

# El Mantenimiento y la Sustentabilidad: modelado como Modelo de Negocio

Orlando Durán Acevedo<sup>1</sup>, Vinicius Minatogawa Ferraz<sup>2</sup>, Izabela Rampasso<sup>3</sup>, Luca Fumagalli<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Ingeniería Mecánica, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile. Email: orlando.duran@pucv.cl

<sup>2</sup>Escuela de Ingeniería en Construcción y Transporte, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile. Email: vinicius.minatogawa@pucv.cl

<sup>3</sup>Departamento de Ingeniería industrial, Universidad Católica del Norte, Chile. Email: izabela.rampasso@ucn.cl

<sup>4</sup>Dept. of Management, Economics and Industrial Engineering, Politecnico di Milano, Italia. Email: luca.l.fumagalli@polimi.it

## Resumen

El mantenimiento y la gestión de activos físicos tienen por objetivo generar las condiciones adecuadas para garantizar la disponibilidad de los equipos productivos y prolongarla en el tiempo. Sin embargo, en los últimos años se ha ampliado esta visión hacia una orientada a la generación de valor. Esto es, los activos son agentes de generación de valor a los clientes internos y externos. Por otro lado, el concepto de valor ha ido mutando hacia un enfoque más global, incorporando las dimensiones de la sostenibilidad. Es así que, una mirada moderna del mantenimiento debe incluir los tres aspectos del enfoque del Triple Impacto (Triple Bottom Line), o sea, lo productivo o económico, lo ambiental y lo social. En este trabajo se propone la definición de un modelo de negocio para la función de mantenimiento que incorpora las tres dimensiones, como una forma de ofrecer una herramienta para el diseño y/o modificación de la función mantenimiento bajo el enfoque de la sostenibilidad. Se entrega un ejemplo inspirado en una planta desaladora de agua de mar y se concluye con importantes fundamentos para su aplicación en la industria.

**Palabras clave:** Mantenimiento; sustentabilidad; modelo de negocio; canvas.

## Abstract

The objective of maintenance and the physical assets management is to generate the right conditions to ensure the availability of productive equipment and prolong it over time. However, in recent years, this vision has been broadened to one oriented towards value creation. That is, assets are agents of value generation for internal and external customers. On the other hand, the concept of value has been mutating towards a more holistic approach, incorporating the dimensions of sustainability. Thus, a current view of maintenance must include the three aspects of the Triple Impact approach (Triple Bottom Line), that is, the productive or economic, the environmental and the social aspects. This paper proposes the definition of a business model for the maintenance function that incorporates the three dimensions, as a way to offer a tool for the design and/or modification of the maintenance function under the sustainability approach. An example inspired by a seawater desalination plant is provided and concludes with important insights for its application in the industry.

**Keywords:** Maintenance; sustainability; business model; canvas.

## 1. Introducción

El mantenimiento, como función de toda organización, debe contribuir a promover la sostenibilidad a través de prácticas innovadoras de gestión, junto con una debida

integración de los objetivos de sostenibilidad en el mantenimiento. Además, debe ocurrir una correcta adopción de nuevas metas que adhieran a la explotación de todos los potenciales disponibles en las

nuevas tecnologías, tales como Internet de las cosas, gemelos digitales, Industria 4.0.

Sin embargo, el papel del mantenimiento como driver de operaciones sostenibles ha atraído más atención en los campos de la investigación en los últimos años, sin significar esto la adopción de dichas prácticas por parte de la industria.

El mantenimiento sostenible puede ser definido como un conjunto de procesos interconectados que, por un lado, buscan sostener los activos físicos (sistemas y equipos) durante su funcionamiento para garantizar la conformidad del proceso de producción, de los productos fabricados y reducir sus impactos industriales en la economía, la sociedad y el medio ambiente circundante.

Por otro lado, el mantenimiento como función, debe constituirse como una función empresarial sostenible e implementar sus propios procesos e impactos generados durante las actividades. Con vistas a una fabricación sostenible, se debe repensar y redefinir el papel del mantenimiento como un proceso esencial para la gestión del ciclo de vida, cuyo objetivo es proporcionar a la sociedad las funciones requeridas a través de los procesos y productos que minimicen el consumo de materiales y energía. Esto quiere decir que están vigentes los retos sobre el papel de la función de mantenimiento en lo que respecta a promover la sostenibilidad reduciendo los impactos. Esto es, está abierta la necesidad de integrar los aspectos relacionados con la sostenibilidad en la gestión del mantenimiento para garantizar un alto rendimiento de los activos, la disponibilidad de los equipos, la calidad de los productos, la seguridad de las personas, pero también un consumo limitado de recursos y energía.

El objetivo de una gestión sostenible de los procesos de mantenimiento debe apuntar a la reducción de influencia negativa sobre el medio ambiente, garantizar la seguridad de las partes interesadas (stakeholders) y lograr una gestión más eficiente de los recursos y la energía.

Una forma, en lo conceptual, de lograr los objetivos de sustentabilidad desde el mantenimiento podría ser mediante la integración de prácticas "lean" y "verdes" en la gestión del mantenimiento. Por lo tanto, teniendo en cuenta la fuerte relación entre el mantenimiento y las cuestiones de sostenibilidad se hace necesario elegir estrategias de mantenimiento basadas no solo en criterios convencionales, sino también en los de sostenibilidad.

Además, a nivel operativo, el mantenimiento debe programar las acciones dando prioridad a los equipos, cuya variación de disponibilidad y productividad, pueden tener un impacto en el rendimiento y en la generación de valor para la fabricación sostenible.

En cualquier caso, en una época en la que los requisitos de sostenibilidad son omnipresentes, una gestión adecuada del mantenimiento sostenible debe tener en cuenta que varias partes interesadas pueden estar en las actividades de mantenimiento o verse afectadas por

ellas y, por lo tanto, varios requisitos sostenibles procedentes de diferentes partes interesadas, internas y externas, deben condicionar la elección de la estrategia de mantenimiento, así como los beneficios internos y externos derivados de la aplicación de prácticas de mantenimiento sostenible.

En resumen, la función de mantenimiento debe considerarse no solo como un servicio de reparación y conservación de equipos, sino también como un amplio proceso o serie de actividades que deben gestionarse desde una perspectiva sostenible y proactiva. Por lo tanto, los procesos de mantenimiento, que son responsables de garantizar la disponibilidad, fiabilidad y seguridad de los activos y equipos industriales, tienen un papel clave también para garantizar las operaciones sostenibles. Además, deben contribuir hacia la modificación o rediseño de los activos para que, en un proceso gradual, vayan evolucionando hacia modos y diseños que cumplan de mejor manera los objetivos de sostenibilidad, reduciendo los impactos en la sostenibilidad de las operaciones industriales.

De este modo, el mantenimiento puede constituirse en una palanca para reducir los impactos económicos, ambientales y sociales de los sistemas y actividades industriales. Sin embargo, no existe una caja de herramientas que permita disponer de modelos conceptuales, medidas e índices que permitan responder la siguiente pregunta: ¿Cuál es el nivel de impacto financiero/ambiental/social derivado del estado técnico de un activo debido a prácticas de mantenimiento (eficaces/eficientes o ignoradas/deficientes)? En los próximos párrafos discutiremos brevemente algunas propuestas de modelos conceptuales y métricas que permiten responder a nuestra pregunta.

Una de las formas más recurrentes de expresar la relación entre mantenimiento y la sustentabilidad está basado en representar el mantenimiento como un Modelo de Negocios. Por otro lado, diversos trabajos proponen, a partir de la bien conocida herramienta llamada Business Model Canvas [1], incorporar la visión de la sustentabilidad al mismo. De manera general estas propuestas subdividen cada uno de los 9 bloques de construcción del Canvas en tres dimensiones: la económica, la ambiental y la social, equiparándose con el enfoque del Triple Impacto (Triple Bottom Line) [2]. Sin embargo, ninguno de los trabajos reportados en esta línea hasta ahora, abordan al mantenimiento de manera específica en dichos modelos de negocio. Un buen punto de partida puede estar constituido por el trabajo de Holgado et al. [3], quienes proponen un Modelo de negocio para mantenimiento basado en el Canvas. Dicho trabajo no aborda las tres dimensiones de sustentabilidad de manera explícita, y por lo tanto queda abierto al desarrollo de una solución en dicha dirección.

Los modelos de negocio se conceptualizan como una arquitectura de elementos en la propuesta, creación, entrega y captura de valor, y se operacionalizan como

un panel con nueve bloques de construcción: segmentos de clientes, propuestas de valor, canales, relaciones con los clientes, flujos de ingresos, recursos clave, actividades clave, asociaciones clave y estructura de costes. Por su vez, los trabajos que incorporan la visión de sustentabilidad, en términos generales, subdividen cada bloque en tres partes, que corresponden a las dimensiones económica, ambiental y social. De esta forma, el modelo de negocio de mantenimiento y sustentabilidad puede ser resumido según un formato como se muestra en la figura 1 [6].

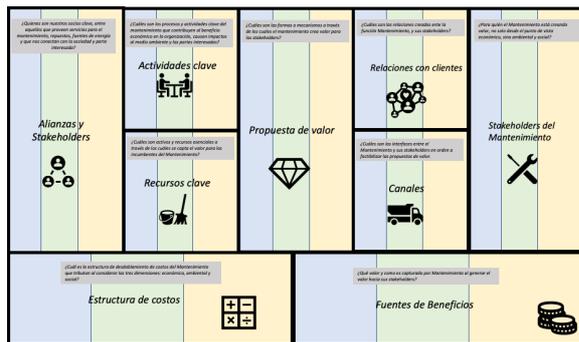


Figura 1. Visión general de un Canvas de Mantenimiento y Sustentabilidad como Modelo de Negocio (Celeste: Dimensión Económica; Verde: Dimensión Ambiental; Amarillo: Dimensión Social).

Cabe destacar que el Canvas es una herramienta para comunicar la arquitectura del flujo de valor de una organización. Como tal, es un excelente recurso para presentar un modelo de negocio. Sin embargo, es importante señalar que la arquitectura de un modelo de negocio tiene aspectos más complejos y dinámicos, que van mucho más allá de los 9 bloques del Canvas. Un modelo de negocio es un conjunto de opciones y consecuencias de una organización [1]. Esta relación de causa y efecto puede formar ciclos virtuosos y/o viciosos [7].

Por ejemplo, un modelo de negocio que aborda el mantenimiento de los activos físicos genera valor para los propietarios, ya que, al aumentar la disponibilidad de los equipos, se podrá fabricar más producto. Como consecuencia, si ese número crece, al mismo tiempo se obtendrán economías de escala suministrando más producto a un costo menor. Este ciclo es económicamente virtuoso indiscutiblemente. Sin embargo, ¿se miden las consecuencias medioambientales de este modelo de negocio? No necesariamente mejor o más mantenimiento significará menos desechos o menos accidentes. Si este ciclo económico virtuoso no genera un círculo virtuoso para el medio ambiente y/o la sociedad, sería importante reconfigurar el modelo empresarial. Las prácticas de mantenimiento eficaces/eficientes pueden generar ciclos virtuosos que repercuten en los 3 aspectos de la sustentabilidad. Pero, ¿cómo medir este impacto?

Un trabajo más reciente, Franciosi et al. [5] proponen un marco conceptual para medir el impacto del mantenimiento en la sustentabilidad. Este marco de referencia, según sus autores, es holístico en dos sentidos: por un lado, porque todas las tres dimensiones de la sustentabilidad (económica, ambiental y social) se tienen en cuenta conjuntamente. Por otro lado, en este modelo se consideran los impactos del mantenimiento en diferentes áreas de la organización desde el sistema o estructura de mantenimiento, pasando por los equipos o activos físicos, hasta la salida del sistema productivo. Finalmente, los niveles de abstracción abordados en dicho modelo consideran al sistema de gestión del mantenimiento, al sistema que lo ejecuta, como también al sistema que le da soporte a dicha función.

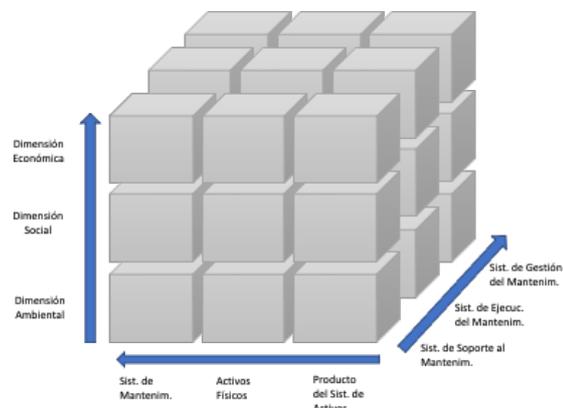


Figura 2. Visión general de un modelo conceptual para la medición de los impactos del Mantenimiento en la Sustentabilidad.

Según este modelo es posible considerar todos los impactos que las actividades de mantenimiento generan en los aspectos de sustentabilidad. Esto puede contribuir a que la totalidad de las stakeholders puedan tomar conciencia de los impactos del mantenimiento. Como ya fue comentado anteriormente, un proceso de mantenimiento bien gestionado conlleva diferentes consecuencias positivas, así como un sistema de mantenimiento de mala calidad, provocará resultados negativos en lo que respecta a la sustentabilidad. En el siguiente apartado proponemos como ejemplo, un modelo de negocio, expuesto como un Canvas, de la función de mantenimiento para una planta genérica de desalación de agua de mar.

**Caso de estudio**

Como una forma de ejemplificar la propuesta de un Modelo de Negocio para la función Mantenimiento que incorpore la mirada de la sustentabilidad se propone un ejemplo genérico, construido a partir de experiencia práctica y de algunos reportes de la literatura. Con esto se presenta el Modelo mostrado en la Figura 3.

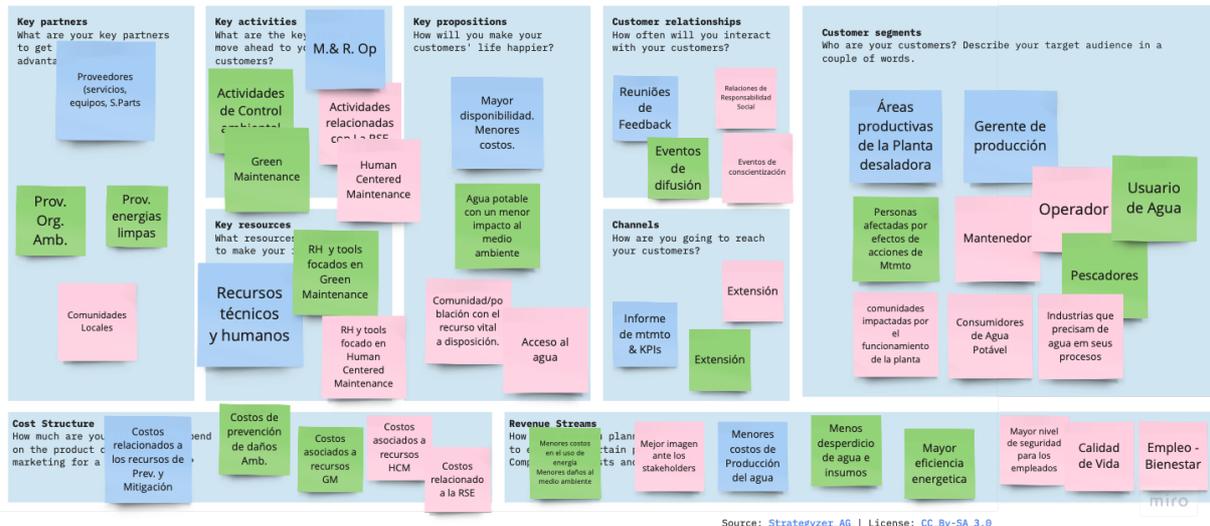


Figura 3. Modelo de Negocio para el mantenimiento bajo el enfoque de la sustentabilidad

Tal como se ve en la figura 3, hemos dividido en tres subsecciones cada parte componente del Canvas original. En ellas aparecen cuadros en tres colores diferentes. Cada color representa una de las tres dimensiones del enfoque del triple impacto. Así, el color azul, se asocia a la dimensión económica productiva. Los cuadros de color rosa, se refieren a la dimensión social, mientras que los cuadros de color verde son las vinculadas con la dimensión ambiental.

Este modelo aborda bajo una perspectiva centrada en la propuesta de valor del mantenimiento como un servicio. En este modelo las partes interesadas e incumbentes de entrada (input stakeholders) y las actividades necesarias para la entrega del servicio se localizan a la izquierda del Canvas. Los incumbentes de salida, así como las actividades relacionadas con la entrega del servicio, se localizan a la derecha del modelo. Como ya fue dicho, tres pilares de la sostenibilidad son utilizados para mapear cada elemento del Canvas. Esto significa que la propuesta de valor debe describir el valor del mantenimiento como un servicio en relación con sus aspectos económicos, medioambientales y sociales. Mientras que el valor económico suele centrarse en el cliente, que aquí preferencialmente es el propietario y/u operador del equipo o de los activos físicos, el valor social representa el enfoque de la organización en tener un impacto positivo en la sociedad en general (como, por ejemplo, dentro de la perspectiva del valor social y responsabilidad social empresarial), y más específicamente en cada una de sus partes interesadas. Por último, el valor medioambiental debe centrarse en el valor añadido para el planeta, en relación con las

principales categorías medioambientales tales como: salud y bienestar humano, uso de recursos e impacto en los ecosistemas.

El elemento de las partes interesadas relacionadas con los insumos describe a los agentes que participan directamente en las fases previas de la actividad principal de la empresa.

El elemento de actividades del modelo de negocios del mantenimiento sustentable incluye las actividades clave que son fundamentales para la organización. Desde un punto de vista económico, esto representa las actividades de mantenimiento para la creación de valor (económico-productivo), o sea, la promoción de valor a través de aumentos de disponibilidad de los activos productivos. Por otro lado, la dimensión medioambiental se centra en las actividades del mantenimiento que pueden generar ciertos impactos al medio ambiente.

El elemento de recursos en el modelo de negocio sustentable representa los recursos clave para las actividades (económicas) principales de una organización. Los recursos clave pueden ser físicos, financieros o humanos. Desde el punto de vista medioambiental, este elemento describe los recursos y su utilización que pueden generar un impacto medioambiental. Se trata de los insumos, recursos humanos y equipos utilizados por los sistemas de mantenimiento. La dimensión social del canvas se centra en los recursos humanos y tecnología y su relación con la organización y entorno.

El elemento de los canales del Canvas, y del modelo de negocio sustentable para el mantenimiento que representa, se centra en la forma en que el servicio se entrega a los clientes, esto es básicamente como la

propuesta de valor llega desde el mantenimiento a los dueños y usuarios de los activos físicos. Este componente comprende, en lo que respecta a la dimensión productiva, tanto la materialidad de los mantenimientos ejecutados, como las formas de coordinación y valorización de estas. La dimensión medioambiental de este componente está dominada por la visión de cuidado al medioambiente durante la ejecución de las actividades del mantenimiento. La dimensión social del mantenimiento refleja las relaciones con y entre las personas que participan y se vinculan por los canales. Esto debería ayudar a estudiar cómo los diferentes canales de distribución pueden afectar y a su vez ser utilizados durante la entrega del valor a los clientes del mantenimiento, sobre todo teniendo en cuenta la fracción de la sociedad directamente afectada por este (mantenimiento). Por último, el elemento de los costos incluye los impactos ambientales, sociales y económicos negativos resultantes de la implementación del modelo de negocio de mantenimiento (pudiendo asociarse a las debilidades y amenazas de la función de mantenimiento). Los beneficios, en cambio, son los impactos positivos generados por la organización del mantenimiento (oportunidades aprovechadas y fortalezas bien capitalizadas) con respecto a las tres dimensiones de la sostenibilidad.

En la próxima sección entregamos, como una forma de ejemplificar la propuesta, una síntesis descriptiva de los elementos del modelo de negocio expresado por el canvas de tres dimensiones con la perspectiva de una planta desaladora de agua de mar.

### Propuesta del Modelo

Como una forma de ejemplificar la utilización del canvas para expresar el modelo de negocio de mantenimiento sustentable, comentaremos y daremos algunos ejemplos para cada uno de los elementos descritos en la sección anterior y mostrados en la figura 3. Con el objetivo de simplificar esta descripción, entregamos la Tabla 1 con la descripción de cada elemento del Canvas, subdividido por cada una de las tres dimensiones del Modelo.

En esta propuesta se mencionan algunos modelos de mantenimiento que están en boga en los últimos años y que de cierta manera promueven, de manera específica, aspectos individuales del concepto de sostenibilidad por el enfoque del Triple Impacto. Así, hablamos del *Green Maintenance* como el intento de hacer que el mantenimiento sea benigno con el medio ambiente, eliminando todos los potenciales flujos de residuos asociados a la ejecución de las actividades de mantenimiento.

Tabla 1. Componentes de un Canvas para Mantenimiento bajo el enfoque de la sustentabilidad.

Elemento	Dimensión	Comentario/Ejemplo
Clientes (parte interesada) del mantenimiento	Económica	Los principales clientes son los propietarios y usuarios de los activos físicos. Ellos buscan mayores niveles de disponibilidad para sus equipos.
	Ambiental	Personas afectadas por la acciones realizadas por el Mantenimiento. Además, los usuarios del agua desalada pueden verse afectados por dichas acciones. Los habitantes del área costera, donde ocurre la captación y devolución de la salmuera, pueden ser considerados como partes interesadas también
	Social	En esta dimensión diversas son las personas que se ven o pueden verse impactadas por las acciones del mantenimiento. Los propios mantenedores y operadores, están sujetos a los riesgos e impactos de las acciones directas del mantenimiento. Las personas que consumen el agua desalada, y las comunidades impactadas por el funcionamiento de la planta, también están dentro de los impactados o incumbentes. Finalmente, y no menos importantes, los usuarios del recurso están dentro de los incumbentes.
Propuesta de Valor	Económica	El valor generado por el Mantenimiento de una planta desaladora está dado por equipos con la más alta disponibilidad a los menores costos posibles.
	Ambiental	El mayor valor generado por el mantenimiento es contribuir con la producción de agua desalada con el menor impacto ambiental y menores daños provocados por un mal mantenimiento.
	Social	El valor social de la organización se entiende como la contribución del mantenimiento al acceso a agua desalada.
Canales	Económica	Los canales están constituidos por los informes de mantenimiento y los KPIs que dan cuenta del desempeño del mantenimiento.
	Ambiental	La extensión ambiental y la concientización del cuidado al medio ambiente son las principales formas de llevar este concepto hasta los clientes.
	Social	La principal forma de llevar la labor del mantenimiento a la sociedad es a través de acciones de extensión (focus groups, talleres, seminarios, etc.) y de acciones de responsabilidad social empresarial.

Sus actividades implican la integración de las cuestiones de diseño de equipos, procesos de mantenimiento, planificación y ejecución del mantenimiento, con el fin de minimizar los efectos negativos sobre el medio ambiente. Para comprender los componentes de este enfoque estos consideran el reto de modificar el proceso de diseño de equipos y así anticipar y evaluar el impacto medioambiental durante el mantenimiento e incorporar las consideraciones ecológicas de forma sistemática y eficaz. Esto es importante, ya que el impacto medioambiental del mantenimiento asociado a los equipos se decide principalmente en la fase de diseño y, en segundo lugar, por las políticas y los pasos que se siguen durante la fase de funcionamiento del mantenimiento. Por lo tanto, los diseñadores deben ser conscientes de las interrelaciones entre las cuestiones de diseño del proceso y del producto, e incorporar los aspectos ambientales (verdes). Por otro lado, el *human-centered maintenance* es un enfoque centrado en la necesidad de centrar todas las decisiones y acciones relacionadas con el mantenimiento en la protección y bienestar de las personas que ejecutan el mantenimiento y que operan el equipo.

Tabla 1. Componentes de un Canvas para Mantenimiento bajo el enfoque de la sustentabilidad (continuación).

Elemento	Dimensión	Comentario/Ejemplo
Relaciones con los incumbentes	Económica	Esto se basa preferentemente, en reuniones de coordinación y evaluación con la función de operaciones. Planificación y programación de las actividades de mantenimiento y la sintonía con los planes operativos.
	Ambiental	Estas relaciones están basadas en la realización de eventos de extensión, básicamente para la concientización hacia los cuidados al medio ambiente por parte de las actividades de mantenimiento y operaciones.
	Social	Estas relaciones están basadas en la realización de eventos de extensión, básicamente para la concientización hacia el respeto a la vida humana, y la responsabilidad social empresarial desde las actividades de mantenimiento y operaciones.
Fuentes de Beneficios	Económica	Menores costos de producción de agua desalada. Actividades de mantenimiento que paunten a lograr un proceso de desalación más eficiente y a menor costo.
	Ambiental	La búsqueda por actividades de mantenimiento que redunden en menos pérdidas de agua, un mejor uso de la energía (eficiencia energética) y, en resumen, mayor cuidado al medio ambiente.
	Social	Promoción de cuidados a la vida humana (seguridad) y un mayor bienestar de los funcionarios y otros incumbentes.
Actividades clave	Económica	Se tratan de las actividades del Mantenimiento y reparación (M&RO) propiamente tal.
	Ambiental	En términos resumidos, se trata de un enfoque hacia el "Green Maintenance".
	Social	Aquí se concentran los enfoques de RSE desde el mantenimiento y el Human-centered maintenance.
Recursos clave	Económica	Recursos técnicos y humanos vinculados al mantenimiento proactivo.
	Ambiental	Recursos técnicos y humanos vinculados al Green maintenance.
	Social	Recursos técnicos y humanos vinculados al Human-centered maintenance.
Aliados y Stakeholders	Económica	Proveedores de servicios, de equipos y de piezas de reposición (repuestos).
	Ambiental	Proveedores de servicios e insumos de protección ambiental y proveedores de energías limpias
	Social	Comunidades locales
Costos	Económica	Costos relacionados a la prevención y mitigación de fallas en los activos físicos.
	Ambiental	Costos asociados a la prevención de daño ambiental. Costos asociados a los recursos del Green maintenance.
	Social	Costos asociados a las actividades de responsabilidad social empresarial y al human-centered maintenance.

## Conclusiones

A manera de conclusión, podemos destacar la importancia que tiene el mantenimiento como un driver de sustentabilidad, así como la mirada sistémica que debe darse a dicha función organizacional, esto es, desde el sistema de gestión hasta su ejecución, pasando por todas las acciones y funciones que la factibilizan (logística, recursos humanos, etc.). El concepto de valor debe estar presente, no solo desde la mirada económica-productiva, sino que también bajo los enfoques ambientales y sociales, como una forma de contribuir al bienestar pleno de los incumbentes (stakeholders) y garantizar la permanencia del sistema productivo a lo largo del tiempo.

En este trabajo proponemos un modelo de negocio, basado en el Canvas, que soporta el enfoque del Triple Impacto (Triple Bottom Line) para la función de

mantenimiento. Como una forma de ilustrar su diseño y potencial de utilización, nos hemos basado en un caso hipotético de una planta desaladora de agua de mar. Los próximos pasos apuntan a la validación del mismo con la participación y aplicación en una planta real. Los primeros contactos ya han sido hechos para tal objetivo.

## Agradecimientos

Este artículo fue producido gracias al soporte de los siguientes proyectos:

- Proyecto Interdisciplinario DI Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV). Valparaíso, Chile, 039.414/2021.
- Proyecto FOVI210084 " Mapeo del Impacto del Mantenimiento en la Sostenibilidad: Caso de Plantas Desalinizadoras de Agua de Mar", ANID-Fomento a la Vinculación Internacional para Instituciones de Investigación Regionales

## Referencias

- [1] Osterwalder, A. & P. Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers; {John Wiley & Sons, Ed.; 2010; Vol. 1.
- [2] Henriques, A., & Richardson, J. (2013). Triple Bottom Line. Routledge.
- [3] Holgado, M.; Macchi, M.; Fumagalli, L.; Milano, P. Maintenance business model : a concept for driving performance improvement. 2015, 2, 159–176.
- [5] Franciosi, C.; Voisin, A.; Miranda, S.; Riemma, S.; lung, B. Measuring maintenance impacts on sustainability of manufacturing industries: from a systematic literature review to a framework proposal. J. Clean. Prod. 2020, 260, 121065.
- [6] Cardeal, G., Höse, K., Ribeiro, I., & Götze, U. Sustainable business models—canvas for sustainability, evaluation method, and their application to additive manufacturing in aircraft maintenance. Sustainability 2020, 12, 9130.
- [7] Ricart, J. & C.-M. How to design a winning business model. Harv. Bus. Rev. 2011, 89, 100–107.