constatamos". (Eco3)*

Además, **las heladas afectan la infraestructura de abastecimiento de agua**, aumentando la vulnerabilidad de la población ante la escasez hídrica. Por otro lado, el **cambio climático favorece la proliferación de especies exóticas invasoras** que compiten con las especies nativas y alteran los ecosistemas, situación agravada por la carencia de planes de control efectivos.

En cuanto a la **interacción entre amenazas climáticas y no climáticas, la transformación del uso del suelo a través de la expansión de la agricultura, la forestación y la urbanización** intensifica los efectos de las sequías e

inundaciones, ya que la pérdida de pastizales naturales reduce la capacidad del suelo para regular el agua, incrementando el escurrimiento superficial y la erosión, mientras que la urbanización no planificada en áreas vulnerables eleva el riesgo de inundaciones y la contaminación hídrica. De igual forma, la **ausencia de espacios verdes y la densificación urbana** generan islas de calor que afectan la salud de la población y, junto a la falta de infraestructura para la gestión del agua de lluvia, incrementan la probabilidad de inundaciones. Asimismo, la sequía y la falta de acceso a recursos financieros pueden inducir a pequeños productores a adoptar prácticas agropecuarias inadecuadas, como la quema de pastizales, y la fertilización sin criterios, sumado al acceso del ganado a los cursos de agua, contribuyen a la contaminación y a exacerbar los efectos de la sequía. Adicionalmente, **las debilidades en el ordenamiento territorial**, reflejadas en la falta de articulación entre los niveles nacional y departamental y en la ausencia de instrumentos adecuados para la planificación y control del cumplimiento de la normativa ambiental, aumentan la vulnerabilidad de los ecosistemas y de la población ante eventos climáticos extremos, mientras que la fragmentación institucional y la limitada capacidad técnica y financiera en los gobiernos locales dificultan la implementación de políticas integrales para la gestión del agua, el ordenamiento territorial y la adaptación al cambio climático.

En síntesis, la interacción entre estos factores genera un círculo vicioso que incrementa la vulnerabilidad de los ecosistemas y el territorio, por lo que se requiere un enfoque integral que considere la interdependencia de los factores, fortalezca la coordinación interinstitucional, promueva la participación ciudadana y priorice la adaptación al cambio climático en la planificación y gestión del territorio. Como señala un entrevistado *Creo que tiene que ser una preocupación ahora para este ministerio, los temas de urbanización, sobre todo, no sólo en la costa, sino también estos nuevos, lo que está emergiendo de esta cuestión de pequeños pueblitos, pero en entornos rurales. A mí me impresionó mucho atrás de Nueva Carrara, ahí también en Maldonado por la Ruta 60, que se empezó a conformar un barrio privado pero rural. Yo le llamo así barrio privado rural, porque era esa sensación de calles con cámaras de seguridad y de casitas aisladas, pero que conformaban como un núcleo y están apareciendo con más ejemplos de eso.(ECO3).*

**Las amenazas climáticas y no climáticas identificadas en las entrevistas impactan a diversos actores no humanos, entre ellos los ecosistemas naturales, la biodiversidad, la infraestructura, el suelo, el agua y los sistemas productivos.**

**En relación con los ecosistemas naturales** (ECO3), los pastizales se ven afectados por sequías, pérdida de biodiversidad y el reemplazo por praderas plantadas o agricultura, mientras que los bosques fluviales y serranos sufren el impacto de la explotación de madera, la falta de fiscalización y la expansión de especies exóticas invasoras; asimismo, los humedales están amenazados por incendios provocados y la expansión de la urbanización y la agricultura. La biodiversidad (ECO3) se deteriora debido a la pérdida de hábitat y a los cambios en la composición de especies, lo que dificulta la recuperación de especies vegetales y animales tras eventos extremos como sequías e incendios.

**En el ámbito de la infraestructura** (ECO3, ECO4), las redes de distribución de agua se ven afectadas por heladas y otros eventos climáticos extremos, y la infraestructura productiva sufre daños ocasionados por inundaciones y otros fenómenos meteorológicos. Por su parte, el suelo (ECO3) experimenta erosión y degradación derivadas de prácticas agrícolas inadecuadas y de las transformaciones en el uso del suelo, lo que reduce su calidad y capacidad productiva. El agua se contamina por actividades agropecuarias, efluentes domésticos y la falta de tratamiento de aguas residuales, y su rendimiento hidrológico se ve comprometido por la expansión de la forestación, especialmente durante períodos de sequía.

Los **sistemas productivos** (ECO3) también se ven afectados, ya que la ganadería sufre los efectos de sequías, inundaciones y la degradación de pastizales, y la agricultura enfrenta desafíos derivados de la variabilidad climática, la degradación del suelo y la falta de planificación territorial.

Finalmente, la carencia de información y conocimiento sobre los impactos de estas amenazas en los distintos actores dificulta la implementación de estrategias de adaptación y conservación efectivas, lo que resalta la necesidad de que la gestión del ordenamiento territorial considere la protección de los ecosistemas clave y la regulación de las actividades productivas para mitigar los impactos negativos.

## 2. IMPACTOS

### 2.1. Impactos de eventos climáticos

Las amenazas climáticas tienen un impacto significativo en el ecosistema de la cuenca, afectando a diversos componentes y procesos. Algunos ejemplos de estos impactos incluyen:

- **Sequías:** Existe una falta de información sobre cómo afecta la sequía a la fauna y especies vegetales (ECO3). Se necesita información para desarrollar protocolos de manejo del campo natural en estos episodios (ECO3). El riesgo de incendios se incrementa con el aumento de la temperatura y los déficits hídricos. Estrés hídrico: Afecta la disponibilidad de agua superficial y subterránea, impactando a todos los usuarios de la cuenca.
- **Inundaciones:** Al igual que con las sequías, existe información limitada sobre el impacto de las inundaciones en la biodiversidad (ECO3). Los excesos hídricos y las inundaciones condicionan el aporte de sustancias y material en suspensión, afectando la calidad del agua. Las ciudades no están preparadas para lluvias intensas e inundaciones repentinas (ECO3).
- **Eventos meteorológicos extremos:** Se espera un aumento en la frecuencia de eventos meteorológicos extremos, como sequías prolongadas, inundaciones repentinas y olas de calor (ECO3). Existe una necesidad crucial de adaptación a estos eventos extremos, pero la respuesta actual es lenta e insuficiente (ECO3).
- **Calor extremo:** Se espera un aumento en las temperaturas extremas durante los veranos, lo que exige la creación de espacios verdes en las ciudades para mitigar sus efectos (ECO3).

Además de estos impactos directos, las amenazas climáticas también interactúan con factores no climáticos, exacerbando los problemas existentes. Por ejemplo, la variabilidad climática combinada con las transformaciones en el uso del suelo puede aumentar el riesgo de erosión y contaminación del agua. Las amenazas climáticas pueden tener efectos adversos sobre la actividad turística y las actividades económicas debido a fenómenos como granizos, sequías, etc. Por ejemplo, las sequías prolongadas pueden afectar la disponibilidad de agua para riego y consumo humano, impactando la producción agrícola y ganadera. Las inundaciones pueden dañar la infraestructura turística y productiva, generando pérdidas económicas. Los eventos climáticos extremos también pueden afectar la calidad de los servicios ecosistémicos, como la polinización y la regulación del agua, que son fundamentales para la actividad turística y la producción (ECO3).

### 2.2. Impactos de eventos no climáticos

Los factores no climáticos, derivados de procesos sociales, económicos, políticos y culturales, generan diversos impactos negativos sobre actores humanos y no humanos. A continuación, se identifican estos impactos, incluyendo

ejemplos específicos relacionados con infraestructura (INFRA), consecuencias económicas, políticas y socioculturales (PEA), aspectos esenciales para los medios de vida (LIVE) e impacto sobre los ecosistemas (ECO):

**Se identifican efectos negativos sobre la infraestructura** no relacionada con el clima pueden dañar la calidad del agua y dificultar el acceso y almacenamiento. Por ejemplo, la falta de inversión en sistemas de tratamiento de efluentes domésticos o las capacidades limitadas de los mismos resultan en la contaminación del agua. Además, la expansión de emprendimientos urbanos o suburbanos puede generar una mayor demanda de agua, tensionando la infraestructura existente y dificultando el acceso al recurso.

Los factores económicos, políticos y socioculturales **tienen consecuencias sobre la dinámica turística, productiva y económica**. La especulación inmobiliaria y la presión por el desarrollo turístico pueden desplazar actividades productivas tradicionales y afectar la calidad de vida de los residentes. Además, la falta de planificación territorial y la descoordinación interinstitucional dificultan la gestión sostenible del territorio y limitan el potencial de desarrollo económico a largo plazo (ECO3).

Los factores no climáticos impactan aspectos esenciales para los medios de vida, como el empleo, la seguridad, el desempeño productivo, el acceso a mercados y las relaciones sociales y de salud. La degradación de los pastizales naturales y la pérdida de biodiversidad afectan la producción ganadera y la seguridad alimentaria (ECO3). La contaminación del agua puede generar problemas de salud y afectar la calidad de vida de las poblaciones. La falta de acceso a la información y la participación ciudadana en la toma de decisiones limitan la capacidad de las comunidades para adaptarse a los cambios y mejorar sus medios de vida.

**Los factores no climáticos tienen un impacto significativo sobre las estructuras y funciones de los ecosistemas**. La transformación del uso del suelo, impulsada por la expansión de la agricultura, la forestación comercial y la urbanización, es una de las principales amenazas para los servicios ecosistémicos (ECO3). La pérdida de pastizales naturales y la fragmentación de los bosques afectan la provisión de servicios como la regulación del agua, la polinización y la captura de carbono (ECO3). La proliferación de especies exóticas invasoras afecta negativamente la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos (ECO3).

En resumen, los factores no climáticos generan una serie de impactos negativos sobre actores humanos y no humanos, afectando la infraestructura, la dinámica económica, los medios de vida y los ecosistemas. Es fundamental abordar estos factores de manera integral, a través de políticas de planificación territorial, gestión ambiental y desarrollo social que promuevan la sostenibilidad y la resiliencia de la cuenca (ECO3).

### **2.3. Extensión de los eventos y gravedad de los impactos**

La magnitud, intensidad, extensión física y temporal de los impactos identificados en las fuentes varían considerablemente, dependiendo del factor climático o no climático en cuestión, así como de la **escala geográfica y la duración en el tiempo**. A continuación, se presenta un análisis general, destacando la gravedad de los impactos y su alcance:

Con relación a las **sequías** pueden ser prolongadas, generando estrés hídrico severo (ECO3), abarcan grandes extensiones del territorio, afectando pastizales y la producción ganadera (ECO3), pueden durar varios años, con consecuencias a largo plazo en la biodiversidad y los ecosistemas (ECO3). Las **inundaciones** pueden ser repentinas e intensas, causando daños a la infraestructura y afectando la calidad del agua (ECO3), afectan áreas urbanas y rurales, con impactos en la producción y el turismo (ECO3). Aunque pueden ser de corta duración, sus efectos pueden persistir

en el tiempo, especialmente en términos de contaminación y daños a la infraestructura (ECO3). Como señala una entrevistada *Me imagino más una mayor frecuencia, digamos, de situaciones como la que tuvimos recientemente, sobre todo de sequías más prolongadas y después puestos de inundaciones que quizá no son tan prolongados, pero que sí, para algunos sitios particulares son muy relevantes. Pero ahí no sé si puedo profundizar mucho más, más que en esa percepción de que, bueno, de que eso va a pasar con más frecuencia. Creo que lo que es capaz de pasar más extremos es la sequía. Y después tenemos esta cuestión de las precipitaciones, más cantidad de precipitaciones en menos tiempo y que no está, en ese caso, las ciudades preparadas para esos episodios. Ha quedado más que demostrado y tampoco creo que se estén generando muchas acciones como de rápida adaptación a esas situaciones. Sí hay como más iniciativas de adaptación, pero creo que más en el mediano y largo plazo, ¿no? Pero no para, bueno, para empezar a generar entornos más habitables, sobre todo en las ciudades, pensando en el calor que cada vez va a ser mayor en el verano, quizá cada vez al que hacemos temperaturas más extremas y ahí, bueno, cómo generar mayor cantidad de espacios verdes para que esos episodios se sobrelleven mejor. Después entiendo también que a nivel de la actividad productiva hay planes pensados también de adaptación, sobre todo. Pero no sé si estamos yendo al ritmo que exige la realidad. Eso sería un poco también más sentarnos de reflexión( ECO3)*

Con relación a los **eventos meteorológicos extremos (olas de calor, heladas)**, las olas de calor aumentan el riesgo de incendios, mientras que las heladas pueden dañar la infraestructura de abastecimiento de agua (ECO4). Las olas de calor pueden afectar grandes áreas, mientras que las heladas pueden tener un impacto más localizado (ECO4), suelen ser de corta duración, pero pueden tener efectos significativos en la salud humana y la infraestructura (ECO4).

Las **especies exóticas invasoras** pueden alterar la composición de los ecosistemas y reducir la biodiversidad (ECO3). Se estima que un 20% de la superficie está invadida, especialmente en zonas urbanizadas o alteradas por la actividad productiva (ECO3). Su expansión es continua si no se toman medidas de control, con el riesgo de aumentar la superficie invadida en el futuro (ECO3).

Con relación a los **factores no climáticos, las transformaciones en el uso del suelo** generan una pérdida de hábitat, fragmentación de ecosistemas y contaminación del agua (ECO3). La forestación, si no se planifica adecuadamente, puede afectar el rendimiento hidrológico en períodos de sequía (ECO3), afectan áreas específicas, pero con una tendencia a expandirse (ECO3). La pérdida de pastizales es un problema a nivel país, principalmente en la región centro-sur y las sierras del este (ECO3). Son procesos a largo plazo, con consecuencias irreversibles en la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (ECO3).

Con relación a las **debilidades en la gestión y fiscalización ambiental** se señala, falta de información, la fragmentación institucional y la escasez de recursos limitan la capacidad de respuesta ante las amenazas ambientales, afectan a todo el territorio, especialmente en áreas alejadas de Montevideo, son problemas estructurales que persisten en el tiempo, dificultando la implementación de políticas efectivas (ECO3).

**En relación a los impactos sobre los ecosistemas**, se evidencian diversas afectaciones que comprometen su funcionalidad y resiliencia. **Los pastizales** experimentan una pérdida de superficie y una degradación en la calidad, lo que disminuye su capacidad de recuperación ante sequías y otros eventos extremos; estos efectos son especialmente notables en la región centro-sur y en las sierras del este, y se traducen en impactos a largo plazo. Por su parte, **los bosques fluviales y serranos** padecen deforestación y alteración de su estructura, lo que reduce su capacidad de

regulación hídrica y conlleva a una pérdida de biodiversidad; la extensión de estos daños varía en función de la presión ejercida por la actividad maderera y la expansión agrícola, afectando asimismo la calidad del agua y la conectividad ecológica a largo plazo. Como afirma una técnica *Lo que sí sucede, y que también sucede con las áreas protegidas del SNAP, pero también sucede a nivel predial con estos sitios de valor de conservación de aforestales, es que la conectividad no se está incorporando como un elemento a tener en cuenta. Entonces también quizá, ahí sí hay un desafío de poder incorporar la conectividad entre esas áreas para que realmente sean más efectivas y no termine siendo parches aislados que quizá para muchas especies no sirvan como hábita* (ECO3)

**En el caso de los humedales**, el relleno, el drenaje y la contaminación han provocado la pérdida de funciones cruciales de regulación hídrica y de hábitat para diversas especies, con impactos concentrados en la zona este, especialmente en Maldonado, y efectos persistentes en la biodiversidad y la resiliencia costera. Además, se observa un aumento en la frecuencia de incendios, tanto naturales como provocados, que contribuyen a la destrucción de hábitats y a la pérdida de biodiversidad; la extensión de estos eventos varía según las condiciones climáticas y las actividades humanas, generando efectos tanto a corto como a largo plazo en la recuperación de los ecosistemas. La gravedad de estos impactos se ve exacerbada por la falta de información, la descoordinación institucional y la limitada capacidad de gestión.

Por tanto, es crucial abordar estos desafíos de manera integral, fortaleciendo la planificación territorial, la gestión ambiental y la coordinación interinstitucional, así como incrementando la inversión en investigación y monitoreo para comprender mejor los efectos y desarrollar estrategias de adaptación efectivas (ECO3).

### **3. VULNERABILIDAD**

**Los actores humanos más vulnerables ante impactos climáticos y no climáticos incluyen pequeños productores agrícolas y comunidades rurales con acceso limitado a servicios públicos** e infraestructura básica (sistemas de riego, conservación de aguadas, agua potable y saneamiento), lo que los hace especialmente susceptibles a fenómenos extremos como sequías e inundaciones (ECO4). Asimismo, habitantes de la "nueva ruralidad" y zonas urbanas precarias en áreas inundables enfrentan mayores riesgos debido a recursos escasos y a una limitada capacidad de respuesta institucional (ECO4). Además, las comunidades cuya subsistencia depende de ecosistemas específicos –como pastizales naturales, bosques fluviales y humedales– sufren directamente la degradación ambiental, afectando la producción ganadera, la regulación hídrica y otros servicios ecosistémicos esenciales (ECO3). Esta vulnerabilidad se agrava por la limitada participación en la toma de decisiones y la escasa representación en ámbitos de gobernanza, sumada a una marcada desconexión y fragmentación institucional entre los distintos niveles de gobierno, lo que dificulta la implementación de políticas efectivas de ordenamiento territorial y fiscalización ambiental (ECO3, ECO4).

**Por otro lado, los actores no humanos, tales como la infraestructura de abastecimiento de agua, la infraestructura productiva ganadera, los sistemas ganaderos sobre campo natural y los ecosistemas que proveen servicios como la regulación del agua, la polinización y la captura de carbono**, también se ven afectados por la interacción de factores climáticos y no climáticos, que agravan problemas como la contaminación y la degradación del hábitat (ECO4, ECO3). Como afirma una entrevistada *Esta cuenca es una cuenca ganadera, es una cuenca que valora el campo natural, o tiene como eso a favor, digamos, pero en realidad no hay intencionalidad de protección* (ECO3).

**También los bosques son afectados**, como afirma una entrevistada *para mí, si bien en Uruguay, aparentemente los bosques nativos están protegidos, mi experiencia personal es que al final son muy poquitos los bosques que están*

*protegidos, porque cuando uno hace una denuncia de bosque nativo y se hace inspección, en general ese bosque no cumple con los criterios que tiene que cumplir para estar protegido por la ley. O no es un bosque que figura en la foto de 1950, o es un bosque con ejemplares todos secundarios que fue talado, o es un bosque con densidad que no es suficiente, o sea, me ha pasado mucho acompañar inspecciones y que al final la evaluación sea que ese bosque en realidad no está protegido. Entonces para mí el **bosque serrano** un poco se está salvando, digamos, porque en la sierra no se puede hacer otra cosa o por otras cuestiones puntuales, pero en realidad como que siento que consideramos que está protegido, pero después en la práctica no lo está tanto como pensamos. Entonces en realidad creo que hay una vulnerabilidad ahí en el bosque serrano. Después los bosques fluviales, en esta cuenca tenemos la suerte de que está la franja de amortiguación, entonces quedan indirectamente protegidos como ambiente por las medidas 5 del plan de acción. Que de todas las normativas que existen, yo creo que esa, está junto con los planes de uso y manejo de suelo del Ministerio de Ganadería, son un poco las normativas que más se están haciendo valer en la cuenca, con las demoras que ya conocemos, pero bueno, es una normativa que es clara y que se sanciona, digamos, si se incumple. Con años de demora pero ocurre. Y también hay un poco de conocimiento de que eso está funcionando, entonces también eso ayuda a que se cumpla. Entonces creo que los fluviales ahí están corriendo un poco con mayor suerte, digamos, en términos de protección. Y después el **campo natural**, yo no estoy muy interiorizada con el proyecto nuevo, este de protección de campo natural y eso, pero después, desde el Ministerio en realidad no ha habido ninguna iniciativa de protección de campo natural para esta cuenca, ni... tá, lo mismo, veo que en realidad se sostiene en la medida que se sostiene la ganadería que depende de él, pero no se sostiene por, al menos por una política del Ministerio de Ambiente específicamente dirigida a eso.*

**Finalmente, las vulnerabilidades en el ámbito político** evidencian fragilidades que intensifican la exposición de actores humanos y no humanos, impidiendo la efectiva implementación de políticas ambientales y de ordenamiento territorial. Se observa una marcada desconexión entre los niveles de gobierno, en particular entre el nacional y el departamental, que se suma a la falta de articulación inter e intrainstitucional para el manejo integral del agua y el uso del suelo. La centralización de capacidades en Montevideo, junto con la limitada capacidad de los gobiernos locales, debilita la respuesta a demandas territoriales y favorece la influencia de intereses económicos a corto plazo, lo que genera tensiones y obstaculiza la fiscalización y el cumplimiento normativo. Además, la ausencia de voluntad política para impulsar instrumentos complejos, como el plan de ordenamiento territorial, se ve agravada por la pérdida de conocimiento tradicional y la escasa educación ambiental, factores que inciden negativamente en la sostenibilidad de los ecosistemas. En este contexto, las vulnerabilidades relacionales se manifiestan en la interacción de fragilidades económicas, sociales y materiales: la presión sobre los productores sin el adecuado respaldo institucional favorece prácticas insostenibles que degradan hábitats y servicios ecosistémicos, afectando la calidad del agua, la biodiversidad y la salud pública. Asimismo, la complejidad en la planificación territorial y la influencia de intereses particulares dificultan la implementación de regulaciones efectivas, situación que se intensifica en la "nueva ruralidad", donde el fraccionamiento de tierras y la incertidumbre en el manejo de efluentes evidencian la necesidad de un enfoque integral que fortalezca la coordinación interinstitucional, la participación ciudadana y la gestión equitativa de los recursos naturales.

#### **4. MEDIDAS DE ADAPTACION**

**Las medidas y estrategias de adaptación** necesarias para asegurar la sostenibilidad del ecosistema de la cuenca se estructuran en varias categorías clave.

**En el área ecológica** se propone desarrollar protocolos para el manejo del campo natural durante episodios de sequía e inundación, proteger y restaurar bosques nativos, humedales y otros ecosistemas degradados, asegurar la conectividad entre áreas de conservación mediante la integración de criterios de biodiversidad y controlar las especies exóticas invasoras (ECO3, ECO4). Como afirma un entrevistado *Mira, empezando por los bosques, para mí, si bien en Uruguay, aparentemente los bosques nativos están protegidos, mi experiencia personal es que al final son muy poquitos los bosques que están protegidos, porque cuando uno hace una denuncia de bosque nativo y se hace inspección, en general ese bosque no cumple con los criterios que tiene que cumplir para estar protegido por la ley. O no es un bosque que figura en la foto de 1950, o es un bosque con ejemplares todos secundarios que fue talado, o es un bosque con densidad que no es suficiente, o sea, me ha pasado mucho acompañar inspecciones y que al final la evaluación sea que ese bosque en realidad no está protegido. Entonces para mí el bosque serrano un poco se está salvando, digamos, porque en la sierra no se puede hacer otra cosa o por otras cuestiones puntuales, pero en realidad como que siento que consideramos que está protegido, pero después en la práctica no lo está tanto como pensamos. Entonces en realidad creo que hay una vulnerabilidad ahí en el bosque serrano. Después los bosques fluviales, en esta cuenca tenemos la suerte de que está la franja de amortiguación, entonces quedan indirectamente protegidos como ambiente por las medidas 5 del plan de acción. Que de todas las normativas que existen, yo creo que esa, está junto con los planes de uso y manejo de suelo del Ministerio de Ganadería, son un poco las normativas que más se están haciendo valer en la cuenca, con las demoras que ya conocemos, pero bueno, es una normativa que es clara y que se sanciona, digamos, si se incumple. Con años de demora pero ocurre. Y también hay un poco de conocimiento de que eso está funcionando, entonces también eso ayuda a que se cumpla. Entonces creo que los fluviales ahí están corriendo un poco con mayor suerte, digamos, en términos de protección* (ECO4).

**Desde el punto de vista técnico** se destaca el desarrollo de modelos predictivos, el uso de monitoreo satelital para evaluar la cantidad y calidad del agua, la mejora de la infraestructura productiva, especialmente en el sector ganadero, y la conservación de aguadas. **En cuanto al conocimiento** se recomienda generar información a través de investigaciones y monitoreos sobre los impactos en la biodiversidad, realizar análisis detallados del escurrimiento superficial, estudiar las interacciones entre aguas subterráneas y ecosistemas, identificar y proteger afloramientos de agua, y construir modelos integrales para la toma de decisiones (ECO4).

**En el ámbito normativo** es fundamental crear marcos legales específicos para la protección de humedales y bosques, establecer regulaciones para la nueva ruralidad, controlar la expansión forestal y regular las plantaciones mediante evaluaciones de impacto ambiental, fortaleciendo la fiscalización y agilizando los procesos de sanción, además de asegurar la eficacia del Plan de Ordenamiento Territorial e invertir en recursos humanos e infraestructura para el Ministerio de Ambiente (ECO3, ECO4). Así complementemente un entrevistado *“No sé, yo ahí viste que con el plan yo tengo una opinión bastante capaz, distinta al resto. Para mí es un plan que es muy difícil de implementar, es un plan complejo de entender, cada vez que lo vamos a analizar requiere como horas de pienso de nuevo para ver bien cada porción del territorio, al final cuál es la regulación que tiene. No es un plan sencillo, no es un plan que vela por la calidad del agua con la urbanización, con los suelos potencialmente transformables que propone, son como lo contrario a lo que todo manual indicaría, porque en realidad propone transformaciones en torno a los cursos de agua. Tiene alguna fortaleza, como la de extender la zona buffer hasta los cursos menores, pero por otro lado es una fortaleza que*

*queda dependiendo de un contralor que hace la Intendencia, que la Intendencia nos ha demostrado que en términos de control no está haciendo nada. Mi desesperanza respecto al plan va mucho más allá de si se aprueba o no, si no respecto a su contenido y a lo difícil que es desde la gestión implementar cosas tan complejas y tan entreveradas como ese plan. Pero en realidad, en términos de cómo suele operar la Intendencia de Maldonado, me espero más una cuestión así de que cuando el tiempo apremie y haya poca presencia de ediles, etcétera, se apruebe rápidamente” (ECO4)*

**Financieramente** se proponen incentivos económicos para la conservación ambiental, la creación de un fondo de emergencia para responder a problemas de calidad de agua y la implementación de mecanismos de pago por servicios ecosistémicos (ECO3). Por otra parte, **en la gestión y gobernanza**, se impulsa una planificación multisectorial que promueva la coordinación interinstitucional, la descentralización de capacidades, la gestión integrada del agua y estrategias anticipatorias, integrando la dimensión ambiental en otras políticas (ECO3). Ante barreras como la fragmentación institucional, la falta de directivas claras, la centralización de procesos y la inacción política, se hace necesario mejorar la información, el control y la aplicación de sanciones para evitar conflictos de intereses y presiones económicas (ECO4, ECO3). Entre la mejora de la gestión también faltan recursos financieros, como señala una entrevistada Como señala un entrevistado *creo que en realidad en este momento la única forma de salir de ese cuello de botella es ampliar el presupuesto del Ministerio y que el Ministerio duplique su cantidad de gente. O sea, no es un Ministerio que tenga demasiado funcionario como al pedo, ¿viste? No sé, no pasan esas cosas. En realidad son casi todos gente joven, gente nueva, con ganas, pero están todos re sobrepasados. Realmente es un tema de volumen de tareas. Los temas ambientales crecieron un montón. La normativa ambiental es relativamente abarcativa, digamos, pero la asignación de presupuesto al Ministerio sigue siendo baja, entonces es una cuestión de cantidad de gente trabajando* (ECO4) Finalmente, **a nivel individual y social** se enfatiza en aumentar la educación ambiental, promover el uso controlado del fuego y prácticas sostenibles en la nueva ruralidad, y fomentar la participación ciudadana en la gestión del agua, la creación de espacios verdes urbanos y la conformación de comisiones de cuenca con metodologías transparentes (ECO3, ECO4).

## 5. FUTURO

Con base en las fuentes consultadas y nuestra conversación anterior, se presenta un análisis del futuro del ecosistema de la cuenca en relación con las tendencias actuales, el futuro deseado y los cambios necesarios para alcanzarlo.

**En cuanto a la tendencia actual**, se prevé una continua **disminución de los pastizales** debido al avance de la forestación (ECO3), así como un **aumento en la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos**, como sequías más prolongadas e inundaciones más intensas (ECO3). Las transformaciones del uso del suelo se ven afectadas por el **fraccionamiento de tierras rurales ("nueva ruralidad")** y el **crecimiento urbano en áreas cercanas a cuerpos de agua aumentan** y generan preocupaciones sobre la sostenibilidad a largo plazo, especialmente en lo relativo a los recursos hídricos (ECO4). También se identifican **limitaciones en la gestión del agua**, la gestión del agua enfrenta desafíos complejos que requieren una visión integral y una acción coordinada entre los diferentes actores involucrados (ECO4).

**La falta de coordinación en la gestión del agua, dada la fragmentación institucional y la centralización de decisiones**, plantea obstáculos importantes para una respuesta eficiente a los desafíos ambientales (ECO4). **La**

**centralización de la toma de decisiones**, la falta de capacidades de control y la presión sobre los ecosistemas clave son algunos de los obstáculos a superar (ECO4). La fragmentación institucional, tanto a nivel intra como interinstitucional, dificulta la implementación de políticas integrales para la gestión del agua, el ordenamiento territorial y la adaptación al cambio climático (ECO4).

**En cuanto al futuro deseado**, se contempla la **integración total de la agenda climática en las políticas públicas**, en comparación con otras agendas ambientales, como la de biodiversidad (ECO3). Un **aumento en la resiliencia urbana y la implementación de soluciones basadas en la naturaleza**, como la creación de espacios verdes y azules (ECO3). Asimismo, se vislumbra un **modelo de gestión del agua descentralizado**, que fortalezca las capacidades regionales y promueva la coordinación interinstitucional, incluyendo la participación de la sociedad civil (ECO4). **Un territorio policéntrico**, avanzar en una estrategia más policéntrica, con capacidades, siempre mirando el tema ambiental en su sentido más amplio (ECO3) e **implementar estrategias anticipatorias en lugar de reactivas**, así como promover una cultura de conservación del agua.

**Para alcanzar este futuro** es fundamental promover una **planificación multisectorial**, para abordar los desafíos ambientales, la articulación entre los niveles de gobierno y el desarrollo de estrategias de adaptación a los escenarios futuros (ECO3). invertir en recursos humanos y mejorar la infraestructura en el Ministerio de Ambiente (ECO3, ECO4). También se requiere incrementar **la participación activa de la sociedad civil** en la definición de estrategias y políticas de gestión territorial, y fomentar una mayor transversalidad en la gestión ambiental (ECO3) y descentralizar las capacidades de gestión para asegurar una respuesta ambiental más eficiente en todos los niveles de la cuenca. También se plantean desarrollar protocolos para el manejo del campo natural en episodios de sequía e inundación, considerando estrategias de manejo que ayuden al ecosistema a soportar estos eventos (ECO3), generar incentivos económicos para la conservación ambiental y la adopción de prácticas productivas sostenibles (ECO3). Sin embargo, persisten incertidumbres, como el impacto real de la “nueva ruralidad” y la voluntad política para avanzar en el ordenamiento territorial (ECO4). El futuro de la cuenca dependerá, por tanto, de la capacidad de los actores para superar la fragmentación institucional y centralizar esfuerzos en la protección de los ecosistemas, la gestión eficiente del agua y la adopción de prácticas sostenibles. Un enfoque integrado, que considere tanto los factores climáticos como los no climáticos, resultará esencial para transitar hacia un modelo de desarrollo que equilibre las necesidades productivas con la conservación de la biodiversidad y la resiliencia ambiental.