



Ministerio  
**de Educación  
y Cultura**

Dirección Nacional  
**de Innovación, Ciencia  
y Tecnología**



**UTEC**

Universidad Tecnológica

# **Evaluación económica de los proyectos de la Agenda Territorial de I+D Centro-Norte**

**Informe Final**

Francisco Rosas

**18 de noviembre de 2024**

## Tabla de Contenidos

1. Introducción	4
2. Metodología de evaluación	6
1. Dimensiones de evaluación	6
2. Instrumentación de la evaluación	15
3. Proyecto 1. Desarrollo de modelos de baja complejidad para predicción hidrológica en cuencas forestales mediante deep learning y sensoramiento remoto	16
1. Descripción general del proyecto	16
i. Resultados esperados	17
ii. Aplicaciones de los productos generados	17
2. Resultados de la evaluación	18
i. Contexto general de los impactos	18
ii. Evaluación detallada por dimensión y atributos, y por tipo de actor	19
4. Proyecto 2. Evaluación de la dinámica de carbono en sistemas silvopastoriles para la incorporación en inventarios nacionales de GEI	23
1. Descripción general del proyecto	23
i. Resultados esperados	25
ii. Aplicaciones de los productos generados	25
2. Resultados de la evaluación	25
i. Contexto general de los impactos	25
ii. Evaluación por dimensión y atributo, y por tipo de actor	27
5. Proyecto 3. Utilización de residuos forestales para el desarrollo de bio-carbón activado que reducen los contaminantes en cuerpos de agua	31
1. Descripción general del proyecto	31
i. Resultados esperados	32
ii. Aplicaciones de los productos generados	33
2. Resultados de la evaluación	33
i. Contexto general de los impactos	33
ii. Evaluación por dimensión y atributo, y por tipo de actor	34
6. Proyecto 4. Desarrollo de piezas robóticas a partir de residuos de aserrío	39
1. Descripción general del proyecto	39
i. Resultados esperados	40
ii. Aplicaciones de los productos generados	40
2. Resultados de la evaluación	41
i. Contexto general de los impactos	41
ii. Evaluación por dimensión y atributo, y por tipo de actor	41
7. Conclusiones	45
Lecciones aprendidas	50
8. Referencias	51

1. Anexo 1. Instructivo de evaluación:	53
2. Planillas de Evaluación	53

## Resumen

La primera Agenda Territorial de I+D de la UTEC para la región Centro-Norte busca desarrollar estrategias de vinculación con actores regionales para identificar y priorizar temas de investigación. Como resultado de este proceso se conformó el primer portafolio de proyectos, y en este trabajo se realiza una primera evaluación del impacto de cuatro de ellos, aun estando en etapas preliminares (y diferentes) de su ciclo de vida.

Los proyectos de innovación se caracterizan por las dificultades para su evaluación cuando se encuentran en tempranas etapas de su desarrollo porque están sujetos a una serie de incertidumbres, entre otras, el propio alcance del proyecto, el éxito económico y comercial de los productos generados, y el impacto real (económico y ambiental) de sus usos o aplicaciones en diferentes organizaciones. A raíz de esto, se propone una metodología que se aproxima a la medición del impacto a través de indicadores que cuantifican efectos en tres áreas: beneficios económicos cualitativos, impactos ambientales, e impactos sociales.

Para cada proyecto, se realiza una descripción general de sus objetivos, alcance, productos esperados e instituciones potencialmente adoptantes. Seguidamente se presentan los resultados de la evaluación, primero realizando una descripción de cómo los impactos que genera el proyecto se asocian sus los principales atributos. Segundo, se presentan los resultados de la evaluación realizada por un conjunto de actores externos al proyecto, y tercero, la realizada por el responsable asignado del equipo de investigación. Para finalizar se aportan conclusiones y lecciones aprendidas sobre el proceso de evaluación.

## 1. Introducción

Los proyectos evaluados en este estudio se enmarcan en la primera Agenda Territorial de I+D de la UTEC para la región Centro-Norte.<sup>1</sup> La construcción de esta agenda tiene como objetivo desarrollar estrategias de vinculación con actores regionales pertenecientes al sector productivo, al sector público y a la sociedad civil, para generar y priorizar temas de investigación. Esta agenda fue construida para las cadenas de valor del sector forestal, y en particular para las cadenas celulósico-papelera (madera rolliza sin tratar, chips, pasta de celulosa, papel y cartón, etc.), la cadena de transformación mecánica de productos de madera elaborada (madera rolliza tratada, madera aserrada, tableros, carpintería de obra, madera de embalaje, muebles, molduras, etc.), y la cadena energética (leña, pellets, electricidad producida a partir de biomasa, entre otros).

El proceso de construcción implicó la identificación de brechas y desafíos para la cadena en cuestión que sirven para guiar las acciones propuestas. Los desafíos priorizados fueron: i) los efectos del cambio climático como incendios, plagas, sequías; ii) el uso compartido con otras cadenas y mercado de carbono; y iii) la valorización de residuos y descartes y uso completo del árbol. Para estos desafíos se identificaron tanto brechas tecnológicas como brechas competitivas.

Un actor importante de la agenda lo constituye los Grupos de Investigación Estratégica (GIE), que en este caso es el de Gestión Sostenible de Agua y Suelo, cuyas líneas de investigación se centran en i) eficiencia energética y tecnologías alternativas en el manejo de sistemas de riego, ii) tratamiento y valorización de residuos y efluentes, y iii) manejo de cuencas hidrográficas.

Respecto a la gobernanza se destacan el Espacio Asesor Subnacional Centro-Norte, que incorpora a tomadores de decisión del ámbito público y privado, tanto de los gobiernos locales como de la academia. Y el Espacio Asesor Nacional integrado por Inefop, MIEM, MA, MGAP, ANDE y ANII. Los actores de estos espacios se caracterizan por su conocimiento y compromiso con el territorio y con la cadena.

Como resultado de este proceso, se seleccionaron un conjunto de proyectos que conforman el primer portafolio de proyectos de esta Agenda Territorial de I+D. En este trabajo se busca hacer una primera evaluación del impacto económico de cuatro de los proyectos seleccionados, aun estando en etapas preliminares (y diferentes) de su ciclo de vida. En la construcción de la agenda, tanto para la identificación de brechas y desafíos como para la definición de los proyectos, se llevó adelante un proceso de consultas con actores de la cadena,

---

<sup>1</sup> UTEC (2024). Agenda I+D Centro Norte para la cadena de valor forestal - Cerro Largo, Durazno, Rivera, Tacuarembó.

tal que los proyectos seleccionados responden a atender parte de las necesidades identificadas.

Los proyectos de innovación se caracterizan por las dificultades para su evaluación cuando se encuentran en tempranas etapas de su desarrollo porque están sujetos a una serie de incertidumbres, entre otras, el propio alcance del proyecto, el éxito económico y comercial de los productos generados, y el real impacto (económico y ambiental) de sus usos o aplicaciones en diferentes organizaciones. Esta característica condiciona la estrategia de evaluación. A raíz de esto, se propone una metodología que se aproxima a la medición del impacto a través de indicadores que cuantifican efectos en tres áreas: beneficios económicos cualitativos, impactos ambientales, e impactos sociales.

Para cada una de estas áreas se definen dimensiones y luego cada una se evalúa a través de atributos. Los atributos están especificados a través de un conjunto de indicadores. Dado que los indicadores cubren aspectos que no necesariamente puedan estar relacionados al proyecto, se determina de forma binaria la relevancia de ese atributo en el proyecto. Esta acción se interpretará como la existencia o no de materialidad. Luego, cada atributo con materialidad se puntúa con un índice del 1 al 5, siendo este último el valor máximo. Adicionalmente, se establece de manera conceptual, cuál es la mejor alternativa existente a la innovación que se espera desarrollar, cuál es el costo de no innovación, y cuál es el nivel de maduración tecnológica del proyecto. Se genera una planilla que contiene esta información organizada y explicada, y se distribuye entre quienes puntúan los proyectos junto con un instructivo. Cada proyecto es calificado, por un lado, por un conjunto de actores externos al proyecto, y por otro, por investigadores del proyecto. Los resultados se presentan separadamente para cada tipo de respondiente. Luego de recibidas todas las respuestas, se sistematizan las puntuaciones y se interpretan los resultados.

Para cada proyecto, se presenta una descripción detallada que incluye sus objetivos y aspectos generales, el producto que se busca desarrollar y las potenciales aplicaciones por parte de organizaciones. Luego se presentan los resultados de la evaluación separados en tres partes. Primero se realiza una descripción de cómo los impactos que genera el proyecto se asocian a los principales atributos. Segundo, se presentan los resultados de la evaluación realizada por el conjunto de actores externos al proyecto, y tercero, la realizada por el responsable asignado del equipo de investigación. Es importante destacar que esta evaluación no busca, en este caso y para este estudio, ser comparativa entre proyectos sino que debe entenderse cada una como una evaluación independiente de la de los demás proyectos.

Este documento se organiza de la siguiente manera. En la sección 2 se presenta la metodología de evaluación. De la sección 3 hasta la 6 se presenta

la evaluación de cada proyecto, que incluye una descripción del proyecto y luego la evaluación propiamente dicha. En la sección 7 se presentan algunas conclusiones y lecciones aprendidas.

## 2. Metodología de evaluación

La metodología propuesta parte de la consideración de los atributos que caracterizan a los proyectos de innovación, entre los que se destacan, su incertidumbre en el resultado del proyecto, la dificultad de definición de los productos, servicios y el alcance del proyecto, así como la identificación de las organizaciones potencialmente adoptantes de estos productos. En este sentido, la metodología se aproxima a la medición del impacto a través de un análisis de los beneficios económicos cualitativos, los impactos ambientales, y los impactos sociales principalmente vinculados a la generación de empleo (Komatsu & Possetti, 2021)

El enfoque de evaluación considera que cada proyecto genera uno o más de un producto en el plazo de maduración establecido. La evaluación se concentra en los impactos en las dimensiones evaluadas que surgen de la adopción de estos productos en un eslabón de la cadena productiva forestal-maderera. Esto es, se evalúan los efectos que tendrían dichos productos en las firmas, organizaciones o instituciones que los adoptan o incorporan a sus procesos productivos. Para ello se debe partir de una correcta y bien acotada definición de el o los productos que desarrollará cada proyecto en su horizonte de maduración. Esto implica también que la evaluación se sitúa en la instancia futura de que el producto esperado se desarrolla, sale al mercado, y se incorpora en dicho proceso productivo.

Por otro lado, esta evaluación también parte de una definición precisa de las distintas aplicaciones que dichos productos tienen en los mencionados procesos productivos. Esta información está detallada en la descripción de los proyectos, mencionada en las secciones anteriores.

## 1. Dimensiones de evaluación

Las áreas evaluadas son los impactos en los beneficios económicos cualitativos, los impactos ambientales y los impactos sociales que se instrumentan mediante una serie de indicadores dentro de cada dimensión.

Una primera área de evaluación consiste en los impactos en los **beneficios económicos cualitativos**. Para proyectos que se encuentran en etapas de perfil o incluso anteriores, es aún más dificultoso proceder a una evaluación de impactos económicos ya que algunas de estas características se magnifican, principalmente por el rol que juega la incertidumbre involucrada en las distintas etapas del ciclo del proyecto. Ante la falta de información suficiente para

computar flujos esperados de fondos y computar valores presentes o tasas de retornos, se vuelve relevante aproximarse a la evaluación a través de los beneficios cualitativos.

Mansfield (1996) afirma que los trabajos de evaluación de proyectos de innovación de las firmas presentan una lógica y estructura similar que típicamente comienza con la identificación de **beneficios cualitativos** que son provistos por la innovación. La importancia de considerar activos intangibles y beneficios cualitativos se motiva también en la evidencia encontrada para proyectos de innovación (Murphy y Simon 2002; Lev y Zarowin 1999; Easton 1998; Barth et al. 2000) de la baja correlación existente entre los resultados de los estados contables y los valores de las acciones, demostrando que hay factores no contemplados en los estados contables que determinan el valor de las empresas. Por su parte, Rasoto et al (2012) establecen que deben considerarse además de criterios típicos de evaluación de proyectos, criterios cualitativos imponderables y criterios cualitativos no monetizables.

Pero, en cualquier caso, la evaluación debe partir de una precisa definición del proyecto y su alcance, lo que involucra la definición de qué productos o servicios se generarán y cuáles serán sus aplicaciones en la cadena de valor que corresponda. Esto se debe hacer de forma de reducir la incertidumbre en la evaluación; más precisamente, para no agregar otras fuentes de incertidumbre provenientes de la indefinición de los productos o servicios y sus aplicaciones. Esta idea guiará nuestra evaluación.

La tabla 1, basada principalmente en Shang y Seddon (2000) y otros autores que figuran en la última columna, muestra las dimensiones y subdimensiones de los **beneficios cualitativos** en las que sugerimos clasificar los atributos de los proyectos.

Esta clasificación también permite ordenar los atributos según qué tan tangibles y cuantificables física y monetariamente son dichos atributos. En trabajos de Irani & Love (2001) y basados en trabajos de Harris (1996), aseveran que los proyectos de innovación pueden generar impactos por la mejora en aspectos **operacionales, tácticos, y estratégicos**. A su vez, se observa que a medida que los impactos se van migrando de **aspectos estratégicos**, a **tácticos**, a **operacionales**, los beneficios intangibles van disminuyendo en proporción del total de beneficios. En este sentido, esta clasificación también servirá como una guía o una primera aproximación para una evaluación económica de los proyectos utilizando los criterios más típicos basados en el flujo financiero de fondos y otros relacionados, ya que, al progresar a etapas más avanzadas del ciclo de vida del proyecto, será más factible la cuantificación monetaria de las dimensiones dependiendo del tipo de proyecto que se trate.



Otra área de la evaluación se refiere a los **indicadores ambientales**. Utilizamos el sistema estandarizado de Global Reporting Initiative (GRI 2024)<sup>2</sup> que es ampliamente aplicado en proyectos de diverso tipo, por lo que se adapta a las necesidades de esta evaluación. El nivel 300 de GRI corresponde a atributos ambientales, que se muestran en la Tabla 2. Los **indicadores sociales (Tabla 3)** también surgen de GRI (2024) y se aplican de similar forma que los indicadores ambientales.

Seguidamente, para cada una de las tres áreas del proyecto de innovación, luego de especificar los atributos que abarcan cada dimensión, se determina si el atributo tiene materialidad, eso es, si es relevante para el proyecto, y finalmente se cuantifica su impacto.

---

<sup>2</sup> GRI 2024.

<https://www.globalreporting.org/how-to-use-the-gri-standards/gri-standards-english-language/>

**Tabla 1. Indicadores de impactos en beneficios económicos cualitativos**

Dimensiones y atributos	Indicador	Materia- lidad (1/0)	Índice (1-5)	Referencias
<b>Beneficios cualitativos</b>				
<b>Operacionales</b>				Hares & Royle (1994)
Reducción de costos	% de reducción de costos			Shang & Seddon (2000)
Costos evitados	% de reducción de costos			Shang & Seddon (2000)
Reducción de tiempos en procesos productivos				Shang & Seddon (2000)
Aumentos de productividad en cualquier proceso productivo de la empresa				Wilson (1988); Shang & Seddon (2000)
Aumentos de calidad en los productos, procesos o servicios de la empresa				DeLone & McLean (1992); Shang & Seddon (2000)
Grado de mejoras en la cadena de valor	Genera mejoras en otros eslabones de la cadena			Wilson (1988)
<b>Gerenciales, Administrativas, tácticos</b>				
Mejoras en la administración de los recursos				Shang & Seddon (2000)
Mejoras en la toma de decisiones				Katz (1993); Shang & Seddon (2000)
Mejoras en la performance de la empresa				Shang & Seddon (2000)

<b>Estratégicas</b>				
Soporte al crecimiento del negocio				Clark (1992); Shang & Seddon (2000); Wilson (1988)
Percepción del valor del negocio	Mejora en la percepción del valor de la empresa por parte de los clientes			Katz (1993); Shang & Seddon (2000)
Desempeño y confiabilidad de los pr o ss vendidos				Clark (1992); Shang & Seddon (2000)
Mejoras en atributos de los pr o ss vendidos				Shang & Seddon (2000)
Soporte a la creación de alianzas de negocios				Shang & Seddon (2000)
Construcción de otras innovaciones				Shang & Seddon (2000)
Construcción de liderazgos				Shang & Seddon (2000)
Generación de diferenciación de productos				Shang & Seddon (2000)
Construcción de encadenamientos externas				Shang & Seddon (2000)
<b>Beneficios futuros</b>				
Contribuye a la transformación o creación de nuevos productos				Hares & Royle (1994)
Genera ss para ganar porción de mercado.				Hares & Royle (1994)
Mejora la adaptabilidad a los cambios futuros en el mercado				Hares & Royle (1994)

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2. Indicadores de impactos ambientales**

<b>Dimensión</b>	<b>Atributo</b>	<b>Indicador</b>	<b>Materia- lidad (1/0)</b>	<b>Índice (1-5)</b>
GRI 301: Materiales	301-1 Materiales usados	Reducción de materiales usados por reciclaje, reuso, recuperación		
	301-2 Materiales reciclados y reusados usados	Aumento del % de materiales reciclados, reusados y recuperados usados		
	301-3 Materiales y envases recuperados	Aumento del % de materiales y envases recuperados		
GRI 302: Energía	302-1 Consumo de energía en la organización	Aumento del % de energía de fuentes renovables en la organización		
	302-2 Consumo de energía en la cadena de valor	Aumento del % de energía de fuentes renovables en la cadena de valor		
	302-3 Intensidad energética	Reducción de la tasa de intensidad energética		
	302-4 Reducción de consumo de energía	Reducción de energía consumida a partir de mejoras en conservación de energía		
	302-5 Reducción de requerimientos de energía de pr y ss	Reducción de requerimientos de energía de pr y ss		
GRI 303: Agua y efluentes	303-1 Interacciones con agua como un recurso común/compartido	Aumento/mejora en prácticas para la buena gestión del agua como recurso común		
	303-2 Manejo de los impactos del agua descargada/desechada	Se aplican estándares que son superiores a los requeridos por las autoridades para el control de calidad de efluentes		
	303-3 Uso de agua	Reducción en el volumen de uso de agua		
	303-4 Disposición final de agua	Reducción del volumen de agua descargada (teniendo en cuenta su calidad y sensibilidad del cuerpo de agua que lo recibe)		

GRI 304: Biodiversidad	304-2 Impactos significativos de los procesos en la biodiversidad	Reducción de los impactos directos e indirectos en la biodiversidad, incluyendo impactos inducidos de la cadena de suministro		
	304-3 Hábitats protegidos o restaurados	Aumento de las actividades de prevención y remediación para proteger la biodiversidad		
	304-4 Especies de flora y fauna listadas en peligro de extinción en áreas afectadas por la organización	Aplicación de medidas para prevenir daño o extinción de especies amenazadas de flora y fauna		
GRI 305: Emisiones	305-1 Emisiones directas de gases de efecto invernadero (GEI)	Reducción de emisiones directas de GEI		
	305-2 Emisiones indirectas de gases de efecto invernadero (GEI)	Reducción de emisiones indirectas de GEI por la compra de energía y otras causas		
	305-4 Intensidad de emisiones de GEI	Reducción de la intensidad de emisiones de GEI		
GRI 306: Residuos	306-1 Generación de residuos e impactos significativos asociados	Reducción de la generación de residuos y/o aplicación de medidas de circularidad		
	306-2 Manejo de impactos significativos de los residuos	Medidas tomadas, incluyendo medidas de circularidad, para mitigar los impactos de los residuos		
	306-3 Desechos generados	Reduction in the total weight of waste compared to the weight of waste that the organization allocates for recovery and disposal.		
	306-4 Desechos no destinados a sitios de disposición final de residuos	Reducción de desechos que no van al sitio de disposición final, a partir de operaciones de reuso, reciclado y recuperación		
	306-5 Desechos destinados a sitios de disposición final de residuos	Reducción de desechos destinados a sitios de disposición final		
GRI 307: Cumplimiento normativo ambiental	307-1 No cumplimiento con normativa ambiental	Reducción del no cumplimiento con normativa ambiental que generaría multas y sanciones		

Fuente: GRI (2024)

**Tabla 3. Indicadores de impactos sociales**

<b>Dimensión</b>	<b>Atributo</b>	<b>Indicador</b>	<b>Materia- lidad (1/0)</b>	<b>Índice (1-5)</b>
GRI 401: Empleo	401-1 Nuevos empleos generados y rotación de empleados	Aumento de la cantidad de talento incorporado, y/o reducción de la rotación de empleados		
	401-1 Nuevos empleos generados proveniente de comunidades locales	Aumento de la cantidad de talento incorporado de comunidades locales		
GRI 404: Capacitación y educación	404-1 Tiempo de capacitación por empleado, por año	Aumento de las horas promedio de capacitación por empleado		
	404-2 Programas de mejora en las habilidades de los empleados y apoyo en la transición laboral	Implementación y mejora de programas de fortalecimiento de habilidades para los empleados ante un ambiente laboral cambiante y con nuevos requerimientos		
	404-3 Porcentaje de empleados recibiendo regularmente evaluaciones de desempeño	Aumento del número de evaluaciones regulares de desempeño		
GRI 413: Comunidades locales	413-1 Operaciones de vinculación y programas de desarrollo con las comunidades locales	Aumento del porcentaje de operaciones de vinculación y programa de desarrollo con las comunidades locales		
	413-2 Operaciones con impactos negativos significativos (reales y potenciales) en las comunidades locales	Reducción de impactos negativos (reales y potenciales) en las comunidades locales		
GRI 415: Políticas públicas	415-1 Contribuciones de política	Aumento de la consistencia con las políticas públicas de las acciones reales llevadas adelante por la organización (según figuran en su misión, visión, objetivos, posiciones)		

Fuente: GRI (2024)

Las siguientes cuatro dimensiones serán evaluadas solamente por los integrantes del equipo de investigación, debido a que requiere de un conocimiento profundo del proyecto, que difícilmente pueda ser proporcionado por otro actor.

**Mejor alternativa existente:** De acuerdo con Mansfield (1996), para contribuir a determinar los beneficios incrementales del proyecto de innovación que se está evaluando, se debe identificar la mejor alternativa existente que pueda ser implementada en caso de que la innovación no se lleve adelante. Los impactos de la implementación de esta última en cuanto a cambios en los costos, en los niveles de eficiencia, de productividad, entre otros elementos, contribuyen a una mejor determinación del beneficio incremental del proyecto.

**Costo de no innovación:** De forma similar Kolk and Eagar (2014) proponen evaluar los costos de que la organización no incorpore la innovación objeto de estudio. Su no introducción al proceso productivo puede generar cambios en los costos, en los márgenes, en los atributos de los productos o servicios, que ayudan a identificar los beneficios tangibles y no tangibles del proyecto de innovación.

Finalmente, se considera también el **nivel de maduración tecnológica** del proyecto en base a la siguiente escala que surge de EARTO Impact Delivered (2014) y NBR ISO 16290 (2015), que se vuelve particularmente útil en este contexto por tratarse de proyectos que se encuentran en diferente grado de avance en su ciclo de vida. Para ello, se debe determinar en qué nivel se encuentra de la lista que se menciona a continuación.

1. Principios básicos observados y reportados
2. Formulación de concepto o aplicación tecnológica
3. Presentación de una función crítica en una prueba de concepto analítica o experimental
4. Validación funcional de los componentes en un ambiente de laboratorio
5. Validación funcional de los componentes en un ambiente relevante
6. Demostración de funciones críticas de un prototipo en ambiente relevante
7. Demo prototipado en un ambiente operativo
8. Sistema calificado y finalizado
9. Sistema funcionando y proveyendo todos los aspectos en su aplicación operativa

Se consideran también los **riesgos e incertidumbres de los proyectos en los flujos de fondos y en los indicadores financieros**, según lo planteado por Komatsu & Possetti (2021), Žižlavská (2014) y Kolk & Eager (2014). Para implementarlo, una primera aproximación parte de las consideraciones de Mansfield (1994) respecto a la probabilidad de éxito económico de las innovaciones. Este establece que el éxito económico de un proyecto es el resultado de tres probabilidades: la probabilidad de éxito tecnológico, la

probabilidad de comercialización (dado el éxito en el resultado tecnológico), y la probabilidad del éxito económico (dado el éxito en comercialización). Esto agrega un escollo importante a la hora de cuantificar ex ante correcta y monetariamente los beneficios de los proyectos de innovación, porque el correcto cómputo de los flujos de fondos depende también de esas probabilidades. A su vez, se considera también la incertidumbre de los costos del proyecto, determinante clave en los beneficios económicos.

**Tabla 4. Percepción del riesgo en los flujos de fondos esperados**

Riesgos e incertidumbres de los proyectos en los flujos de fondos y en los indicadores financieros	Komatsu & Possetti (2021), Žižlavská (2014), Kolk & Eager (2014)
Probabilidad de éxito técnico de los proyectos (0-1)	Mansfield (1996)
Probabilidad de éxito comercial de los proyectos (0-1)	Mansfield (1996)
Probabilidad de éxito económico de los proyectos (0-1)	Mansfield (1996)
Percepción de riesgo en los costos del proyecto	

Elaboración propia en base a las fuentes listadas.

## 2. Instrumentación de la evaluación

La evaluación se instrumenta mediante los siguientes pasos:

1. Se prepara un formulario de evaluación en una planilla Excel ("Planilla de Evaluación.xlsx"), con instrucciones bien precisas (detalladas en el Anexo 1), que incluye además, una descripción de cada proyecto.
2. Se seleccionan las personas que van a responder el formulario de evaluación
  - a. Integrantes del equipo de investigación
  - b. Integrantes de UTEC con alto conocimiento de los proyectos desde su gestación, y consultores contratados para diferentes estudios y actividades vinculadas a las Agendas de I+D. A estos se les denomina actores externos.
3. Se distribuye el formulario entre estas personas con un plazo de una semana para su devolución.
4. Una vez recibidas, se procesan las respuestas, y se generan e interpretan los resultados.
5. Los resultados numéricos se presentan distinguiendo por categorías de dimensiones evaluadas y por grupo de personas que responden el formulario. Las respuestas de los actores externos se presentan separadamente de las de los investigadores.
6. Por último, se hace una puesta en común de los resultados además de incluir una explicación de cómo llevar adelante la evaluación y la



interpretación de los resultados de las planillas y estructurar un informe de evaluación.

### **3. Proyecto 1. Desarrollo de modelos de baja complejidad para predicción hidrológica en cuencas forestales mediante deep learning y sensoramiento remoto**

#### **1. Descripción general del proyecto**

Este proyecto<sup>3</sup> de investigación plantea implementar en primer término modelos basados en inteligencia artificial, particularmente explorar algoritmos de redes neuronales del tipo *perceptron* multicapa, y en segundo término estudiar su aplicabilidad en cuencas forestales las cuales requieren de estudios de escorrentía superficial, recarga hídrica y calidad de agua. Dichos modelos servirán como insumo para la toma de decisiones referente a los posibles efectos del cambio climático en la forestación, así como el impacto de la forestación sobre los suelos forestados y la distribución del recurso hídrico en épocas de sequía. El desarrollo del modelo permitiría incorporar series históricas de precipitaciones, temperatura y humedad de suelo provenientes de teledetección, en modelos de redes neuronales para predicción hidrológica en cuencas forestales de Uruguay. Este proyecto se enmarca en una investigación en curso denominada “Modelos de Inteligencia Artificial Aplicados en Hidrología,” que se aplica a inundaciones, pero en general a cuencas no forestales.

Se identificó la necesidad de encontrar soluciones alternativas a modelos hidrológicos de base física distribuidos y semidistribuidos los cuales son complejos de calibrar y requieren un alto costo computacional. Alcanzar modelos alternativos permitiría una reducción de costos y requerimientos, facilitando los procesos de trabajo y alcanzando resultados de forma más simple. Los modelos alternativos también facilitan el acceso a los diferentes actores de un territorio de una mayor cantidad y calidad de datos para la toma de decisiones. Por lo anterior es imprescindible incorporar la visión de los actores y sus requerimientos, de forma tal de planificar análisis incrementales de datos según dichos requerimientos (tanto del sector productivo como institucional).

El desarrollo propuesto presenta diferencias de abordaje en cuanto al modelamiento tradicional basado en modelos físicos, los cuales son complejos

---

<sup>3</sup> Esta descripción del proyecto proviene fundamentalmente de la realizada por el equipo de investigación, más algunas contribuciones de actores vinculados al proyecto, pero externos a éste. Fuente: <https://agendaid.utec.edu.uy/agendas-en-ejecucion/>

de calibrar ya que modelan muchos procesos, como escorrentía superficial, recarga hídrica, entre otros. En este caso los modelos basados en datos y aprendizaje automático son sencillos de implementar y calibrar, además de responder a situaciones particulares de variables hidrológicas que sean de interés en cuencas forestales. Esto determina una mayor universalización y potencial de adopción del modelo, y por ende, del acceso a los datos. Además, el uso de caudalímetros de radar del tipo RQ30, con los cuales cuenta la UTEC, favorece la autonomía de calibración y validación de los modelos en campo.

Asimismo, las predicciones pueden ser potenciadas con la incorporación de la tecnología *transformers* lo cual permitiría un mayor tiempo de anticipación de los resultados. Se ha manejado la posibilidad de continuar este proyecto en conjunto con el Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Udelar (IMFIA-FING), que ha venido utilizando modelos hidrológicos desde hace mucho tiempo.

## i. Resultados esperados

Este proyecto desarrolla una metodología basada en redes neuronales que permite realizar predicciones del comportamiento de los flujos hidrológicos a nivel de cuenca de forma más eficiente y menos costosa que los procesos actuales, utilizando datos derivados de misiones satelitales.

En la fase inicial, las pruebas realizadas alcanzaron resultados positivos para, por ejemplo, el comportamiento de las crecidas del Río Yi. En la próxima fase es necesario evaluar y validar la usabilidad del sistema desarrollado por parte usuarios del sector forestal. Adicionalmente, se espera poder predecir el comportamiento de escurrimiento de una cuenca hidrográfica considerando diferentes niveles de plantación de árboles en la misma. El proyecto, además, pretende alcanzar un prototipo de visualizador de datos de la predicción.

## ii. Aplicaciones de los productos generados

Los usuarios de esta herramienta son por ejemplo, organismos de control y gestión de los recursos hídricos, además de productores que monitorizan a nivel de cuenca el abastecimiento hídrico. Por ejemplo, el modelo podría incorporarse en dispositivos para pronósticos de caudal de acuerdo a las condiciones meteorológicas de entrada. Podría ser de interés también para el sector hidroeléctrico, así como compañías captadoras de agua que requieran monitorear continuamente los caudales ecológicos.

En particular, se pueden identificar los siguientes actores:

- Ciudades, municipios: para el monitoreo de inundaciones en ciudades que recurrentemente sufren esta problemática

- Organismos del sector hidroeléctrico como UTE: en la captación de agua en embalses se puede utilizar para monitorear continuamente los caudales ecológicos.
- Organismos reguladores de agua, como por ejemplo la Dirección Nacional de Agua (DINAGUA): para la regulación, gestión, monitoreo y control de los recursos hídricos a nivel de cuenca
- Organismos vinculados al uso de agua, como por ejemplo OSE.
- Empresas forestales:
  - o Para la planificación hidrológica en las cuencas forestadas de la empresa.
  - o Para el reporte de cumplimiento de objetivos ambientales
  - o Para analizar el impacto de la variabilidad climática a nivel de cuenca forestal.

## 2. Resultados de la evaluación

La realización exitosa de este proyecto que derive en la generación del producto esperado y que sea adoptado por empresas e instituciones arriba mencionadas, genera impactos positivos en los beneficios cualitativos, aspectos ambientales y sociales.

### i. Contexto general de los impactos

En los aspectos operacionales, la posibilidad de calibrar los modelos hidrológicos con la alternativa propuesta que requiere menos tiempo técnico y recolección de información de base que la calibración convencional, consecuentemente una **reducción de costos**. Los menores costos hacen los modelos hidrológicos más accesibles, impactando a sus adoptantes en la **reducción de los tiempos en sus procesos productivos**, respecto a si no lo adoptara (por ejemplo, organismos reguladores de agua, sector hidroeléctrico). La mayor propensión a adoptar el uso de modelos hidrológicos derivado de su menor costo y accesibilidad, se espera que genere un impacto positivo en las capacidades tácticas, mediante mejoras en la **gestión de los recursos materiales** (agua por empresas hidroeléctricas y ciudades o municipios; bosques y su interacción con el agua en empresas forestales), y en la **toma de decisiones**. Se esperan beneficios a través de impactos positivos en las capacidades estratégicas por una **mejor percepción del valor de la empresa por los clientes** (por optimizar el uso del agua, por ejemplo), por una **mejora en la calidad de los servicios ofrecidos**, y una **mejora en los atributos de los servicios prestados** (por ejemplo, las ciudades al gestionar mejor las inundaciones), y la **capacidad de generar otras innovaciones** derivadas del uso de estas tecnologías. Un mayor uso, pero también su adopción por parte de nuevas instituciones, impactan positivamente en los beneficios futuros, a través de una mejora en la **adaptabilidad de cambios en las condiciones de**

**mercado** como, por ejemplo, ante la mayor frecuencia de inundaciones que impacta a ciudades, y se podría utilizar el modelo para la planificación de obras hidráulicas para mitigación de impactos de inundaciones.

Los impactos ambientales positivos se visualizan principalmente en la dimensión de agua y efluentes por una mejora en las **interacciones con agua como un recurso común/compartido** y en el **uso del agua**, derivado de un mejor manejo del recurso hídrico por la institución. También en biodiversidad mediante la reducción de efectos de los servicios prestados por la institución en la biodiversidad, en el entendido que una mejora en el manejo del recurso hídrico contribuye con un mejor tratamiento de la biodiversidad que interactúa con el agua.

Los beneficios sociales vienen por el lado del impacto positivo en las comunidades locales, derivados de una mejora en la gestión de los recursos hídricos por el uso o mayor uso de los modelos, y por el mayor cumplimiento de normativa alineada a las políticas públicas, como ser regulaciones ambientales. También, podría haber una leve mejora en la generación de empleo y capacitación.

## ii. Evaluación detallada por dimensión y atributos, y por tipo de actor

Se presentan a continuación primeramente la evaluación conducida por el conjunto de actores externos al proyecto, y luego, la realizada por el responsable asignado del equipo de investigación. Los resultados resumidos se presentan en la Figura 3.1 y en la Tabla 3.1. Por su parte, el detalle de las puntuaciones promedio de cada dimensión y cada atributo se encuentra en el Anexo 2.

**Tabla 3.1. Resultados de la evaluación del proyecto por actores externos y por el investigador, por dimensión.**

Dimensiones y Atributos	Actores externos	Investigadores
<i>Beneficios Cualitativos</i>		
Operacionales	4.0	2.7
Gerenciales, Administrativas, tácticos	4.1	4.0
Estratégicas	3.6	3.3
Beneficios futuros	3.4	4.0
<i>Impactos Ambientales</i>		
Materiales		
Energía	1.8	
Agua y Efluentes	4.1	4.8

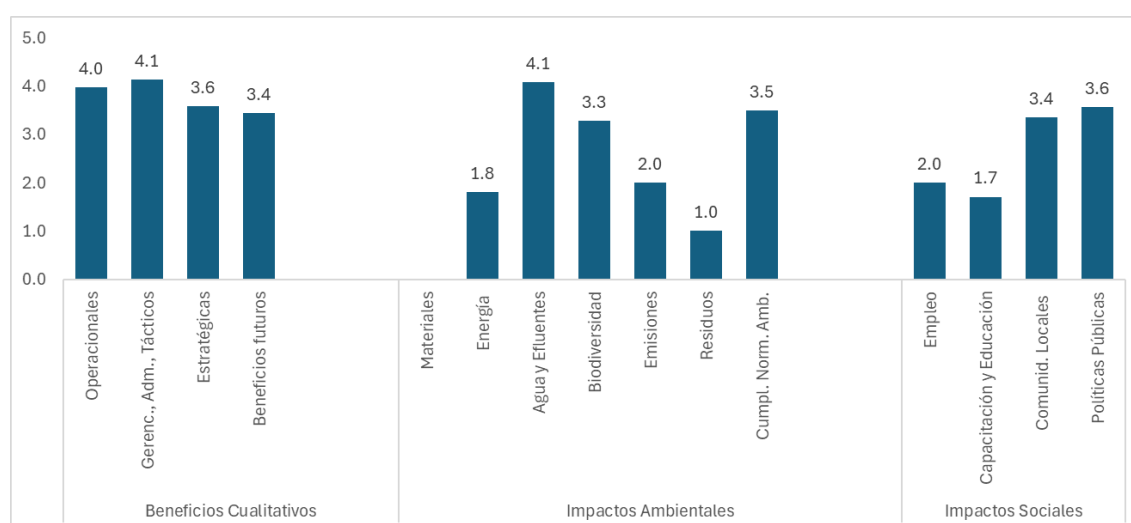
Biodiversidad	3.3	3.7
Emisiones	2.0	
Residuos	1.0	
Cumplimiento Normativa Ambiental	3.5	5.0

### *Impactos Sociales*

Empleo	2.0	
Capacitación y Educación	1.7	
Comunidades Locales	3.4	4.0
Políticas Públicas	3.6	4.0

Nota. Los puntajes son promedio a través de los respondientes que otorgaron materialidad al ítem, y luego promedio de los ítems de cada atributo.

Evaluación de los actores externos al proyecto.



**Figura 3.1. Cuantificación de impactos en beneficios cualitativos, impactos ambientales e impactos sociales, por parte de actores externos al proyecto.**

### *Evaluación por parte de actores externos al proyecto*

**Beneficios cualitativos.** Considerando todas las evaluaciones realizadas, se halló materialidad en todos los atributos evaluados, y en términos generales los diferentes respondientes fueron coincidentes en aquellos atributos a los cuales asignarles materialidad. Asimismo, las puntuaciones otorgadas se concentraron en el tramo de los índices más altos.

- **Aspectos Operacionales.** Las calificaciones de los atributos de esta dimensión estuvieron entre 3.8 y 4.4. Los **costos evitados** fue la que recibió el máximo índice promedio. Luego, los respondientes identificaron impactos altos también por **aumentos de calidad en los productos, procesos o servicios de la empresa** (4.0), y por la

**reducción de costos** (4.0). Los restantes atributos tuvieron índices promedio de 3.6.

- Capacidades Gerenciales, Administrativas, Tácticas. Esta dimensión los respondientes le asignaron puntuaciones relativamente altas por impactos en la **mejora en la toma de decisiones** (4.6) y por **mejoras en la performance de la empresa en el mercado** (4.0).
- Capacidades Estratégicas. Los respondientes identificaron materialidad en todos los atributos, entre los que se destacan los impactos por **mejora en la percepción del valor de la empresa por parte de los clientes** (4.2), por el **soporte a la generación de alianzas** (4.0) y la **construcción de liderazgos** (4.0). Otros atributos como los impactos por la **generación de diferenciación de productos** también fueron asignados índices moderadamente altos (3.7).
- Beneficios Futuros. En esta dimensión el atributo que mayor índice promedio recibió fue el de los impactos en la **mejora la adaptabilidad a los cambios futuros en el mercado** (4.3).

*Impactos ambientales.* Para esta dimensión hubo importante concordancia sobre a qué atributos asignarle materialidad.

- Energía. En el caso de los impactos en atributos relativos a la energía, solamente uno de los respondientes le otorga materialidad al consumo de energía en la cadena de valor y en la intensidad energética, pero los índices de impacto (3.0 y 2.0 respectivamente).
- Agua y efluentes. Todos los respondientes asignaron materialidad en niveles de impactos altos a las **interacciones con agua como un recurso común/compartido** (4.3). Varios de los respondientes otorgaron puntuaciones relativamente altas a los impactos por el manejo de los efectos del agua descargada/desechada (3.5) y por la **reducción en los volúmenes de uso de agua** (3.5). Finalmente, solo un respondiente asignó materialidad a **disposición final de agua**, y le dio un impacto alto de 5.0.
- Biodiversidad. Los impactos en la biodiversidad fueron identificados principalmente por el lado de los **en los hábitats protegidos y restaurados** (3.7), y los **menores impactos de los productos o servicios en la biodiversidad** (3.5).
- Emisiones. Solo un actor le asignó materialidad a impactos de atributos relativos a las emisiones pero con puntajes bajos (2.0).
- Residuos. Solamente un respondiente otorgó materialidad a atributos de la dimensión Residuos, pero un puntaje bajo (1.0).
- Cumplimiento de normativa ambiental. La mayoría de los respondientes otorgaron materialidad a los impactos positivos por el **menor incumplimiento de normativa ambiental**, con un índice promedio de 3.5.

*Impactos sociales.* Todos los atributos de impactos sociales les fue asignado materialidad, sin embargo, no fueron coincidentes entre los respondientes respecto a cuáles tienen y no tienen materialidad.

- Empleo. Los actores en general no asignaron materialidad o atribuyeron índices de impacto relativamente bajo a la generación de empleo en todos sus atributos (2.0 en ambos atributos).
- Capacitación y Educación. Similarmente, los respondientes no encuentran materialidad en esta dimensión, y si lo hacen, otorgan niveles de impacto bajos.
- Comunidades Locales. Los niveles promedio de impacto más altos se centraron en la **reducción de impactos negativos significativos de la empresa en las comunidades locales** (3.7).
- Políticas Públicas. Se le otorga una puntuación 3.6 al impacto en la **posibilidad de que la empresa adoptante lleve acciones reales que estén de acuerdo con las políticas públicas actuales.**

#### *Evaluación del investigador designado.*

La Tabla 3.1 muestra en su última columna que los beneficios cualitativos relacionados con aspectos tácticos y con beneficios futuros son los que le asigna un mayor índice promedio (4.0), que surgen en el primer caso por permitir **mejoras en la toma de decisiones** y en el segundo caso por generar **servicios para ganar porciones de mercado y mejorar la adaptabilidad a cambios futuros**. En los impactos ambientales, los mayores impactos se determinan en el cumplimiento de normativa ambiental (5.0), en el agua y efluentes derivado de las **mejoras en las interacciones de agua como recurso común**. También los investigadores otorgan una calificación relativamente alta a los impactos positivos en la biodiversidad. Entre los impactos sociales resaltan el efecto positivo en las comunidades locales (4.0) y en el apoyo a la generación de acciones alineadas con las políticas públicas (4.0).

#### Nivel de Maduración Tecnológica.

Los investigadores evalúan que el proyecto se encuentra en la fase de **Validación**. En particular, en la etapa de validación funcional de los componentes en un ambiente de laboratorio.

#### Mejor Alternativa Existente.

Actualmente existen otras plataformas, como FloodHub de Google, que brinda alertas sobre inundaciones basados en modelos climatológicos y datos meteorológicos. Localmente, existen algunas alternativas como los

visualizadores de INIA y DINAGUA, éstos enfocados para cultivos e hidrología en general. Sin embargo, estas alternativas existentes no plantean una integración de las diferentes fuentes de datos que componen los modelos hidrológicos, y además tienen un costo de mantenimiento mayor.

#### Costos de no Innovación.

En el caso del uso de la herramienta para el sector forestal, el costo de la no innovación se manifestaría en seguir utilizando modelos hidrológicos tradicionales de alta complejidad y alto costo. Esto resultaría en ineficiencias operativas y mayores costos de calibración, lo que limitaría la accesibilidad de estas herramientas para actores como organismos reguladores y empresas forestales. Además, sin la adopción de tecnologías como redes neuronales, monitoreo continuo y datos satelitales, las predicciones sobre el manejo hídrico serían menos precisas y menos capaces de adaptarse a los desafíos del cambio climático, afectando la toma de decisiones y la sostenibilidad del recurso hídrico en cuencas forestales. En el caso del uso para predecir inundaciones, el costo de la no innovación pasa por no tener un sistema de alerta temprana tan preciso, además no tener la posibilidad de aportar información en el desarrollo de obras hidráulicas para la mitigación de inundaciones.

**Tabla 3.2. Percepción del riesgo en los flujos de fondos esperados**

<b>Fase del ciclo de vida</b>	<b>Probabilidad</b>
Probabilidad de éxito técnico de los proyectos	1
Probabilidad de éxito comercial de los proyectos	0.6
Probabilidad de éxito económico de los proyectos	
Percepción de riesgo en los costos del proyecto	0.5

## **4. Proyecto 2. Evaluación de la dinámica de carbono en sistemas silvopastoriles para la incorporación en inventarios nacionales de GEI**

### **1. Descripción general del proyecto**

Este proyecto<sup>4</sup> de investigación propone monitorear continuamente emisiones de CO<sub>2</sub> e Implementar modelos de estimación de captura y liberación de CO<sub>2</sub> en cuencas forestales de Uruguay usando datos satelitales e in-situ. Esto es definido como una innovación en Uruguay. Como caso de estudio, se propone

<sup>4</sup> Esta descripción del proyecto proviene fundamentalmente de la realizada por el equipo de investigación, más algunas contribuciones de actores vinculados al proyecto, pero externos a éste. Fuente: <https://agenda.aid.utec.edu.uy/agendas-en-ejecucion/>



realizar un estudio de variables ambientales de interés, en el ciclo del carbono en un sistema forestal tradicional y un sistema silvopastoril. Los modelos satelitales empleados en los sistemas silvopastoriles son una herramienta valiosa para la estimación de la humedad y temperatura del suelo, pero es importante considerar sus limitaciones en lo que respecta a resolución y adaptación al medio. Por tal motivo, es necesario una evaluación cuidadosa para generar un alto nivel de confiabilidad en los datos generados.

El objetivo de este trabajo es probar si los modelos satelitales LST y FLDAS permiten buenas estimaciones de temperatura y humedad de suelo, respectivamente, en predios con sistemas silvopastoriles ubicados en Reboledo, Florida. Esto también es definido como una innovación permitiendo universalizar el sistema. La validación se realiza mediante la comparación del comportamiento de ambas variables, aplicando los modelos analíticos de correlación de Spearman y RMSE, para los diferentes métodos de adquisición de información, tanto satelital como in situ, y se espera como resultado que el análisis de las series temporales de temperatura y humedad de suelo permitan evaluar la precisión de los productos satelitales empleados para estimaciones de emisión y captura de CO<sub>2</sub> en cuencas forestales.

La metodología de la medición a campo se centra en que se rotan los sensores en el campo, midiendo temperatura y humedad y con eso, se busca predecir el secuestro de carbono. Estudiar la dinámica del carbono en los bosques puede ofrecer información sobre cómo estos ecosistemas aportan en los inventarios globales de gases de efecto invernadero y como pueden ser afectados por los impactos del cambio climático. La actividad forestal afecta el ciclo del carbono presente, el cual se transporta hacia y desde la atmósfera, mediante procesos de captura y liberación durante la fotosíntesis.

En Uruguay, existe poca información respecto del monitoreo de emisiones de carbono en sistemas forestales macizos y silvopastoriles, el elemento diferenciador resalta en el establecimiento de nuevas metodologías para evaluaciones de inventario de carbono basada en monitoreo continuo y modelos de estimación y pronóstico. No hay antecedentes de trabajo a nivel del sistema silvopastoril, por lo que el desarrollo de una herramienta específica para dicho sistema productivo en un plazo estimado sensiblemente menor frente a otros modelos es una innovación para el país. El elemento diferenciador de esta propuesta radica en la combinación estratégica de la adquisición de equipamientos para el proyecto de sistemas silvopastoriles. Esto permitirá a la UTEC tener uno de los proyectos con adquisición de datos en sistemas silvopastoriles más completos a nivel país. La integración de tecnologías avanzadas de monitoreo de datos de suelo y del aire no solo proporciona una recopilación de datos detallada y confiable, sino que también permite generar información sobre los cambios generados por los sistemas integrados.

### i. Resultados esperados

El proyecto busca generar estimaciones de emisiones y secuestro de CO<sub>2</sub> con las características de ser a bajo costo, en forma continua, y en tiempo real. Asimismo, se desarrollarán equipos a tales fines, consistentes en un prototipo de medidor de emisión y secuestro de CO<sub>2</sub> que sea más económico que los actualmente disponibles en el mercado. A los efectos de dimensionar el abaratamiento, se espera que cueste aproximadamente 5 mil dólares, comparado con los 20 mil dólares que cuesta el producto actualmente viable.

El medidor transmite datos de base (monóxido de carbono, dióxido de carbono, temperatura y humedad del aire) en tiempo real, que serán posteriormente procesados en un servidor. Como parte de este procesamiento, se estima la relación existente entre temperatura y humedad del aire, por un lado, con las emisiones y secuestro de CO<sub>2</sub> por otro. Esto a su vez, sirve para realizar estimaciones futuras de emisiones y secuestro como función de temperatura y humedad, y también para evaluar datos históricos de emisiones y sumideros según comportamiento de esas variables.

### ii. Aplicaciones de los productos generados

Se pueden identificar al menos tres usuarios de estos resultados del proyecto.

- SNRCC, pero el MGAP en particular, para la construcción de los inventarios del INGEI, que es quien envía las mediciones al SNRCC
- Empresas privadas certificadoras de procesos productivos capaces de generar créditos de carbono.
- Empresas forestales interesadas en tener sus propias mediciones para monitoreo, reporte, etc.

## 2. Resultados de la evaluación

### i. Contexto general de los impactos

La adopción de los instrumentos de medición de emisiones y secuestro de CO<sub>2</sub> por parte de una o más de una de las instituciones arriba mencionadas se espera que ocurra por tratarse de un producto de menor costo, de más fácil acceso por ser de producción nacional, e igualmente confiable que sus contrapartes importadas. También, de haber instituciones que ya los utilizan, se podría observar un mayor uso por las mismas razones anteriormente explicadas. Además, la generación de evidencia local respecto a coeficientes de emisiones de CO<sub>2</sub> para dos sistemas productivos (forestal y silvopastoril),

permite estimaciones más precisas de las emisiones y secuestros que podrían a su vez mejorar las estimaciones de los INGEI.

Los impactos económicos en los beneficios cualitativos se derivan de las mejoras en sus cuatro dimensiones. En los aspectos operacionales se espera una **reducción del costo** de adquisición de estos medidores para empresas e instituciones que ya los venían utilizando. Para las que no, naturalmente sería un aumento, pero que generaría beneficios (incluso económicos) en otros ámbitos de la organización por poder pasar a hacer tareas, procesos, evaluaciones que antes no estaban disponibles, aunque también podría haber beneficios por **costos evitados**. El que los medidores sean más accesibles posibilita la adopción por parte de productores de menor tamaño. Se espera también **mejoras en la cadena de valor** como resultado de una mejor medición de las emisiones y secuestros y el aprovechamiento de esa mejora.

Se identifican también beneficios derivados de la mejora en los aspectos tácticos, por la **mejora en la gestión de recursos materiales** (recursos naturales más precisamente), y la mejora en la toma de decisiones. Esto último ocurre por ejemplo porque empresas forestales o productores silvopastoriles adoptantes pueden contabilizar mejor sus emisiones y secuestros para emisión de créditos de carbono o certificaciones. También, el SNRCC mejora sus reportes del INGEI con estimaciones locales y más precisas.

Los impactos positivos en los beneficios se derivan también de aspectos estratégicos, por la **mejora en la percepción de la empresa por parte de clientes**, ya sean de empresas forestales, productores silvopastoriles, o del propio Estado a través del SNRCC. También hay impactos derivados de la **mejora en los atributos de los productos o servicios prestados** y en la **posibilidad de generar una diferenciación de productos**, esto último vinculado al proceso de agregado de valor que trae consigo el contar con mejores estimaciones de emisiones y secuestro. También impactan en los beneficios las **posibilidades de construir nuevos liderazgos** o la **creación de nuevas alianzas**. Los impactos positivos también pueden venir a partir de beneficios futuros, derivados de una **mejora en la adaptabilidad a cambios futuros en el mercado**, o **generar otros productos para ganar posición de mercado**.

Los impactos ambientales se concentran naturalmente en la dimensión de emisiones de GEI, mediante **reducciones en las emisiones directas** y de la **intensidad de emisiones** como consecuencia de una medición más precisa de éstas que posibilita una más adecuada gestión e identificación de alternativas de mitigación. Puede haber impactos positivos en la dimensión agua asociados a que una mejora en la gestión de los montes propicia un **aumento en las prácticas para la buena gestión del agua como recurso común**.

Finalmente, se esperan impactos positivos por la **reducción del no cumplimiento con la normativa ambiental**.

En cuanto a impactos sociales, habrá impactos moderados en la generación de empleo, principalmente calificado, así como un aumento de instancias de capacitación y educación en estas nuevas habilidades. Por último, permitirá a las empresas adoptantes impulsar prácticas productivas consistentes con las políticas públicas, tanto ambientales, de estrategias de producción, como de empleo.

## ii. Evaluación por dimensión y atributo, y por tipo de actor

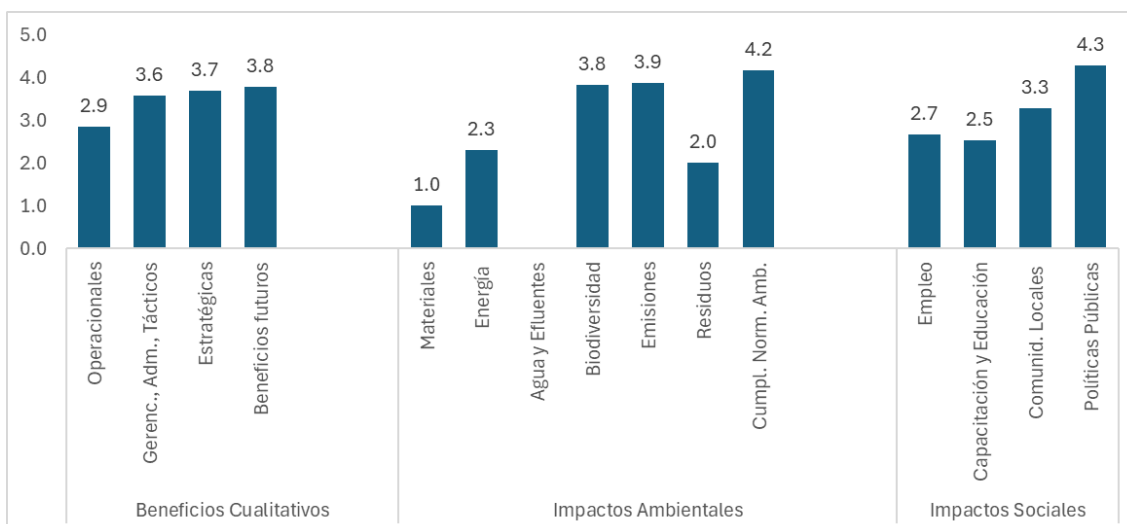
Presentamos los resultados de la evaluación; por un lado, la realizada por el conjunto de actores externos al proyecto, y por otro lado, la realizada por el responsable asignado del equipo de investigación. Los resultados resumidos se presentan en la Tabla 4.1 y en la Figura 4.1. Por su parte, el detalle de las puntuaciones promedio de cada dimensión y cada atributo se encuentra en el Anexo 2.

**Tabla 4.1. Resultados de la evaluación del proyecto por actores externos y por el investigador, por dimensión.**

<b>Dimensiones y Atributos</b>	<b>Actores externos</b>	<b>Investigadores</b>
<i>Beneficios Cualitativos</i>		
Operacionales	2.9	3.5
Gerenciales, Administrativas, tácticos	3.6	2.5
Estratégicas	3.7	3.0
Beneficios futuros	3.8	3.0
<i>Impactos Ambientales</i>		
Materiales	1.0	2.5
Energía	2.3	
Agua y Efluentes		
Biodiversidad	3.8	
Emisiones	3.9	3.5
Residuos	2.0	1.0
Cumplimiento Normativa Ambiental	4.2	4.0
<i>Impactos Sociales</i>		
Empleo	2.7	4.5
Capacitación y Educación	2.5	3.3
Comunidades Locales	3.3	
Políticas Públicas	4.3	

Nota. Los puntajes son promedio a través de los respondientes que otorgaron materialidad al ítem, y luego promedio de los ítems de cada atributo.

Evaluación de los actores externos al proyecto.



**Figura 4.1. Cuantificación de impactos en beneficios cualitativos, impactos ambientales e impactos sociales, por parte de actores externos al proyecto.**

#### *Evaluación por parte de actores externos al proyecto*

**Beneficios cualitativos.** Considerando todas las evaluaciones realizadas, se halló materialidad en todos los atributos evaluados, sin embargo, no hubo acuerdo entre los respondientes sobre cuáles de ellas tienen o no tienen materialidad.

- Aspectos Operacionales. La calificación de esta dimensión se correspondió con un promedio para todos sus atributos de 2.9, destacándose como índices más altos los referentes a **mejoras en la cadena de valor (3.6) y reducción de costos (3.0)**. Para estos dos atributos, la mayoría de los respondientes otorgó materialidad, mientras que en los restantes atributos hubo consideraciones muy diferentes.
- Capacidades Gerenciales, Administrativas, Tácticas. La puntuación promedio fue de 3.6, y además de tener valoraciones similares en los tres atributos, resalta una puntuación de 3.9 en la **mejora en la toma de decisiones**.
- Capacidades Estratégicas. La calificación recibida por esta dimensión fue de 3.7 en promedio a través de los atributos, resaltando el atributo de soporte a la generación de alianzas (4.0) y generación de diferenciación de productos (4.2).
- Beneficios Futuros. La puntuación de esta dimensión fue de 3.8, generado por una alta valoración de la **mejora la adaptabilidad a los cambios futuros en el mercado (4.3)**, aunque las otras dos dimensiones, **transformación o creación de nuevos productos y generación de servicios para ganar porción de mercado** estuvieron solamente poco por debajo (3.6 y 3.5 respectivamente).

*Impactos ambientales.* Para esta dimensión hubo más concordancia entre los respondientes sobre a qué atributos otorgar materialidad.

- Materiales. Solamente uno de los siete respondientes otorgaron materialidad a esta dimensión (por la utilización de **materiales usados**) pero con bajo impacto.
- Energía. Solamente dos de los siete respondientes otorgaron materialidad a esta dimensión, y con una puntuación baja como el caso anterior.
- Agua y efluentes. Sin materialidad
- Biodiversidad. La puntuación promedio a través de los atributos fue de 3.8, destacándose los atributos de **impactos de los productos o servicios en la biodiversidad** (4.0) y **en los hábitats protegidos** (4.0)
- Emisiones. Similar comportamiento hubo en emisiones (3.9 de promedio) como consecuencia del impacto en **emisiones directas** (4.0) e **indirectas** (4.0).
- Residuos. Solamente un respondiente otorgó materialidad a atributos de la dimensión Residuos, pero un puntaje bajo (2).
- Cumplimiento de normativa ambiental. La mayoría de los respondientes le otorgó materialidad y puntuaciones altas. Su puntuación promedio fue (4.2).

*Impactos sociales.* Todos los atributos de impactos sociales les fue asignado materialidad, sin embargo, no fueron coincidentes entre los respondientes respecto a cuáles tienen y no tienen materialidad.

- Empleo. La mayoría otorgó materialidad a **nuevos empleos generados y nuevos empleos generados de comunidades locales**. Sin embargo, le asignaron un bajo impacto (2.6 y 2.8 respectivamente).
- Capacitación y Educación. Hay más coincidencia entre los respondientes respecto a que existe materialidad en la mayoría de estos atributos, sobre todo en **tiempo de capacitación por empleado, y programas de mejora en las habilidades de los empleados**.
- Comunidades Locales. Se destaca la puntuación alta (4.3) en la **reducción de impactos negativos significativos de la empresa en las comunidades locales**.
- Políticas Públicas. Se le otorga una puntuación alta (4.3) a la **contribución con la generación de políticas**.

#### *Evaluación del investigador designado.*

Como muestra la Tabla 4.1 en su última columna, los beneficios cualitativos operacionales, son a los que asigna un mayor índice promedio (3.5) que surge de asignar el máximo índice a las **reducciones de costo** y un puntaje un tanto menor (3) al **aumento de productividad en los procesos productivos de la**

**institución adoptante** del producto. También le asigna un puntaje promedio alto (3) a los beneficios cualitativos por mejoras estratégicas (destacándose la **construcción de liderazgos**) y por beneficios futuros, (por contribuir a **transformación o creación de nuevos productos**).

En los impactos ambientales, se destaca el impacto por **utilización de materiales usados** y en emisiones, por la **reducción de emisiones directas** (4) y por la **intensidad de emisiones** (3). También se destaca el **cumplimiento de normativa ambiental**.

En los impactos sociales, los investigadores puntúan con 4.5 la generación de empleo, tanto por **nuevos empleos generados** como **nuevos empleos generados de comunidades locales**. Finalmente, en capacitación y educación, asignan una evaluación alta al **aumento de tiempo capacitación por empleado** (4) y un tanto más baja a los **programas de mejora en las habilidades de los empleados** (3) y al **porcentaje de empleados recibiendo evaluaciones de desempeño** (3).

Nivel de Maduración Tecnológica. El investigador considera que el proyecto se encuentra en etapa de **Inversión**, que es la etapa más temprana del nivel de maduración. Más precisamente en la fase de **traducción de investigación básica en posibles aplicaciones. Ideación**.

Mejor Alternativa Existente. actualmente la mejor alternativa es la recámara LI-870, que es un analizador de CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O. Sin embargo, es un equipo de alto costo por lo que no es utilizado ampliamente.

Costos de no Innovación. No generar esta innovación implicaría perder la oportunidad de la reducción de los costos por la compra de equipos tradicionales, que actualmente son caros para el presupuesto disponible. También, no poder acceder a un menor tiempo para la adquisición de equipos por tener que importarlos, retrasando el avance de las propuestas de investigación.

**Tabla 4.2. Percepción del riesgo en los flujos de fondos esperados**

<b>Fase del ciclo de vida</b>	<b>Probabilidad</b>
Probabilidad de éxito técnico de los pr o ss	0.9
Probabilidad de éxito comercial de los pr o s	0.8
Probabilidad de éxito económico de los pr o ss	0.7
Percepción de riesgo en los costos del proyecto	0.6

## 5. Proyecto 3. Utilización de residuos forestales para el desarrollo de bio-carbón activado que reducen los contaminantes en cuerpos de agua

### 1. Descripción general del proyecto<sup>5</sup>

A partir de una campaña de recolección y análisis de agua en un afluente del arroyo Cuñapirú (ciudad de Rivera), incluyendo análisis físico - químico, análisis microbiológicos y análisis de microplásticos, se detectó la presencia de microplásticos y otros contaminantes en el agua. Sobre la base de los resultados obtenidos, se buscó realizar una aproximación teórica a una propuesta de mejora de la calidad del agua que involucre asimismo un posible uso de desechos madereros, bajo el formato de biocarbón utilizado como filtro. El presente proyecto busca desarrollar una segunda fase de la investigación que permita alcanzar diferentes tipos de filtros (a partir de desechos madereros) que mejoren la calidad de agua que reciben lixiviados de depósitos finales de residuos domiciliarios. Es también objetivo de la propuesta escalar estos resultados a prototipos de prueba que permitan una primera etapa de empaquetamiento de las soluciones.

La falta de tratamientos adecuados a los residuos domiciliarios en los sitios de disposición final impacta negativamente los cuerpos de agua aledaños a las zonas urbanas. El biocarbón es un adsorbente que puede capturar y eliminar los compuestos tóxicos presentes en el agua residual, mejorando su calidad y reduciendo su impacto ambiental. El elemento diferenciador de la propuesta está en estudiar el potencial de aplicación del biocarbón producido con residuos de la madera de Eucalipto, como parte del proceso para tratamiento de agua con características o nivel de contaminación similares a los encontrados en vertederos y otros.

El elemento diferenciador de la propuesta está en estudiar el potencial de aplicación del biocarbón producido con residuos de la madera de Eucalipto, como parte del proceso para tratamiento de agua de vertederos.

El proyecto busca:

- Mejorar la calidad del agua que desborda hacia ríos y/o arroyos, empleando tratamientos previos al ingreso a dichos cuerpos de agua.
- Aportar opciones de solución y valor agregado para el problema de los residuos del aserrío. Aproximadamente el 50% de la madera que ingresa a un aserradero para la primera transformación mecánica queda

---

<sup>5</sup> Esta descripción del proyecto proviene fundamentalmente de la realizada por el equipo de investigación, más algunas contribuciones de actores vinculados al proyecto, pero externos a éste. Fuente: <https://agendaid.utec.edu.uy/agendas-en-ejecucion/>



convertido en residuo. Se busca trabajar con Eucalipto por ser el de mayor presencia en la forestación de la zona (Norte).

- Otro factor de interés es que la propuesta se diseña contemplando la posibilidad de replicar esta experiencia en otros lugares con problemas similares.

El producto consiste en un cartucho que es el filtro propiamente dicho, y un recipiente que lo contiene. El cartucho está compuesto por carbón activado, lana y arena.

- Carbón activado: se produce a partir de aserrín
- Lana: se están probando lanas de descarte que han demostrado buenos resultados. Esto implica utilizar material reciclable.
- Arena: puede implicar un problema de abastecimiento si el volumen de producción de filtros es muy grande, generando un impacto ambiental no despreciable. Se probará arena de vidrio; hay una empresa que la está produciendo y se usa en sustituir la arena en la producción de baldosas de las veredas. Solo ahí sería un producto cuyo proceso productivo cuenta con un 100% de materiales reciclables.

La producción de carbón activo requiere la trazabilidad del aserrín, un determinado tipo de madera y nivel de humedad. El proyecto está utilizando carbón producido en un horno en otro sitio, aunque para los experimentos se requieren pequeñas cantidades. Dicho sitio produce en su horno 0,5 kg de biocarbón en 1 semana. El rendimiento del aserrín es de aproximadamente 3,5 kg de aserrín por cada 0,5 kg de biocarbón.

Actualmente se está en etapa de prueba identificando los contaminantes que se pueden filtrar, los que condicionarán el tipo de aplicaciones en las que se pueda utilizar.

- Las primeras pruebas son con azul de metileno, lo que constituye una prueba de mínima sobre la efectividad del filtro
- Luego se probará con otros contaminantes

También se realizan pruebas con otros productos sustitutos potenciales del aserrín, como la cáscara de mandioca, cáscara de arroz, lana, *capimannoni*.

## i. Resultados esperados

El proyecto busca generar un filtro que mejore la calidad de aguas residuales y subterráneas absorbiendo compuestos químicos (por ejemplo, azul de metileno, fosfatos, glifosato, arsénico, entre otros) con un nivel de eficiencia superior al 70%. La tecnología utilizada actualmente tiene un alto costo (basada en nano membrana de filtración) o es de baja eficiencia. Esta baja

eficiencia, de aproximadamente 30%, radica en la utilización de carbones vegetales comerciales, que además son activados con agentes químicos que generan residuos.

Sin embargo, la metodología planteada se basa en vapor de agua para su activación, por lo que no tiene efectos secundarios. El utilizar un proceso de producción físico que no es tóxico, evita generar subproductos químicos como la tecnología actualmente utilizada.

Tipos de filtros que se espera desarrollar (esto surge a partir de las reuniones mantenidas).

- Filtros incluidos en boyas modulares
  - Aplicación: piletas de decantación
- Filtro inserto en el caño abierto
  - El filtro se inserta en el caño de abastecimiento (entrada) de las piletas de aguas residuales
- Filtro en caño cerrado
  - El filtro se inserta en un caño “cerrado” donde pasa el agua, por ejemplo, en la entrada de agua de una casa
- Filtros para aplicaciones en los establecimientos rurales, como para agua de pozo o agua para abrevadero de ganado

## ii. Aplicaciones de los productos generados

Entre las principales aplicaciones se encuentran los gobiernos departamentales que han diagnosticado la problemática en sus sitios de disposición final de residuos, y también los aserraderos de la zona de influencia que podría constituir una salida para parte de los residuos de la madera que hoy ocupan espacio de trabajo, contaminan el suelo y tienen peligro de incendio. En términos generales, son partes interesadas organizaciones públicas y privadas que están trabajando en la temática asociada a la gestión de los residuos domiciliarios, tanto a nivel regional como nacional. Los posibles usos lo constituyen los pozos artesianos, estaciones de tratamiento de agua de industrias, aguas residuales, tratamiento de agua urbano, etc.

## 2. Resultados de la evaluación

### i. Contexto general de los impactos

El proyecto tiene la posibilidad de desarrollar varios tipos de filtros (ver arriba) y, por tanto, se amplía el espectro de empresas e instituciones que pueden adoptarlo. Esta evaluación considera que dichos filtros efectivamente se

desarrollan, y por tanto, se considerarán los beneficios potenciales derivados de la adopción por parte de empresas de tratamiento de agua (Obras Sanitarias del Estado - OSE, por ejemplo), industrias en sus estaciones de tratamiento de agua, tratamiento de otras aguas residuales como ser urbanas, hogares y establecimientos rurales para uso doméstico. Se destaca también la mayor eficiencia en el filtrado respecto a productos convencionales, y que su proceso de fabricación del producto es más limpio por generar menos contaminantes y basarse en materiales reusados o reciclados.

El impacto en los beneficios económicos cualitativos proviene de mejoras en aspectos operacionales que tienen que ver con el **aumento de productividad** en los agentes adoptantes (por la ganancia de eficiencia en el filtrado) y consecuentemente por un **aumento de calidad de los productos finales**, esto es, generar agua de mejor calidad. Se identifican beneficios derivados de mejoras en aspectos tácticos por un **manejo más adecuado de los recursos materiales** (el agua propiamente dicha). Y también beneficios por aspectos estratégicos, ya que hay **mejoras en los atributos de los productos vendidos o generados** y que a su vez tienen **mejor desempeño y confiabilidad**. Esto último en sentido amplio, abarcando aguas tratadas en industrias, centros urbanos por parte de la municipalidad, e incluso hogares urbanos y rurales.

Los impactos positivos en el ambiente se derivan de la dimensión de agua, por un lado, por **propiciar la implementación de prácticas para la buena gestión del agua como recurso común**, y por otro lado, por **permitir un más adecuado manejo del agua descargada o desechada**. Existen impactos positivos importantes por el lado de la dimensión materiales, que, al utilizar materiales reciclados (carbón activado de aserrín, lana, arena), implica una **reducción de generación de residuos**, la **consecuente reducción de sus impactos**, **aumento de la circularidad**, y **reducción de residuos que van o no a sitios de disposición final**.

Los impactos sociales se centran en que el proceso productivo de los filtros implica acciones concretas que reducen impactos negativos significativos (reales y potenciales) en las comunidades locales (por ejemplo, el aserrín en caso de utilizarse en grandes cantidades). También porque la fabricación de los filtros y los agentes adoptantes de éstos, llevan adelante acciones consistentes con políticas públicas actuales (ambientales, por ejemplo).

## ii. Evaluación por dimensión y atributo, y por tipo de actor

Presentamos los resultados de la evaluación; por un lado, la realizada por el conjunto de actores externos al proyecto, y por otro lado, la realizada por el

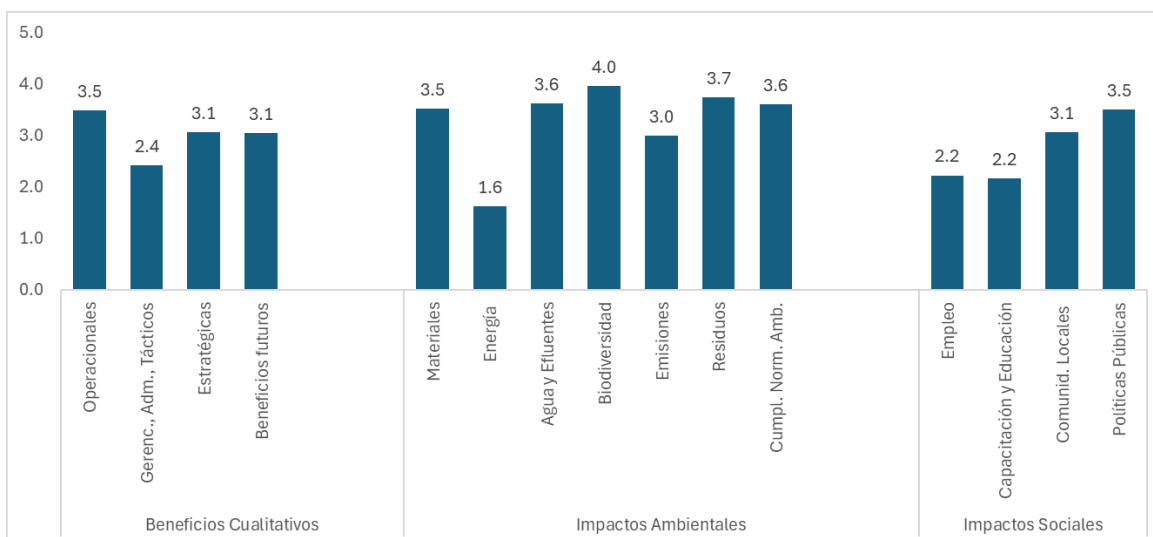
responsable asignado del equipo de investigación. Los resultados resumidos se presentan en la Tabla 5.1 y en la Figura 5.1. Por su parte, el detalle de las puntuaciones promedio de cada dimensión y cada atributo se encuentra en el Anexo 2.

**Tabla 5.1. Resultados de la evaluación del proyecto por actores externos y por el investigador, por dimensión.**

<b>Dimensiones y Atributos</b>	<b>Actores externos</b>	<b>Investigadores</b>
<i>Beneficios Cualitativos</i>		
Operacionales	3.5	1.7
Gerenciales, Administrativas, tácticos	2.4	
Estratégicas	3.1	2.6
Beneficios futuros	3.1	2.3
<i>Impactos Ambientales</i>		
Materiales	3.5	4.0
Energía	1.6	2.0
Agua y Efluentes	3.6	3.0
Biodiversidad	4.0	2.5
Emisiones	3.0	
Residuos	3.7	3.3
Cumplimiento Normativa Ambiental	3.6	3.0
<i>Impactos Sociales</i>		
Empleo	2.2	2.0
Capacitación y Educación	2.2	2.0
Comunidades Locales	3.1	2.0
Políticas Públicas	3.5	

Fuente. Elaboración propia

Nota. Los puntajes son promedio a través de los respondientes que otorgaron materialidad al ítem, y luego promedio de los ítems de cada atributo.



**Figura 5.1. Cuantificación de impactos en beneficios cualitativos, impactos ambientales e impactos sociales, por parte de actores externos al proyecto.**

#### *Evaluación por parte de actores externos al proyecto*

**Beneficios cualitativos.** Los actores externos al proyecto encontraron materialidad en todos los atributos que componen las dimensiones, sin embargo, difieren en qué atributos le asignan materialidad.

- Aspectos Operacionales. En promedio, a esta dimensión se le asignó una puntuación de 3.5, siendo el máximo en el atributo de **reducción de tiempo en los procesos productivos** (4) pero solamente un respondiente le asignó materialidad a este atributo. Mayor acuerdo hubo en la materialidad de otros atributos como el **aumento en la calidad de los productos de la empresa** (4.2) y **mejoras en la cadena de valor** (4.2). Además, todos los respondientes asignaron materialidad a la **reducción de costos** (2.7) y **costos evitados** (2.8).
- Capacidades gerenciales, administrativas, tácticas. Esta dimensión arrojó un puntaje promedio relativamente bajo (2.4), en la que los respondientes asignaron materialidad a los tres atributos, pero no fueron coincidentes en cuál le atribuían. Sin embargo, sí fueron relativamente similares en el índice asignado a cada una, variando entre 2 y 3. El mayor puntaje fue la **mejora en la gestión de los recursos materiales y humanos** (3.2).
- Capacidades estratégicas. En promedio el puntaje asignado fue de 3.1 entre todos los respondientes y corresponden a impactos en todos los atributos. Se destaca la **generación de otras innovaciones** (4.5) y la **construcción de encadenamientos con otros actores** (3.6).

- Beneficios futuros. El promedio fue de 3.1, y el atributo que más se destaca es la **contribución a generar nuevos productos** (3.6).

*Impactos ambientales.* El proyecto recibió una evaluación de que tiene materialidad en todos los atributos ambientales, aunque no todos los respondientes la asignaron de forma similar

- Materiales. La mayoría de los respondientes asigna materialidad e índice relativamente alto a la **utilización de materiales reciclados y usados** (4), y **materiales usados** (3.3) y **envases recuperados** (3.3).
- Agua y Efluentes. Los atributos recibieron puntajes entre 3.0 y 4.3, destacándose las **interacciones con agua como recurso compartido** (4.3) y la **disposición final del agua** (4.2).
- Biodiversidad. Los impactos son relativamente altos en biodiversidad principalmente en los **impactos de los productos y servicios de la empresa adoptante en la biodiversidad** (4.4), y en los **hábitats protegidos y restaurados** (4.0).
- Emisiones. Se asignan impactos moderados en las **emisiones directas e indirectas de GEI**, de 3.5 y 3.0 respectivamente.
- Residuos. Los impactos en la dimensión de residuos son también relativamente altos, destacándose la **reducción en la generación de residuos e impactos significativos asociados** (4.3). Los demás atributos también recibieron puntajes de alrededor de 3.6.
- Cumplimiento de normativa ambiental. La mayoría de los respondientes le asignó materialidad, y el puntaje promedio fue de 3.6

*Impactos sociales.* Todos los atributos recibieron asignación de materialidad por al menos un respondiente, aunque no fueron concurrentes entre ellos. El mayor impacto fue atribuido a la dimensión de Comunidades Locales (3.1) y de Contribuciones a las políticas públicas (3.5). Luego, las dimensiones de Generación de empleo y la Generación de capacitación y educación, les fue asignado un impacto relativamente bajo (2.2 en ambas dimensiones).

#### *Evaluación del investigador designado.*

Los resultados de la evaluación del investigador asignado del proyecto se detallan en la última columna de la Tabla 5.1. De entre los beneficios cualitativos, los impactos derivados de las mejoras estratégicas son a las que atribuyen mayor importancia, en particular la **mejora en la percepción del negocio**, la **generación de otras innovaciones** y la **construcción de encadenamientos**. Luego, los impactos generados por los beneficios futuros principalmente por la posibilidad de **transformación o creación de nuevos productos**. Bastante menor impacto le encuentran a los **beneficios**

**operacionales** aunque ahí sí se destaca la importancia asignada a las **mejoras en la cadena de valor**.

Los impactos ambientales, en tanto, son mayores destacándose los impactos en materiales, por **materiales usados** y por el **uso de materiales reciclados**, y en agua y efluentes, fundamentalmente por las **interacciones con agua como recurso común**, y en la **disposición final de agua**. Le asignan un impacto relevante a la dimensión de materiales por las **mejoras en la generación de residuos y sus impactos asociados**, y un tanto menor en todos los restantes atributos. También se destaca el **cumplimiento de normativa ambiental**.

En los impactos sociales, los investigadores le asignan impactos relativamente bajos (2.0) a las dimensiones de generación de empleo, capacitación y educación e impactos en comunidades locales.

Nivel de Maduración Tecnológica. Para el investigador el proyecto está en la etapa de **Validación de concepto**, que es la segunda etapa en el nivel de maduración, y en particular, está en la fase de las **Primeras exploraciones de mercado, y construcción de asociaciones clave**.

Mejor Alternativa Existente. La mejor (y única) alternativa existente es mantener la importación actual de todo el carbón activado comercial que se usa en el país para cualquier destino de filtrado. Respecto al aserrín y los descartes del corte de la madera, la alternativa actual es mantener su uso para generación de energía o destruyéndolo mediante quemas.

Costos de no Innovación. Costo de Importación de carbón activado para cualquier uso de mejora de la calidad del agua. Costo de tener cuerpos de agua inutilizados o subutilizados. Costos de flete para enviar descartes de la madera a aserraderos con capacidad de transformarlos en energía. Costos de eliminación en el lugar (control de quemas, etc).

**Tabla 5.2. Percepción del riesgo en los flujos de fondos esperados**

<b>Fase del ciclo de vida</b>	<b>Probabilidad</b>
Probabilidad de éxito técnico de los pr o ss	0.9
Probabilidad de éxito comercial de los pr o s	1.0
Probabilidad de éxito económico de los pr o ss	0.7
Percepción de riesgo en los costos del proyecto	0.7

## 6. Proyecto 4. Desarrollo de piezas robóticas a partir de residuos de aserrío

### 1. Descripción general del proyecto

El proyecto<sup>6</sup> se basa en la hipótesis de que la combinación de diferentes residuos, y con el aserrín como base, son un insumo viable para desarrollar piezas de brazos robóticos a partir de la impresión 3D, que al día de hoy son importadas. La propuesta tiene un alto valor innovador a nivel nacional e incluso internacional, ya que los antecedentes existentes se vinculan a la cadena de la construcción y no a la tecnológica – robótica. Se plantea el desarrollo de análisis y ensayos de combinación de insumos para la impresión (en base a residuos), que concluirán en la combinación ideal según características que requieren las piezas a imprimir. Esas piezas deben ser prototipadas, deben ser sometidas a pruebas de stress y estándar para su posterior ensamble, así como pruebas de usabilidad. El proyecto busca desarrollar dichas piezas a escala comercial e incluso escalar a otros rubros.

Se esperan impactos en el desarrollo de la industria local a través de la sustitución de importaciones de piezas robóticas que actualmente provienen del exterior. También en la disminución de la huella ambiental, ya que disminuye hasta en un 50% el uso de materiales metálicos. En la ejecución el proyecto se articula con otras áreas de la UTEC como Energías Renovables (horno solar móvil) y Logística (estudio de costos y trayectos de los residuos utilizados).

El objetivo es atacar la brecha de conocimiento científico tecnológico consistente en la falta de análisis técnico-económico de las alternativas de valorización atendiendo a opciones innovadoras de uso. También busca atacar la brecha de infraestructura y equipamiento tecnológico por el bajo desarrollo local existente de soluciones tecnológicas ad hoc que derivan en alta dependencia de importaciones.

El proceso de avance del proyecto tiene los siguientes hitos:

- Análisis de combinaciones de insumos para impresión
- Pruebas de impresión
- Prototipado
- Análisis de stress de piezas
- Pruebas de usabilidad
- Difusión

---

<sup>6</sup> Esta descripción del proyecto proviene fundamentalmente de la realizada por el equipo de investigación, más algunas contribuciones de actores vinculados al proyecto, pero externos a éste. Fuente: <https://agendaid.utec.edu.uy/agendas-en-ejecucion/>



El proyecto en su formulación actual está compuesto por tres componentes o etapas:

- El desarrollo de piezas robóticas
- El desarrollo del material a partir de aserrín
- El desarrollo de una impresora 3D para imprimir dichas piezas

El material utiliza aserrín como insumo, cuya principal especificación consiste en su granulometría. Esto es, no se requiere un material con demasiadas especificaciones (procedencia, tipo de madera, etc.).

### i. Resultados esperados

En función de los componentes que forman al proyecto, los productos esperados son los siguientes:

- El proyecto espera generar dos líneas de materiales bien definidos a partir del aserrín.
  1. Uno de tipo pasta para moldear estructuras o piezas ya sea a través de impresión 3D o de moldeo.
  2. Otro de tipo rígido presentado en formato similar a los "chapones de MDF" pero utilizando un material para la unión del aserrín que no es tóxico como el utilizado en el MDF convencional, por lo que sería ambientalmente más amigable. Este material rígido posibilitará generar las piezas que requieren mayor resistencia mecánica a esfuerzos.
- Desarrollo y construcción de impresora 3D para impresión de piezas robóticas
- Desarrollo de piezas robóticas

A su vez, los moldes representan una oportunidad relevante para diversas aplicaciones industriales, ya que su costo de producción es usualmente elevado.

### ii. Aplicaciones de los productos generados

Los posibles destinatarios de estas tecnologías son diversos: industrias alimentarias, industrias agropecuarias, laboratorios, educación (producción de partes con propósitos didácticos), etc.

## 2. Resultados de la evaluación

### i. Contexto general de los impactos

Esta evaluación considera que el proyecto es capaz de generar los productos esperados arriba mencionados, y como tal, se evalúa los impactos derivados de la adopción de estos productos por diversos agentes, desde industrias en sus líneas de producción (piezas robóticas), hasta empresas de construcción (chapones rígidos), entre otras.

Los impactos económicos, evaluados a través de los beneficios cualitativos, provienen de mejoras en aspectos estratégicos, ya que por un lado se espera una **mejora en la percepción de la empresa adoptante por parte de sus clientes** por utilizar prácticas de circularidad (usar un producto construido con materiales reciclados), lo que a su vez puede **propiciar la generación de nuevos encadenamientos**. Por las mismas razones, se espera también un impacto positivo en los beneficios económicos por la **generación de otras innovaciones** y en la **construcción de liderazgos**. Por su parte, en los aspectos operacionales, se esperan impactos positivos derivados de la **reducción de costos** y del **aumento de eficiencia del proceso productivo** de los agentes adoptantes. En cambio, este impacto es relativamente bajo porque estos productos no necesariamente son menos costosos.

Los impactos ambientales surgen de la dimensión materiales, porque directa o indirectamente, hay una **reducción de los materiales utilizados**, y también hay un **mayor uso de materiales reciclados**. Hay un impacto positivo en la dimensión energía, ya que el proyecto destaca que el prensado de aserrín **utiliza menos energía** que la utilizada para la construcción de piezas convencionales (metálicas, plásticas o MDF), impactando positivamente también por medio de la **reducción de la intensidad energética**. La dimensión emisiones también genera impactos ambientales positivos pues hay **menores emisiones indirectas de GEI por la compra de energía**, y por la reducción de importaciones (emisiones del transporte). También se impacta positivamente por el lado de la **reducción de intensidad de emisiones de GEI**.

### ii. Evaluación por dimensión y atributo, y por tipo de actor

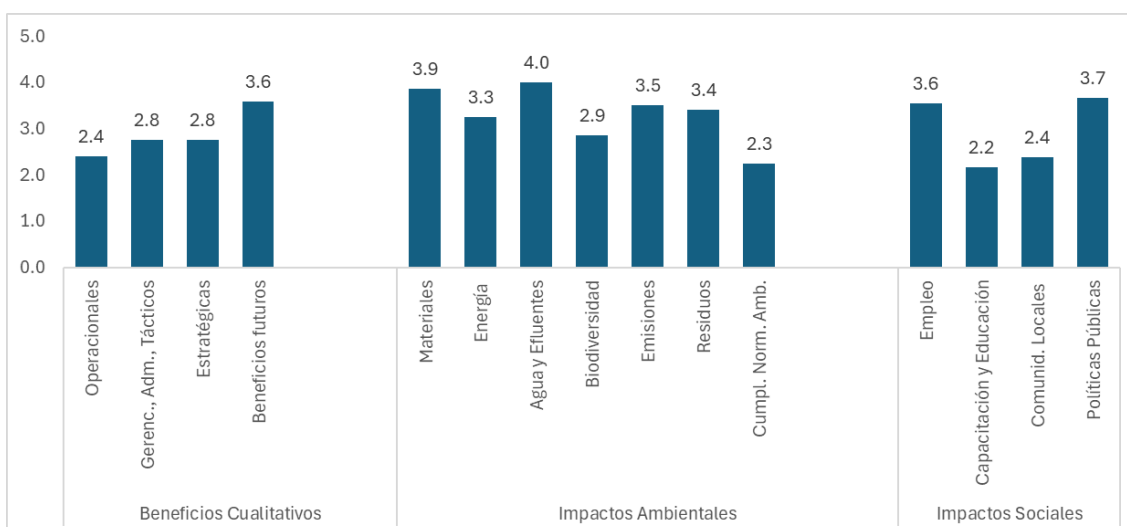
Presentamos los resultados de la evaluación; primero la realizada por el conjunto de actores externos al proyecto, y luego la realizada por el responsable asignado del equipo de investigación. Los resultados resumidos se presentan en la Tabla 6.1. y Figura 6.1. Por su parte, el detalle de las puntuaciones promedio de cada dimensión y cada atributo se encuentra en el Anexo 2.

**Tabla 6.1. Resultados de la evaluación del proyecto por actores externos y por el investigador, por dimensión.**

Dimensiones y Atributos	Evaluación	Investigador
<i>Beneficios Cualitativos</i>		
Operacionales	2.4	3.8
Gerenciales, Administrativas, tácticos	2.8	3.3
Estratégicas	2.8	4.0
Beneficios futuros	3.6	4.7
<i>Impactos Ambientales</i>		
Materiales	3.9	5.0
Energía	3.3	4.4
Agua y Efluentes	4.0	
Biodiversidad	2.9	
Emisiones	3.5	4.0
Residuos	3.4	4.0
Cumplimiento Normativa Ambiental	2.3	3.0
<i>Impactos Sociales</i>		
Empleo	3.6	4.0
Capacitación y Educación	2.2	4.0
Comunidades Locales	2.4	4.0
Políticas Públicas	3.7	4.0

Nota. Los puntajes son promedio a través de los respondientes que otorgaron materialidad al ítem, y luego promedio de los ítems de cada atributo.

Evaluación de los actores externos al proyecto.



**Figura 6.1. Cuantificación de impactos en beneficios cualitativos, impactos ambientales e impactos sociales, por parte de actores externos al proyecto.**

*Evaluación por parte de actores externos al proyecto*

**Beneficios cualitativos.** Tomando todas las calificaciones de los actores externos, se encontró materialidad en todas las dimensiones y en todos los atributos de los beneficios cualitativos.

**Aspectos Operacionales.** La calificación de esta dimensión en promedio fue relativamente baja (2.8), excepto en el atributo de **costos evitados** (3.3). Los restantes atributos, como **reducción de costos**, **reducción de tiempos en procesos productivos** y **mejoras en la cadena de valor**, tuvieron calificaciones entre 2.3 y 2.8.

**Capacidades Gerenciales, Administrativas y Tácticas.** Los atributos de se calificó en promedio 3.3 y la **mejora de la performance de la empresa en el mercado** en 3.0.

**Capacidades Estratégicas.** Considerando que todos los atributos tuvieron materialidad, esta dimensión se calificó en promedio en 2.8. El impacto en la **construcción de otras innovaciones** se calificó en 4.0, mientras que la **construcción de encadenamientos con otros actores** en 3.3. También se identifica un impacto en la **mejora en los atributos de los productos o servicios prestados por la empresa adoptante** (2.7).

**Beneficios futuros.** La calificación promedio fue de 3.6, la más alta en promedio de los beneficios cualitativos. Se destaca el impacto en la **construcción de nuevos productos** (4.0) y en la **adaptabilidad a cambios futuros en el mercado** (3.0).

**Impactos ambientales.** Los respondientes encontraron materialidad en prácticamente todos los atributos de las diferentes dimensiones.

- **Materiales.** Se encontró un impacto relativamente alto por la **utilización de materiales** (4.3), y por la **utilización de materiales reciclados y usados** (4.0). También por la utilización de **envases recuperados** (3.3).
- **Energía.** Se destaca un impacto de 4.0 por mejoras en el **consumo de energía en la cadena de valor**, y también en la **intensidad energética**. También se identificó impacto por la reducción de **requerimientos de energía por los productos o servicios de la empresa adoptante** (3.0).
- **Agua y Efluentes.** Un respondiente identificó impactos por mejoras en la **disposición final de agua** (4.0) y en el **uso de agua** (4.0).

- Biodiversidad. Se identificaron impactos en biodiversidad por medio de impactos en el atributo de **hábitats protegidos y restaurados** (3.3), mientras otros atributos recibieron una calificación menor.
- Emisiones. Los respondientes encontraron impactos promedio de 3.5 en las emisiones. En particular, identificaron impactos en **emisiones directas e indirectas de GEI**, de 4.0 y 3.0 respectivamente, pero también en la intensidad de emisiones (3.5).
- Residuos. Los impactos en la dimensión de residuos son también relativamente altos, en promedio fueron de 3.4, destacándose la **reducción en la generación de residuos e impactos significativos asociados** (3.6), y en la **reducción de desechos no destinados a sitios de disposición final de residuos** (3.6).
- Cumplimiento de normativa ambiental. Los respondientes le asignaron un puntaje promedio fue de 2.3

*Impactos sociales.* Todos los atributos recibieron asignación de materialidad por al menos un respondiente, aunque no fueron unánimes. Se le asignó el mayor impacto la dimensión de Contribuciones a las políticas públicas (3.7), y a la Generación de empleo (3.6), tanto por **empleos nuevos generados** como por **empleos provenientes de comunidades locales**. Las demás dimensiones tuvieron puntajes por debajo de 2.5.

#### *Evaluación del investigador designado.*

Los investigadores del proyecto (ver última columna de la Tabla 6.1) asignan impactos ambientales altos a la dimensión de materiales (por la reducción de los materiales usados y por el mayor uso de materiales reciclado o reusados), energía (por menor uso de energía en la cadena de valor y en la organización), emisiones (por la reducción de emisiones directas, indirectas e intensidad de emisiones) y residuos (por la reducción en la generación de residuos y aplicación de medidas de circularidad). Identifican impactos sociales altos en todas sus dimensiones, y también impactos en los beneficios económicos cualitativos principalmente derivados de las posibilidades de generar beneficios futuros.

Nivel de Maduración Tecnológica. Para el investigador el proyecto está en la etapa de **Piloto y demostración**, que es la tercera de las 5 etapas en el nivel de maduración, y en particular, está en la fase de construcción del **sitio de fabricación de prototipos, investigación en fabricación de producto, y evaluación del negocio**.

Mejor Alternativa Existente. “Que se implementen soluciones de robótica utilizando materiales convencionales, y por otro lado, que se sigan utilizando aglomerados de madera de origen extranjero.”

Costos de no Innovación. “Implica sostener dependencias fuertes con productos del exterior, sin capacidad de personalizar soluciones a escalas nacionales. Por ejemplo, pequeñas máquinas para tareas eficientes versus máquinas industriales de altos costos que inviabilizan la robotización.”

**Tabla 6.2. Percepción del riesgo en los flujos de fondos esperados**

<b>Fase del ciclo de vida</b>	<b>Probabilidad</b>
Probabilidad de éxito técnico de los pr o ss	0.80
Probabilidad de éxito comercial de los pr o s	0.75
Probabilidad de éxito económico de los pr o ss	0.75
Percepción de riesgo en los costos del proyecto	0.60

## 7. Conclusiones

Los proyectos evaluados en este estudio se enmarcan en la primera Agenda Territorial de I+D de la UTEC para la región Centro-Norte, que busca desarrollar estrategias de vinculación con actores regionales para generar y priorizar líneas de investigación. Como resultado de este proceso, se conformó el primer portafolio de proyectos, y que en este trabajo se realiza una primera evaluación del impacto económico de cuatro de ellos, aun cuando están en etapas preliminares (y diferentes) de su ciclo de vida.

Los proyectos de innovación presentan una serie de características que los distinguen de otro tipo de proyectos, y que inciden y condicionan la estrategia de evaluación de sus impactos esperados. Por un lado, tienen un importante grado de incertidumbre, como ser su posible éxito tecnológico, comercial y económico, sobre todo cuando se encuentran en tempranas etapas de desarrollo. Por otro lado, puede ser difícil determinar con certeza la definición y alcance del proyecto, así como las instituciones u organizaciones donde dichos impactos se espera que se generen. Esto genera desafíos a la hora de realizar una evaluación de este tipo de proyectos.

La metodología propuesta se adapta a estos desafíos mediante una evaluación del impacto en tres áreas: beneficios económicos cualitativos, impactos ambientales, e impactos sociales. Cada una de estas áreas se evalúa a través de distintas dimensiones, que a su vez se componen de atributos. Los atributos están especificados a través de uno o más indicadores. A raíz de que los indicadores cubren una serie amplia de aspectos sobre proyectos de innovación y apropiados para diferentes rubros, es necesario determinar para

qué atributos existe materialidad, en otras palabras, si el atributo es relevante para el proyecto. Seguidamente, se puntúa a cada atributo que posee materialidad en una escala ordinal del 1 al 5, donde 5 es el máximo. Otros elementos que componen la evaluación son una descripción de la mejor alternativa existente a la innovación, cuál es el costo de no innovación, y cuál es el nivel de maduración tecnológica del proyecto, que tienen como objetivo aproximarse más precisamente al tipo de impactos que el proyecto puede generar. Cada proyecto es calificado por un conjunto de actores externos al proyecto, y también por investigadores del proyecto.

En la evaluación de cada proyecto, se presenta una descripción detallada que incluye sus objetivos y aspectos generales, el producto que se busca desarrollar y las potenciales aplicaciones por parte de organizaciones. Luego, se presentan los resultados de la evaluación separados en las tres partes arriba mencionada, esto es, primero se realiza una descripción de cómo los impactos que genera el proyecto se asocian a los principales atributos; segundo, se presentan los resultados de la evaluación la realizada por el conjunto de actores externos al proyecto, y tercero, la realizada por el responsable asignado del equipo de investigación. Finalmente, el proceso culmina con una puesta en común de los resultados con una explicación de cómo llevar adelante la evaluación y la interpretación de los resultados de las planillas y estructuración de un informe de evaluación.

Los principales resultados de la evaluación de cada proyecto se detallan a continuación. Cabe notar que este estudio no busca hacer una evaluación comparativa entre proyectos, sino que cada evaluación debe interpretarse como independiente de la evaluación de los demás proyectos.

### **Proyecto 1: Desarrollo de modelos de baja complejidad para predicción hidrológica en cuencas forestales mediante deep learning y sensoramiento remoto**

Este proyecto de investigación plantea especificar e implementar modelos hidrológicos a nivel de cuenca hidrográfica basados en inteligencia artificial. Utilizando redes neuronales, se busca realizar predicciones del comportamiento de los flujos hidrológicos a nivel de cuenca hidrográfica de forma más eficientes y menos costosas que en los modelos hidrológicos calibrados con los métodos tradicionales (de base física distribuidos y semidistribuidos). Estos últimos son complejos de calibrar y requieren un alto costo computacional. Alcanzar modelos alternativos permitiría una reducción de costos y requerimientos, facilitando los procesos de trabajo y alcanzando resultados de forma más simple.

Se estudia su aplicabilidad en cuencas forestales y otro tipo de cuencas relevantes. Diversos actores pueden aplicar este tipo de modelos como ser, empresas forestales para la evaluación hidrológica en las cuencas forestadas,

organismos reguladores de agua, empresas del sector hidroeléctrico y ciudades y municipios para el monitoreo de inundaciones.

El proyecto posee mayor impacto en los beneficios económicos cualitativos derivados de mejoras en las organizaciones adoptantes en aspectos operacionales (reducción de costos y tiempos en los procesos productivos), y en las capacidades tácticas (gestión de los recursos hídricos) y en la toma de decisiones. Se destacan los impactos ambientales en la dimensión de agua y efluentes tanto derivado del uso de agua como en la interacción del agua como recurso común o compartido. Asimismo, se destacan los impactos positivos en el cumplimiento de normativa ambiental.

Según aportan los investigadores del proyecto, éste se encuentra en la fase de **Validación** funcional de los componentes en un ambiente de laboratorio. La mejor alternativa existente es FloodHub de Google así como algunas alternativas locales como ser los visualizadores de INIA y DINAGUA. El costo de la no innovación se manifestaría en seguir utilizando modelos hidrológicos tradicionales de alta complejidad y alto costo, resultando en ineficiencias operativas y mayores costos de calibración y limitación a la accesibilidad de estas herramientas para organismos reguladores y empresas forestales. Se prevé una alta probabilidad de éxito técnico (de 1), pero menor probabilidad de éxito comercial (0.6) y riesgo de costos (0.5).

## **Proyecto 2: Evaluación de la dinámica de carbono en sistemas silvopastoriles para la incorporación en inventarios nacionales de GEI**

Este proyecto de investigación propone monitorear continuamente emisiones de CO<sub>2</sub> e implementar modelos de estimación de captura y liberación de CO<sub>2</sub> en cuencas forestales de Uruguay usando datos satelitales e in-situ, y aplicar estas evaluaciones en un sistema forestal tradicional y un sistema silvopastoril. El proyecto busca generar estas estimaciones de emisiones y secuestro de CO<sub>2</sub> en forma continua, en tiempo real, y de bajo costo. En Uruguay, existe poca información respecto del monitoreo de emisiones de CO<sub>2</sub> en sistemas forestales macizo y silvopastoriles, y este proyecto además de proveerlas, se contribuye al establecimiento de nuevas metodologías para contabilización de inventario de gases basadas en monitoreo continuo y en modelos de estimación y pronóstico. Estos modelos servirán también para realizar estimaciones futuras de emisiones y secuestro como función de temperatura y humedad, así como para evaluar datos históricos de emisiones y sumideros según el comportamiento de esas variables.

Se espera que los resultados del proyecto puedan ser adoptados por instituciones como el Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático, particularmente el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca en la construcción de los inventarios del Inventario Nacional de Gases de Efecto



Invernadero, empresas privadas certificadoras de procesos productivos capaces de generar créditos de carbono, y empresas forestales interesadas en tener sus propias mediciones para monitoreo y reporte de emisiones.

En los impactos en beneficios económicos cuantitativos se destacan los aquellos derivados de las perspectivas para generar beneficios futuros. Indicadores más elevados se observan en dimensiones de impacto ambiental, principalmente en mitigación de emisiones (por reducción de emisiones directas y de intensidad de emisiones), y también en biodiversidad y alineamiento con el cumplimiento de normativa ambiental. Posee impactos sociales altos porque permitirá a las instituciones adoptantes impulsar prácticas productivas consistentes con las políticas públicas

Los investigadores indican que el proyecto se encuentra en etapa de Inversión, precisamente en la fase de traducción de investigación básica en posibles aplicaciones. Ideación. La mejor alternativa es la herramienta de análisis de CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O, recámara LI-870. Sin embargo, es un equipo de alto costo y por tanto no es utilizado ampliamente. No generar esta innovación implicaría perder la oportunidad de comprar de equipos de menor costo, y que no requieran los plazos de internalización derivados de la importación. Se prevé una alta probabilidad de éxito técnico (0.9) y comercial (0.8), pero un tanto más baja de éxito económico (0.7) y de riesgo de costos (0.6).

### **Proyecto 3: Utilización de residuos forestales para el desarrollo de bio-carbón activado que reducen los contaminantes en cuerpos de agua**

Este proyecto tiene como objetivo desarrollar filtros para el tratamiento de agua utilizando carbón activado y otros productos reutilizados como lana y arena. El producto está compuesto por el filtro propiamente dicho y un recipiente que lo contiene. Se busca desarrollar varios tipos de filtros lo cual amplía el espectro de empresas e instituciones que pueden adoptarlo. Esta evaluación considerará que dichos filtros efectivamente se desarrollan y por tanto se consideran beneficios potenciales derivados de la adopción por parte de empresas de tratamiento de agua (Obras Sanitarias del Estado - OSE, por ejemplo), industrias en sus estaciones de tratamiento de agua, tratamiento de otras aguas residuales como ser urbanas, hogares y establecimientos rurales para uso doméstico. Se destaca también la mayor eficiencia en el filtrado respecto a productos convencionales, y que su proceso de fabricación es más limpio por generar menos contaminantes y basarse en materiales reusados o reciclados.

Los indicadores más elevados se observan en la dimensión de impacto ambiental, en particular, en biodiversidad por la reducción de los impactos de los productos generados (filtros en este caso). Una evaluación alta pero un tanto menor correspondió a las dimensiones de agua y efluentes y a la dimensión de residuos. Entre los impactos en los beneficios económicos

cualitativos, las evaluaciones más altas surgen de efectos positivos en aspectos operacionales, y en los impactos sociales derivados de permitir a las instituciones adoptantes impulsar prácticas productivas consistentes con las políticas públicas.

Según los investigadores, el proyecto se encuentra en la etapa de Validación de concepto, en la fase de las Primeras exploraciones de mercado, y construcción de asociaciones clave. La mejor (y única) alternativa existente es mantener la importación actual de todo el carbón activado comercial que se usa en el país para cualquier destino de filtrado. Respecto al aserrín y los descartes del corte de la madera, la alternativa actual es mantener su uso para generación de energía o destruyéndose mediante quemas. Los costos de no innovación se traducen en mantener los costos actuales de importación de carbón activado, costo de tener cuerpos de agua inutilizados o subutilizados, costos de flete para enviar descartes de la madera a aserraderos, y sus consecuentes costos de eliminación.

Se prevé una alta probabilidad de éxito técnico(0.9) y comercial(1), pero más baja al de éxito económico y de riesgo de costos (0.7).

#### **Proyecto 4: Desarrollo de piezas robóticas a partir de residuos de aserrío**

El proyecto tiene como objetivo el desarrollo de piezas de brazos robóticos a partir de la impresión 3D, utilizando como material la combinación de diferentes residuos y con el aserrín como base. Actualmente, dichas piezas robóticas se adquieren en el exterior. En función de los componentes que forman al proyecto, los productos esperados son i) la generación de dos tipos de materiales a partir del aserrín, uno consistente en una pasta para moldear estructuras o piezas ya sea con impresión 3D o moldeado, y otro material de tipo rígido presentado en formato similar a los "chapones de MDF" (permitiendo piezas que requieren mayor resistencia mecánica a esfuerzos) utilizables, por ejemplo, en la industria de la construcción. ii) El desarrollo y construcción de una impresora 3D para impresión de piezas robóticas con el material anteriormente descrito. iii) El desarrollo de piezas robóticas propiamente dichas. El proyecto busca impactar en la industria local a través de la sustitución de importaciones y también en la generación de una alternativa productiva para los residuos del aserrío reduciendo su impacto ambiental. Los posibles destinatarios de estas tecnologías son diversos: industrias alimentarias, industrias agropecuarias, laboratorios, educación (producción de partes con propósitos didácticos), entre otros.

Los impactos más significativos son los ambientales en las dimensiones de residuos (por el efecto en la circularidad del uso de residuos del aserrío) y materiales (por la reducción de los materiales utilizados y el mayor uso de materiales reciclados). Luego, se destacan los impactos sociales por la generación de nuevos empleos y por las posibilidades de llevar adelante

acciones consistentes con las políticas públicas vigentes por parte de las organizaciones adoptantes. Un tanto menores fueron los impactos asignados a los beneficios económicos cualitativos, en el que se destacan las posibilidades de generar beneficios futuros.

De los investigadores surge que el proyecto está en la etapa de Piloto y demostración, en particular en la fase de construcción del sitio de fabricación de prototipos, investigación en fabricación de producto, y evaluación del negocio. La mejor alternativa existente actualmente para las piezas robóticas son las soluciones importadas y a partir de materiales convencionales. Para las placas destinadas a la construcción, que se sigan utilizando aglomerados de madera de origen extranjero. Costos de no Innovación implica continuar dependiendo de importaciones, y sin la capacidad de personalizar soluciones a escala y necesidades nacionales. Se prevé una alta probabilidad de éxito técnico (0.8), comercial (0.75) y económica (0.75), y una menor probabilidad de existir riesgo en los costos (0.6).

## Lecciones aprendidas

- La evaluación de los proyectos se hubiera beneficiado de una más precisa definición del alcance de cada proyecto. En particular, el producto final esperado por cada proyecto tenía incertidumbres en cuanto a cuáles eran el o los productos que efectivamente se buscaba desarrollar, y en los casos que estaban identificados, algunas de sus especificaciones no estaban claras.
- La evaluación también se hubiera beneficiado de una mayor definición de las empresas y organizaciones potencialmente adoptantes del o los productos generados en los proyectos.
- En el proceso de evaluación, que se requiere establecer si el proyecto tiene materialidad en cada atributo de las dimensiones de impacto, se podría generar una instancia en la que primero se discute y define en qué atributos cada proyecto tiene materialidad, y luego se distribuye la planilla de evaluación. De esta forma, cuando cada actor que puntúa cada proyecto, lo hace para los mismos atributos que los demás actores. Esta es una instancia en la que es importante el involucramiento de los investigadores.
- Se considera que es relevante y beneficiosa una participación e involucramiento significativo de los investigadores en todo el proceso de evaluación.
- Se entiende que es relevante contar con una mirada de parte de actores de la cadena de valor, o industrias e instituciones donde los productos desarrollados por los proyectos serán potencialmente aplicados. Si bien se reconoce que en la gestación de los proyectos hay un involucramiento

importante las mencionadas organizaciones y sus percepciones se plasman en los proyectos identificados y priorizados, es también necesario sus insumos en etapas de definición de productos de los proyectos.

## 8. Referencias

- EARTO Impact Delivered. 2014. The TRL Scale as a Research & Innovation Policy Tool, EARTO Recommendations. Earto Impact Delivered.
- Global Reporting Initiative - GRI 2024. <https://www.globalreporting.org/how-to-use-the-gri-standards/gri-standards-english-language/>
- Hares, J. and Royle, D., 1994. Measuring the value of information technology. John Wiley & Sons, Inc.
- Irani, Z. and Love, P.E., 2001. Information systems evaluation: past, present and future. European Journal of Information Systems, 10(4), pp.183-188.
- Kolk, M. and Eagar, R., 2014. How to manage your return on investment in innovation. Prism, 1, pp.66-83.
- Komatsu, R. and G. R. C. Possetti. 2021. A practical framework for evaluating innovation projects in organizations based on sustainability criteria
- DeLone, W.H. and McLean, E.R., 1992. Information systems success: The quest for the dependent variable. Information systems research, 3(1), pp.60-95.
- Lev, B. and Zarowin, P., 1999. The boundaries of financial reporting and how to extend them. Journal of Accounting research, 37(2), pp.353-385.
- Mansfield, E. 1996. Estimating Social and Private Returns from Innovations Based on the Advanced Technology Program: Problems and Opportunities. National Institute of Standards and Technology.
- Murphy, K.E. and Simon, S.J., 2002. Intangible benefits valuation in ERP projects. Information Systems Journal, 12(4), pp.301-320.
- NBR ISO 16290:2015. Sistemas espaciais - Definição dos níveis de maturidade da tecnologia (TRL) e de seus critérios de avaliação. Norma Brasileira, 2015, Primeira edição.
- Rasoto, A., Gnoatto, A.A., Oliveira, A.D., Rosa, C.D., Ishikawa, G., Carvalho, H.D., Lima, I.D., Lima, J.D., Trentin, M.G. and Rasoto, V.I., 2012. Gestão financeira: enfoque em inovação. Curitiba: Aymará Educação, p.144.

- Shang, S. and Seddon, P. B., 2000. A Comprehensive Framework for Classifying the Benefits of ERP Systems. AMCIS 2000 Proceedings. 39. <https://aisel.aisnet.org/amcis2000/39>
- Shang, S. and Seddon, P.B., 2002. Assessing and managing the benefits of enterprise systems: the business manager's perspective. Information systems journal, 12(4), pp.271-299.
- Žižlavsky, O. 1993. Net Present Value Approach: Method for Economic Assessment of Innovation Projects. Brno: Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2014, Volume 156, 506-512
- tion networks," IEEE Trans. on Neural Networks, vol. 4, pp. 570-578, July 1993.

## 1. Anexo 1. Instructivo de evaluación:

El instructivo que acompaña a la planilla de evaluación establece lo siguiente:

El enfoque de evaluación considera que cada proyecto genera un producto o más de un producto en el plazo de maduración establecido. **La evaluación se concentra en los impactos en las dimensiones evaluadas que surgen de la adopción de estos productos en un eslabón de la cadena productiva forestal-maderera.** Esto es, se evalúan los efectos que tienen dichos productos en las firmas, organizaciones o instituciones que los adoptan o incorporan a sus procesos productivos. Esto implica también que la evaluación se sitúa en la instancia futura de que el producto esperado se desarrolla, sale al mercado, y se incorpora en dicho proceso productivo. Entonces, no se está evaluando el producto del proyecto en su estado actual de desarrollo.

Una **completa y bien acotada definición de el o los productos que se espera que se desarrollará en cada proyecto** en su horizonte de maduración se encuentra a continuación.

Por otra parte, es importante contar con **una definición precisa de las distintas aplicaciones que dichos productos tienen** en los mencionados procesos productivos. Esta información también está detallada a continuación junto a la descripción de los proyectos.

Siempre hay que situarse en el rol de la empresa, organización o institución que incorpora el producto objeto de evaluación, y en los impactos que en esa institución tiene su adopción.

### Procedimiento:

1. En la “**Planilla de Evaluación.xlsx**” que acompaña este documento, crear una nueva hoja por cada proyecto y renombrarla para diferenciar los proyectos.
2. En la celda C2, agregar el nombre del proyecto
3. Para cada dimensión, primero evaluar si existe **Materialidad** (columna F), esto es, si este atributo es relevante para el proyecto (poner 1) o si no lo es (poner 0). Esto es importante porque por tratarse de proyectos diferentes, y evaluarse muchas dimensiones, no todas ellas serán relevantes para un determinado proyecto.
4. Luego, en la columna G, evaluar el **Índice** de impacto que Usted considera que tiene el proyecto en esa dimensión (**escala del 1 al 5, siendo 1 el mínimo**). Cuando hay materialidad = 0, esa celda quedará vacía.
5. Notar que a **partir de la fila 89**, corresponde evaluar solo al **investigador** responsable del proyecto.
6. Enviar el archivo Excel con la evaluación a Maíra Escosteguy

## 2. Planillas de Evaluación

La siguiente Tabla detalla la puntuación promedio otorgada por los actores externos a cada atributo.

I. Impactos en beneficios cualitativos		CO2		Hidrolog		Filtros		Piezas	
Dimensión	Atributo	M	I	M	I	M	I	M	I
Operacionales		2.9		4.0		3.5		2.4	
	Reducción de costos	1	3.0	1	4.0	1	2.7	1	2.8
	Costos evitados	1	3.0	1	4.4	1	2.8	1	3.3
	Reducción de tiempos en procesos productivos	1	2.0	1	3.8	1	4.0	1	2.7
	Aumentos de productividad en cualquier proceso productivo de la empresa	1	3.0	1	3.8	1	3.0	1	1.6
	Aumentos de calidad en los productos, procesos o servicios de la empresa	1	2.5	1	4.0	1	4.2	1	1.7
Gerenciales, Administrativas, tácticos	Grado de mejoras en la cadena de valor	1	3.6	1	3.8	1	4.2	1	2.3
		3.6		4.1		2.4		2.8	
	Mejoras en la administración y gestión de los recursos humanos y materiales	1	3.3	1	3.8	1	3.2	1	3.3
	Mejoras en la toma de decisiones	1	3.9	1	4.6	1	1.5	1	2.0
Estratégicas	Mejoras en la performance de la empresa en el mercado	1	3.7	1	4.0	1	2.6	1	3.0
		3.7		3.6		3.1		2.8	
	Soporte al crecimiento del negocio	1	3.5	1	2.8	1	2.2	1	2.5
	Percepción del valor del negocio	1	3.7	1	4.2	1	3.0	1	2.2
	Desempeño y confiabilidad de los pr o ss vendidos	1	3.2	1	3.3	1	3.0	1	2.0
	Mejoras en atributos de los pr o ss vendidos	1	3.9	1	3.5	1	3.4	1	2.7
	Soporte a la creación de alianzas de negocios	1	4.0	1	4.0	1	3.0	1	2.6
	Construcción y generación de otras innovaciones	1	3.7	1	3.3	1	4.5	1	4.0
	Construcción de liderazgos	1	3.5	1	4.0	1	2.5	1	3.0
	Generación de diferenciación de productos	1	4.2	1	3.7	1	2.3	1	2.5
Beneficios futuros	Construcción de encadenamientos externos con otros actores	1	3.6	1	3.5	1	3.6	1	3.3
		3.8		3.4		3.1		3.6	
	Contribuye a la transformación o creación de nuevos productos	1	3.6	1	2.7	1	3.6	1	4.4
	Genera servicios para ganar porción de mercado.	1	3.5	1	3.3	1	2.8	1	3.0
	Mejora la adaptabilidad a los cambios futuros en el mercado	1	4.3	1	4.3	1	2.8	1	3.3
II. Impactos Ambientales									
Dimensión	Atributo	M	I	M	I	M	I	M	I
GRI 301: Materiales	301-1 Materiales usados	1	1.0	0		1	3.3	1	4.3
	301-2 Materiales reciclados y resusados usados	0		0		1	4.0	1	4.0
	301-3 Materiales y envases recuperados	0		0		1	3.3	1	3.3
GRI 302: Energía	302-1 Consumo de energía en la organización	1	3.0	1	1.0	1	1.0	0	0.0
	302-2 Consumo de energía en la cadena de valor	1	1.5	1	3.0	1	2.0	1	4.0
	302-3 Intensidad energética	1	2.0	1	2.0	1	2.0	1	4.0
	302-4 Reducción de consumo de energía	1	2.0	1	1.0	0	0.0	1	2.0
	302-5 Reducción de requerimientos de energía de pr y ss	1	3.0	1	2.0	1	1.5	1	3.0
GRI 303: Agua y efluentes	303-1 Interacciones con agua como un recurso común/compartido	0		1	4.3	1	4.2	0	0.0
	303-2 Manejo de los impactos del agua descargada/desechada	0		1	3.5	1	3.0	0	0.0
	303-3 Uso de agua	0		1	3.5	1	3.0	1	4.0
	303-4 Disposición final de agua	0		1	5.0	1	4.3	1	4.0
GRI 304: Biodiversidad	304-2 Impactos significativos de los pr o ss en la biodiversidad	1	4.0	1	3.5	1	4.4	1	2.8
	304-3 Habitats protegidos o restaurados	1	4.0	1	3.7	1	4.0	1	3.3
	304-4 Especies de flora y fauna listadas en peligro de extinción en áreas afectadas	1	3.5	1	2.7	1	3.5	1	2.5
GRI 305: Emisiones	305-1 Emisiones directas de gases de efecto invernadero (GEI)	1	4.0	1	2.0	1	3.5	1	4.0
	305-2 Emisiones indirectas de gases de efecto invernadero (GEI)	1	4.0	1	2.0	1	3.0	1	3.0
	305-4 Intensidad de emisiones de GEI	1	3.7	1	2.0	1	2.5	1	3.5
GRI 306: Residuos	306-1 Generación de residuos e impactos significativos asociados	0	0.0	1	1.0	1	4.3	1	3.6
	306-2 Manejo de impactos significativos de los residuos	1	2.0	1	1.0	1	3.6	1	3.4
	306-4 Desechos no destinados a sitios de disposición final de residuos	1	2.0	0		1	3.4	1	3.6
	306-5 Desechos destinados a sitios de disposición final de residuos	1	2.0	0		1	3.7	1	3.0
GRI 307: Cumplimiento de normativa	307-1 No cumplimiento con normativa ambiental	1	4.2	1	3.5	1	3.6	1	2.3
II. Impactos Sociales									
Dimensión	Atributo	M	I	M	I	M	I	M	I
GRI 401: Empleo	401-1 Nuevos empleos generados y rotación de empleados	1	2.6	1	2.0	1	2.3	1	3.6
	401-1 Nuevos empleos generados proveniente de comunidades locales	1	2.8	1	2.0	1	2.2	1	3.5
GRI 404: Capacitación y educación	404-1 Tiempo de capacitación por empleado, por año	1	2.0	1	1.7	1	2.0	1	2.3
	404-2 Programas de mejora en las habilidades de los empleados y apoyo en la transición laboral	1	2.6	1	1.8	1	2.5	1	2.3
	404-3 Porcentaje de empleados recibiendo regularmente evaluaciones de desempeño	1	3.0	0		1	2.0	1	2.0
GRI 413: Comunidades locales	413-1 Programas de desarrollo y operaciones de vinculación con las comunidades locales	1	2.3	1	3.0	1	2.3	1	2.0
	413-2 Operaciones de la empresa con impactos negativos significativos (reales y potenciales) en las comunidades locales	1	4.3	1	3.7	1	3.8	1	2.8
GRI 415: Políticas públicas	415-1 Contribuciones de política	1	4.3	1	3.6	1	3.5	1	3.7