Gestión tecnológica como basamento del desempeño ambiental

Autores: Mantulak, Mario José*; Hernández Pérez, Gilberto Dionisio
Contacto: *mmantulak@gmail.com
País: Argentina

Resumen
La gestión tecnológica en la empresa está representada por la aplicación de un conjunto sistémico e integrado de métodos y procedimientos pertinentes, que posibilitan la construcción de una estrategia de contexto tecnológico congruente con los objetivos de su negocio. Dicho marco debe ser planeado estratégicamente con el propósito de lograr una adecuada eficiencia en el manejo de los recursos tecnológicos, y consecuentemente que contribuya a un mejor desempeño ambiental de la empresa. Como objetivos del trabajo se plantearon el diseño de un método que permita establecer asociaciones e implicancias entre la gestión tecnológica y el desempeño ambiental en empresas de manufactura, y la verificación de la utilidad y pertinencia del mismo a través de su aplicación a un estudio de caso. Para ello se diseñó un método de análisis que vincula las diversas tecnologías de la empresa con aspectos de la gestión ambiental y consecuentemente con objetivos de desarrollo sostenible. Como principales resultados se destacan el diseño de un método que permite abordar de manera conjunta e integrada la gestión tecnológica y los aspectos ambientales asociados a ella, y su aplicación en la empresa objeto de estudio, lo que posibilitó la detección de la estación de trabajo crítica, y establecer las acciones destinadas a fortalecer la gestión de recursos tecnológicos y mejorar el desempeño ambiental de la empresa. El método propuesto es una contribución al proceso de toma de decisiones referidas a la gestión tecnológica y los aspectos ambientales en las empresas de manufactura.
Palabras clave: gestión tecnológica; desempeño ambiental; ODS; empresas; manufactura.

1. Introducción

Una parte importante de los cambios sociales, económicos y ambientales son originados directamente a partir del desarrollo, la aceptación y el uso de la tecnología (Drejer, 2002). En el mismo sentido, White y Bruton (2011) sentencian que el cambio es consecuencia de la tecnología, y que ello implica llevarlo a cabo con un enfoque sistémico y metódico para posibilitar la concreción de determinados resultados esperados.

La gestión de la tecnología surge como respuesta a la necesidad de manejar el factor tecnológico con el sentido estratégico que se le debiera conferir dentro de la organización empresarial (Castellanos Domínguez et al., 2008), y debe ser considerada en consonancia con la estrategia general de desarrollo de la organización; con el propósito de lograr una mayor eficiencia en el manejo de los recursos tecnológicos, a partir de un análisis exhaustivo de sus procesos de producción y de sus consecuentes implicancias ambientales.

Para Hidalgo Nuchera (1999), lo que mejora la posición competitiva de una empresa no es la tecnología en sí misma, sino su capacidad para gestionarla e integrarla al conjunto sus funciones estratégicas en beneficio del negocio propio respecto a sus competidores, así como de la sociedad en su conjunto y del medio ambiente. La gestión tecnológica se basa en el análisis del patrimonio tecnológico y se enfoca en la integración de procesos de cambio con aspectos estratégicos, operativos y de toma de decisiones de la organización, y potencia su valor competitivo (Escorsa Castells y Valls Pasola, 2005; Ramírez Molina et al., 2019).

En este contexto, se comprende el concepto de recursos tecnológicos como un conjunto de medios, tangibles e intangibles, que la empresa dispone internamente y/o que puede acceder en el exterior para la planificación y desarrollo de sus acciones, así como para la gestión de todas las funciones que contribuyen a la realización de sus actividades (Morin, 1992). Por ello, se concuerda con lo planteado por Morcillo Ortega (1991) en que la gestión comprometida de los recursos tecnológicos robustece las ventajas competitivas de la empresa, pues conlleva a un enriquecimiento del patrimonio tecnológico a través de la implantación de una cultura y clima organizacional que permitan el aprovechamiento del conjunto de posibilidades tecnológicas, con el propósito de generar nuevas ideas y concretar cambios en la organización.

El solo hecho de poseer determinadas tecnologías clave no garantiza a las empresas alcanzar estándares adecuados de eficacia y eficiencia productiva. Para ello, la adecuada utilización de los diferentes medios tecnológicos debe estructurarse indefectiblemente a través de una apropiada gestión, tanto en el nivel estratégico como en el táctico y el operativo (Mantulak y Hernández Pérez, 2021).

Resulta primordial que la gestión de la tecnología esté cada vez más presente en aquellas estrategias empresariales que no solo se centren en mejorar el desempeño productivo y competitivo de la organización, sino que también se enfoquen en una actuación ambiental responsable. Es así que, reconocer la inclusión de la variable ambiental como una función intrínseca de la estrategia de desarrollo empresarial es un fenómeno que ha adquirido peso y por ende la gestión ambiental se ha convertido en un factor de competitividad y de sostenibilidad (Mantulak et al., 2017).

Por ello, el seguimiento de los problemas ambientales de una empresa no debe reparar sólo en lo técnico, sino también en la gestión de sus recursos (Conesa Fernández, 1997). La gestión ambiental en la empresa está dada por la forma en la cual se utilizan los recursos organizacionales, con el propósito de alcanzar unos objetivos ambientales como parte de la estrategia general de la empresa (Huerta y García, 2009).

En la medida en que se actúe sobre aquellas causas que ocasionan una inadecuada utilización tecnológica y bajos rendimientos productivos, mediante alternativas correctivas y preventivas apropiadas, es posible generar mejores aprovechamientos de materia prima, insumos y energía, lo que contribuirá a mejorar la competitividad de la empresa y consecuentemente su desempeño ambiental (Hoof et al., 2008). El seguimiento de los problemas ambientales de una empresa, no debe reparar tanto en lo técnico, sino en la gestión de sus recursos con una visión conjunta e integrada de los factores económicos, sociales y ambientales que afectan a las actividades productivas (Conesa Fernández, 1997; Acuña et al., 2017).

Por ello, desempeño empresarial debe enfocarse en la eficiencia operacional, a partir de una relación armoniosa e integrada entre tecnología y ambiente, que propicie una visión innovadora, sustentada con alternativas que demuestren ser aplicables en los diversos sectores productivos, a partir de las cuales, se logre un significativo aprendizaje acerca de dicha relación, que ha de posibilitar el desarrollo de nuevas capacidades con un enfoque holístico (Fernández y Finol, 2007; Anampi Atapaucar et al., 2018).

Esto último, plantea claramente la necesidad de que las empresas dispongan de máquinas, equipos y técnicas de fabricación que integren los aspectos ambientales con el propósito de prevenir y corregir impactos sobre el entorno; sin embargo, la eficiencia de las tecnologías utilizadas dependerá en último término, de la conciencia y formación de aquellos que las gestionen y utilicen.

La Agenda 2030 propuesta por las Naciones Unidas y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), con sus metas e indicadores, constituye una referencia tendiente a analizar, formular e implementar los medios necesarios que posibiliten a los Estados tender hacia la sostenibilidad económica, social y ambiental (Miranda Cuéllar et al., 2018). Para las Naciones Unidas (2018), dicha agenda expone una visión transfor-

madora, que sitúa a la igualdad y dignidad de las personas en el centro de la escena y llama a cambiar nuestro estilo de desarrollo, respetando el medio ambiente.

Por ello, es necesario disponer de herramientas que permitan analizar transversalmente los vínculos existentes entre los recursos tecnológicos disponibles por la empresa y las implicancias de su actuación con referencia al entorno ambiental. En tal sentido, se plantearon como objetivos de este trabajo el diseño de un método que permita establecer asociaciones e implicancias entre la gestión tecnológica y el desempeño ambiental en empresas de manufactura, así como, la verificación de la utilidad y pertinencia del mismo a través de su aplicación a un estudio de caso.

2. Materiales y métodos

Esta contribución basa su análisis en la importancia de un adecuado diagnóstico de los procesos de producción en las empresas de manufactura, a través de un enfoque integrado de los recursos tecnológicos y sus implicancias ambientales. Se trabajó a partir de dos fuentes de información; por una parte, con la revisión bibliográfica y por otra, con la aplicación del método para el análisis asociativo de recursos tecnológicos, aspectos ambientales y Objetivos de Desarrollo Sostenible en una empresa de aserrío de la provincia de Misiones, Argentina.

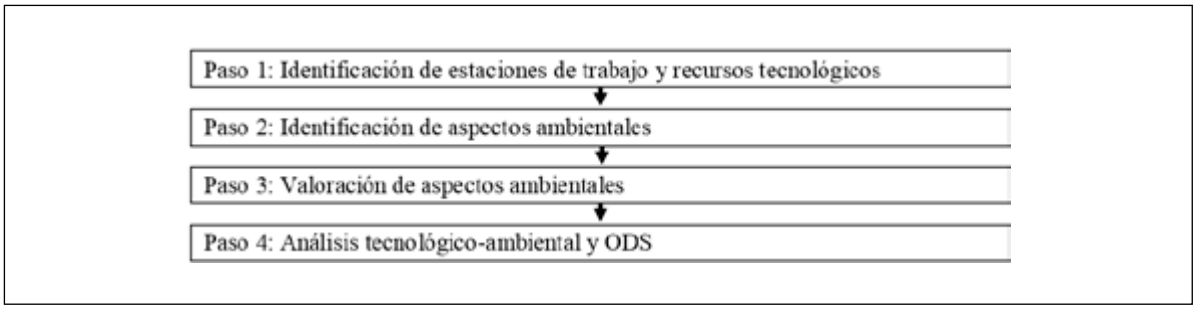
La exploración bibliográfica se orientó hacia conceptos relacionados con la gestión de la tecnología, los recursos tecnológicos, los aspectos ambientales, y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, así como las asociaciones existentes entre ellos. Ello, posibilitó el diseño de un método para el análisis asociativo de recursos tecnológicos, aspectos ambientales y Objetivos de Desarrollo Sostenible en las empresas manufactureras.

El trabajo experimental partió de la aplicación del método en una empresa de aserrío de la provincia de Misiones, Argentina, con el propósito de verificar la viabilidad y pertinencia de su implementación en empresas de manufactura.

2.1. Método desarrollado

El desarrollo del método tuvo como propósito el enfoque integrado y asociado de las estaciones productivas de la empresa, a partir de los recursos tecnológicos, sus aspectos ambientales asociados y los correspondientes ODS, de manera que permita a la organización y su equipo de trabajo establecer una nueva forma de interrelacionar y gestionar sus recursos tecnológicos en función de las posibles implicancias ambientales, para contribuir al mejoramiento del desempeño productivo-ambiental de la empresa. Para ello, se diseñó un método constituido por cuatro (4) pasos (Figura 1), a partir del cual se busca encontrar la vinculación existente entre los recursos tecnológicos y los aspectos ambientales, en correspondencia con los ODS.

FIGURA 1. Método para el análisis asociativo de recursos tecnológicos, aspectos ambientales y ODS para empresas de manufactura



Fuente: Elaboración propia.

Paso 1: Identificación de estaciones de trabajo y de recursos tecnológicos

Se realiza el reconocimiento de todas las estaciones de trabajo que intervienen en el proceso productivo y luego se identifican los recursos tecnológicos. Para esto último, se considerará la definición de recursos tecnológicos conceptualizada por Morin (1992), la identificación se realiza a partir de su clasificación en tangibles (máquinas, equipos, herramientas, instrumentos, entre otros) e intangibles (conocimientos personales y grupales, habilidades individuales, rutinas organizacionales, comunicaciones internas, entre otros).

Paso 2: Identificación de aspectos ambientales

Resulta en el análisis asociativo de las respectivas estaciones de trabajo y sus recursos tecnológicos con los correspondientes aspectos ambientales. En este contexto, se considera un aspecto ambiental a todo aquel elemento y/o acción perteneciente al proceso productivo de una empresa, que puede interactuar con el entorno ambiental.

En función de ello, se propone un listado de aspectos ambientales, como ser: uso de agua, uso de energía, uso de materia prima, generación de residuos (gaseosos, sólidos, líquidos) y almacenamiento de residuos; los que podrán ser adaptados y precisados casuísticamente según el tipo de empresa.

Paso 3: Valoración de aspectos ambientales

El propósito de este paso es establecer aquellas estaciones de trabajo que resultan críticas en el proceso productivo, a partir de la identificación de los recursos tecnológicos y la valoración de sus respectivos aspectos ambientales asociados, mediante la aplicación de la matriz de asociación y valoración de aspectos ambientales (Figura 2). Para ello, se analiza el proceso productivo según el detalle siguiente:

1. En la columna estación de trabajo se listan los diferentes puestos de trabajo identificados en el proceso de producción.

2. En la columna recursos tecnológicos se identifican por cada estación de trabajo aquellos tangibles (máquinas, equipos, aparatos, etc.) y aquellos intangibles según su grado de sistematización y regularidad (experticias individuales y grupales, rutinas, instrucciones de trabajo y procedimientos, etc.).

FIGURA 2. Matriz de asociación y valoración de aspectos ambientales

Proceso productivo											
Estación de trabajo	Recursos tecnológicos						Aspectos ambientales	Alcance	Efecto	Intensidad	
	Tangibles			Intangibles						Va	Ca
	RTT 1	RTT 2	---	RTI 1	RTI 2	---					

Fuente: Elaboración propia.

3. En la columna aspectos ambientales, se los identifica para cada estación de trabajo en asociación con los correspondientes recursos tecnológicos del proceso productivo.

4. En la columna alcance se asigna un valor asociado a cada aspecto ambiental sobre la base de cinco preguntas; correspondiendo a cada pregunta, el valor 1 cuando la respuesta es por SI, y el valor 0 si la respuesta es por NO. Por lo que, el valor del alcance a consignar por cada aspecto ambiental estará comprendido entre 0 y 5.

Las preguntas a realizar para trabajar en la citada columna son:

a. ¿Está considerado el aspecto ambiental en algún tipo de legislación y/o regulación para el tipo específico de actividad industrial?

b. ¿El funcionamiento de la estación de trabajo implica algún tipo de efecto ambiental?

c. ¿Es factible accionar sobre el recurso tecnológico para eliminar o mitigar el efecto ambiental asociado al aspecto?

d. ¿Están el recurso tecnológico, el aspecto ambiental y su efecto asociados directamente con algún problema de producción, y/o indirectamente con una problemática ambiental local o regional.

e. ¿El recurso tecnológico y su aspecto ambiental asociado son considerados prioritarios para mejorar el desempeño ambiental de la empresa?

5. En la columna efecto se indica el valor del posible efecto perjudicial asociado al aspecto ambiental como consecuencia de la utilización del recurso tecnológico en la estación de trabajo. Para la correspondiente valoración se utiliza la Tabla 1.

TABLA 1. Valoración del efecto

Efecto	Valoración
Insignificante	1
Asimilable	2
Moderado	3
Severo	4
Critico	5

Fuente: Elaboración a partir de Mantulak et al. (2017).

6. En la columna de intensidad se consigna el valor para cada aspecto ambiental vinculado al recurso tecnológico, como producto de los valores consignados en la columna alcance y la columna efecto, y con base en dicho valor, se asigna una categoría a la intensidad correspondiente, según lo establecido empíricamente en la Tabla 2.

TABLA 2. Rango de valores y categorías de la intensidad

Rango de valores (Va)	Categoría (Ca)
0 – 4	Insignificante (I)
5 – 9	Bajo (B)
10 – 14	Medio (M)
15 – 19	Alto (A)
20 – 25	Excesivo (E)

Fuente: Elaboración a partir de Mantulak et al. (2012).

Paso 4: Análisis tecnológico-ambiental

En primera instancia, y según lo establecido en la Agenda 2023 de las Naciones Unidas, se realiza un análisis sobre los ODS y se identifican como prioritarios aquellos que resulten ser más pertinentes de aplicar según el tipo de actividad productiva bajo estudio, con el propósito de contribuir al desarrollo sostenible.

A partir de ello, se identifican aquellas metas que resulten más aplicables para el funcionamiento de la organización. Posteriormente se determinan los indicadores asociados a las metas de los ODS seleccionados; para ello, se ha considerado pertinente utilizar de referencia para ciertas metas los indicadores establecidos por la Agenda 2030, y para otras, los indicadores sugeridos por la Norma IRAM-ISO 14031 (2000). Luego, a modo de síntesis se construye la matriz de ODS para la organización (Figura 3).

Finalmente se realiza un análisis tecnológico-ambiental en la empresa mediante la construcción de la Matriz agregada de gestión tecnológica-ambiental para un determinado proceso productivo, a partir de las estaciones de trabajo, en particular de aquellas consideradas como críticas (Figura 4); para ello, se consideran los vínculos existentes entre los recursos tecnológicos, los aspectos ambientales y los correspondientes ODS considerados como prioritarios, en dicha matriz se indicaran con una "X" las celdas donde se identifican las asociaciones existentes.

FIGURA 3. Matriz ODS para una empresa de manufactura

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)				Indicadores	E	G
ODS_1		$M_{1.1}$	I_1	Especificación del indicador 1.		
			I_2	. . .		
		$M_{1.i}$	I_1	. . .		
ODS_2		M_2	I_1	. . .		
		$M_{2.i}$	I_1	. . .		
			I_2	. . .		
. . .		$M_{.1}$	I_1	. . .		
		$M_{.i}$	I_1	. . .		
			I_2	. . .		
ODS_n		$M_{n.1}$	I_1	. . .		
			I_2	. . .		
		$M_{n.i}$	I_1	. . .		
			I_2	Especificación del indicador 2.		

Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta a los indicadores ambientales a ser utilizados, podrán considerarse los propuestos por la Agenda 2030, los de la Norma ISO 14031, o los de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), los cuales constituyen estándares de referencia internacional (Vidal y Asuaga, 2021). Además, se considera apropiado categorizar a los indicadores como específicos y globales. Los indicadores específicos son aquellos que pueden ser medidos y evaluados mediante datos provenientes de un proceso y/o estación de trabajo; aunque también a su vez, un indicador específico puede ser catalogado como global, al ser aportante parcial del respectivo indicador global (por ejemplo, el consumo de energía eléctrica en una estación de trabajo puede ser un indicador específico que a su vez, aporta parcialmente al indicador

global de consumo de energía eléctrica de un proceso de producción o de la empresa en general). Los indicadores globales son aquellos que pueden ser medidos y evaluados a partir de datos generales reportados en la empresa.

A partir del análisis tecnológico-ambiental agregado es posible establecer, un análisis de asociación entre los recursos tecnológicos, los aspectos ambientales y los ODS prioritarios con sus respectivas metas, lo que favorecerá el diseño una estrategia tecnológica eficiente con enfoque ambiental, que permita mejorar el desempeño ambiental de la empresa y contribuir al desarrollo sostenible.

El propósito y la utilidad del método radican en posibilitar una adecuada perspectiva de la utilización de los recursos tecnológicos que favorezca a un mejor desempeño ambiental de la empresa, con proyección sobre los ODS trazados en la agenda 2030 por las Naciones Unidas. Esto resulta imprescindible para diseñar e implementar una estrategia y plan tecnológico con un enfoque ambiental que contribuya a garantizar el cumplimiento de los objetivos de mediano y largo plazo de la empresa, en compatibilidad con un desarrollo sostenible.

FIGURA 4. Matriz agregada de gestión tecnológica-ambiental para empresas de manufactura

Proceso:														
Estación de trabajo:				Aspectos Ambientales				Recursos Tecnológicos						
								Tangibles (RT_{Ti})				Intangibles (RT_{Ii})		
				AM_1	AM_2	…	AM_n	RT_{T1}	RT_{T2}	…	RT_{Tn}	RT_{I1}	RT_{I2}	…	RT_{In}
Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	ODS_1	$M_{1.1}$	I_1											
			I_2											
		$M_{1.1}$	I_1											
			I_2											
	ODS_2	$M_{2.1}$	I_1											
			I_2											
		$M_{2.1}$	I_1											
			I_2											
	…	$M_{.1}$	I_1											
			I_2											
		$M_{.1}$	I_1											
			I_2											
	ODS_n	$M_{n.1}$	I_1											
			I_2											
		$M_{n.1}$	I_1											
			I_2											

Fuente: Elaboración propia.

3. Resultados

3.1. Estudio de caso

En el contexto de la presente investigación se aplicó el método propuesto a una empresa de aserrío de la provincia de Misiones, Argentina, con el propósito de verificar su viabilidad y pertinencia. El aserradero opera bajo la administración de un empresario-dueño, con un encargado de planta y posee una plantilla estable de 20 operarios. El aserradero procesa madera proveniente de bosques implantados, en particular de pino, y posee como actividades primordiales los procesos de aserrado y de remanufactura, a partir de

los que obtiene productos tales como: tablas, tirantes, machimbres y flejes cepillados, con una producción de unos 350 m3/mes.

En el proceso de aserrado se distinguen las estaciones de trabajo siguientes: descortezado, corte principal, corte múltiple, tableado, canteado, escuadrado y clasificación (productos). En el proceso de remanufactura si distinguen las estaciones de trabajo de: canteado, moldurado (clasificación de machimbres por espesor y ancho), despuntado, y empaque.

3.2. Aplicación del método

Para llevar a cabo la implementación del método se efectuaron reuniones con el empresario y el encargado de planta con el propósito de diagramar las acciones necesarias para el desarrollo de las actividades previstas. La aplicación del método se llevó a cabo en el proceso de aserrado del establecimiento.

Paso 1: Identificación de estaciones de trabajo y de recursos tecnológicos

Se realizó el reconocimiento de todas las estaciones de trabajo que intervienen en el proceso de aserrado y luego se identificaron los recursos tecnológicos. Lo realizado en este paso se sintetiza en la Tabla 3.

TABLA 3. Estaciones de trabajo en el aserrado y sus recursos tecnológicos

Proceso: aserrado				
Estación de trabajo	Recursos tecnológicos			
	Tangibles	Cod.	Intangibles	Cod.
Descortezado	Descortezadora	RT_{T1}	Habilidades individuales	RT_{I1}
	Motorización A	RT_{T2}	Rutinas organizacionales	RT_{I2}
Corte principal	Sierra sin fin vertical	RT_{T3}	Rutinas organizacionales	RT_{I2}
			Dominio de tecnologías específicas	RT_{I3}
			Prácticas de mantenimiento	RT_{I4}
	Carro principal	RT_{T4}	Rutinas organizacionales	RT_{I2}
	Comandos y motorización B	RT_{T5}	Rutinas organizacionales	RT_{I2}
Corte múltiple	Sierras circulares múltiples en paralelo	RT_{T6}	Rutinas organizacionales	RT_{I2}
			Prácticas de mantenimiento	RT_{I4}
	Motorización C y carcaza	RT_{T7}	Rutinas organizacionales	RT_{I2}
Tableado	Sierra circular simple	RT_{T8}	Habilidades individuales	RT_{I1}
			Prácticas de mantenimiento	RT_{I4}
			Dominio de tecnologías específicas	RT_{I3}
	Motorización D	RT_{T9}	Rutinas organizacionales	RT_{I2}
Canteado	Sierra circular doble en paralelo	RT_{T10}	Habilidades individuales	RT_{I1}
			Prácticas de mantenimiento	RT_{I4}
			Dominio de tecnologías específicas	RT_{I3}
	Motorización E	RT_{T11}	Rutinas organizacionales	RT_{I2}
Escuadrado	Sierra circular simple	RT_{T12}	Habilidades individuales	RT_{I1}
			Prácticas de mantenimiento	RT_{I4}
			Dominio de tecnologías específicas	RT_{I3}
	Motorización F	RT_{T13}	Rutinas organizacionales	RT_{I2}
Clasificación	Herramientas de medición	RT_{T15}	Habilidades individuales	RT_{I1}

Fuente: Adaptado de Mantulak y Hernández Pérez (2021).

Paso 2: Identificación de aspectos ambientales

Se realizó el reconocimiento de todas las estaciones de trabajo del proceso productivo y en función de los recursos tecnológicos disponibles, se identificaron los aspectos ambientales siguientes: uso de agua, uso de energía, uso de materia prima, generación de residuos sólidos, generación de residuos líquidos, generación de contaminantes atmosféricos, y almacenamiento de residuos orgánicos (madera).

Paso 3: Valoración aspectos ambientales

En este paso se trabaja con la matriz de asociación y valoración de aspectos ambientales. A modo de referencia, se presenta la planilla correspondiente a la estación de trabajo de corte principal, considerada la más crítica dentro del proceso de aserrado en lo referente a recursos tecnológicos y aspectos ambientales (Figura 5). En ella se presentan los recursos tecnológicos (tangibles e intangibles) y aspectos ambientales identificados, así como la valoración de los aspectos ambientales, y derivados de los mismos, los respectivos alcances, los efectos vinculados a los mismos, y la correspondiente intensidad relacionada a cada aspecto ambiental.

FIGURA 5. Matriz de asociación y valoración de aspectos ambientales – Vista parcial para la estación de corte principal del proceso de aserrado

Proceso: aserrado													
Estación de trabajo	Recursos tecnológicos						Aspectos ambientales		Alcance	Efecto	Intensidad	
	Tangibles			Intangibles							Va	Ca
Corte principal	Sierra sin fin vertical	Carro principal	Comandos y motorización	Rutinas organizacionales	Dominio de tecnologías específicas	Prácticas de mantenimiento	AM_1	Uso de energía eléctrica	3	3	9	B
							AM_2	Materia prima	4	3	12	M
							AM_3	Residuos sólidos (madera)	3	3	9	B
							AM_4	Residuos líquidos	3	3	9	B
							AM_5	Partículas en suspensión	4	3	12	M
							AM_6	Ruido ambiental	4	4	16	A
	RT_{T3}	RT_{T4}	RT_{T5}	RT_{I2}	RT_{I3}	RT_{I4}						

Fuente: Elaboración propia.

Paso 4: Análisis tecnológico-ambiental

En primera instancia se identifican los ODS considerados como prioritarios, así como sus correspondientes metas con sus indicadores más pertinentes, categorizados cada uno de ellos en específicos (E) y/o globales (G), tal como se indica en la Figura 6.

FIGURA 6. ODS seleccionados para el aserradero con metas determinadas y sus correspondientes indicadores

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)			Indicadores	E	G
ODS_7	$M_{7.1}$	I_1	Costo promedio de energía eléctrica por m^3/mes de producto.	X	X
		I_2	Cantidad de energía eléctrica consumida por m^3/mes de producto.	X	X
	$M_{7.b}$	I_1	Porcentaje mensual de energía eléctrica generada mediante energías renovables con respecto al total utilizado por la empresa.		X
ODS_8	$M_{8.2}$	I_1	Porcentaje de procedimientos y/o métodos innovados por año.		X
		I_2	Cantidad de máquinas/equipos tecnológicos incorporados/modificados por año.	X	X
	$M_{8.5}$	I_1	Cantidad de trabajadoras y trabajadores registrados por año.		X
		I_2	Tasa promedio anual de ingreso de personal desglosada por sexo y edad.		X
	$M_{8.8}$	I_1	Tasas de accidentes laborales mortales y no mortales desglosadas por sexo.		X
		I_2	Nivel de ruido sonoro equivalente en sectores con ruido ambiental crítico.	X	
		I_3	Número de horas de mantenimiento de equipos e instalaciones por año.	X	X
ODS_9	$M_{9.2}$	I_1	Tasa de valor agregado por tipo de producto fabricado.		X
		I_2	Cantidad de horas de capacitación del personal para fomento de una industrialización inclusiva y sostenible.		X
	$M_{9.3}$	I_1	Tasa de acceso a servicios financieros y créditos para construcción de infraestructura y fomento de la innovación.		X
	$M_{9.4}$	I_1	Cantidad promedio mensual de residuos generados y emisiones.	X	X
		I_2	Inversión anual en tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales.		X
	$M_{9.5}$	I_1	Inversión anual en innovaciones de procesos y/o productos.	X	X
ODS_{12}	$M_{12.2}$	I_1	Volumen anual de materia prima aprovechada por mejoras en proceso de producción.	X	X
		I_2	Porcentaje de reducción de energía eléctrica consumida por m^3/año de producto tendiente a lograr la gestión sostenible.	X	X
	$M_{12.5}$	I_1	Tasa de reducción de residuos en los procesos de producción.	X	X
		I_2	Cantidad anual de material complementario reciclado por la empresa		X

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se realiza un análisis tecnológico-ambiental a partir de la construcción de la Matriz agregada de gestión tecnológica-ambiental para cada proceso productivo y sus estaciones de trabajo, según los vínculos existentes entre los recursos tecnológicos, los aspectos ambientales, y los ODS identificados como más prioritarios (Figura 7).

FIGURA 7. Matriz agregada de gestión tecnológica-ambiental – Vista parcial para la estación de corte principal del proceso de aserrado

Proceso: aserrado															
Estación de trabajo: Corte principal				Aspectos Ambientales						Recursos Tecnológicos					
										Tangibles (RT_{Ti})			Intangibles (RT_{Ii})		
				AM_1	AM_2	AM_3	AM_4	AM_5	AM_6	RT_{T3}	RT_{T4}	RT_{T5}	RT_{I2}	RT_{I3}	RT_{I4}
Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	ODS_7	$M_{7.1}$	I_1	X		X			X	X	X	X			X
			I_2	X						X	X	X			X
	ODS_8	$M_{8.2}$	I_2		X	X					X	X	X	X	X
		$M_{8.8}$	I_2						X	X	X	X	X	X	X
			I_3	X	X	X			X	X	X	X	X		X
	ODS_9	$M_{9.4}$	I_1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
		$M_{9.5}$	I_1		X	X			X	X	X				X
	ODS_{12}	$M_{12.2}$	I_1		X	X				X	X		X		X
			I_2	X						X	X		X	X	X
		$M_{12.}$	I_1			X	X	X		X	X		X	X	X

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de la estación de trabajo de corte principal (Figura 7), en el que se prioriza el enfoque de los aspectos ambientales y recursos tecnológicos sobre los ODS, surge que tanto el ODS8 que promueve el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente, como el ODS12 que promueve la producción sostenible y el consumo responsable, resultan ser los más impactados. Por ello, con el propósito de mejorar el desempeño ambiental de la empresa, resulta necesario diseñar e implementar una estrategia tecnológica con un enfoque ambiental que contenga metas que contribuyan a:

- Lograr niveles más elevados de productividad mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación.
- Promover un entorno de trabajo seguro y sin riesgos para todos los trabajadores. Alcanzar la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales.
- Reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización de materia prima y otros materiales utilizados.

La aplicación del método al conjunto de estaciones de trabajo de la empresa de aserrado de madera ha de permitir establecer las asociaciones existentes entre los recursos tecnológicos, los aspectos ambientales y sus consecuentes implicancias sobre el total de los ODS seleccionados como prioritarios para el establecimiento.

A partir de la implementación del método en la estación de trabajo de corte principal del proceso de aserrado, ha quedado comprobada su aplicabilidad y pertinencia, por lo que implica además, una herra-

mienta que habilita a la toma de decisiones para la gestión tecnológica con un enfoque ambiental en el contexto de las empresas de manufactura.

4. Conclusiones

El análisis transversal de los vínculos existentes entre los recursos tecnológicos, los aspectos ambientales y su consecuente vinculación con los objetivos de desarrollo sostenible, contribuye al diseño e implementación de una adecuada estrategia de gestión tecnológica, con el propósito de mejorar el desempeño ambiental de la empresa de manufactura y canalizar su gestión hacia el desarrollo sostenible.

El método diseñado contribuye al proceso de toma de decisiones que posibiliten implementar una gestión tecnológica con un enfoque ambiental en empresas de manufactura, mediante el análisis de las asociaciones existentes entre los recursos tecnológicos utilizados en los procesos productivos, sus correspondientes implicancias ambientales y su encauce en determinados objetivos de desarrollo sostenible, a partir de metas e indicadores pertinentes, y consecuentemente favorecer a un mejor desempeño ambiental de la empresa.

La aplicación del método en el aserradero, en particular en el proceso de aserrado permite la determinación de la estación de trabajo crítica, mediante los recursos tecnológicos identificados, sus correspondientes aspectos ambientales y consecuentes intensidades, y posibilita el encuadre dentro de los objetivos de desarrollo sostenible considerados como prioritarios, con el propósito de contribuir a la toma de decisiones que favorezcan a un mejor desempeño ambiental de la empresa, mediante un adecuado diseño e implementación de su estrategia tecnológica.

Referencias bibliográficas

Acuña, N., Figueroa, L. y Wilches, M. J. (2017). Influencia de los Sistemas de Gestión Ambiental ISO 14001 en las organizaciones: caso estudio empresas manufactureras de Barranquilla. *Ingeniare, 25*(1), 143-153.

Anampi Atapaucar, C. R., Aguilar Calero, E. N., Costilla Castillo, P. C. y Bohórquez Flores, M. C. (2018). Gestión ambiental en las organizaciones: análisis desde los costos ambientales. *Revista Venezolana de Gerencia*, *23*(84), 928-939.

Castellanos Domínguez, O. F., Jiménez Hernández, C. N., Ramírez Martínez, D. C., Fúquene Montañez, A. M., Rojas Santoyo, F., Morales Rubiano, M. E., León López, A. M., Torres Piñeros, L. M., García Vergara, M. E. y Fonseca Rodríguez, S. L. (2008). *Retos y nuevos enfoques en la gestión de la tecnología y del conocimiento* (1ª ed.). Editorial Universidad Nacional de Colombia.

Conesa Fernández, V. (1997). *Los instrumentos de la gestión ambiental en la empresa* (2ª ed.). Ediciones Mundi-Prensa.

Drejer, A. (2002). Towards a model for contingency of management of technology. *Technovation*, *22*(6), 363-370.

Escorsa Castells, P. y Valls Pasola, J. (2005). *Tecnología e innovación en la empresa* (2ª ed.). Alfaomega Grupo Editor, S. A. de C. V.

Fernández, E. y Finol, T. (2007). La tecnología y el ambiente: consolidación de la ecoeficiencia o del ecoenfrentamiento. *Télématique, 6*(2), 62-80.

Hidalgo Nuchera, A. (1999). La gestión de la tecnología como factor estratégico de la competitividad industrial. *Economía Industrial*, (330), 43-54.

Hoof, B. V., Monroy, N. y Saer, A. (2008). *Producción más limpia: paradigma de gestión ambiental* (2ª ed.). Alfaomega Colombiana S. A.

Huerta, E. y Garcia, J. (2009). Estrategias de gestión ambiental: Una perspectiva de las organizaciones modernas. *Clío América, 3*(5), 15-30.

IRAM-ISO 14031 (2000). *Norma IRAM-ISO-14031: Gestión ambiental: Evaluación del desempeño ambiental*. Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM).

Mantulak, M. J., Hernández Pérez, G., Dekun, M. C. y Kerkhoff, A. J. (2012). Diagnóstico de la gestión tecnológica y sus implicancias ambientales y laborales en aserraderos PyMEs – estudio de un caso. *Visión de Futuro, 16*(1), 40-63.

Mantulak, M. J., Hernández Pérez, G. D. y Abreu Ledón, R. (2017). *Los recursos tecnológicos y su transversalidad con aspectos laborales y ambientales: un análisis de correspondencias.* XI conferencia internacional de ciencias empresariales, Universidad Central de Las Villas, Cuba.

Mantulak, M. J. y Hernández Pérez, G. D. (2021). *Gestión estratégica de los recursos tecnológicos: Un enfoque en las pequeñas empresas de manufactura* (1ª ed.). Editorial Universidad Nacional de Misiones.

Miranda Cuéllar, R. L., Betancourt Garcia, Y.C. y Santos Planas, L. (2018). Indicadores de evaluación del desempeño ambiental en una organización cubana. *Ingeniería Industrial, 17*(2), 149-170.

Morcillo Ortega, P. (1991). *La dimensión estratégica de la tecnología* (1ª ed.). Editorial Ariel, S. A.

Morin, J. (1992). *Des technologies, des marches et des hommes: pratiques et perspectives du management des ressources technologiques* (1ª ed.). Les Éditions D'Organisation.

Naciones Unidas (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe* (LC/G.2681-P/Rev.3), Santiago.

Ramírez Molina, R. I., Royero Orozco, G. A. y El Kadi Janbeih, O. N. K. (2019). Gestión tecnológica como factor clave de éxito en universidades privadas. *TeloS, 21*(1), 10-32.

Vidal, A. y Asuaga, C. (2021). Gestión ambiental en las organizaciones: una revisión de la literatura. *Revista del Instituto Internacional de Costos, 18*, 84-122.

White, M. A. y Bruton, G. D. (2011). *The management of technology and innovation: a strategic approach* (2ª ed.). South-Western, Cengage Learning.