



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Contaduría y Administración

La Economía Circular: una alternativa para la industria del plástico

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de
Maestro en Ciencias Económico Administrativas

Presenta

Diana Angely Verduzco Valenzuela

Dirigido por:

Dra. Graciela Lara Gómez

Querétaro, Qro. a 30 de septiembre de 2022.



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Contaduría y Administración
Maestría en Ciencias Económico Administrativas

La Economía Circular: una alternativa para la industria del plástico

Tesis

Que como parte del requisito para obtener el Grado de
Maestro en Ciencias Económico Administrativas

Presenta

Diana Angely Verduzco Valenzuela

Dirigido por:

Dra. Graciela Lara Gómez

Dra. Graciela Lara Gómez

Presidente

Dr. Jesús Hurtado Maldonado

Secretario

Dr. Michael Demmler

Vocal

Dra. Josefina Morgan Beltrán

Suplente

Dr. Martin Vivanco Vargas

Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.

Septiembre 2022

México

Resumen

La contaminación que provoca la generación de residuos, encarna un problema grave para el medio ambiente, protagonizando una crisis ambiental que propicia el surgimiento de nuevos paradigmas económicos como el de la Economía Circular, que buscan el logro de un desarrollo económico integral, que contemple las necesidades económicas, medioambientales y sociales. Particularmente, esta tesis se acota al contexto de los residuos de plástico, específicamente de polietileno tereftalato o PET, ya que es un material polémico, pues es señalado como uno de los principales problemas de contaminación, no obstante, en la Economía Circular se identifica como un área de oportunidad capaz de adecuarse a los principios de dicho modelo. En este sentido, se planteó el objetivo general: identificar a la Economía Circular como un modelo económico alternativo para la industria del plástico PET y los centros de acopio de PET en desuso, de la Ciudad de Querétaro, proponiendo su adopción como una vía para el logro de la sustentabilidad económica y ambiental. Para el desarrollo de la investigación, se usó la metodología cualitativa, aplicando la estrategia de estudio de caso y diversas técnicas como análisis documental, observación y entrevista. Con la información recopilada se efectuó el análisis, resaltando las pautas del modelo de Economía Circular adoptadas en la industria del PET para el logro de la sustentabilidad ambiental y económica. Además, se identificaron las estrategias instrumentadas por dicha industria para mantener la viabilidad económica y la sustentabilidad, destacando que las empresas que la conforman usan y/o producen a través de reciclaje mecánico un material reciclado certificado y de un nivel de calidad óptimo que lo hace ser un producto valioso para el mercado. Asimismo, fue posible identificar, así como enfatizar la importancia de las políticas, desarrolladas por el Estado de Querétaro, encauzadas a mitigar la generación de residuos y fomentar su adecuada gestión para su valorización y generación de ingresos. De esta manera, se pudo desarrollar una propuesta para la industria en cuestión, basada en el modelo de Economía Circular, incluyendo los elementos de sustentabilidad y viabilidad económica. Así como una segunda propuesta de políticas económico-ambientales dirigida al Estado.

(Palabras clave: Economía Circular, sustentabilidad ambiental, sustentabilidad económica, industria del plástico, plástico PET).

Summary

Waste pollution represents a serious problem for the environment. It personifies an ecological crisis that stimulates new economic models interested in economic development considering economic, environmental, and social needs such as Circular Economy. Particularly, this research focuses on plastic waste, specifically in polyethylene terephthalate or PET, because it is a controversial material; identified as one of the most significant pollution problems, however, represents an opportunity in Circular Economy, it can be adjusted to the model's principles. In this sense, was proposed the following objective: to identify Circular Economy as an alternative economic model to apply in PET industry and post-consumer PET recovery centers in Queretaro city, proposing its adoption as a way to achieve economic and environmental sustainability. In order to reach the goal set, qualitative method was used, applying the case study as a research strategy, and different instruments such as documentary analysis, direct observation, and interview. Using data collected, the analysis was carried out highlighting the Circular Economy patterns adopted in the PET industry to achieve environmental and economic sustainability. In addition, the strategies implemented by that industry to obtain economic viability and sustainability were identified, emphasizing that PET industry companies use and/or produce, through mechanical recycling, a certified high-quality recycled material that is a valuable product for the market. Moreover, it was possible to identify, as well as emphasize the importance of the policies to reduce waste generation and promote the solid waste proper management to generate incomes, developed by The Government of Querétaro. In this way, it was possible to develop a proposal for the PET industry, based on the Circular Economy model, including the elements of sustainability and economic viability. As well as the second proposal of economic-environmental policies directed to Querétaro's Government.

(Keywords: Circular Economy, sustainability, economic sustainability, PET plastic industry, PET plastic).

Agradecimientos

Me es grato agradecer al cuerpo académico de la Universidad Autónoma de Querétaro por compartir su conocimiento, experiencia, tiempo y dedicación con el propósito de contribuir a mi formación.

A su vez, agradezco a mis sinodales, especialmente a la doctora Graciela Lara Gómez por haber estado siempre a completa disposición en el desarrollo de esta tesis, compartiendo su conocimiento, experiencia y tiempo.

Así mismo, agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por facilitarme el apoyo económico necesario para efectuar mis estudios de posgrado.

Finalmente, agradezco a cada una de las personas que, directa o indirectamente, contribuyeron en la elaboración y conclusión de este proyecto.

Índice

Resumen.....	i
Summary	ii
Agradecimientos	iii
Índice.....	iv
Índice de tablas	viii
Índice de figuras.....	ix
I. Introducción.....	1
1.1. Justificación y planteamiento del problema.....	1
1.2. Objetivos	3
1.3. Metodología	4
1.4. Proposición central de la investigación.....	4
1.5. Descripción del contenido.....	4
II. Economía Circular: marco de referencia y aproximación teórica.....	7
2.1. Antecedentes	7
2.1.1. Desarrollo sostenible.....	8
2.1.2. Economía Social	9
2.1.3. Escuelas del pensamiento de la Economía Circular.....	11
2.2. La Economía Circular como modelo económico alternativo.....	19
2.2.1. Oportunidades económicas de la Economía Circular	21
2.3. El plástico.....	25
2.3.1. Clasificación de los plásticos	26
2.3.2. La biodegradación y el compostaje del plástico	27

2.3.3. El plástico en la Economía Circular.....	28
2.3.4. El plástico PET	28
2.3.5. Producción y comercio del PET.....	29
2.3.6. Reciclado de plástico PET	30
2.3.7. Impactos económicos del reciclaje de PET.....	31
2.4. La industria del PET	35
2.5. Delimitando la investigación: definiciones conceptuales	42
2.5.1. Economía Circular	42
2.5.2. Sustentabilidad económica.....	42
2.5.3. Sustentabilidad ambiental	42
2.5.4. Modelo económico lineal.....	42
2.5.5. Modelo económico circular	42
2.5.6. Polietileno tereftalato (PET)	43
2.5.7. Industria del plástico PET.....	43
2.5.8. Centros de acopio de PET.....	43
III. Metodología	44
3.1. Selección del método	44
3.2. Planteamiento del problema.....	45
3.3. Definición de la muestra y selección de casos.....	46
3.3.1. Las empresas objeto de estudio: descripción de los casos	47
3.4. Objetivos	58
3.5. Pregunta de investigación y proposición central	59
3.6. Dimensiones de análisis, preguntas de investigación y proposiciones por dimensión	60

3.7. Técnicas de investigación	63
3.8. Procedimiento: codificación de datos	64
3.9. Validez y confiabilidad	69
IV. Resultados	71
4.1. El recorrido hacia la sustentabilidad económica y ambiental de la industria del PET de la Ciudad de Querétaro.....	71
4.2. Estrategias de sustentabilidad de la industria del PET de la Ciudad de Querétaro...	87
4.2.1. PetStar y sus estrategias de sustentabilidad	88
4.2.2. Alcamare y sus estrategias de sustentabilidad	96
4.2.3. Veolia y sus estrategias de sustentabilidad	100
4.2.4. Escowill y sus estrategias de sustentabilidad.....	106
4.2.5. Envases y Algo Más y sus estrategias de sustentabilidad.....	109
4.3. La gestión de residuos de PET y las políticas del Estado de Querétaro	111
4.4. Cumplimiento de objetivos y aportaciones de la investigación.....	114
4.4.1. El papel de la Economía Circular en la sustentabilidad económica y ambiental de la industria del PET.....	114
4.4.2. Aportación uno: propuesta para la industria del plástico PET.....	118
4.4.3. Aportación dos: propuesta para el Estado de Querétaro	120
V. Discusión de resultados por dimensión de análisis	123
5.1. Discusión: dimensión de análisis sustentabilidad económica y ambiental	123
5.2. Discusión: dimensión de análisis estrategias de la industria del plástico PET	128
5.3. Discusión: dimensión de análisis políticas del Estado de Querétaro	137
Conclusiones	141
Referencias.....	147
APÉNDICE A.....	160

APÉNDICE B	162
APÉNDICE C	166
APÉNDICE D	170
APÉNDICE E	172

Índice de tablas

Tabla 1. Producción y comercio de PET en México (toneladas).....	29
Tabla 2. Balanza comercial del PET en México (miles de dólares)	30
Tabla 3. Principales entidades vendedoras y compradoras de PET en México (2020)	37
Tabla 4. Principales destinos comerciales de PET mexicano (2020).....	37
Tabla 5. Principales orígenes comerciales de PET importado por México (2020).....	38
Tabla 6. Principales recicladores de PET en México.....	40
Tabla 7. Selección de casos: fabricantes y comercializadores de PET y centros de acopio de PET en desuso de la Ciudad de Querétaro	47
Tabla 8. Catálogo de productos de Alcamare	51
Tabla 9. Indicadores empíricos	61
Tabla 10. Pruebas de evaluación de la validez de la investigación.....	69
Tabla 11. Certificaciones obtenidas por la empresa PetStar	89
Tabla 12. Movimientos estratégicos dentro de Veolia.....	104
Tabla 13. Actividades de los prestadores de servicios ambientales que manejan residuos de PET en el Estado de Querétaro	112

Índice de figuras

Figura 1. Escuelas del pensamiento de la Economía Circular	11
Figura 2. Sistema regenerativo	12
Figura 3. El modelo de negocio de la Economía del rendimiento	15
Figura 4. Ciclo eco-efectivo de Cradle to Cradle	16
Figura 5. Sistema de códigos para la clasificación de los plásticos.....	27
Figura 6. Etapas del reciclado mecánico	31
Figura 7. Fabricantes y comercializadores de PET de la Ciudad de Querétaro.....	36
Figura 8. Hojuela de plástico PetStar.....	55
Figura 9. Pellet amorfo PetStar.....	56
Figura 10. Pellet cristalino PetStar	57
Figura 11. Dimensiones de análisis y preguntas de investigación.....	60
Figura 12. Propositiones y variables por pregunta de investigación.....	60
Figura 13. Red semántica de la dimensión: sustentabilidad económica y ambiental	65
Figura 14. Red semántica de la dimensión: estrategias de la industria del plástico PET ...	67
Figura 15. Red semántica de la dimensión: políticas del Estado de Querétaro	68
Figura 16. Gestión de residuos de la industria del PET	74
Figura 17. Producción de la industria del PET	76
Figura 18. Calidad de productos de la industria del PET	79
Figura 19. Innovación de la industria del PET	82
Figura 20. Otros aspectos de la industria del PET relacionados con la sustentabilidad económica y ambiental.....	84
Figura 21. Pautas de la Economía Circular para el logro de la sustentabilidad económica en la industria del PET.....	115
Figura 22. Pautas de la Economía Circular para el logro de la sustentabilidad ambiental en la industria del PET.....	117

I. Introducción

1.1. Justificación y planteamiento del problema

El daño a los ecosistemas por la contaminación que provoca la generación de residuos, representa uno de los problemas más graves para el medio ambiente, en todo el planeta. Este fenómeno, protagoniza, actualmente, una crisis ambiental que propicia el surgimiento y la implementación de nuevos enfoques o paradigmas económicos que resaltan la importancia de lograr un desarrollo económico integral, que además de incluir las necesidades económicas y sociales de las naciones, contemple las necesidades medioambientales; ya que el medio ambiente es el entorno para que todo se desempeñe (Serna-Mendoza, 2010; Ulate, 2005). En este sentido, existen países que ya implementan estrategias de transición hacia una Economía Circular, cuyo propósito es remplazar al modelo económico lineal de producir-consumir-desechar, y asegurar el diseño de productos con características reciclables y reutilizables. A la par de una producción ecológica y una postura colaborativa entre todos los agentes de la sociedad, para adoptar el compromiso del consumo responsable, y generar menos residuos. Ejemplo de ello, es el Plan de Acción para la Economía Circular, de la Unión Europea (Comisión Europea, 2020) y la estrategia de Economía Circular, España circular 2030 (Gobierno de España, 2018).

Por otro lado, México no está cerca de considerar la implementación de una estrategia de transición hacia la Economía Circular. Sin embargo, es un país que podría considerarse candidato potencial para establecer una estrategia de adopción de dicho modelo, pues es una nación que enlista dentro de sus prioridades el desarrollo económico. Al mismo tiempo, está interesado en que este desarrollo sea sustentable. En este sentido, México decreta el garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación de residuos (Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos [LGPGIR], 2018). Asimismo, se ha comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, pues considera evidente que es un factor indispensable para el bienestar (Plan Nacional de Desarrollo, 2019).

Por su parte, el Estado de Querétaro, es una entidad que ha demostrado ser partidario de incursionar en propuestas innovadoras, y la posibilidad de adentrarse en el nuevo paradigma, no es la excepción. Por ejemplo, en 2019, se propuso una iniciativa de Ley de Economía Circular, para la cual colaboraron la Secretaría de Desarrollo Sustentable de Querétaro (SEDESU) y la Procuraduría Estatal de Protección al Medio Ambiente y Desarrollo Urbano.

El modelo de Economía Circular acota tres principios fundamentales. El primero hace énfasis en la disminución de la sobreexplotación de recursos naturales, proponiendo un mayor uso de recursos secundarios derivados de materiales reciclados o reutilizados. El segundo, resalta la importancia de que los productos a comercializar se creen con un diseño que los haga capaces de ser reciclados o reutilizados al final de su vida útil, para que sus componentes y materiales siempre estén circulando en el sistema productivo. El tercero, se enfoca en detectar y eliminar factores negativos (como generación de residuos y contaminación) en sistemas que atienden las necesidades humanas, como, por ejemplo, el sistema de producción de bienes de consumo (Arin, 2017; Ellen MacArthur Foundation, 2015; Porcelli & Martínez, 2018).

Ahora bien, la presente tesis se enfoca en la industria del plástico de la Ciudad de Querétaro, específicamente el polietileno tereftalato (PET), debido a que el plástico es un material bastante polémico en la actualidad, es decir, se ha señalado como uno de los principales problemas de contaminación (PEW Charitable Trusts & SystemIQ, 2020). No obstante, en el modelo de la Economía Circular se identifica como un área de oportunidad, denominándolo como un material con gran potencial para aplicar los principios de este modelo (Ellen MacArthur Foundation, 2017; EcoPlas, 2019). En este sentido, surge la interrogante *¿Cómo la adopción de la Economía Circular por parte de fabricantes, comercializadores y centros de acopio de polietileno tereftalato (PET), de la ciudad de Querétaro, representa una vía para el logro de la sustentabilidad económica y ambiental?*

Cabe destacar que, instituciones en el país y en la región, que se desempeñan en el contexto de la industria del plástico, como la Asociación Nacional de la Industria del Plástico A.C. (Asociación Civil), la Comisión de la Industria del Plástico Responsabilidad y

Desarrollo Sustentable (Cipres), Asociación Nacional de la Industria Química, A.C., y el Clúster de productores de plástico de Querétaro, están al tanto de la situación compleja que rodea el fenómeno del impacto del plástico al medio ambiente, por lo que han expresado estar abiertos a proposiciones relacionadas al paradigma de la Economía Circular. Así pues, el desarrollo de esta investigación espera representar una oportunidad para estas asociaciones, así como para otros grupos interesados en su aplicación.

1.2. Objetivos

Para efectos de esta investigación, se considera que la industria del plástico PET se conforma de empresas fabricantes y comercializadores de polietileno tereftalato como insumo o material para la fabricación de un producto de consumo, junto con aquellos centros de acopio de dicho material que cuenten con instalaciones que presten servicios de acopio, reciclaje y/o valorización de plástico PET en desuso. El desarrollo de la investigación se efectúa en los límites de la Ciudad de Querétaro (contemplando la zona metropolitana, compuesta por los municipios Querétaro, Corregidora, El Marqués y Huimilpan).

La investigación tiene como objetivo general *identificar a la Economía Circular como un modelo económico alternativo para la industria del plástico PET y los centros de acopio de PET en desuso, de la Ciudad de Querétaro, proponiendo su adopción como una vía para el logro de la sustentabilidad económica y ambiental.*

Adicionalmente, se contemplan tres objetivos específicos:

1. Identificar las pautas del modelo de Economía Circular que pueden ser adoptadas en la industria del plástico (PET) para la sustentabilidad ambiental y económica del sector.
2. Desarrollar una propuesta basada en el modelo de Economía Circular para la industria del plástico PET ubicada en el Estado de Querétaro, que incluya los elementos de sustentabilidad y viabilidad económica.
3. Proponer políticas ambientales y económicas para la industria del plástico, que puedan ser ejecutadas desde el gobierno local del Estado de Querétaro.

1.3. Metodología

Con la finalidad de lograr el propósito de la investigación, se hace uso de la metodología cualitativa (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018; Torres-Solís, 2017), aplicando la estrategia de estudio de caso (Martínez-Carazo, 2006; Villareal-Larrinaga & Landeta-Rodríguez, 2010; Yin, 1989). Asimismo, se utilizan diversas técnicas de investigación empleadas en la metodología cualitativa: análisis documental, observación y entrevista. Para llevar a cabo las entrevistas, se crearon dos instrumentos de investigación; uno dirigido a las empresas fabricantes y comercializadores de productos de PET y otro destinado a los centros de acopio de PET en desuso. *A priori* al desarrollo de estos instrumentos, se determinaron tres dimensiones de análisis: *sustentabilidad económica y ambiental, estrategias de la industria del PET y políticas del Estado de Querétaro*. Estas fueron parte medular del diseño de investigación. Cada una de las dimensiones se conforma de una pregunta, una proposición, variables de investigación e indicadores empíricos. Lo cual se describe detalladamente en el capítulo de metodología.

1.4. Proposición central de la investigación

Se plantea como proposición central de la tesis que: la adopción de la Economía Circular por parte de la industria del plástico PET permitirá que los residuos de polietileno tereftalato sean recuperados, reutilizados o transformados y valorizados, representando una vía hacia la sustentabilidad económica y ambiental para dicha industria.

1.5. Descripción del contenido

La presente investigación se compone de seis capítulos. El primer capítulo aborda la introducción compuesta por la justificación del estudio y planteamiento del problema, los objetivos, una descripción general de la metodología, la proposición central de la investigación y la presente descripción del contenido.

En el segundo capítulo, se localiza el marco de referencia y aproximación teórica al modelo de Economía Circular. Este contempla los antecedentes del fenómeno de estudio, considerando aspectos como el desarrollo sostenible, la economía social y las diversas escuelas de pensamiento que dieron pie al surgimiento del modelo. Al mismo capítulo se suma el origen del enfoque de la Economía Circular, así como su objetivo, definición y

descripción de sus tres principios fundamentales. A su vez, se contemplan las oportunidades económicas que origina dicho modelo. En seguida, se introduce el tema del plástico, abordando su definición, clasificación y características, así como el papel de este material en la Economía Circular. De igual modo, se incluye una sección específica del plástico PET, contemplando datos con respecto a su producción y comercio, así como de su proceso de reciclaje y los impactos económicos que esta actividad envuelve. Posteriormente, se añade una descripción de la industria del PET desde el contexto mexicano y queretano. Por último, con la intención de delimitar y otorgar dirección a esta investigación, se agrega un apartado que enumera las definiciones conceptuales de los términos sobresalientes en los objetivos y preguntas de investigación.

El capítulo tres de la tesis, presenta la metodología. Incluye la selección del método, retoma el planteamiento del problema, describe la definición de la muestra y la selección de los casos de estudio. Adicionalmente, incorpora una breve descripción de cada una de las empresas objeto de estudio. Asimismo, enlista el objetivo general y tres objetivos específicos. Además, enumera la pregunta y proposición central de la investigación y describe cada una de las dimensiones de análisis determinadas, así como las preguntas, proposiciones, variables e indicadores empíricos que se alinean con cada dimensión. Enseguida, se especifican las técnicas de investigación empleadas y se detalla el procedimiento establecido para la codificación de los datos obtenidos mediante las entrevistas. Por último, se despliega el apartado de validez y confiabilidad, en el que se pretende garantizar la confiabilidad y la calidad de la investigación.

Posteriormente, se introduce el capítulo cuatro de resultados. Aquí se presentan los hallazgos obtenidos manteniendo una concordancia con las dimensiones de análisis propuestas y los objetivos de la investigación. Primero, se describe el trayecto efectuado por la industria del plástico PET de la Ciudad de Querétaro en términos de sustentabilidad económica y ambiental. A continuación, se exponen las estrategias instrumentadas por los fabricantes y comercializadores de productos de PET y de los centros de acopio de PET en desuso. Más tarde, se enumeran las leyes, normas y políticas que el gobierno del Estado de Querétaro establece para mitigar la generación de residuos de PET y fomentar su gestión

para obtener un ingreso derivado de los mismos. Posteriormente, se retoman los objetivos planteados, puntualizando cómo estos fueron alcanzados, es decir, se incorpora una descripción del papel de la Economía Circular en la sustentabilidad económica y ambiental de la industria del plástico PET, así como dos aportaciones derivadas de esta tesis; una propuesta basada en el modelo de Economía Circular para la industria en cuestión, que incluye los elementos de sustentabilidad y viabilidad económica, y una propuesta dirigida al Estado de Querétaro en el tema de política económico-ambiental para la industria del plástico.

Más adelante, se exhibe el capítulo cinco, mismo que corresponde a la discusión de los resultados obtenidos. Este, se expone siguiendo el orden de las dimensiones de análisis, intentando empatar o contrastar la información recopilada mediante las diferentes técnicas cualitativas, con la teoría y resultados de las investigaciones de otros autores.

Finalmente, en el capítulo seis de conclusiones se retoman las proposiciones de la investigación, concretando cómo estas fueron o no confirmadas y detallando explicaciones al respecto. Es decir, se aclara cómo la industria del PET de la Ciudad de Querétaro ha logrado integrar los principios de la Economía Circular en su operación; cómo la misma industria ha instrumentado estrategias para la sustentabilidad económica y ambiental; y cómo el Estado juega un papel importante en la solución de la problemática ocasionada por los residuos de PET, así como en el fomento a la valorización de los mismos.

II. Economía Circular: marco de referencia y aproximación teórica

2.1. Antecedentes

El medio ambiente comenzó a presentar importancia internacional alrededor de 1972, cuando se llevó a cabo la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, en Estocolmo, Suecia. A pesar de ello, las actividades encaminadas a integrar el medio ambiente en los planes de desarrollo fueron poco significativas. Sin embargo, la relevancia del tema empezó a abordarse en el entorno científico. No obstante, en el campo político la cuestión fue soslayada y al mismo tiempo, los problemas ambientales como el calentamiento del planeta, la consunción del ozono, la degradación de los bosques, entre otros, resultaron cada vez más graves. Adicionalmente, el economista Ernst Friedrich Schumacher señaló una falla en la economía tradicional que se caracteriza por dejar de lado a la naturaleza en los procesos de decisión política (Martínez-González, 2010). En relación a lo anterior, Ulate (2005) opina que las decisiones sobre desarrollo económico y competitividad, tomadas en el pasado, por los países, ocasionaron y siguen ocasionando consecuencias negativas en el medio ambiente y que apenas hasta hace relativamente poco se ha empezado a notar la proximidad teórica y práctica de los temas de medio ambiente y recursos naturales, con los temas de desarrollo económico, sustentabilidad y competitividad.

En 1983, con la creación de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD), por las Naciones Unidas, se puso en evidencia que la protección al medio ambiente sería una cuestión de supervivencia para el mundo. Cuatro años más tarde, esta comisión, presidida por Gro Harlem Brundtland, emitió un informe titulado *Nuestro futuro común*, donde fueron expresadas las expectativas de la comisión, las cuales se caracterizaban por la construcción de un futuro próspero, justo y seguro en mayor proporción, comparado con la época (CMMAD, 1987). Dicho informe también hacía hincapié en que las actividades empleadas para propiciar el desarrollo estaban ocasionando una crisis medioambiental, por lo que era el momento de enfocarse en ese problema y considerar los factores del medio ambiente dentro del desarrollo económico, de lo contrario el deterioro del primero podría socavar al segundo. Ulate (2005) resalta que, el hablar de desarrollo implica mejorar cualitativa y cuantitativamente la actividad económica involucrada en lograrlo, por

lo que se requiere una eficiencia económica que envuelva la inclusión del marco ambiental y el manejo responsable de los recursos, de lo contrario, la actividad económica impactaría desfavorablemente, ocasionando ‘conflictos ecológicos’. Campuzano, Cortés y Turriago (2011) opinan que la crisis ambiental y los procesos de desarrollo económico de los últimos años han condicionado el bienestar individual y social, por lo que aprueban la inclusión de la economía en la preservación del medio ambiente, argumentando que la definición intrínseca de dicha ciencia hace referencia al cuidado y utilización eficaz de los recursos naturales, así como la distribución equitativa de los mismos. No obstante, Salazar-Barragán y Serna-Mendoza (2006) reflexionan que la forma en la que se está comprendiendo a la economía, desde su punto de vista teórico, ha labrado la crisis ambiental; los autores se refieren al aspecto de racionalidad económica, mismo que han marcado como un factor determinante para dicha crisis, debido a su inclinación hacia el beneficio individual, el cual se manifiesta al momento de tomar una decisión racional basada en las opciones de la teoría de juegos (‘todos cooperan’, ‘nadie coopera’, ‘uno coopera y los demás no’ y ‘uno no coopera y los demás si’), situación en la que el ser humano tiende a elegir lo más conveniente para su beneficio particular, olvidándose del bienestar colectivo, pues se considera a la utilidad como el criterio predominante de decisión, y el fin deseado es que esta sea mayor. Ahora bien, Serna-Mendoza (2010) sostiene que la economía debe generar utilidad para toda la humanidad y su medio ambiente de manera integral, con propuestas óptimas para afrontar los problemas actuales que propicien el crecimiento del bienestar.

2.1.1. Desarrollo sostenible

Una de las aportaciones mayormente conocida en el informe de Brundtland, refiere a la propuesta de un desarrollo duradero basado en límites impuestos a los recursos naturales, la tecnología, la sociedad y la capacidad de la biósfera de absorber las actividades humanas. En el documento se denomina desarrollo sostenible aquel que busca asegurar que la humanidad “satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias” (CMMAD, 1987, p.23). En otras palabras, el desarrollo sostenible o sustentable es el que se presenta en un ecosistema determinado capaz de mantener su progreso continuamente, conservando la vitalidad de sus componentes y funcionamiento (Campuzano *et al.*, 2011). Por otro lado, Del Saz (2008) aclara que el

concepto de desarrollo sostenible ya había sido expuesto *a priori* al informe de Brundtland, aunque de una forma meramente retórica del término. Ilustra que los antecedentes de la percepción de sostenibilidad la representan autores como Thomas R. Malthus en su obra *Economics and Theory of Limits*, considerándolo como pionero en destacar la escasez de recursos que obstaculizan el crecimiento. En este sentido, Naredo (1997) expresa que el éxito del término ‘desarrollo sostenible’ no se debe a su novedad sino a su ambigüedad, debido a que enuncia un deseo bastante general, omitiendo precisiones sobre su contenido o la forma de practicarlo.

No obstante, derivado de la aceptación del término ‘desarrollo sostenible’, se han llevado a cabo reuniones de líderes internacionales como la *Conferencia de la Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*, conocida como *Cumbre para la Tierra*, la cual se presenció en Río de Janeiro en 1992, con el propósito de afirmar una asociación mundial con la participación de países desarrollados y en desarrollo, involucrando tanto al gobierno como a la sociedad civil, planteando el objetivo de lograr un equilibrio entre las necesidades económicas, sociales y medioambientales, del presente y del futuro. Ello fue un hito histórico al considerar el estudio del factor medioambiental en el ámbito económico-empresarial (Balboa & Domínguez, 2014). Asimismo, el suceso fue un “marco de referencia para la generación de políticas empresariales y gubernamentales de cuidado y preservación del medio ambiente y sus recursos” (Campuzano *et al.*, 2011, p.193). Además, desde las declaraciones manifestadas en dicha cumbre, y la evidencia expuesta sobre los conflictos ambientales, se ha resaltado la necesidad de efectuar cambios en la carrera por el desarrollo económico (Ulate, 2005).

2.1.2. Economía Social

Existe una discusión centrada en el cuestionamiento de cómo lograr el desarrollo, y que este sea sostenible. Además, Chaves y Monzón (2018) afirman que la disputa ha puesto en duda la competencia del patrón económico dominante, dando paso a nuevos enfoques, modelos y paradigmas como alternativas de solución. En este sentido, resaltan la relevancia que ha tomado la Economía Social, la cual busca beneficiar explícitamente a la comunidad y sus grupos sociales, mediante la integración de iniciativas económicas privadas, que a su

vez son controladas por estos mismos grupos. Por ende, en las empresas de la Economía Social, los socios también son usuarios de su actividad (Montolio, 2002). Así pues, el sector de la Economía Social está compuesto por formas organizativas de carácter privado, las cuales fueron creadas por personas con la intención de atender sus problemas, demandas y aspiraciones sociales. Dichas empresas poseen estatuto privado y muestran una peculiaridad que las hace diferir de una empresa privada tradicional, cuya base es una lógica de capital (Chaves & Monzón, 2018; Monzón, 2006). Para ilustrar, en las entidades de la Economía Social la cantidad de capital aportada por los socios que la integran no se relaciona de forma proporcional con la toma de decisiones, ya que cada uno de estos socios es considerado como un co-propietario, y la opinión de cada uno tiene una importancia de igual densidad. Es decir, en las entidades de la Economía Social se practica la igualdad de derechos y deberes de los socios (Barea, 1990; Monzón, 1987). Por otro lado, la Economía Social posee una amplia base social combinada con el compromiso de ciudadanía activa, el mejoramiento de la calidad de vida, el desempeño en el desarrollo local, la intención de ser socialmente responsable, el contribuir a la estabilidad de los mercados económicos, entre otros (Puentes-Poyatos & Velasco-Gámez, 2009). De este modo, la Economía Social incorpora dentro de sus principios el desarrollo sostenible, pues pretende crear valor económico al satisfacer eficientemente las necesidades básicas de las personas, valor social al promover la justicia y equidad, y valor medioambiental al procurar la preservación del medioambiente (Arin, 2017).

Ahora bien, Chaves y Monzón (2018) explican que la actual crisis económica, social y medioambiental, encabezada por la deslegitimación del modelo económico imperante y la revalorización de la Economía Social, han originado nuevos paradigmas como el de la Economía Circular que cuestionan el modelo económico tradicional y lucrativo, aclarando que el origen de este último se centra en la necesidad del logro del desarrollo económico de manera armoniosa con el medio ambiente y los recursos naturales escasos que lo conforman. Al mismo tiempo, estos autores exponen que la Economía Circular se aproxima a otras nociones como economía verde, economía ecológica, economía funcional, economía basada en los recursos y economía azul, cuya existencia es transversal al sistema económico y sus sectores público, privado tradicional y la Economía Social, ya que la expectativa de las

actividades de este conjunto, se inclina a que su ejecución sea de forma armoniosa con el medio ambiente. Por otro lado, en un estudio publicado por el Comité Económico y Social Europeo (2016), se señala que la Economía Social y la Economía Circular se relacionan de forma diversa y de manera importante, por ejemplo, los dos modelos centran en sus preocupaciones el bienestar de las personas y el logro del desarrollo sostenible en sus tres dimensiones: económico, social y medioambiental. De igual forma, en dicho estudio se argumenta que las organizaciones de la Economía Social, contribuirán de forma clave para el logro de la Economía Circular.

2.1.3. Escuelas del pensamiento de la Economía Circular

Concordando con la Fundación Ellen MacArthur (2017), la Economía Circular se originó de acuerdo a siete escuelas del pensamiento (**Figura 1**) (Porcelli & Martínez, 2018): ‘Diseño regenerativo’ (Lyle, 1994), ‘Economía del rendimiento’ (Stahel, 2010), ‘Cradle to Cradle’ (de la cuna a la cuna) (McDonough & Braungart, 2008), ‘Ecología industrial’, ‘Biomímesis’ (Benyus, 2012), ‘Economía azul’ (Gunter, 2011), ‘Capitalismo natural’ (A. Lovins, L. Lovins y Hawken, 2008).



Figura 1. Escuelas del pensamiento de la Economía Circular
Fuente: elaboración propia con base en Fundación Ellen MacArthur (2017).

Diseño regenerativo

La filosofía del diseño regenerativo, fue planteada por el profesor de la Universidad P. de Pomona, California, John T. Lyle, y tiene como objetivo la creación de sistemas humanos que no requieran ser desechados (Balboa & Domínguez, 2014). En esta ideología, se estudia a La Tierra, por supuesto, desde una perspectiva científica, percibiéndola como una máquina gigante. De este modo, se analizan cada una de las partes que componen esta gran máquina, para lograr identificar diversos sistemas, es decir, ecosistemas, en los cuales se crean productos que son indispensables para la subsistencia de las especies y que, además, interactúan sin producir desechos (Lyle, 1994). Así pues, al imitar el funcionamiento de un ecosistema es posible diseñar nuevos sistemas de forma regenerativa (Figura 2).

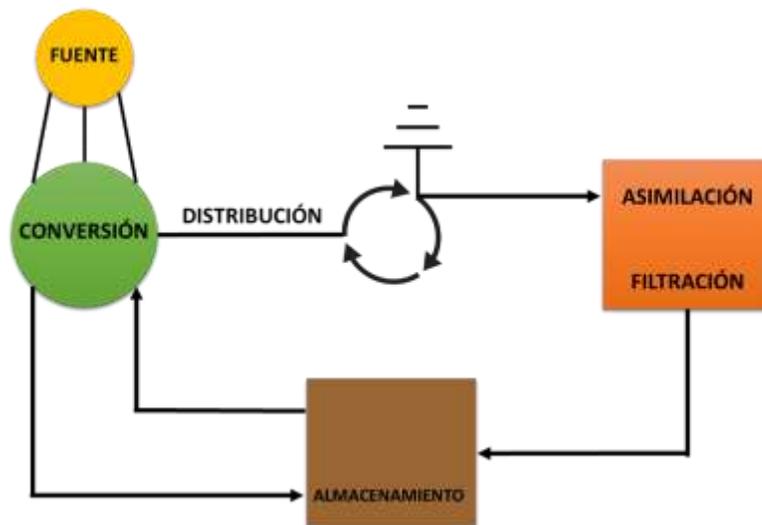


Figura 2. Sistema regenerativo

Fuente: Lyle (1994).

Conversión: cuando los componentes de la naturaleza interactúan con otros elementos de la atmósfera se originan diversos procesos que provocan la transformación de estos componentes en algo más, antes de que desaparezcan, eventualmente, del espacio. Por ejemplo, en el proceso de la fotosíntesis, las plantas absorben el dióxido de carbono y lo transforman en oxígeno.

Distribución: esta actividad es esencial para que cada miembro del ecosistema logre alcanzar los recursos necesarios para su existencia. Los patrones de distribución de la

naturaleza permiten la transportación del agua, la energía y otros materiales a cualquier parte del mundo.

Filtración: el aire, el agua, las plantas y el suelo en los ecosistemas, actúan como filtros para remover aquellos materiales que requieran ser disueltos o transformados con la intención de mantener la pureza del paisaje, originando un sistema natural de tratamiento de desechos.

Asimilación: cada elemento que se ha producido en el ecosistema, vuelve a formar parte del ecosistema mediante la reasimilación. Por ejemplo, la descomposición de restos que origina nutrientes al suelo y a su vez, ayuda al crecimiento de nuevas plantas.

Almacenamiento: algunos materiales de los ecosistemas se mantienen inactivos por algún tiempo, para posteriormente ser reutilizados. Ejemplo de ello es el agua de los acuíferos y lagos, la energía del carbón, gas y petróleo, y los minerales depositados naturalmente en rocas.

Finalmente, cuando se trabaja para alcanzar el desarrollo económico, tanto los procesos como los resultados son únicamente de connotación económica, no obstante, en este cometido se producen efectos en el medio ambiente, mismos que también son pertinentes a considerar de forma esencial dentro de la realidad, ya que el desarrollo impacta, regularmente de forma negativa, en la naturaleza y su sistema. Así pues, considerando que el medio ambiente es parte esencial de la vida humana, el logro del desarrollo debe apoyarse de una evolución del entendimiento de la naturaleza para el diseño de un nuevo ecosistema, en el cual, tanto sus componentes como su estructura, funcionamiento, actividades, patrones de comportamiento de los seres humanos, entre otros, contemplen la conservación de la calidad del medio ambiente y los efectos referentes a los recursos que van a emplearse (Lyle, 1994).

Economía del rendimiento

La economía del rendimiento o *Performance Economy*, fue planteada por el arquitecto Walter R. Stahel (Ellen MacArthur Foundation, 2015). La propuesta de Stahel está dirigida al sector de la economía industrial, especialmente en aquellos países industrializados, con la

intención de incitarlos a innovar en nuevos modelos de negocio para el logro futuro de la competitividad y la sostenibilidad (Stahel, 2010). La Economía del rendimiento, se centra en defender los beneficios de comercializar productos, pero con un enfoque de servicio, es decir, en lugar de vender automóviles, vender movilidad. Esto permitiría que las empresas conservasen la propiedad sobre los productos, y además mantuviesen un mayor control del mismo y del resto de los componentes de su actividad (X. Marcet, M. Marcet & Vergés, 2018).

Asimismo, la motivación de esta filosofía se manifiesta en alcanzar, además de la competitividad, la optimización de los costos de operación, la permanencia a largo plazo y la práctica de una economía cíclica que impacte en el bienestar del medio ambiente, por lo que exige un análisis del costo de los desechos generados por los productos en desuso y de los riesgos que pudieran implicar estos bienes durante toda su vida útil, lo cual representa un incentivo (que podría ser financiero) para que las empresas prevengan la generación de residuos en todos las etapas de su operación, desde el diseño de los productos hasta el desmantelamiento de los mismos (Stahel & Clift, 2016).

La economía del rendimiento ha formulado sus estrategias con base en la prevención (de residuos), el enfrentamiento a la escasez (de recursos), el optar por soluciones inteligentes y sistemáticas, el apoyarse del progreso científico y tecnológico, y la aplicación del conocimiento para la creación de riqueza. Aspectos que ya existían y que fueron desarrollados, inteligentemente, por la economía del conocimiento (Stahel, 2010).

El modelo de negocio de la economía del rendimiento (Figura 3) presenta tres componentes esenciales para su desempeño y el éxito de sus operaciones (Stahel & Clift, 2016):

1. El conservar los derechos de propiedad de bienes y recursos.
2. Las capacidades y potestades del Fabricante Original de Maquinaria (OEM por sus siglas en inglés).
3. Las capacidades del actor económico responsable de la operación y el mantenimiento (O & M por sus siglas en inglés) necesario a un conjunto de bienes.



Figura 3. El modelo de negocio de la Economía del rendimiento
Fuente: Stahel y Clift (2016).

De la cuna a la cuna

El término ‘de la cuna a la cuna’ o ‘*cradle to cradle*’ fue utilizado por primera vez por Walter R. Stahel, pero el desarrollo de su planteamiento se adjudica al químico alemán Michael Braungart y al arquitecto estadounidense Bill McDonough (Prieto *et al.*, 2017). Corresponde a un nuevo paradigma y una perspectiva innovadora para la industria ecológica, cuyo propósito es asegurar que los materiales de los productos que han llegado al final de su vida útil, se reutilicen o reciclen (manteniendo su calidad), y de este modo, eliminar el sistema de generación de residuos de rellenos sanitarios del presente, así como la contaminación de la atmósfera provocada, en parte, por la incineración (Peralta, Aguayo & Lama, 2011).

La idea medular del modelo ‘de la cuna a la cuna’ la compone la eco-innovación en la industria, basada en el comportamiento de la naturaleza, imitando sus ciclos cerrados y metabolismo, pues en estos sistemas, los materiales (biológicos y técnicos) que participan siempre tienen una utilidad y una vía de reincorporación, lo que incurre a que existan cero residuos en estos, en suma, si este *modus operandi* es adaptado a la producción industrial, mediante soluciones (que McDonough y Braungart denominan como eco-eficaces) se logrará

crear un valor añadido, y también habrá una reducción de la degradación ambiental (Peralta *et al.*, 2011).

La eco-eficacia o eco-efectividad que se propone en el patrón de *cradle to cradle* se caracteriza por manifestar soluciones inteligentes y correctas para el diseño del mundo desde una nueva perspectiva que busca apoyarse de la naturaleza (en lugar de controlarla) para aprender, seguir y conservar sus ciclos, comprometiéndose a establecer una interrelación con la misma, lo que implicará que las soluciones eco-eficaces determinadas, consideren tanto los impactos del objetivo como del total de los medios para lograrlo (Giuliano, 2014). En este sentido, se plantea un ciclo eco-efectivo cuyo proceso lo componen cuatro etapas principales: 1) Extracción y la transformación de material; 2) Diseño, desarrollo y fabricación de producto; 3) Ocupación y uso; y 4) Recuperación de materia prima (Figura 4).

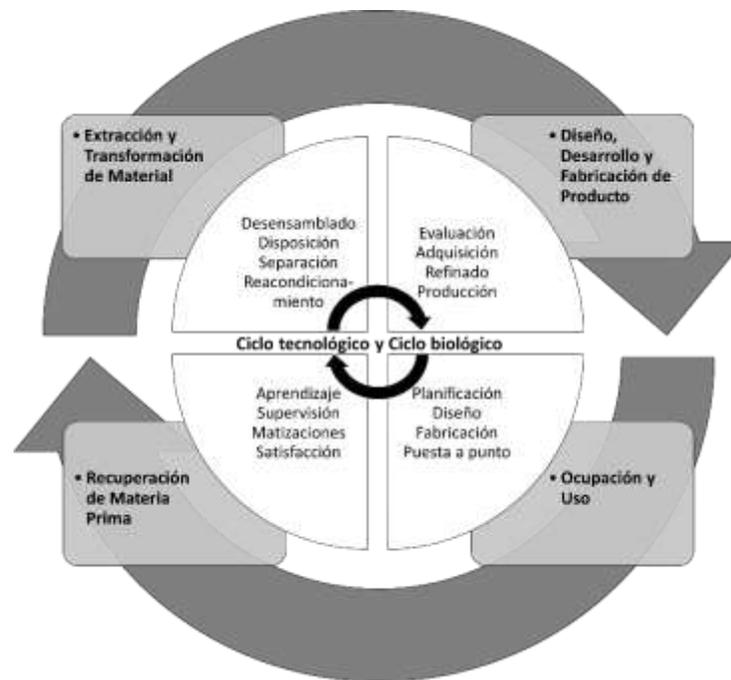


Figura 4. Ciclo eco-efectivo de *Cradle to Cradle*

Fuente: elaboración propia basado en Aguayo, Peralta, Lama y Soltero (2011).

Ecología industrial

La Ecología Industrial (EI), se define como “un área interdisciplinaria que intenta asimilar el funcionamiento de los ecosistemas industriales al de los naturales, con una interrelación entre

industrias, el medio social y natural que tiende a cerrar el ciclo de materia y que tiende al desarrollo sostenible” (Cervantes, 2011, p.59).

El objetivo de la Ecología Industrial, es garantizar el desarrollo sustentable, en cada uno de sus sectores (social, económico y ambiental), a nivel global, regional y local. Además, su implementación requiere de conocer y aplicar sus diversos criterios como: sistema industrial de ciclo cerrado, ahorro en la extracción de recursos naturales y sus usos, la eco-eficiencia, utilización de fuentes renovables de energía, desmaterialización de la economía e inclusión de costos ambientales en bienes y servicios (Cervantes *et al.*, 2009).

Biomímesis

El término biomímesis o biomimética, es definido por el *Biomimicry Institute* como un innovador método que indaga sobre soluciones sostenibles basándose en los patrones y estrategias de la naturaleza, para aprender de ella e imitar su forma, procesos y ecosistemas naturales, con la finalidad de desarrollar diseños más sostenibles (Villamil & Otálvaro, 2019).

La relevancia del enfoque biomimético se distingue por la valoración de los ecosistemas naturales, como modelos referenciales de procesos, actividades y metabolismos circulares y auto sostenibles, los cuales son susceptibles a ser adaptados a diversos contextos sociales, cuyo impacto es un profundo repensamiento del sistema de producción y de organización, contemplando la visión general del bienestar de los ecosistemas naturales (Sierra & Kuiru, 2014).

Economía azul

La premisa de la Economía azul se acentúa en utilizar el conocimiento que se ha obtenido por parte de la naturaleza, durante millones de años, para aplicar dicha información en los ecosistemas del mundo industrial, de manera que estos efectúen sus actividades cada vez con mayores niveles de eficacia, respetando el medio y creando riqueza (Martínez, Mora & Reynoso, 2015).

Capitalismo natural

De acuerdo con la obra *La Ruta Hacia el Capitalismo Natural*, el capitalismo natural busca trasladar la economía de consumo hacia una economía de servicios, además propone reinvertir parte de las ganancias que se obtienen en garantizar la preservación óptima de los recursos naturales, por lo que plantea también múltiples estrategias de negocio, que ofrezcan un uso más eficiente y productivo de estos recursos, buscando así, resolver la mayor parte de los problemas ambientales, mientras se logran aumentar los beneficios de las empresas involucradas (Rodríguez, 2000).

En suma, cada una de las escuelas expuestas ha aportado una pieza importante para el desarrollo del modelo de la Economía Circular, así como una utilidad específica para esta investigación. Particularmente, de las escuelas diseño regenerativo, de la cuna a la cuna y biomímesis se retoma la importancia de concebir sistemas exentos de residuos, donde cada materia que participe sea capaz de transformarse y reasimilarse indefinidamente. Además, otro argumento de utilidad para esta investigación, en el ámbito de dichas escuelas e incluyendo a la Economía azul, es el hecho de que, el desempeño de los ecosistemas naturales debe verse como una herramienta de aprendizaje para el diseño de sistemas de producción y consumo sostenibles. Asimismo, la importancia de considerar a la naturaleza como una aliada para lograr el desarrollo económico, y no como una fuente de recursos que debe ser dominada. Permitiendo que las industrias se desempeñen con mayores niveles de eficacia, respetando el medio y creando riqueza.

Por otra parte, en el ámbito de la escuela del pensamiento de la Economía del rendimiento, esta investigación se apega a su motivación de practicar una economía cíclica, cuyos beneficios se verán reflejados en aspectos de competitividad, optimización de costos de operación, permanencia a largo plazo y en el bienestar del medio ambiente. También, se considera la relevancia de que la generación de residuos, además de ocasionar riesgos de contaminación, implican costes para las empresas, lo cual se percibe como un incentivo de connotación financiera para que estas prevengan la generación de residuos en todas las etapas de su operación.

Por otro lado, de la escuela del pensamiento denominada Ecología industrial, la presente investigación se apega a su objetivo de garantizar el desarrollo sustentable en los sectores social, económico y ambiental, a nivel local regional y global. Del mismo modo, se retoma la necesidad de conocer y emplear un sistema industrial de ciclo cerrado y el ahorro en la extracción y el uso de recursos naturales.

Por último, esta investigación se asocia a la filosofía del Capitalismo natural con respecto al cometido de considerar invertir para asegurar la preservación óptima de los recursos naturales, originando nuevas estrategias de negocio que estén enfocadas en el uso más eficiente y productivo de los recursos, aumentando los beneficios de las empresas y resolviendo problemas ambientales.

2.2. La Economía Circular como modelo económico alternativo

La Economía Circular surge como la propuesta de un modelo económico alternativo al modelo económico tradicional o lineal de crear, consumir y tirar, poniendo en evidencia la insostenibilidad de este último (Arroyo, 2018; Clemente, 2018; Porcelli & Martínez, 2018). El origen de su enfoque se remonta a 1976, en el encuentro de la Comisión Europea donde Walter R. Stahel y Geneviève Reday, hablaron sobre una economía de bucles (o Economía Circular), para luego publicar un informe final que abordaba el tema titulado *Jobs for Tomorrow, the Potential for Substituting Manpower for Energy*, donde se expresaba su impacto en la competitividad económica, prevención de residuos y ahorro de recursos (Arroyo, 2018). Aunque fue tomando mayor relevancia hasta 1990 cuando Pearce y Turner, en su obra *Economics of Natural Resources and the Environment*, formularon y difundieron el término 'Economía Circular', explicando su funcionamiento como un flujo económico cerrado (Prieto, Jaca & Ormazabal, 2017; Comité Económico y Social Europeo, 2016).

El objetivo de la Economía Circular involucra el generar la prosperidad económica y la protección al medio ambiente, lo que facilitará el desarrollo sostenible. Asimismo, la Economía Circular se señala como un paradigma que se ve en la necesidad de plantear estrategias para lograr la sostenibilidad ambiental, considerando a su vez, los retos sociales y económicos actuales, por lo que demanda un cambio de pensamiento empresarial, político y científico (Prieto *et al.*, 2017).

El modelo de la Economía Circular se manifiesta incorporando otros eslabones a la cadena productiva y de comercialización, como el reciclaje y la reutilización, esperando que cada actividad se practique con responsabilidad ecológica y que los productos que sean puestos en el mercado, una vez finiquitada su vida útil, regresen a formar parte del proceso para convertirse en nuevos bienes, originando así un flujo de forma cíclica de materiales, productos y componentes (Marcet *et al.*, 2018). En este sentido, el propósito de la Economía Circular destaca en la reducción de la explotación de recursos naturales, a fin de afrontar el inconveniente de los recursos finitos, buscando nuevas fuentes que provean de materia prima. Al mismo tiempo, espera enfrentar un problema de contaminación originado por la inmoderada generación de residuos, proponiendo modelos de negocio enfocados a ser más ecológicos (Clemente, 2018).

La Economía Circular se basa en tres principios fundamentales (Arin, 2017; Ellen MacArthur Foundation, 2015; Porcelli & Martínez, 2018):

Principio 1: preservar y mejorar el capital natural controlando las reservas finitas y equilibrando los flujos de recursos renovables. Con la práctica de un sistema circular se espera la disminución de la sobreexplotación de recursos naturales, enfocada en la racionalidad sensata de los mismos y un mayor uso de recursos secundarios provenientes de los materiales reciclados o reutilizados que *a priori* componían un producto que llegó al fin de su vida útil. Además, este principio alienta la desmaterialización de la utilidad, lo que puede lograrse, si de forma óptima, se ofrece una utilidad de forma virtual.

Principio 2: optimizar el rendimiento de los recursos, mediante la circulación de los productos, componentes y materiales en uso, a su máxima utilidad en todo momento en ambos ciclos, técnico y biológico. Este sistema circular, demanda el diseño de productos con características que faciliten la refabricación, el reacondicionamiento y el reciclaje, considerando que los productos se componen de materiales biológicos y técnicos. Para ilustrar, los materiales biológicos se refieren a aquellos que se pueden reincorporar de manera segura a la biósfera, mientras que los técnicos son incapaces de hacerlo, pero mediante determinados procesos sería posible reintegrarlos a la cadena de producción. En este sentido,

un sistema circular aumenta la vida útil de los productos y optimiza su reutilización, por lo que es posible generar y/o extraer valor adicional.

Principio 3: fomentar la eficacia de los sistemas, detectando y eliminando del diseño, los factores externos negativos. Con esto se busca disminuir los daños en los sistemas, incluyendo los ámbitos de las necesidades humanas, gestionando aquellos fenómenos externos que los afecten, como la generación de residuos y la contaminación.

2.2.1. Oportunidades económicas de la Economía Circular

De acuerdo con Ruiz-Saiz-Aja *et al.* (2016) la Economía Circular es una economía en la que se maximizan los recursos disponibles (que pueden ser tanto materiales como energéticos), buscando que estos subsistan el mayor tiempo en el ciclo productivo. Además, esta aspira a prevenir la generación de residuos y, en el caso de aquellos que no se pudieron evitar, pretende aprovecharlos al máximo. Desde esta perspectiva, se crea la ventaja de emplear esos residuos como recursos disponibles, obteniendo la oportunidad de hacer frente a problemas derivados de la economía lineal como el riesgo relacionado con el suministro debido a la dependencia de materias primas vírgenes, así como sus altos precios y volatilidad. Entre otros inconvenientes resalta la pérdida significativa de capital natural, pues los recursos de la naturaleza están sobreexplotados, a pesar de que se sabe que no son infinitos. Así pues, la Economía Circular pretende además de beneficios económicos, beneficios ambientales y hasta sociales (Ruiz-Saiz-Aja *et al.*, 2016).

En este sentido Aguilera-Klink (1996) argumenta que:

la economía real no es un sistema cerrado en el que únicamente lo monetario tiene sentido (...) Muy al contrario, la economía está inserta en la Biosfera y —como cualquier otra actividad humana— los procesos económicos inevitablemente tienen lugar dentro de ella. En otras palabras (...) la economía se preocupa por la dependencia que tiene el hombre de la naturaleza y de sus semejantes para poder subsistir, es decir, estudia el intercambio con el medio ambiente natural y social, en la medida en que este intercambio tiene como resultado proporcionarle medios para la satisfacción de las necesidades

materiales (...) Esto hace referencia a la existencia de una cierta noción de comunidad o de interdependencia entre economía, medio ambiente y sociedad. (p.14-15)

Ahora bien, Salazar-Barragán y Serna-Mendoza (2006) disertan que, si una economía se enfoca esencialmente en la búsqueda de utilidad, su fundamento es una teoría subjetiva del valor, haciendo que los agentes que toman decisiones, manifiesten una tendencia a la acumulación de capital y a un desarrollo ilimitado de la capacidad productiva, dejando de lado la satisfacción de las necesidades de la sociedad, impactando en un desequilibrio entre las capacidades de producción y consumo. En relación a esto, Pérez-Hurtado y Toriz-García (2017) enfatizan que ha llegado el momento de trasladarse hacia patrones de producción y consumo sostenibles, considerando la reestructuración de cada una de las actividades implicadas en la cadena de valor de los distintos productos, que parta de la extracción hasta el fin de la vida útil. De lo contrario se agravará aún más el problema de la degradación ambiental y la escasez de recursos.

Lo anterior hace referencia a ‘la tragedia de los comunes’ (Hardin, 2004). Un escenario en el que no se conoce el valor real del medio ambiente, además de que no tiene una propiedad definida, por lo que los agentes económicos y la sociedad tienden a abusar del mismo, ya que se goza de una libertad de uso de sus recursos, lo que lleva a su explotación irracional y su agotamiento. Por el contrario, si se estuviera al tanto de su precio, o bien, si se determinara un costo por el uso de los recursos naturales, procurando que este no fuera inferior al que corresponde, posiblemente las acciones del ser humano serían distintas (Salazar-Barragán & Serna-Mendoza, 2006). Cabe resaltar que ‘la tragedia de los comunes’ pondera un problema de eficiencia en el que un recurso común, utilizado por una multitud de agentes económicos, generalmente sin restricciones, ocasiona una externalidad negativa recíproca, es decir, costos para estos agentes sin la alternativa de compensar a los afectados (Coloma, 2003).

En síntesis, es claro que ha dejado de ser una opción continuar con el desarrollo de una economía dependiente de recursos naturales limitados, destinada a acabar con las fuentes para la producción y que, además, deteriore el entorno (Pérez-Hurtado & Toriz-García,

2017). Por ello, optar por una alternativa como el modelo de la Economía Circular, ha cobrado cada vez mayor relevancia, pues una economía de esta clase atenúa las necesidades de nuevos recursos. También, aminora las presiones y las huellas ambientales (Castroviejo-Bolívar, 2016).

Así pues, La Economía Circular no únicamente representa beneficios ambientales, sino que también facilita beneficios económicos y sociales (Ruiz-Saiz-Aja *et al.*, 2016). Dentro de los beneficios, en términos económicos, sobresalen la mejora en la seguridad del suministro al reducir la demanda de materias primas vírgenes y la dependencia de las importaciones, pues se estaría contando con fuentes alternativas de recursos. De igual forma, surgen oportunidades en el campo de la innovación, crecimiento económico y creación de empleo (Castroviejo-Bolíbar, 2016).

La Fundación Ellen MacArthur enfatiza cuatro oportunidades económicas derivadas de la práctica de una Economía Circular, resaltando que estos beneficios representan importantes motivos para que dar pie a una transición acelerada hacia el modelo. Dichas oportunidades económicas se enlistan a continuación (Ellen MacArthur Foundation, 2015, p.10-11):

1. Crecimiento económico: se lograría primordialmente a través de una mezcla entre mayores ingresos procedentes de las actividades circulares emergentes y menores costos de producción derivados de un uso más productivo de insumos. Ambos aspectos impactan directamente al suministro de insumos, la demanda y los precios de los distintos sectores de la economía, lo cual provoca diversos efectos indirectos capaces de incrementar el crecimiento. Por ejemplo, el aumento del gasto y de los ahorros, lo que deriva un incremento de la renta familiar, impactando a su vez, en una mayor remuneración de la mano de obra. La combinación de dichos efectos contribuye a una variación positiva del PIB (con el cual se mide el crecimiento).
2. Grandes ahorros netos en costes de materiales: se estima que la posibilidad de ahorros netos anuales, en los costos de materias primas para la producción de bienes de consumo de alta rotación (alimentos, bebidas, productos de cuidado

personal, entre otros), tiene un potencial de hasta 700 mil millones de dólares, en todo el mundo.

3. Potencial de creación de empleo: el contexto favorable en el empleo se deriva de la expectativa de la intensificación de la mano de obra en actividades de reciclaje, así como de refabricación (que también demanda puestos de trabajo altamente cualificados). Sin limitarse al reciclaje y a la refabricación, el crecimiento del empleo en un contexto de Economía Circular se considera amplio y diverso, ya que influye en la creación de otros puestos, en sectores industriales, como el desarrollo de actividades de logística inversa, lo cual propicia una mayor necesidad de innovación y emprendimiento. Por otra parte, favorece la expansión de la economía de servicios. En este sentido, se manifiestan oportunidades tanto para las grandes corporaciones como para las pequeñas y medianas empresas.
4. Innovación: la visión de reemplazar productos unidireccionales por aquellos ‘circulares por diseño’, así como crear redes de logística inversa, entre otros sistemas que amparen la Economía Circular, resultan poderosos estímulos para el surgimiento de nuevas ideas. En otras palabras, las ventajas de una economía más innovadora se traducen en “mayores tasas de desarrollo tecnológico, materias, mano de obra y eficiencia energética mejoradas, y más oportunidades de beneficios para las empresas”.

De la misma manera, Ellen MacArthur Foundation (2015) destaca diversas oportunidades para el sector empresarial. Entre ellas se encuentran las siguientes:

Oportunidad de mejorar los ingresos

Se presenta la oportunidad de reducir los costos de las materias primas, lo que se traduce en márgenes de utilidad mayores para el negocio. Así mismo, existe la posibilidad de generar flujos de ganancias totalmente nuevos, originados por el potencial desarrollo de nuevas propuestas de valor para el mercado, con el enfoque de la Economía Circular.

Menor volatilidad y mayor seguridad del suministro de insumos

La práctica de la Economía Circular supone una menor utilización de materias primas vírgenes y, en su lugar, un mayor uso de materiales reciclados. Esto comprime el riesgo que implica la volatilidad en los precios de las materias primas, al cual las empresas están expuestas. Además, se genera una mayor resiliencia por parte de estas. De igual forma, disminuye la amenaza de afectaciones en la cadena de suministro, ocasionada por desastres naturales u otros desequilibrios, pues se cuenta con fuentes alternativas de materiales.

Nueva demanda de servicios empresariales

Practicar una Economía Circular concebiría demanda de nuevos servicios por parte del sector empresarial. Por ejemplo: ‘recogida y logística inversa’, servicio pendiente de identificar el fin de la vida útil de los productos y capaz de reintroducirlos en el sistema de producción; ‘plataformas revendedoras de productos’, servicio que facilite el alargamiento de la vida útil de los productos, mediante su reutilización, y; ‘fabricación de piezas y componentes para el reacondicionamiento de productos’, servicio que ofrezca conocimiento especializado para el acopio de productos en desuso, desmontaje, reacondicionamiento e integración en el proceso productivo. Así como servicios especializados para el desarrollo de componentes necesarios para el funcionamiento adecuado de los productos reincorporados.

Mayor interacción y lealtad de los clientes

Ofrecer soluciones circulares como los alquileres, motiva una relación de más largo plazo con los clientes, pues los periodos de vida útil de estas soluciones, en la Economía Circular, suelen ser más largos. Esto también contribuye a que la cantidad de contactos se incremente. En este sentido, las empresas tienen la oportunidad de crear una mayor y creativa interacción con sus consumidores, así como identificar más fácilmente patrones que los ayuden a mejorar sus productos y servicios, para brindar una mayor satisfacción al cliente.

2.3. El plástico

El plástico es un término procedente del griego y significa ‘que puede ser moldeado por el calor’. Este también es comúnmente denominado como polímero, ya que es un producto orgánico, hecho a base de carbono, con moléculas de alto peso o cadenas largas. Se identifican tres categorías de plásticos: plásticos naturales, aquellos provenientes de la

naturaleza como resinas de árboles que pueden ser moldeados utilizando calor; plásticos semisintéticos, los derivados de productos naturales, pero son alterados mezclándolos con otros materiales; y plásticos sintéticos, los resultantes de modificar la estructura molecular de materiales a base de carbono como el petróleo crudo, carbón o gas (Góngora-Pérez, 2014).

En la actualidad existen una gran cantidad de tipos de plásticos, por lo que es señalado como un material con gran versatilidad, fácil procesamiento, además, de bajo costo. Esto origina que los plásticos sean un componente importante para diferentes aplicaciones como la medicina, el transporte, las telecomunicaciones, la agricultura, el envasado, el embalaje y un gran número de artículos de consumo (Vázquez-Morillas *et al.*, 2018).

2.3.1. Clasificación de los plásticos

Debido a que los plásticos son ampliamente utilizados en el día a día, existe una gran variedad de estos polímeros en el mercado. Consecuentemente, la generación de residuos plásticos ha ido en aumento, por lo que surgió la necesidad de crear un sistema de códigos que permitiera una clasificación de plásticos, especialmente, de recipientes plásticos (García, 2008). Este sistema, que ayuda a identificar el tipo de plástico con el fin de facilitar su reciclaje, se distingue por asignar un número y una abreviatura a cada clasificación (Figura 5).



Figura 5. Sistema de códigos para la clasificación de los plásticos
Fuente: García (2008, p.79).

2.3.2. La biodegradación y el compostaje del plástico

Los plásticos considerados biodegradables son aquellos que se degradan por microorganismos, bajo condiciones específicas, hasta transformarse en bióxido de carbono o metano, resultado conocido como mineralización. Este proceso, es dependiente tanto de los materiales que conforman el plástico como de las condiciones ambientales. Por ejemplo, la biodegradabilidad de un plástico será mayor si su cadena principal se compone de oxígeno y otros átomos distintos al carbono. Además, entre más simple sean las cadenas de los plásticos, estos serán más fácilmente asimilados por los microorganismos. Asimismo, estos microorganismos deben ser aptos para biodegradar los plásticos y estar en un ambiente adecuado de humedad, temperatura y presencia de nutrientes para propiciar su existencia y desarrollo. Dichas condiciones se cumplen adecuadamente en un proceso de compostaje (Vázquez-Morillas *et al.*, 2018).

Por otra parte, los plásticos compostables podrían ser los fabricados tanto de recursos renovables como las plantas, como los fabricados de elementos no renovables como el petróleo o el gas natural. Sin embargo, para que un plástico sea compostable, debió ser

diseñado *ex profeso* para biodegradarse en un proceso de compostaje (Vázquez-Morillas *et al.*, 2018).

2.3.3. El plástico en la Economía Circular

La Economía Circular del plástico contempla los aspectos de diseño, uso y reúso del material. Estos deben conformar un sistema enfocado a evitar la pérdida de valor del material en su cadena de utilización, y a prevenir la generación de basura y contaminación por plástico (Ellen MacArthur Foundation, 2017).

Los plásticos poseen diversas características que lo hacen ser parte importante en la Economía Circular, pues mantienen los recursos ya que pueden recuperarse y transformarse en nuevos productos. En otras palabras, aunque un producto hecho de plástico haya llegado al final de su vida útil, se puede recuperar y aprovechar el valor de su material durante un largo periodo de tiempo, para fabricar nuevos productos. Para ello se requiere haber adoptado un diseño circular, es decir, que se hayan elegido materiales apropiados para el diseño del producto, y contar con sistemas apropiados de recuperación (EcoPlas, 2019).

El impacto que los residuos de plástico generen al ambiente dependerá de la forma en la que se lleve a cabo su manejo. En este sentido, se debe procurar optar, primero, por su reducción o minimización (racionalizar los productos de plástico de un solo uso y favorecer aquellos con vida útil prolongada). Segundo, por su reutilización o reúso (volver a usar el producto sin aplicarle alguna modificación a su diseño original). Tercero, por su reciclaje (someter los residuos plásticos a ciertos procesos que restauren su valor económico y se conviertan en materias primas secundarias). Cuarto, por su valorización energética (aplicar la capacidad calorífica de los plásticos para obtener energía que se utilice como combustible). Y quinto, pero menos deseado, por su disposición final (evitar arduamente la liberación de residuos plásticos al ambiente) (Vázquez-Morillas *et al.*, 2018).

2.3.4. El plástico PET

El polietileno tereftalato, mejor conocido como PET, es un poliéster obtenido mediante una reacción de policondensación entre el ácido tereftálico (TA) y el etilenglicol (Cobos, 2016). “Un kilogramo de PET está compuesto por 64% de petróleo, 23% de

derivados líquidos de gas natural y 13% de aire” (Mansilla-Pérez & Ruiz-Ruiz, 2009, p.125). El PET, principalmente se utiliza como un envase, y se caracteriza por su ligereza, resistencia mecánica a la compresión y caídas, también presenta alto grado de transparencia y brillo (con efecto lupa), conserva el sabor y aroma de su contenido y puede ser esterilizado. Además, cumple como una barrera contra ciertos gases que podrían dañar lo que contiene. Por otro lado, es cien por ciento reciclable y se considera como un plástico de alta calidad con el potencial para ser reutilizable (Hachi-Quintana & Rodríguez-Mejía, 2010).

Adicionalmente, el PET es un material resistente al deterioro, requiere temperaturas superiores a doscientos grados centígrados para descomponerse, sin embargo, se puede ver afectado por la oxidación, el ozono, la radiación ultravioleta, la humedad, y puede presentar hinchamiento y grietas notables causadas por líquidos orgánicos, que regularmente contiene un envase de PET. En este sentido, la degradación del polietileno tereftalato puede ser causada por agentes de naturaleza física, es decir, cargas, calor, luz y otros efectos químicos (oxidación e hidrólisis) (Posada-Bustamante, 1994).

2.3.5. Producción y comercio del PET

De acuerdo con García-González, Muñoz-Bautista e Hidalgo-Gallardo (2018), México es un importador de manufacturas de plástico, además de ser el país con el mayor déficit de comercio. Particularmente, el volumen de producción de polietileno tereftalato (PET), en el 2019 disminuyó 6.5% en comparación con el año anterior. Además, las importaciones también decrecieron 20.6%. Por el contrario, las exportaciones aumentaron 20.5%. Por tanto, el consumo nacional aparente retrocedió 26.27% (Tabla 1) (Asociación Nacional de la Industria Química [ANIQ], 2019).

Tabla 1.

Producción y comercio de PET en México (toneladas)

Año	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Producción	1,111,327	1,063,804	1,033,141	883,651	971,051	1,058,711	989,063
Importación	48,244	54,536	66,807	58,383	97,330	165,513	131,401
Exportación	359,842	455,779	458,066	443,789	411,913	465,833	561,349

Tabla 1 (Continuación).

Consumo nacional aparente	799,730	662,561	641,882	498,246	656,468	758,391	559,115
---------------------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Fuente: elaboración propia con base en ANIQ (2019).

Del mismo modo, la balanza comercial al cierre del año mostró un crecimiento de 9.93% respecto al periodo anterior, marcando un diferencial de 35.6 millones de dólares, a consecuencia de una disminución de las importaciones de 27.9% y de 4.8% en las exportaciones (**Error! Not a valid bookmark self-reference.**) (ANIQ, 2019).

Tabla 2.

Balanza comercial del PET en México (miles de dólares)

Año	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Importaciones	89,527	95,306	93,769	76,270	121,992	231,070	166,502
Exportaciones	568,629	688,432	535,866	457,872	462,344	590,235	561,348
Balanza comercial	479,102	593,126	442,097	381,601	340,353	359,165	394,846

Fuente: elaboración propia con base en ANIQ (2019).

2.3.6. Reciclado de plástico PET

Desde la percepción de Medina (1999), “El reciclaje es una respuesta adaptativa a la escasez, una actividad económica en la cual individuos y sociedades tratan de hacer un uso más eficiente de los recursos” (p.11). Más específicamente, el reciclaje radica en otorgar un aprovechamiento a los residuos sólidos para obtener de estos una materia prima capaz de ser incorporada, directamente, a un ciclo de producción o de consumo (Sanmartín-Ramón, Zhigüe-Luna & Alaña-Castillo, 2017). En otras palabras, el reciclaje consiste en someter los residuos a un procesamiento físico, biológico o químico, de manera que se conviertan en materia prima que pueda ser utilizada para crear nuevos productos (Medina, 1999). En este sentido, el reciclado de PET es la reintegración de este polímero, como materia prima, en un nuevo ciclo productivo (Mansilla-Pérez & Ruiz-Ruiz, 2009).

El reciclado de residuos de polietileno tereftalato (PET) puede darse a través de un proceso de reciclado mecánico o de reciclado químico. El primero, considerado como el

mayormente usado, es un proceso físico de recuperación de PET post consumo, cuya técnica consiste en la separación, molienda y lavado, secado, aglutinación (compactar el plástico), extrusión (moldeado del plástico) y granulación; que es la obtención de una resina PCR (Post Consumo Reciclado) o pellets reciclados (Figura 6). El segundo, consiste en descomponer el PET post consumo en productos similares al petróleo, combustibles y gases, los cuales son utilizados por la industria petroquímica para la producción de materia prima plástica (EcoPlas, 2019).



Figura 6. Etapas del reciclado mecánico
Fuente: EcoPlas (2019, p.7).

2.3.7. Impactos económicos del reciclaje de PET

El reciclaje de residuos de PET ha sido identificado como una importante oportunidad de negocio, a consecuencia de la abundante presencia del material y constante uso en la producción de un gran número de bienes de consumo (García-González *et al.*, 2018). Específicamente, el reciclaje de botellas de PET post consumo, además de contribuir en gran escala a la reducción del volumen de basura, representa una oportunidad para la creación de negocios de alta rentabilidad en el reciclado de plásticos (Cristán-Frías, Ize & Gavilán, 2003). A tal efecto, la popularidad del reciclaje de plásticos en la actualidad ha propiciado el

desarrollo de modelos de negocio inclinados a esta tendencia, lo cual se ha visto impactando directamente a América Latina, generando inversiones multimillonarias para el establecimiento de centros de reciclaje de última tecnología. Por ejemplo, la compañía Enka en Colombia, San Miguel Industrias (SMI) en Perú, Enkador en Ecuador, New World Recycle en Costa Rica y PetStar en México (Almeda-Terrazas *et al.*, 2018).

En particular, los envases de PET (reciclables y reciclados) mantienen un valor económico posterior a su uso, lo cual, en México, impacta en la generación de más de 3 mil empleos directos y 25 mil empleos indirectos. Además, la actividad del reciclaje conforma en el país una cadena de valor, integrada por pepenadores, acopiadoras y transformadores de botellas de PET en desuso, que da lugar a la creación de nuevas botellas u otros productos como ropa y calzado (Asociación Nacional de Productores de Refrescos y Aguas Carbonatadas [ANPRAC], 2021). Adicionalmente, como complemento a la lista de productos que se manufacturan con PET reciclado destacan el combustible alterno, la madera plástica, los envases de productos no alimenticios (y alimenticios), la lámina plana, la lámina para termoformado y el fleje (cinta para la sujeción de cargas) (García-González *et al.*, 2018). Para ilustrar, del porcentaje de PET que se recicla en México, el 53.9% se utiliza para fabricar envases de grado alimenticio, el 21.5% en la producción de lámina de termoformado y fleje, mientras que el 13% se usa para fabricar fibras diversas, y el 11.6% restante para crear envases no alimenticios (PetStar, 2020).

De acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología (2002), la cadena productiva que involucra al plástico PET se conforma de cinco actores: 1) Resineros o proveedores de la resina PET (empresas que fabrican la resina de PET a partir de ácido tereftálico y etilenglicol, mediante elevada temperatura y presión para obtener el material en un estado amorfo, y luego cristalizarlo y polimerizarlo, incrementando su peso molecular y viscosidad, formando los pellets de la resina); 2) Transformadores (empresas que usan la resina virgen y fabrican una 'preforma' mediante un proceso de inyección, es decir, la inyección del polímero fundido en la cavidad de un molde, obteniendo una pieza transparente, sin deformaciones y dimensiones exactas, utilizada en la fabricación de envases); 3) Usuarios fabricantes de envases (empresas que aplican la preforma como insumo, calentándola, estirándola y soplándola para producir

envases, además como parte del proceso se incluyen las actividades de llenado y sellado de los productos para consumo); 4) Consumidores (quienes adquieren los productos envasados); 5) Transformadores de PET reciclado (empresas que someten el PET post consumo a un reciclaje mecánico (primordialmente), clasificándolo, lavándolo, triturándolo y secándolo, es decir, preparándolo adecuadamente para su uso en diversas industrias).

En relación a los transformadores de PET reciclado, Jiménez-López, Puerto-Salgado y Chan-Magaña (2018), en su estudio respecto a la viabilidad de la instalación de una planta para el reciclado de PET, concluyen, en su análisis de rentabilidad, que este tipo de proyecto es atractivo y viable en diversos aspectos, esencialmente en el económico, ya que se logra crear una empresa que genera utilidades, catalogada como un negocio rentable. Asimismo, señalan que la hojuela de PET reciclado es una oportunidad para las industrias que utilizan este material como insumo, ya que es más barato que el PET virgen. No obstante, asientan en que existen temporadas donde la diferencia de precio entre la resina reciclada y la virgen es reducida, lo cual se debe a que México produce resina virgen de buena calidad y a bajo costo.

En el pasado 2019, México presentó una demanda de PET de 900 mil toneladas; el 75% fue PET virgen y el 25% PET reciclado. Sin embargo, se detecta que la segunda está desplazando a la primera. Por ejemplo, las proyecciones de Alpek Polyester México (líder global en la producción de resina de PET), para los cinco años siguientes a 2020, anticipan un crecimiento promedio anual de 2%, especialmente por la demanda de resina reciclada para la fabricación de botellas, derivado del compromiso de grandes marcas por alcanzar su meta de incorporar contenido reciclado en la creación de sus envases de PET. No obstante, a consecuencia de un proyecto de producción de resina virgen, planeado para 2022 en Corpus Christi, Estados Unidos, se aumentará 1.1 millones de toneladas de PET virgen en el mercado, y contemplando el exceso de oferta del material por parte de Asia, se pronostica que el precio de la resina virgen será más competitivo en los siguientes años, en comparación con la resina reciclada, pues afrontará un incremento en su costo debido a que presentará una mayor demanda (Tecnología del Plástico, 2020).

Ahora bien, es importante mencionar que, dentro de las cualidades más destacadas del PET, partiendo desde la perspectiva del reciclaje, sobresale que este material es una resina de condensación, lo que hace que su costo sea mayor que el de otras resinas de consumo masivo (como policloruro de vinilo, poliestireno de alto impacto, poliestireno cristal, etc.). Por ello, se considera que cada kilo de PET recuperado posee un valor mayor en el mercado de reciclados (Tecnología del Plástico, 2011).

Sobre dicho particular, surgió en 2002 la asociación civil Ecología y Compromiso Empresarial (ECOCE), con la intención primordial de recuperar y valorizar los residuos de envases de PET, evitando destinarlos a vertederos (Quezada-López, 2020). Así, desde su establecimiento, ECOCE ha sido protagonista en el desarrollo de un mercado en el país de recuperación de PET, afianzando los precios a través de garantías pagadas a sus recolectores oficiales, por los envases post consumo recopilados (Schwanse, 2011).

Del mismo modo, Arca Continental (embotelladora más grande de América Latina), se ha interesado por promover la Economía Circular y la sustentabilidad de los empaques a través del reciclaje de botellas de PET post consumo, pues con esto logra obtener una ventaja competitiva que genera valor económico (así como social y ambiental). Asimismo, ha combinado esfuerzos con ECOCE y sus socios para que la resina PET reciclada respalde un entorno de mayor estabilidad en el precio del insumo, ya que se ha requerido afrontar la volatilidad de los precios de la resina de PET virgen, causados por los cambios en el precio del petróleo (BANORTE, 2019).

No obstante, recientemente el precio del PET virgen ha disminuido a \$500-600 USD por tonelada, mientras que el precio del PET reciclado ha llegado a \$1,000 USD por tonelada (Hicks, 2020). Esto genera que las empresas que utilizan el PET como insumo para la fabricación de sus productos señalen que la producción con resina de PET virgen sea de menor costo que si se utiliza resina reciclada. Aun así, las grandes marcas con compromisos de sustentabilidad continúan demandando el polietileno tereftalato reciclado. Sin embargo, actualmente, derivado de la caída del precio del petróleo, inducida por la contingencia sanitaria del coronavirus, fabricantes de resina de PET han optado, deslealmente, a mezclar

plástico virgen de menor costo, vendiéndolo como material cien por ciento reciclado. Dinámica de mercado que se ha suscitado principalmente en China (Hicks, 2020).

2.4. La industria del PET

La industria del plástico en México factura 25 mil millones de dólares al año, contribuye con el 2.3% del PIB nacional y genera 150 mil empleos. Asimismo, agrupa aproximadamente 2 mil empresas, de las cuales 50% se dedican a la producción de envases. El PET es uno de los principales materiales que se utiliza para la elaboración de estos envases, primordialmente para la fabricación de botellas empleadas en el envasado de refrescos y agua purificada, así como alimentos y productos de limpieza del hogar (Plastics Technology, 2016).

La industria de los envases de polietileno tereftalato (PET) ha crecido considerablemente en años recientes. En México, anualmente se consumen aproximadamente 200 mil toneladas de botellas de este tipo de plástico (175 botellas por habitante); de las cuales un 70% son producidas en el país y la cantidad restante se importa desde Asia (Juárez, 2021). México es señalado como el segundo país consumidor de PET en el mundo, lo cual se debe a la alta ingesta de bebidas embotelladas en el país. Esto también representa un impacto ambiental negativo, pues únicamente el 50.4% del material que se usa para contener las bebidas, es reciclado y lo restante se convierte en residuos que es depositado en la vía pública, carreteras, bosques y playas (Serrano-Gutiérrez, 2018).

Adicionalmente, las empresas embotelladoras del país, que constituyen 120 plantas de producción y 415 centros de distribución, tienen un impacto productivo de 778 mil millones de pesos, lo equivalente a 3.3% del PIB nacional. Estas embotelladoras demandan 450 mil toneladas de resina de PET, como materia prima (ANPRAC, 2019). Como parte de las embotelladoras sobresaliente del país se encuentran EMBOTELLADORA AGA, ARCA CONTINENTAL, BEPENSA BEBIDAS, BEBIDAS REFRESCANTES DE NOGALES, COMPAÑÍA EMBOTELLADORA DEL FUERTE, CORPORACIÓN RICA, EMBOTELLADORA DE COLIMA, FERSAN, NAYAR, EMBOTELLADORA GEPP, GRUPO PEÑAFIEL, INDUSTRIA ENVASADORA DE QUERÉTARO, JAROCHITO Y TEHUACAN BRILLANTE.

Particularmente, en la Ciudad de Querétaro, dentro del universo de empresas fabricantes de envases de PET destacan ESCOWILL, GRUPO ENVASES, CAJAPLAX, MEGAEMPACK y PLÁSTICOS NOVA. En la lista de comercializadores (distribuidores) se encuentran empresas como ENVASES Y ALGO MÁS, ENVASES PLASTIC-GLASS, HB PLASTIC, IAQRO ENVASES, así como otras microempresas vendedoras del insumo como ENVASES ALFIL y ENVASES PLÁSTICOS DAVAL (Figura 7).

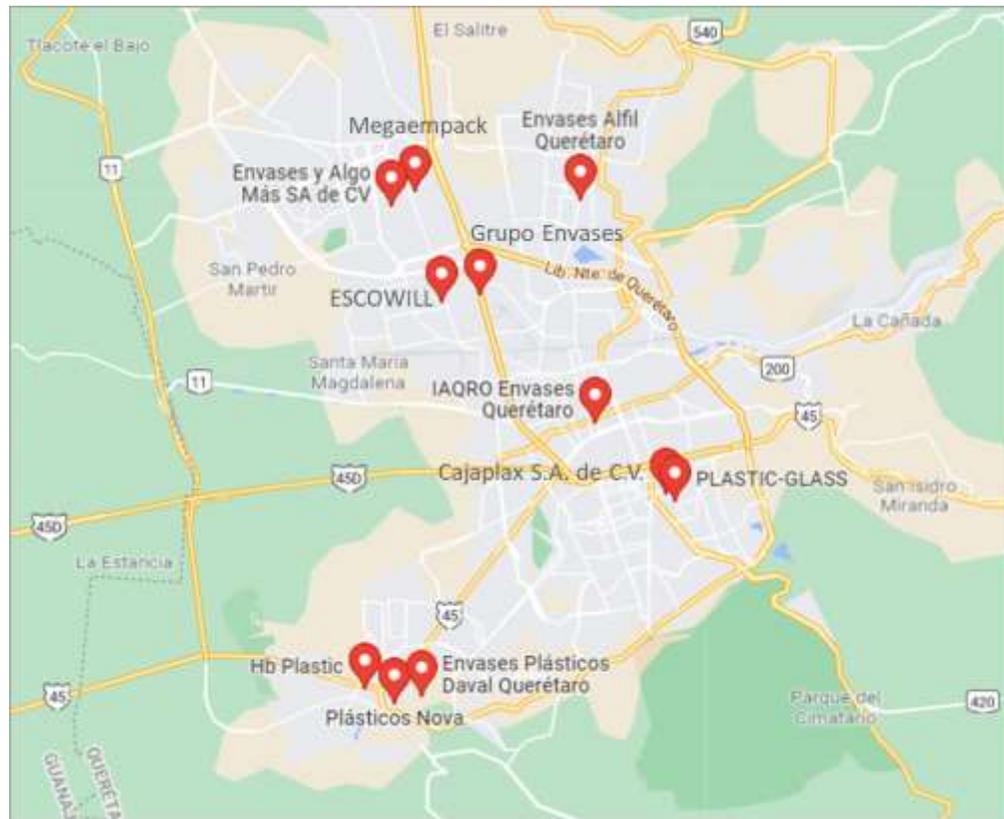


Figura 7. Fabricantes y comercializadores de PET de la Ciudad de Querétaro
Fuente: Google (2021).

En relación al PET virgen, las empresas nacionales dependen de la importación del material, puesto que, los derivados del petróleo necesarios para su producción, no se crean en México. Sin embargo, existe una gran firma productora de pellets de PET virgen en el país, DAK Resinas Américas México, cuya producción la adquieren los fabricantes de envases (Juárez, 2021).

En 2020, en México el intercambio comercial total de PET (en sus formas primarias) fue de 673 millones de dólares (ventas: 51.3 millones de dólares, compras: 621.7 millones de dólares); siendo Tamaulipas, Ciudad de México, Nuevo León, Baja California y Jalisco las entidades federativas con más ventas internacionales, mientras que Ciudad de México, Tamaulipas, Nuevo León, Estado de México, Jalisco y Querétaro fueron las entidades que más compras internacionales realizaron (Tabla 3) (Data México, 2021).

Tabla 3.

Principales entidades vendedoras y compradoras de PET en México (2020)

Entidad federativa	Ventas (USD)
Tamaulipas	108,000,000
Ciudad de México	101,000,000
Nuevo León	8,840,000
Baja California	8,770,000
Jalisco	6,320,000
Puebla	6,290,000
Estado de México	5,540,000
Guanajuato	4,120,000
Chihuahua	440,000
	Compras (USD)
Ciudad de México	79,100,000
Tamaulipas	14,400,000
Nuevo León	9,840,000
Estado de México	8,760,000
Jalisco	6,810,000
Querétaro	2,330,000
Guanajuato	1,410,000
Chihuahua	586,000
Coahuila de Zaragoza	558,000

Fuente: elaboración propia con datos de Data México (2021).

Además, los principales destinos comerciales de PET (en formas primarias) desde México fueron Estados Unidos, Colombia, Chile, El Salvador y Brasil (Data México, 2021), efectuando transacciones de 193 millones USD, 21.5 millones USD, 6.4 millones USD, 5.6

millones USD y 5.2 millones de USD, respectivamente (**Error! Not a valid bookmark self-reference.**).

Tabla 4.

Principales destinos comerciales de PET mexicano (2020)

País	Compras (USD)
Estados Unidos	193,000,000
Colombia	21,500,000
Chile	6,440,000
El Salvador	5,640,000
Brasil	5,200,000
Venezuela	4,870,000
República Dominicana	3,310,000
China	2,080,000
Canadá	1,220,000
Honduras	670,000
Costa Rica	639,000
Francia	485,000
Ecuador	324,000
Guatemala	296,000
Bolivia	228,000
Portugal	208,000
Alemania	16,300

Fuente: elaboración propia con datos de Data México (2021).

Por otro lado, los países que más polietileno tereftalato vendieron a México fueron China (53.2 millones de dólares), Estados Unidos (41.2 millones de dólares), Taiwán (5.1 millones de dólares), Portugal (4.4 millones de dólares) e India (3.6 millones de dólares) (**Error! Not a valid bookmark self-reference.**) (Data México, 2021).

Tabla 5.

Principales orígenes comerciales de PET importado por México (2020)

País	Ventas (USD)
China	53,200,000
Estados Unidos	41,200,000

Taiwán	5,140,000
Portugal	4,420,000

Tabla 5 (Continuación)

India	3,620,000
España	3,540,000
Honduras	2,350,000
Malasia	2,220,000
Corea del Sur	2,140,000
Alemania	1,350,000
Italia	1,340,000
Brasil	1,260,000
Lituania	425,000
Países Bajos	394,000
Japón	355,000

Fuente: elaboración propia con datos de Data México (2021).

La tendencia de la industria del PET es la producción con base en el reciclaje de este material post consumo (Juárez, 2021). Diversas compañías en México como Industria Mexicana del Reciclaje (IMER), PETSTAR de México, CPR México y Pet One, señalan la importancia del cierre del ciclo de vida de los envases de PET, a través de la sustitución de la resina virgen de PET por resina reciclada post consumo (PCR), obtenida de material recuperado (residuos de PET, los cuales representan el 27.2% del total de los residuos generados en México) y reciclado en plantas mexicanas (Ecología y Compromiso Empresarial [ECOCE], 2019).

Los envases de PET conservan un valor económico posterior a su uso; crean más de 3 mil empleos directos y 25 mil empleos indirectos (ANPRAC, 2021). Adicionalmente, esta industria recicladora mexicana impacta en la generación de un mercado nacional, en la disminución de residuos, en la certidumbre de consumo y bienestar social; lo que se relaciona con poner en práctica a la Economía Circular (ECOCE, 2019).

El reciclaje de PET post consumo se cataloga como una importante oportunidad de negocio debido a la presencia masiva del material y constante utilización en un gran número

de bienes de consumo (García-González *et al.*, 2018). Más aún, el proceso de reciclaje forma parte de una cadena de valor, integrada por pepenadores, empresas acopiadoras y empresas que convierten los residuos de PET en nuevos productos como botellas, ropa, calzado, escobas, entre otros (ANPRAC, 2021).

México ocupa el primer lugar mundial en la práctica de reciclado ‘botella a botella’. Posee la capacidad de procesar 313,000 toneladas anuales de PET post consumo para la producción de resina reciclada grado alimenticio (ECOCE, 2019). En la siguiente tabla (Tabla 6) se muestra los principales recicladores a nivel nacional, incluyendo información sobresaliente de cada uno como su capacidad de procesamiento, el producto que fabrican, los empleos que generan y el estado en el que se ubican.

Tabla 6.

Principales recicladores de PET en México

Recicladores	Estado	Producto producido	Capacidad (toneladas/año)	Empleos generados
PETSTAR	Estado de México	Resina grado alimenticio	67,000	1,100
IMER	Estado de México	Resina grado alimenticio	25,000	200
CPR	Guanajuato	Resina grado alimenticio	25,000	200
PET ONE	Jalisco	Resina grado alimenticio	24,000	200
ALCAMARE	Querétaro; Guanajuato	Resina grado alimenticio	75,000	1,000
TECNOLOGÍA DE RECICLAJE	Estado de México	Geotextiles	15,000	100
GREENPET	Veracruz	Lámina de termo-formado	15,000	100
ENVASES PLÁSTICOS DEL CENTRO	San Luis Potosí	Lámina y fleje	10,000	100
PAKTEC	Guanajuato	Lámina y fleje	5,000	50
MORPHOPLAST	Tlaxcala	Fibra poliéster corta	30,000	300
ALEN DEL NORTE	Monterrey; Querétaro	Envases no alimenticios	24,000	150

PROCESADORA TECNOLÓGICA DE POLÍMEROS	Jalisco	Fibra y lámina	5,000	50
--	---------	----------------	-------	----

Tabla 6 (Continuación)

PET PERFORMANCE/IPISA	Estado de México	Lámina	3,000	40
PLÁSTICOS W/XITO/PETALL	Estado de México	Lámina	4,000	40
GREEN MIND	Jalisco	Hojuela limpia para envases no alimenticios	45,000	200
INDORAMA/ECOMEX	Jalisco	Resina virgen con porcentaje reciclado	15,000	50
RISA	Nuevo León	Hojuela molida limpia	1,000	20

Fuente: elaboración propia con base en ECOCE (2019).

Los recicladores de PET llevan a cabo, principalmente, un proceso de reciclaje mecánico. Este involucra la clasificación de los envases post consumo por tipo de plástico, el lavado, el triturado y el secado del material. Obteniendo como producto final hojuelas de PET (Instituto nacional de Ecología, 2002).

Es importante mencionar que, entre los generadores de los residuos de PET se hallan los consumidores de productos que usan el material como envase o empaque. A su vez que, las fuentes principales de PET post consumo son: el sistema público de recolección de residuos sólidos urbanos (RSU); las plantas de transferencia de RSU; los rellenos sanitarios (que separan *in situ* o previa a su recepción); los tiraderos controlados o no con separación *in situ*; las plantas de segregación tanto públicas como privadas, las personas físicas o morales que se dediquen al manejo de residuos (o separación y comercialización de residuos), las agrupaciones de pepenadores y los grandes generadores de residuos (ECOCE, 2019).

2.5. Delimitando la investigación: definiciones conceptuales

Con base en la literatura consultada de diversos autores, que complementan este marco de referencia, se redactan las siguientes definiciones conceptuales que ayudan a delimitar y otorgar dirección a la presente investigación.

2.5.1. Economía Circular

En el marco de este estudio, la Economía Circular es un modelo económico alternativo enfocado al logro de la sustentabilidad económica y ambiental, a través de la integración del reciclaje, la reutilización y la refabricación como eslabones de la cadena productiva y de comercialización, con la finalidad de que los productos en desuso sean recuperados, transformados y valorizados, dando lugar a un sistema regenerativo de forma cíclica de materiales y productos, que además, impacta en la minimización de residuos.

2.5.2. Sustentabilidad económica

En términos de esta tesis, la sustentabilidad económica se define como la capacidad de obtener beneficios monetarios, asegurando una rentabilidad a lo largo del tiempo mediante el uso eficiente, racional y responsable de recursos.

2.5.3. Sustentabilidad ambiental

Para este estudio, la sustentabilidad ambiental hace referencia a una visión general del bienestar de los ecosistemas naturales, para lograrla, otros sistemas requieren tener la capacidad de llevar a cabo sus actividades contemplando la conservación de la calidad del medio ambiente con el fin de evitar su degradación.

2.5.4. Modelo económico lineal

En el desarrollo de este estudio, un modelo económico lineal es aquel que explota los recursos para producir materiales que se utilizarán en la fabricación de productos destinados al consumo, cuya vida útil es corta por lo que pronto serán desechados, terminando en un depósito de residuos y contaminando el medio ambiente.

2.5.5. Modelo económico circular

Para esta tesis, un modelo económico circular es aquel en el que se producen y comercializan productos diseñados para ser duraderos, reutilizables y reciclables, dando

lugar a un sistema de ciclo cerrado en el cual, los materiales de los mismos se vuelvan insumos de alta calidad, pero de menor costo para la fabricación de otro producto, mientras que aquellos materiales que no sean aptos para este hecho regresen al ecosistema como nutriente, sin causar un daño en el mismo.

2.5.6. Polietileno tereftalato (PET)

El polietileno tereftalato (PET) es un material perteneciente al grupo de los polímeros, es de gran firmeza y resistencia a la fatiga y al desgarramiento, es uno de los materiales plásticos mayormente utilizado para la fabricación de envases.

2.5.7. Industria del plástico PET

Para efectos de esta tesis, la industria del plástico PET se considera aquella que se compone de empresas fabricantes y comercializadores de polietileno tereftalato como insumo o material para la fabricación de un producto de consumo. Además, como parte de esta industria, se toman en cuenta los centros de acopio de PET en desuso.

2.5.8. Centros de acopio de PET

En el presente trabajo se señalan como centros de acopio de polietileno tereftalato aquellas instalaciones que presten servicios de acopio, reciclaje y/o valorización de plástico PET en desuso.

III. Metodología

3.1. Selección del método

La metodología requerida concierne al tipo cualitativa (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018; Torres-Solís, 2017), debido a que el objetivo que atiende esta investigación requiere el análisis y la comprensión del fenómeno de estudio, es decir, la Economía Circular como alternativa para el logro de la sustentabilidad económica y ambiental de la industria del plástico PET. Asimismo, con esta metodología es posible localizar a aquellas empresas y centros de acopio relacionados con el plástico, ubicadas en la ciudad de Querétaro, con la finalidad de realizar un estudio de dichas entidades. En este sentido, se hace uso de la estrategia de estudio de caso (Martínez-Carazo, 2006; Villareal-Larrinaga & Landeta-Rodríguez, 2010; Yin, 1989), el cual se considera como estrategia metodológica de investigación científica capaz de analizar y comparar el escenario empírico con el escenario teórico, así como interpretar las diferencias y similitudes entre ambos, conduciendo a la comprensión del fenómeno de estudio. A pesar de que, este método presenta limitantes y dificultades, se señala como el adecuado para esta investigación, pues su idoneidad radica en que permite manejar al fenómeno estudiado de forma holística, amplia e integral, especialmente si se caracteriza por ser, esencialmente, complejo, ambiguo e incierto. Además, posibilita comprender el entorno real en el que se desarrolla (Villareal-Larrinaga & Landeta-Rodríguez, 2010). Del mismo modo, con la utilización de este método es posible recolectar información relevante mediante entrevistas y aplicar técnicas cualitativas fundamentales para el análisis de los datos compilados.

Esta investigación pretende mostrar que la Economía Circular es un modelo económico alternativo para la industria del plástico PET, de la Ciudad de Querétaro. Su adopción es una vía para el logro de la sustentabilidad económica y ambiental. En este sentido, también se busca identificar las pautas del modelo que pueden ser adoptadas específicamente por la industria del PET. De la misma manera, la intención es a su vez desarrollar una propuesta basada en la Economía Circular, que incluya los elementos de sustentabilidad y viabilidad económica. Por último, con los resultados de la investigación se

proponen políticas ambientales y económicas para la misma industria, que puedan ser ejecutadas desde el gobierno local del Estado de Querétaro.

Se analizaron dos empresas que fabrican envases y otros productos de plástico PET como insumo o material para la fabricación de un producto de consumo, y tres centros de acopio de plástico PET en desuso; todos ubicados en la Ciudad de Querétaro. En este sentido, se hace uso de técnicas de investigación empleadas en la estrategia cualitativa: análisis documental, observación y entrevista.

3.2. Planteamiento del problema

En la actualidad el mundo se enfrenta a una crisis ambiental encabezada por la generación de residuos, lo que provoca la contaminación de aguas y suelos, así como el cambio climático. Para ilustrar, aproximadamente las ciudades del mundo generan 1,300 millones de toneladas de residuos sólidos en un año, y se proyecta que esta cantidad incrementará a 2,200 millones de toneladas para 2025 (Hoornweg & Bhada-Tata, 2012). Asimismo, para el 2030 se estima que el volumen de la generación de residuos ascenderá a 2,590 millones de toneladas al año y que ese volumen aumentará a 3,400 millones en el 2050 (Kaza, Yao, Bhada-Tata & Van Woerden, 2018). Particularmente en México, de acuerdo al último *Informe de la Situación del Medio Ambiente*, la generación de residuos sólidos urbanos se extendió 61.2% de 2003 a 2015, significando 10.24 millones de toneladas más generadas en dicho periodo (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], 2016). Para el 2018, fueron recolectados 107,055.54 toneladas de residuos sólidos, en promedio, por día (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2019).

Ahora bien, esta problemática de residuos se asocia con la práctica del modelo económico tradicional e imperante de producir-consumir-desechar. En este sentido, es necesario identificar y proponer un nuevo enfoque en el modelo económico como el de Economía Circular, basado en la prevención, reutilización y reciclaje de residuos, que, a su vez, busca revalorizar los materiales de los productos en desuso, accediendo a una alternativa de recursos para la fabricación de nuevos bienes. Por otra parte, dicho modelo se inclina hacia el diseño de productos amigables con el medio ambiente, con una vida útil más larga y

características que permitan su reincorporación a la cadena productiva, una vez finalizada su vida útil.

Particularmente, esta tesis se acota al contexto de los residuos de plástico, específicamente de polietileno tereftalato (PET). En tal sentido, el enfoque principal de la investigación es cómo la adopción de la Economía Circular por parte de fabricantes, comercializadores y centros de acopio de polietileno tereftalato (PET), de la ciudad de Querétaro, representa una vía para el logro de la sustentabilidad económica y ambiental. Asimismo, se inclina en analizar qué pautas del modelo de Economía Circular pueden ser adoptadas en la industria del plástico PET, que les permita optar por una gestión adecuada de los mismos. Ello permitiría mitigar la problemática ocasionada por los residuos de PET, pues da acceso a que los residuos de polietileno tereftalato sean recuperados, reutilizados o transformados y valorizados. Esta opción representa una ruta hacia la sustentabilidad económica y ambiental para dicha industria.

3.3. Definición de la muestra y selección de casos

Para la definición de la muestra, se tomó en cuenta el perfil de conocimiento del objeto de estudio, más que determinar una cantidad específica de casos. En este sentido, se optó por utilizar el tipo de muestreo por juicio, el cual permite seleccionar a los casos a analizar a partir de discernimientos conceptuales y con base en la representatividad estructural. Es decir, las características que precisan la estructura se basa en criterios teóricos (Navarrete, 2000). Así pues, las empresas elegidas para los efectos de esta investigación corresponden a fabricantes y comercializadores de polietileno tereftalato (PET) y centros de acopio de este tipo de plástico (post consumo), ubicados en la Ciudad de Querétaro (se contempló la zona metropolitana, compuesta por los municipios Querétaro, Corregidora, El Marqués y Huimilpan).

Las empresas fabricantes y comercializadores de polietileno tereftalato o PET, son elegibles si utilizan dicho tipo de plástico como insumo o material para la fabricación de un producto de consumo. Del mismo modo, los centros de acopio escogidos corresponden a aquellas instalaciones que presten servicios de acopio, reciclaje y/o valorización de plástico PET en desuso. Los casos seleccionados se muestran en la *Tabla 7*.

Tabla 7.

Selección de casos: fabricantes y comercializadores de PET y centros de acopio de PET en desuso de la Ciudad de Querétaro

Empresa	Actividad
ESCOWILL ENVASES PET	Fabricante de envases de PET.
ENVASES Y ALGO MÁS	Fabricante de envases de PET.
ALCAMARE	Acopio y reciclaje de residuos de PET y otros.
PETSTAR	Reciclaje de botellas de PET.
VEOLIA	Valorización y recuperación de residuos. Disposición final-rellenos sanitarios.

Fuente: elaboración propia.

3.3.1. Las empresas objeto de estudio: descripción de los casos

A continuación, se incluye una brevemente descripción de cada una de las empresas seleccionadas para realizar la investigación, mismas que corresponden a fabricantes/comercializadores de polietileno tereftalato o PET y centros de acopio de PET en desuso, de la Ciudad de Querétaro.

Escowill Envases PET

Industrial Escowill, S.A. de C.V es una empresa que fabrica y comercializa envases de PET. Su presencia en el mercado comprende 25 años, pero sus primeros 5 años constituía un taller de moldes para la fabricación de botellas, además de que brindaba servicios de reparación y fabricación de refacciones para los mismos moldes. Su actual director, Roberto Will, inició con la incursión en la fabricación de envases y llevó a la empresa a especializarse, desde hace 15 años, en envases de alimentos, bebidas, cosmético y cuidado personal.

El rango de empleados con los que cuenta la empresa oscila entre los 450-500 empleados. Su capacidad de producción es de 500 mil botellas diarias. Esta producción se destina a clientes como Jafra, Avon, Oberk, P&G, Fuller, Kimberly Clark, entre otras. Dentro de su catálogo de productos destacan botellas de PET cristal, botellas de PET de colores y tapas de plástico. También, distribuyen tapas dosificadoras, atomizadores y bombas para gel y cremas. De igual forma, como parte de sus servicios ofrece decoración de botellas por serigrafía, tampografía, así como aplicación de etiqueta autoadherible. Adicionalmente,

posee su propio departamento de diseño, que le permite ofrecer la fabricación de moldes personalizados.

La principal planta productora de Escowill se ubica en el municipio de Texcoco, Estado de México. Asimismo, la empresa cuenta con cuatro sucursales distribuidas en distintas ciudades del país; Guadalajara, Monterrey, Ciudad de México y Querétaro. Esta última corresponde al objeto de estudio para la presente investigación, misma que se localiza en la calle Libertad número doscientos treinta y seis, colonia Felipe Carrillo Puerto, Querétaro, México.

Finalmente, Escowill afirma ser una empresa comprometida con el medio ambiente, debido a que emplea acciones acordes a la sustentabilidad; adaptando su sistema para el ahorro de agua y energía, adquiriendo unidades de transporte híbridas, compostando desechos orgánicos que se generan en sus instalaciones, contando con una planta de aguas residuales y reciclado residuos de plástico.

Envases y Algo Más

Envases y Algo Más es una empresa mexicana, fabricante y comercializadora de envases de PET, con 25 años de experiencia en el mercado. Su lista de productos se compone de envases para productos alimenticios, farmacéuticos, químicos, de cuidado personal, así como tapas y atomizadores. Asimismo, ofrece servicios de impresión digital y serigrafía en los envases. Por otra parte, La empresa afirma que su calidad le ha permitido llegar a distintos lugares del país, pues cuenta con diversas plantas y centros de distribución a lo largo de la república mexicana, con la intención de cubrir una gran parte del territorio nacional. La primera de sus plantas se ubica en la Ciudad de México; la segunda en Monterrey, Nuevo León; y la tercera en Apan, Hidalgo. También cuenta con sucursales en Guadalajara, Puebla y Querétaro. Esta última, que es considerada como objeto de estudio de esta investigación, se ubica en Acceso II número cinco (bodega diez), en la Zona Industrial Benito Juárez, Querétaro, México.

El rango de empleados de Envases y Algo Más oscila entre los 450-500 trabajadores. Además, logra una producción total anual de 5 mil 200 toneladas de productos de PET. Por

otro lado, el activo de la empresa está valorado en 10 millones de pesos. Asimismo, anualmente la empresa realiza una inversión de 100 mil dólares, aproximadamente, para innovación y mejoramiento de procesos.

Finalmente, Envases y Algo Más asegura que sus productos son amigables con el medio ambiente, resaltando que tanto estos como las materias primas que usan para su fabricación están concebidas para ser reutilizadas y cumplir con un ciclo que propicie un uso ecológico y sustentable.

Alcamare

Alcamare International Recycling Group, es una empresa mexicana con 120 años en el mercado del reciclaje a nivel nacional y 15 años en el mercado internacional. Se considera la primera compañía mexicana en exportar materiales reciclados al continente asiático. Asimismo, en sus destinos internacionales también están Estados Unidos, Centroamérica y Europa. De igual forma, se califica como pionera en la manufacturación de pulpa de papel reciclado. Mensualmente, produce 400 toneladas de este material. Por otro lado, anualmente, procesa y recicla 75 mil toneladas de plástico.

Cuenta con trece centros de reciclaje en diversos lugares de México: Querétaro, Azcapotzalco, Iztapalapa, Ecatepec, Tultitlán, Texcoco, Rincón Verde, Toluca, Guadalajara, Irapuato, León, Veracruz y Comonfort. Además de un centro de reciclaje en Estados Unidos, en la ciudad de Laredo, Texas. Asimismo, posee una planta procesadora de plásticos en Comonfort, Guanajuato, México. Sus instalaciones en Querétaro corresponden al objeto de estudio de esta investigación. Esta se localiza en avenida 5 de Febrero, número mil cuatrocientos diez, colonia 5 de Febrero, Querétaro, México.

En los centros de acopio y reciclaje de Alcamare se recibe material a granel (proveniente de residuos sólidos urbanos), luego se selecciona y se empaca, para posteriormente ser transportado a su planta procesadora de plásticos. Ahí es donde, por medio de maquinaria de alta tecnología, se separa, se muele, se lava y se peletiza, para crear una resina de alta pureza, la cual, se emplea como materia prima para elaborar diversos productos de plástico o fibra, como mesas, sillas, cubetas, recipientes, juguetes, bolsas, entre otros.

El proceso de recuperación, separación y reciclaje de la empresa es muy estricto, debido a que se procura manejar una alta calidad en todos los procesos. Este consiste, primeramente, en acopiar las botellas de plástico en desuso en cada una de sus plantas, cuidando siempre que los materiales cumplan con las condiciones requeridas. En seguida, los materiales ya empacados son trasladados a la planta central para, posteriormente, entrar a un proceso de lavado, usando tecnología desarrollada por el grupo Alcamare. En el mismo sistema, se generan hojuelas del material, que después son separadas, en grandes volúmenes, por colores (blanco, verde, rojo, negro y azul). A continuación, las hojuelas se destinan a un proceso de peletizado (aquí se procura prestar especial cuidado la temperatura para evitar alterar las propiedades moleculares del material). Por último, se obtiene una resina de alta calidad grado alimenticio, con colores definidos. Lo que da a la empresa la posibilidad de crear compuestos con diferentes tipos de plásticos de acuerdo con las necesidades de cada cliente.

El catálogo de productos ofrecidos por Alcamare se compone de materiales reciclables y reciclados en las presentaciones de ‘pacas’, ‘hojuela lavada’ y ‘peletizado’. Los materiales que manejan son papel, PET, HDPE (*High Density Polyethylene*) y PP (polipropileno). En el caso del papel, cuenta con dos derivados: la ‘pulpa reciclada’, misma que es usada como sustituto de pulpa virgen por fabricantes de papel higiénico, cartón reciclado y papel para oficina o impresoras; y *bales* de cartón o papel (archivo blanco, revistas, periódicos). Con respecto al PET, ofrece ‘pacas PET cristal grado A (botella a botella)’, ‘hojuela PET cristal’, ‘hojuela PET azul’ y ‘hojuela PET verde’. Los productos de HDPE corresponden a ‘polietileno de alta densidad natural’, ‘polietileno de alta densidad multicolor’, ‘HDPE99MC polietileno de alta densidad (soplo)’, ‘HDPE99 N polietileno de alta densidad natural peletizado (soplo)’ y ‘COMPUESTO 01G polietileno de alta densidad’. Por último, referente a los productos de PP, Alcamare ofrece ‘polipropileno natural de extrusión peletizado’ y ‘polipropileno inyección azul hojuela lavada en caliente’ (Tabla 8).

Tabla 8.

Catálogo de productos de Alcamare

Material	Producto	Representación física
Papel	Pulpa reciclada	
	<i>Bales</i> de cartón o papel	
PET	Pacas PET cristal grado A (botella a botella)	
	Hojuela PET cristal	
	Hojuela PET azul	

Tabla 8 (Continuación)

	Hojuela PET verde	
HDPE	Polietileno de alta densidad natural	
	Polietileno de alta densidad multicolor	
	HDPE99MC polietileno de alta densidad (soplo)	
	HDPE99 N polietileno de alta densidad natural peletizado (soplo)	
	COMPUESTO 01G polietileno de alta densidad	

Tabla 8 (Continuación)

PP	Polipropileno natural de extrusión peletizado	
	Polipropileno inyección azul hojuela lavada en caliente	

Fuente: elaboración propia con base en Alcamare (s.f).

El patrimonio o activo de Alcamare está valuado en 15 millones de pesos, y percibe un ingreso anual por el tratamiento y valorización de residuos de 33 millones de pesos. Además, efectúa una inversión de aproximadamente un millón de pesos al año, la cual se destina, principalmente para la innovación de procesos y mejoramiento de sus productos. Por otra parte, la empresa cuenta con cerca de 500 empleados.

Finalmente, Alcamare se considera una empresa que contribuye a la conservación del medio ambiente, a través del aprovechamiento sustentable de los residuos sólidos urbanos, el uso de tecnología de vanguardia y la innovación constante. De igual modo, la compañía se enorgullece de proporcionar valor al reciclaje, logrando que las resinas recicladas que genera sustituyan material virgen en diversas aplicaciones, propiciando, de esta manera, su reintegración a la Economía Circular.

PetStar

PetStar es una empresa mexicana parte de Industria Mexicana de Coca-Cola. Inició operaciones en el acopio de PET y otros plásticos en 1995. Posteriormente, en 2006, se constituyó como PetStar S.A.P.I. de C.V. (Sociedad Anónima Promotora de Inversión de Capital Variable). La compañía recicladora, está integrada por varias empresas embotelladoras del Sistema Coca-Cola en México, los cuales señala como sus accionistas; Arca Continental (con una participación accionaria del 49.90%), Coca-Cola de México (con una participación accionaria del 30.00%), Bepensa Bebidas (con una participación accionaria

del 10.06%), Corporación del Fuerte (con una participación accionaria del 5.04%), Corporación Rica (con una participación accionaria del 2.20%), Grupo Embotellador Nayar (con una participación accionaria del 1.84%) y Embotelladora de Colima (con una participación accionaria del 0.96%).

La empresa cuenta con ocho plantas de acopio (PA): PA Xalostoc, ubicada en el municipio de Ecatepec de Morelos, Estado de México; PA Guadalajara; PA Monterrey; PA Toluca; PA Querétaro; PA San Luis Potosí; PA Mérida; y PA Acapulco. Las oficinas centrales y la planta de reciclaje de PetStar se localizan en el Estado de México. Es importante mencionar que PA Querétaro, corresponde al objeto de estudio de la presente investigación. Esta se encuentra en calle Cascada, número 4B, colonia La Noria, Querétaro, México.

PetStar acopia 86 mil toneladas de PET al año, lo que le permite cifras de reciclaje de botellas del mismo material de aproximadamente 3 mil 440 millones anuales. Esto encabeza una producción de resina reciclada de PET grado alimenticio (su producto para el mercado) de 52 mil 175 toneladas. Cabe destacar que, en 2014, la empresa fue nombrada la 'Planta de Reciclado de PET Grado Alimenticio más Grande del Mundo' por *PCI PET Packaging Resin and Recycling, Ltd.*

El proceso de reciclaje de PetStar, para la obtención de una resina reciclada de PET, grado alimenticio consta de varios pasos. Una vez que el transporte externo hizo llegar las botellas de PET a la planta de reciclaje, pasa al almacén de materia prima y posteriormente, se destina a una máquina de prelavado, misma que utiliza sosa caustica y agua a noventa grados centígrados, para lavar el exterior de las botellas y retirar la mayoría de las etiquetas y suciedad. En seguida, pasa por un primer filtro de detección y eliminación automática de contaminantes, el cual se apoya de una máquina compuesta por una banda deslizadora y un rayo infrarrojo. Este último permite categorizar los colores de las botellas, es decir, si detecta una botella de distinto color al transparente, la separa por medio de una ligera liberación de aire, empujando esas botellas hacia otra dirección, mientras que los envases transparentes continúan en dicha banda, pues son las que PetStar considera adecuados para la fabricación de su resina reciclada. Después, se realiza una detección y eliminación manual de

contaminantes. En este segundo filtro, un grupo de personas tienen la tarea de identificar y retirar manualmente aquellas botellas que luzcan muy deterioradas, para asegurar contar con el mejor material en lo que resta del proceso. Posteriormente, se someten las botellas a un sistema de molienda, el cual se caracteriza por ser un cuarto antirruidos donde se muelen las botellas para transformarlas en hojuelas (Figura 8). Sin embargo, en la composición de estas hojuelas, además de PET, se encuentran otros plásticos de etiquetas y taparrosas, por lo que es necesario pasar el material por un proceso de lavado. Aquí, al sumergir las hojuelas en un contenedor con agua, el PET se asienta, mientras que los otros tipos de plástico flotan, facilitando la separación de los materiales. Es importante mencionar que, aunque el resto de los plásticos que no corresponden a PET no se utilizarán para la producción de la resina reciclada PetStar, si se reciclarán para la fabricación de otros productos.



Figura 8. Hojuela de plástico PetStar
Fuente: Pontón (2020).

A continuación, se prosigue en el secado de las hojuelas y luego, se realiza un proceso de homogeneización en el que se toman muestras para evaluar y asegurar calidad de la hojuela que se necesita, detectando y eliminando materiales que pudieran afectar la calidad de la resina que se producirá. Una vez hecho esto, se almacena el material y enseguida, pasa a un proceso de extrusión que consiste en una máquina que trabaja a doscientos setenta grados centígrados para derretir el plástico y luego darle la forma de tiras. En seguida, las tiras de plástico son rociadas con agua fría para enfriarlas y que se solidifiquen. Posteriormente, pasan a un proceso de peletización en el que se cortan en trozos muy pequeños o pellets (aproximadamente, longitud: 2.5-3.5mm, ancho: 2.2-2.7mm y espesor:

1.8-2.2mm). En este punto los pellets obtenidos se denominan ‘pellets amorfos’ (Figura 9). Aquí es importante inspeccionar que los pellets amorfos no presenten características no deseadas como puntos negros o burbujas, además de confirmar que sus medidas sean las adecuadas.

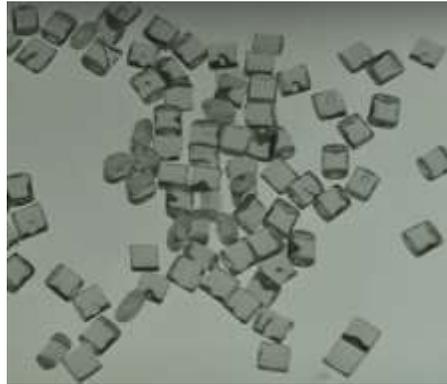


Figura 9. Pellet amorfo PetStar
Fuente: Pontón (2020)

El siguiente paso se denomina policondensación, un sistema compuesto por un reactor de gas nitrógeno que trabaja a doscientos doce grados centígrados y que, durante dieciocho horas, cristaliza y policondensa la resina, ordenando sus moléculas para transformarla en pellets cristalinos (Figura 10), además de darle mayor resistencia y dejarla lista para la fabricación de botellas y envases para alimentos y bebidas. Finalmente, la resina se enfría, almacena y se empaca en sacos para su posterior traslado a las fábricas de envases, o bien, es depositada directamente en carros tolva (externos) para su transporte.



Figura 10. Pellet cristalino PetStar
Fuente: Pontón (2020).

El pasado 2020, PetStar obtuvo ganancias de 35.9 millones de pesos, además de que efectuó una inversión de más de 11 millones de pesos, destinado a programas sociales tanto internos como liderados por otras asociaciones. Por otra parte, el número de empleados de la compañía es de mil ciento setenta y dos colaboradores directos. Además, ha logrado contribuir en la creación de empleos indirectos con una cifra de 24 mil pepenadores y recuperadores urbanos de residuos. Asimismo, la empresa incluye a su cadena de suministro mil 451 micro, pequeños y medianos puntos de recolección del país.

Finalmente, PetStar afirma estar comprometido con la conservación del medio ambiente, expandiendo su compromiso a contribuir con el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Además, busca ser un referente de Economía Circular, a través de su Modelo de Negocio Sustentable PetStar (MNSP), reciclando envases de PET para que, infinitamente, se conviertan en nuevas botellas, asegurando una huella de carbono cero, un uso eficiente de agua y múltiples beneficios sociales para sus colaboradores directos e indirectos.

Veolia

Veolia Environnement es una compañía de origen francés fundada hace 165 años. La empresa con presencia a nivel global, presta servicios ambientales relacionados con la gestión del agua, la gestión de residuos y la eficiencia energética, los cuales dirige a los sectores público e industrial. Su número de empleados alcanza casi los 178 mil colaboradores

en todo el mundo (48 países), y sus ingresos anuales ascienden hasta los 25.9 mil millones de euros.

Por otro lado, la empresa aplica su conocimiento, tecnología y atención especializada en México, desde hace más de 25 años, y su presencia se extiende a diversos estados del país: Querétaro, Michoacán, Yucatán, Estado de México y Chiapas. El centro de Veolia en Querétaro, el cual inició operaciones en 2005, representa el objeto de estudio de esta investigación. Este se ubica en Paseo Querétaro número dos mil setecientos uno, colonia Tlacote el Bajo, Querétaro, México.

Es importante mencionar que Veolia, posee un mecanismo de desarrollo limpio (MDL) en rellenos sanitarios que le permite capturar los gases de los desechos para la generación de biogás, lo que le permite producir energía eléctrica, que se destinada al alumbrado público, lo cual compone cerca del 16 por ciento del consumo eléctrico anual en México.

Finalmente, Veolia considera que apostarle al aprovechamiento de residuos sólidos y orgánicos para la generación de combustibles para producir energía eléctrica, es una labor vital para el desarrollo humano, el rendimiento sostenible y la reducción de la huella de carbono, además reflexiona que su trabajo representa un enfoque de transición hacia una Economía Circular.

3.4. Objetivos

Los objetivos son el desenlace final que se espera lograr en el desarrollo de la investigación, de igual modo, determinarlos permite fijar un rumbo concreto para que esta continúe en el camino planeado. Para la presente tesis se desarrolló un objetivo general que puntualiza lo siguiente:

- **Objetivo general:**

Identificar a la Economía Circular como un modelo económico alternativo para la industria del plástico PET y los centros de acopio de PET en desuso, de la Ciudad de Querétaro, proponiendo su adopción como una vía para el logro de la sustentabilidad económica y ambiental.

Este fin, se centra en analizar los beneficios derivados del modelo de la Economía Circular, aterrizados específicamente en la industria del plástico PET en Querétaro, y cómo esta alternativa representa una herramienta para la viabilidad económica y, al mismo tiempo, para la sustentabilidad.

Acorde con el objetivo general se delinear los siguientes objetivos específicos:

1. Identificar las pautas del modelo de Economía Circular que pueden ser adoptadas en la industria del plástico (PET) para la sustentabilidad ambiental y económica del sector.
2. Desarrollar una propuesta basada en el modelo de Economía Circular para la industria del plástico PET ubicada en el Estado de Querétaro, que incluya los elementos de sustentabilidad y viabilidad económica.
3. Proponer políticas ambientales y económicas para la industria del plástico, que puedan ser ejecutadas desde el gobierno local del Estado de Querétaro.

3.5. Pregunta de investigación y proposición central

En los últimos años, el plástico, por ejemplo, el polietileno tereftalato PET, se ha señalado como uno de los principales problemas de contaminación, sin embargo, en el modelo de la Economía Circular se identifica como un área de oportunidad, denominándolo un material con gran potencial para aplicar los principios de dicho modelo. En este sentido, surge la siguiente interrogante:

¿Cómo la adopción de la Economía Circular por parte de fabricantes, comercializadores y centros de acopio de polietileno tereftalato (PET), de la Ciudad de Querétaro, representa una vía para el logro de la sustentabilidad económica y ambiental?

Ahora bien, derivado de esta pregunta de investigación y con apoyo del marco de referencia que complementa esta investigación, se planteó la siguiente proposición central:

La adopción de la Economía Circular por parte de la industria del plástico PET permitirá que los residuos de polietileno tereftalato sean recuperados, reutilizados o transformados y valorizados, representando una vía hacia la sustentabilidad económica y ambiental para dicha industria.

3.6. Dimensiones de análisis, preguntas de investigación y proposiciones por dimensión

Para esta investigación se determinaron tres dimensiones de análisis, con ello, fueron formuladas las preguntas de investigación (Figura 11).

Dimensión de análisis		
Sustentabilidad económica y ambiental	Estrategias de la industria del plástico PET	Políticas del Estado de Querétaro
Preguntas por dimensión		
¿Cómo la Economía Circular consigue la sustentabilidad económica y ambiental de la industria del plástico PET y de los centros de acopio de PET en desuso?	¿Qué estrategias instrumentan la industria del plástico PET y los centros de acopio de PET en desuso, de la Ciudad de Querétaro, para lograr la sustentabilidad y la viabilidad económica?	¿Cómo el gobierno del Estado de Querétaro establece políticas enfocadas a mitigar la generación de residuos de PET y fomentar su gestión para obtener un ingreso derivado de los mismos?

Figura 11. Dimensiones de análisis y preguntas de investigación

Fuente: elaboración propia.

Con base en las dimensiones de análisis y las preguntas de investigación, se formularon las proposiciones de investigación por dimensión y las variables dependientes e independientes (Figura 12), así como los indicadores empíricos (Tabla 9).

Proposición por dimensión		
La integración de los principios de la Economía Circular dentro de las actividades de producción y comercialización de la industria del plástico PET y de los centros de acopio de PET en desuso, representa una oportunidad para que estas empresas consigan la sustentabilidad económica y ambiental.	Las estrategias que instrumentan la industria del plástico PET y los centros de acopio de PET en desuso, de la Ciudad de Querétaro, para la producción y comercialización de sus productos, les permiten lograr la sustentabilidad y la viabilidad económica.	La ejecución de políticas económico-ambientales por parte del gobierno, coadyuvan para la solución de la problemática ocasionada por los residuos de PET e incita a la valorización de los mismos como alternativa de ingreso para la industria.
Variables		
<p>Variable Independiente: Actividades de producción y comercialización que integran los principios de la Economía Circular.</p> <p>Variable Dependiente: Sustentabilidad económica y ambiental.</p>	<p>Variable Independiente: Estrategias que se siguen para la producción y comercialización de productos.</p> <p>Variable Dependiente: Logro de la sustentabilidad y la viabilidad económica.</p>	<p>Variable Independiente: Políticas económico-ambientales del gobierno.</p> <p>Variable Dependiente: Solución de la problemática ocasionada por los residuos de PET e incentivo para la valorización de los mismos como alternativa de ingreso.</p>

Figura 12. Proposiciones y variables por pregunta de investigación

Fuente: elaboración propia.

Tabla 9.

Indicadores empíricos

Estrategias de la industria del plástico PET	
Indicadores para empresas:	
1	Documentos que describen el uso de insumos provenientes del reciclaje.
2	Documentos que establecen objetivos para el alargamiento de la vida útil de los productos / innovación del diseño de productos.
3	Documentos que describen la gestión de residuos de PET originados por los productos comercializados por la empresa.
4	Documentos que describen actividades de reciclaje en la empresa.
5	Documentos que especifiquen el destino de los productos con defecto de fábrica (se desecha/se recicla).
6	Documentos que indiquen la medición y evaluación del uso eficiente de recursos por parte de la empresa.
7	Documentos que describen la participación de la empresa en la conservación del bienestar del medio ambiente.
Indicadores para centros de acopio:	
8	Documentos que incluyan procedimientos de recolección y acopio de PET en desuso.
9	Documentos que indiquen los procedimientos para el reciclaje o reúso de residuos de PET.
10	Documentos que describan la valorización de residuos de PET.
11	Documentos que expliquen el compromiso del centro de acopio por la conservación del bienestar del medio ambiente.
12	Documentos que describan acciones de promoción para el uso de materiales reciclados.
13	Documentos que describan acciones de promoción para la gestión de residuos de PET y su valorización.
14	Documentos que especifican acciones con respecto a residuos de PET que no cumple con las características para reciclarse o reutilizarse para la producción de otros productos.
15	Documentos que establecen objetivos de innovación en los procesos de acopio y reciclaje.
16	Documentos que indiquen la medición y evaluación del uso eficiente de recursos por parte del centro.
Políticas del Estado de Querétaro	
17	Leyes y normas en materia de gestión de residuos de PET/Fomento a la reducción de la generación de residuos de PET y su valorización.

Tabla 9 (Continuación)

18	Leyes y normas referentes al uso de materias primas secundarias (no vírgenes) para la producción de productos de PET.
19	Leyes y normas enfocadas al fomento de la innovación de productos de PET.
20	Normas en materia de recolección y acopio de residuos de PET.
	Sustentabilidad económica y ambiental
21	Toneladas de residuos de PET reciclados/Total de residuos de PET recogidos (generados).
22	Toneladas de residuos de PET incinerados/Total de residuos de PET recogidos (generados).
23	Toneladas de residuos de PET depositados en rellenos sanitarios/Total de residuos de PET recogidos (generados).
24	Toneladas de residuos de PET compostados/Toneladas totales de residuos de PET.
25	Toneladas producidas de productos reciclables/ de productos compostables/ de productos reutilizables/Toneladas totales de productos producidos.
26	Total del gasto en recolección, gestión y tratamiento de residuos de PET.
27	Ingresos por servicios de recolección y tratamiento de residuos de PET.
28	Total del patrimonio o activo de la empresa.
29	Inversión en innovación de productos de PET (procesos en el tratamiento de residuos de PET).
30	Volumen de la producción que utiliza insumos reciclados/Volumen de producción anual.
31	Periodo estimado de vida útil del producto.
32	Calidad de los materiales o productos de PET reciclado/Calidad de los materiales o productos de PET de insumos de primera mano.
33	Gasto de la producción con insumos reciclados/Gasto de la producción con insumos de primera mano.
34	Percepción de la empresa sobre impactos ante el uso de materias primas recicladas.
35	Número de clientes a los que se les ha prestado servicios de postventa relacionados con el acopio de PET en desuso.
36	Relación de industrias a las que se dirigen los productos de PET (alimenticia/farmacéutica/cuidado personal y doméstico/etc.).
37	Cumplimiento de normas que garantizan el uso o consumo seguro de productos de PET.

Fuente: elaboración propia.

3.7. Técnicas de investigación

Para el proceso de obtención de información se requirió la aplicación de diversas técnicas de investigación. En primer lugar, se empleó la observación documental, con la intención de sintetizar, contrastar y empatar el contenido de una variedad de fuentes de información; con el objetivo de fundamentar el apartado teórico de esta tesis. Por otra parte, se hizo uso de la técnica de entrevista estructurada (Guerrero-Bejarano, 2016). La cual fue destinada a las empresas fabricantes y/o comercializadoras de plástico PET como insumo o material para la producción de un producto de consumo (Apéndice B), así como centros de acopio que prestan servicios de acopio, reciclaje y/o valorización de plástico PET en desuso (Apéndice C); ambos casos localizados en la Ciudad de Querétaro. De este modo, se consiguió analizar cómo la industria del plástico PET maneja este material, considerando el dilema de su utilidad para el ser humano *versus* su participación en la contaminación del medio ambiente. Es importante mencionar que, el parámetro para determinar el número adecuado de entrevistas a aplicar, fue el de la obtención de la convergencia de diferentes puntos de vista. Con ello se logró alcanzar la confirmación de los resultados.

Por otro lado, se aplicó la técnica observación no participante (Campos & Lule, 2012), para cada una de las empresas. A su vez, se utilizó el análisis documental (Dulzaides-Iglesias & Molina-Gómez, 2004), con el propósito de indagar, analizar y entender cómo las empresas atienden los aspectos de sustentabilidad y viabilidad económica en la producción y comercialización de sus productos de PET. Asimismo, el análisis documental se empleó para identificar las políticas existentes del Estado, inclinadas a mitigar la problemática de contaminación de residuos de PET. Por último, esta técnica se aprovechó para conocer cómo la Economía Circular logra la sustentabilidad económica y ambiental de la industria del plástico.

Cabe destacar que, previo al desarrollo del instrumento de investigación, se utilizó la herramienta denominada ‘matriz entre preguntas y métodos’ (Maxwell, 2013) (Apéndice D), la cual consiste en enumerar las preguntas de investigación y luego identificar cómo cada uno de los componentes del método ayudará a responder a estas preguntas. De este modo, se

usó dicha herramienta con la intención de empatar coherencia y compatibilidad entre la teoría, el método y las técnicas que complementan esta investigación.

3.8. Procedimiento: codificación de datos

Para el análisis de datos, se llevó a cabo la codificación de los mismos con ayuda del software de análisis cualitativo de datos, *Atlas.ti* (versión 9). Este proceso, en primer lugar, consistió en determinar los conceptos y las categorías subyacentes, derivados de los indicadores empíricos. Con ello, se elaboró una red semántica por cada una de las dimensiones de la investigación, *a priori* al análisis de datos obtenidos en la investigación de campo. Esto, además de proporcionar una visualización más clara de los indicadores abordados en este marco metodológico, permitió contar previamente con una planeación para el análisis y codificación de la información recopilada, a través de las entrevistas. Asimismo, facilitó el proceso de relación de esos datos con los indicadores y variables de investigación.

Ahora bien, la primera red semántica corresponde a la dimensión de *sustentabilidad económica y ambiental* (Figura 13), título que sobresale como la categoría central de la red. Esta contempla diversos aspectos, los cuales derivan cinco subcategorías: 1) Gestión de residuos: aborda aquellos residuos, por parte de la industria del plástico PET, que fueron generados o recogidos, reutilizados, reciclados, compostados, incinerados y aquellos que fueron depositados en un relleno sanitario; 2) Producción: referente a la producción con materia prima virgen y a la producción con materia prima reciclada. Además, esta subcategoría se relaciona con el ingreso y el gasto que implica el proceso de producción, en la industria atendida; 3) Calidad de productos: distinguiendo entre aquellos productos que fueron producidos con materia prima reciclada y aquellos con materia prima virgen. Así como la calidad de la resina reciclada obtenida de los residuos de PET. También, esta subcategoría se relaciona con aspectos de la vida útil del producto, así como el uso seguro del PET. Además, incluye tres condiciones específicas de los productos de PET, es decir, si estos son reciclables, reutilizables o compostables; 4) Innovación: específicamente contempla la inversión que la industria del plástico PET efectúa para la innovación de productos o procesos; y 5) Otros: incluye aspectos como la percepción de impactos por el uso de material reciclado, por parte de la industria atendida, cuáles son las industrias a las

que dirigen sus productos, y si los fabricantes y comercializadores de PET prestan servicios de acopio de este plástico en desuso.

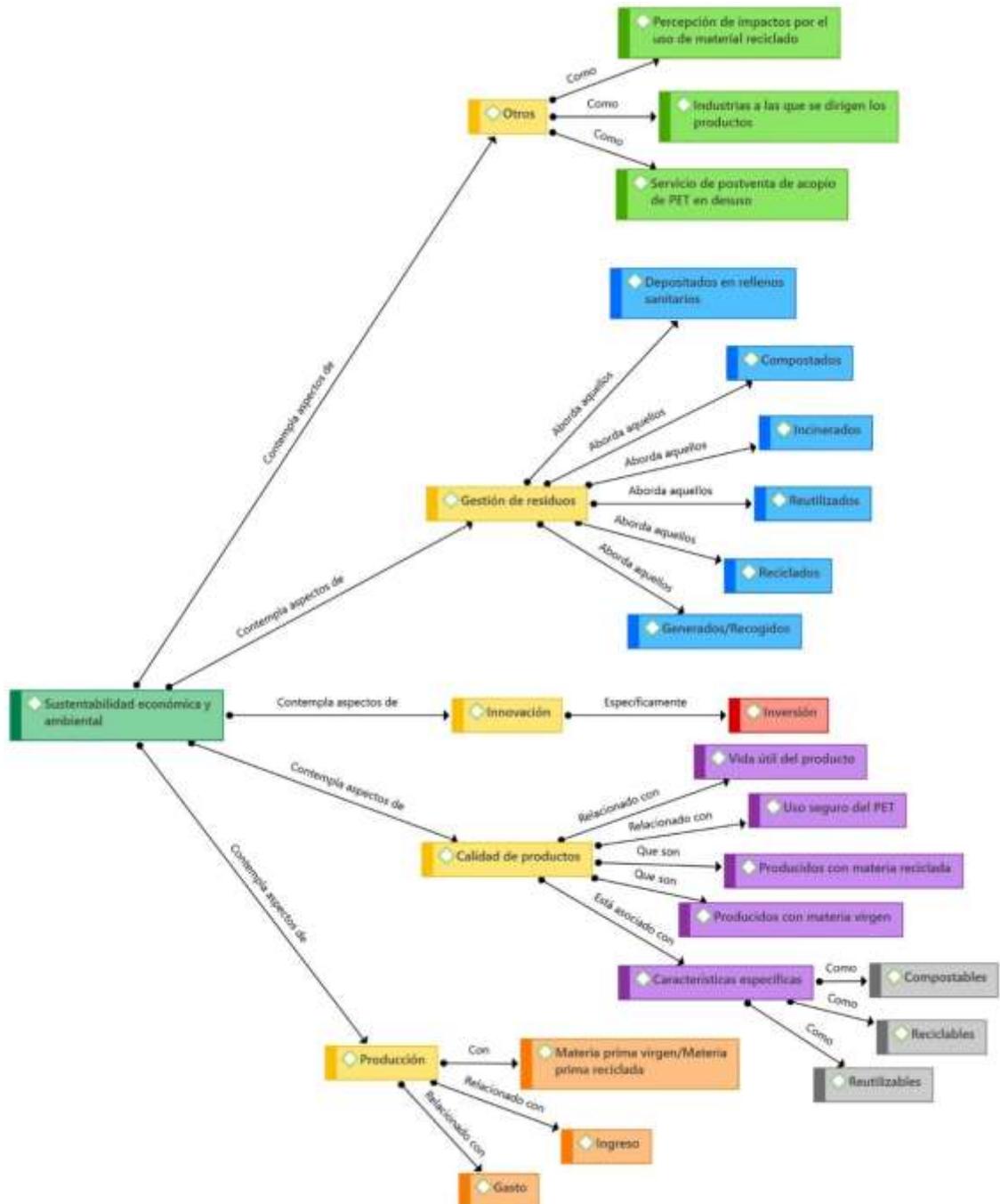


Figura 13. Red semántica de la dimensión: sustentabilidad económica y ambiental
Fuente: elaboración propia

La segunda red semántica pertenece a la dimensión de *estrategias de la industria del plástico PET* (Figura 14). Como categoría central, se divide en dos subcategorías: 1) Las estrategias aplicadas por los fabricantes/comercializadores de plástico PET; y 2) Las estrategias aplicadas por los centros de acopio. En el centro de la red (recuadros de color amarillo de la Figura 14), se localizan cuatro aspectos abordados tanto en las estrategias de las empresas, como en las de los centros de acopio, es decir, reciclaje o reúso de residuos de PET, valorización de residuos de PET, medición y evaluación del uso eficiente de recursos, y compromiso por la conservación del bienestar del medio ambiente. Por otro lado, las estrategias aplicadas, particularmente, por los centros de acopio, abordan también aspectos de recolección y acopio de PET en desuso, promoción hacia terceros para fomentar la gestión de residuos de PET y su valorización, así como actividades de promoción para el uso de materias primas recicladas. También contemplan aspectos de innovación en los procesos de acopio y reciclaje, y qué acciones se efectúan con respecto a residuos de PET que no cumplen con las características para reciclarse o reutilizarse. Finalmente, las estrategias aplicadas, específicamente, por los fabricantes/comercializadores, abordan aspectos de gestión de residuos de PET, uso de insumos provenientes del reciclaje, destino de los productos con defecto de fábrica, y alargamiento de la vida útil de sus productos e innovación del diseño de productos.



Figura 14. Red semántica de la dimensión: estrategias de la industria del plástico PET
Fuente: elaboración propia.

Por último, la tercera red semántica concierne a la dimensión de *políticas del Estado de Querétaro* (Figura 15). En esta investigación, se considera que estas políticas pueden ser leyes, normas o políticas en sí, en materia de gestión de residuos de PET y fomento a la

reducción de la generación de estos residuos y su valorización. Asimismo, pueden ser leyes normas o políticas referentes al uso de materias primas secundarias, es decir, no vírgenes, para la producción de productos de PET. Por otra parte, las políticas del Estado de Querétaro pueden ser normas, leyes o políticas en materia de recolección y acopio de residuos de PET, así como normas, leyes o políticas enfocadas en el fomento de la innovación de productos de dicho tipo de plástico.

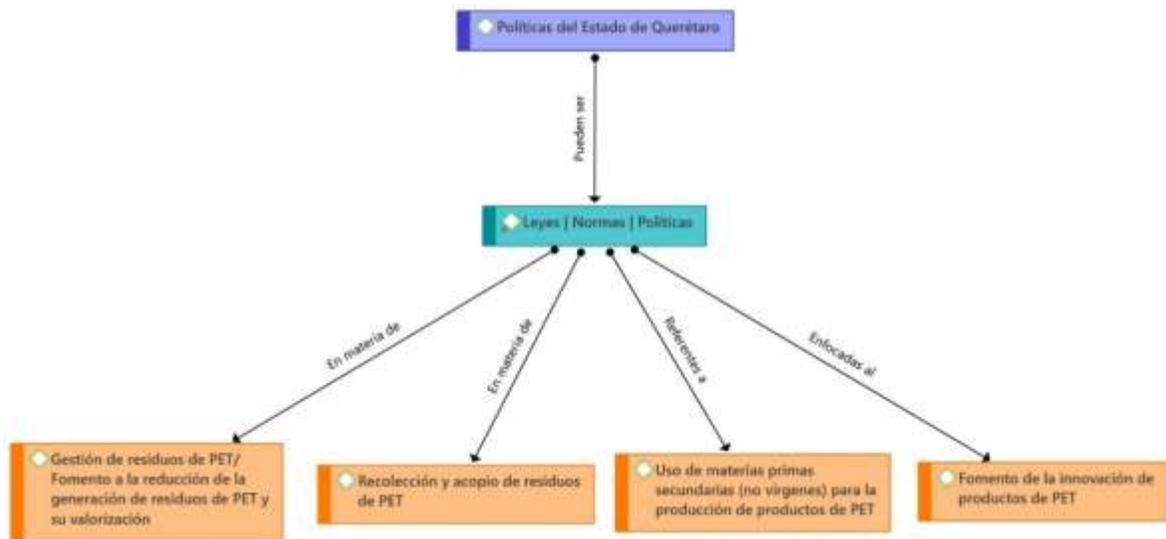


Figura 15. Red semántica de la dimensión: políticas del Estado de Querétaro
Fuente: elaboración propia

Cabe destacar que, con el desarrollo de estas redes semánticas fue posible agrupar, segmentar y codificar cada uno de los indicadores empíricos de esta investigación, los cuales se derivaron de las variables expuestas en el presente capítulo metodológico, facilitando el análisis del conjunto de indicadores que conforman cada dimensión, así como el análisis particular de cada indicador. De igual forma, con el uso estas redes, se puede relacionar cada una de las interrogantes que conforman el instrumento de investigación, de manera que es posible empatar los indicadores con las preguntas efectuadas en las entrevistas, buscando, a su vez, dirigirse hacia la información adecuada para corroborar las proposiciones de la investigación.

Una vez que fue recopilada la información de campo, se realizó una codificación sustantiva de los datos recabados (Monge-Acuña, 2015), con la intención de conceptualizar

lo esencial en los acontecimientos evidenciados en los mismos. En otras palabras, se llevó a cabo un análisis y selección de los fragmentos de la información obtenida que se consideraron como relevantes. La etapa de este análisis sigue a procesos de codificación abierta y codificación selectiva. Con la primera, se analizaron las fracciones de la información, tal como se recabó. En seguida, se identificó la información relacionada con las categorías y subcategorías planteadas, revelando las abstracciones con respecto a las mismas. Con la segunda, se pudo ahondar en la conceptualización de las categorías. Es importante mencionar que, utilizando la codificación sustantiva, cabe la posibilidad del surgimiento de nuevas categorías conforme se vaya realizando el análisis de los datos (Monge-Acuña, 2015).

Finalmente, haciendo uso de las redes semánticas expuestas anteriormente, como una guía preliminar para la codificación ordenada y eficiente de la información recopilada, se pudo contrastar el contenido de ambos procesos, obteniendo el funcionamiento real de cada indicador dentro de la industria del plástico PET de la Ciudad de Querétaro. Posteriormente, fue posible comparar esta realidad con lo abordado en el marco de referencia y, así, responder a las preguntas de investigación de la presente tesis, así como los objetivos de investigación inicialmente planteados.

3.9. Validez y confiabilidad

Al aplicar la estrategia de estudio de caso, es importante considerar garantizar la confiabilidad y la calidad de la investigación. En este sentido, fue necesario llevar a cabo una evaluación de la validez del estudio. Para ello, se emplearon las pruebas de validez constructiva, validez interna, validez externa y fiabilidad (Villareal-Larrinaga & Landeta-Rodríguez, 2010) (Tabla 10).

Tabla 10.

Pruebas de evaluación de la validez de la investigación

Prueba	Táctica
Validez constructiva	<ul style="list-style-type: none">• Análisis previo del contexto conceptual y marco teórico.• Utilización de distintas técnicas de recolección de información (análisis documental, entrevistas, observación).

Tabla 10 (Continuación)

	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de múltiples fuentes de información para la confirmación de la evidencia obtenida (fuentes primarias y fuentes secundarias, documentos, entrevistas, diversos informantes, bases de datos, páginas <i>web</i> de las empresas, contexto físico real). • Proceso casi simultáneo y unificado de recopilación de información y análisis de la misma. • Retroalimentación y contacto con los informantes.
Validez interna	<ul style="list-style-type: none"> • ‘Patrón de comportamiento común’: apoyo en el contexto teórico y las proposiciones de la investigación para el análisis individual y global de los casos. • ‘Creación de explicación’: análisis de la información obtenida, considerando la convergencia de los datos hacia una secuencia lógica que permita explicar los resultados.
Validez externa	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de casos según el potencial de conocimiento sobre el fenómeno de estudio. • Estudio de casos múltiples para la consecución de una generalización analítica.
Fiabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de un protocolo del estudio y seguimiento de sus partes como guía para realizar la investigación con el método de estudio de casos. • Confección de una base de datos que organice, integre y sintetice la información recopilada de las fuentes de información internas y externas. • Compromiso ético respecto a la obtención y análisis de evidencia.

Fuente: elaboración propia con base en Villareal-Larrinaga y Landeta-Rodríguez (2010).

IV. Resultados

En este capítulo de resultados se describen los hallazgos obtenidos. Se procura presentar el análisis de la información recopilada de manera ordenada, manteniendo una correspondencia con las dimensiones de análisis propuestas, así como de los objetivos de la investigación. En este sentido, la interpretación de los resultados se aborda de la siguiente manera. Primero, se describe el trayecto efectuado por la industria del plástico PET de la Ciudad de Querétaro en términos de sustentabilidad económica y ambiental. En seguida, se presentan las estrategias instrumentadas por los fabricantes y comercializadores de productos de PET y de los centros de acopio de PET post consumo. Posteriormente, se enumeran las leyes, normas y políticas que el gobierno del Estado de Querétaro establece para mitigar la generación de residuos de PET y fomentar su gestión para obtener un ingreso procedente de los mismos.

Asimismo, se exponen las pautas del modelo de Economía Circular que pueden ser adoptadas en la industria del plástico PET para la sustentabilidad ambiental y económica del sector. A su vez, se detalla una propuesta basada en el modelo de Economía Circular que considera los elementos de sustentabilidad y viabilidad económica, dirigida a la industria del plástico PET. Finalmente, se presenta una propuesta de política económico-ambiental para la industria del plástico, que pudiera ser ejecutada desde el gobierno local del Estado de Querétaro.

4.1. El recorrido hacia la sustentabilidad económica y ambiental de la industria del PET de la Ciudad de Querétaro

Con el análisis de la información obtenida por parte de los fabricantes/comercializadores de producto de PET y de los centros de acopio de este material post consumo, fue posible conocer el recorrido que cada una de las empresas de esta industria han practicado, con el afán de acercarse tanto a la sustentabilidad económica como a la sustentabilidad ambiental.

Al respecto, el total de los informantes coincide en que lo primordial para su subsistencia es lograr la sustentabilidad económica, ya que sin esta no sería posible que las empresas sigan operando y creciendo. No obstante, cada uno está consciente de que el mundo

está cambiando y que las necesidades de consumidores, sociedad, gobierno, así como de las empresas en las que laboran, también están dando un giro hacia intereses que van más allá de la utilidad que pueden proporcionar los bienes que se comercializan y se consumen.

Particularmente, uno de los entrevistados, representante de uno de los centros de acopio seleccionados, comentó que esta empresa surgió precisamente por el potencial de negocio que representaba el reciclaje de residuos. Primero se especializaba en el reciclaje de cartón, pero la demanda de PET reciclado en los mercados internacionales, hizo que el centro encaminara esfuerzos, con una gran inversión, para la instalación de una planta recicladora de PET post consumo. Adicionalmente, el informante comenta que la resina de PET reciclado que se produce, preferentemente se exporta a Europa y Asia, ya que en estas zonas es donde se está priorizando el tema de la sustentabilidad ambiental y existe mayor demanda de esta resina, y mayor compromiso por la producción con materias primas recicladas. Esto a consecuencia de mandatos legislativos, pero que actualmente se han adoptado como parte de la filosofía de las empresas en esos lugares del mundo.

Del mismo modo, el informante de otro de los centros de acopio escogidos, mismo que es parte de uno de los corporativos de bebidas envasadas más grande del mundo, comparte que la compañía ha logrado la sustentabilidad económica, y ahora trabaja arduamente para alcanzar la sustentabilidad ambiental. Por ello, cuenta con un sistema de recolección de botellas de PET post consumo y su incorporación en envases nuevos con contenido reciclado. Asimismo, el entrevistado aclara que la empresa expresa su compromiso por operar alineada a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Cabe destacar que, en 2014, ganó el nombramiento de ‘Planta de Reciclado de PET Grado Alimenticio más Grande del Mundo’. Por otro lado, el informante de uno de los fabricantes de envases de PET que atendió una entrevista para esta investigación, asegura laborar en un negocio rentable, ya que este corresponde a una empresa con más de 25 años en el mercado, con la capacidad de procesar 2,400 toneladas de PET al año para la producción de envases. Por ello, argumenta que la compañía posee sustentabilidad económica. Además, comenta que a consecuencia de estatutos gubernamentales esta inició a regularizar más el uso y el reúso del plástico. Adicionalmente, aclara que se ha buscado adelantarse a las leyes tomando acciones

secundarias, considerado aspectos de sustentabilidad ambiental. Por ejemplo, como semblante principal, el reciclaje de PET. También, se implementa la incorporación de unidades híbridas para el transporte de mercancías, representado un ahorro tanto para los clientes como para la empresa. Además, se añadieron sistemas cerrados de enfriamiento para una mayor eficiencia de energía y de agua, en el proceso de moldeo de envases. Asimismo, se adquirieron equipos de producción modernos y ahorradores de energía. Finalmente, se optó por contar con una propia planta tratadora de agua.

Una de las cinco subcategorías consideradas en la dimensión de análisis *sustentabilidad económica y ambiental*, se denominó *gestión de residuos*. Esto se refiere exclusivamente a los residuos de plástico PET. Al respecto, la mayor parte de los entrevistados representantes de las empresas fabricantes/comercializadoras y los centros de acopio seleccionados, confirmaron que en estas empresas se practican actividades en materia de manejo de residuos de PET. Además, se percató de que cada una de estas recolecta una cantidad considerable de PET post consumo al año. Para ilustrar, la *Figura 16* expone que las Empresas B, C y D (centros de acopio), recolectan 2 mil toneladas, 83,036 toneladas y 108 toneladas, respectivamente. En el caso de la Empresa A, la cual corresponde a un fabricante de envases de PET, genera 48 toneladas de residuos de este material al año, los cuales son originados en su proceso productivo, por lo que se clasifica como una merma. En cambio, en la Empresa E (fabricante de envases) no se llevan a cabo actividades de gestión de residuos.

Asimismo, en las Empresas A y B se logran reciclar el 100% de los residuos de PET a su alcance (Empresa A: 48 toneladas al año; Empresa B: 2 mil toneladas al año). En cambio, en la Empresa C, solo se logra el reciclaje de 52,175 toneladas anuales (el 62.83% de lo que recolecta) (ver *Figura 16*). Sobre este particular, el informante de la Empresa C comenta que la diferencia entre lo que la compañía logra recoger y reciclar, se debe a que solo una parte del PET recogido cumple con las características necesarias (por ejemplo, el color, ya que se busca que sea transparente) para reciclarse para la obtención de una resina de grado alimenticio, la cual es la que demandan los clientes de la empresa. El resto del material post consumo que no se recicla, se vende a otros recicladores con clientes de la industria textil.

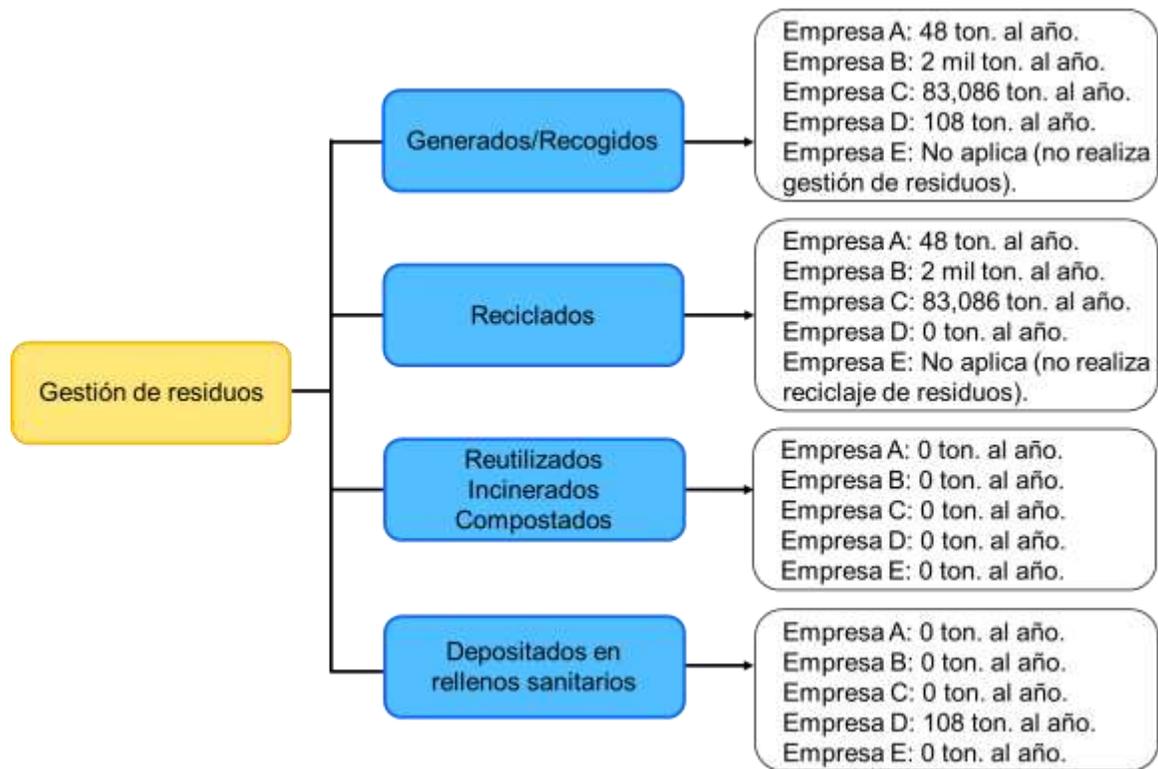


Figura 16. Gestión de residuos de la industria del PET

Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, en las Empresas D y E no recicla el PET post consumo (ver Figura 16). Al respecto, el informante de la primera aclara que esto se debe a que este residuo no cumple con las condiciones para ser valorizado, pues es un material que llega mezclado con materia orgánica y, por lo tanto, contaminado. Cabe mencionar que la Empresa D, presta servicios de relleno sanitario y, el entrevistado comenta que, por mandato gubernamental, los residuos que recibe la planta no pueden dejar las instalaciones, aún si son materiales con valorización potencial. Por lo que se depositan en el relleno sanitario. Por su parte, el informante de la Empresa E simplemente argumenta que en esta no se efectúa la actividad de reciclaje.

Por otro lado, derivado del análisis de resultados de esta subcategoría de *gestión de residuos*, se encontró que las empresas objeto de estudio dejan de lado la reutilización de residuos de PET. Al igual que la incineración y el compostaje de estos. Se rescata que su principal actividad en gestión de residuos, además del acopio, es el reciclaje. A excepción de

la Empresa E que no realiza funciones en materia de gestión de residuos de PET (ver Figura 16).

En relación a la incineración, los informantes de las Empresa A, B y C comentan que esto no es una opción para dichas compañías, ya que, además de contaminar significativamente el medio ambiente, se estaría perdiendo la posibilidad de aprovechar la oportunidad de negocio que brinda el reciclaje del PET (ver Figura 16).

Con respecto al compostaje, el total de los entrevistados coincide en que el PET no es un plástico que pueda compostarse, y que su proceso de degradación puede requerir de mucho tiempo.

En relación a la segunda subcategoría, *producción*, de la dimensión de análisis *sustentabilidad económica y ambiental*, los informantes de la industria del plástico PET (fabricantes/comercializadores y centros de acopio), proporcionó información sobre el ingreso y el gasto que implica el ‘proceso de producción’ (Figura 17). En el caso de los centros de acopio, su proceso de producción se consideró análogo al proceso de gestión de residuos, el cual puede comprender desde la recolección hasta el tratamiento para la valorización de estos. Así mismo, con base en esta subcategoría se cuestionó a los entrevistados representantes de las empresas fabricantes y comercializadores de PET acerca de su producción con materia prima virgen y aquella con materia prima reciclada (Figura 17). Esto, también, haciendo hincapié en aclarar si existía alguna diferencia entre el gasto que implica producir con materia prima virgen y producir con materiales reciclados. Es importante aclarar que, la razón por la cual este último cuestionamiento fue dirigido exclusivamente a los informantes de empresas fabricantes/comercializadores, descartando a los centros de acopio, es debido a que estos últimos no manejan una materia prima virgen para la obtención de un producto, sino que, del reciclaje y la valorización de residuos, obtienen una materia prima reciclada. En cambio, los fabricantes/comercializadores tienen la alternativa de utilizar una o ambas para la fabricación de sus productos.

Por otra parte, la información sobre gastos que se consideraron en la investigación de campo, con respecto a fabricantes/comercializadores, se refieren a aquellos gastos que la

empresa afronta para la gestión de residuos de PET. Con respecto a los ingresos, representan aquellos derivados de la valorización de dichos residuos.

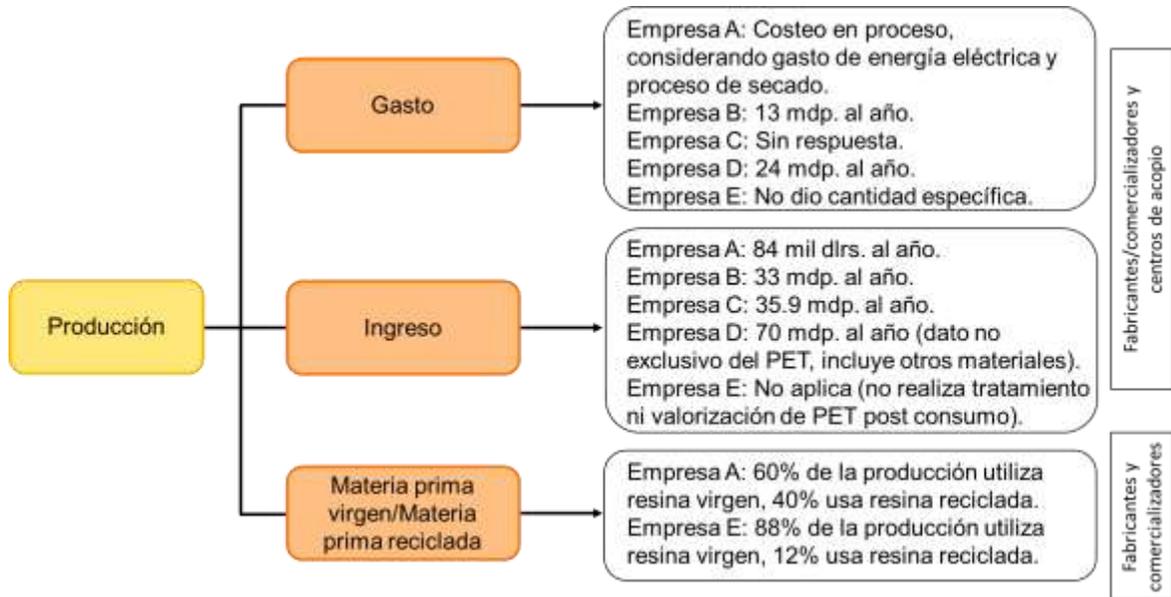


Figura 17. Producción de la industria del PET

Fuente: elaboración propia.

Después de lo antes dicho, se destaca que, el proceso de producción de la industria del plástico PET, implica altos costos de operación, pero también ingresos considerables. En este sentido, los entrevistados de las Empresas B y D, señalan estas tienen un gasto anual de 13 millones de pesos y 24 millones de pesos, respectivamente (ver Figura 17). Sin embargo, desafortunadamente, en la Empresa D no se lleva un registro separado por tipo de residuo o material, que pueda proporcionar un dato exclusivo para el PET. Por otro lado, el informante de la Empresa A certifica que aún no se cuenta con un dato específico, pero se está trabajando en la obtención de un costeo, en el cual, considera, destacará el gasto de energía eléctrica y el proceso de secado. De manera similar, el representante de la Empresa E no respondió una cantidad específica, sin embargo, comenta que al decidir fabricar los productos con un tipo de resina u otro, en realidad, el costo de producción no se altera, pero si existe una diferencia entre ambas alternativas, la cual corresponde al costo de la materia prima. Agrega que la materia prima post consumo es, frecuentemente, un quince por ciento más cara que la virgen.

El informante de la Empresa C, por su parte, no proporcionó respuesta sobre gastos (ver Figura 17).

Referente al ingreso (por la valorización de residuos de PET), los informantes de las Empresas A, B y C, comentan que estas obtienen anualmente 84 mil dólares, 33 millones de pesos y 35.9 millones de pesos, respectivamente. En cambio, los ingresos de la Empresa D, corresponden a 70 millones de pesos anuales, pero este dato no es exclusivo de la valorización de PET, sino que incluye otros materiales. Con respecto a la Empresa E, al no realizar tratamiento ni valorización de PET post consumo, en este caso, no se consideraron los ingresos (ver Figura 17).

Por último, en relación a la producción con materia prima virgen y aquella con materia prima reciclada los representantes de las empresas fabricantes/comercializadoras de PET, comparten que la Empresa A utiliza un 40% de resina reciclada en su producción, mientras que el 60% restante usa resina virgen. En cuanto a la Empresa E, el entrevistado comenta que un 12% de la producción de la compañía usa resina PCR y el 88% resina virgen (ver Figura 17). Adicionalmente, el informante de la Empresa A agrega que, el gasto entre producir con una resina u otra, en términos de costes, es igual. Lo complicado es intercalar las resinas en el proceso productivo, ya que se debe asegurar de no mezclarlas. En cambio, el representante de la Empresa E reafirma que podría existir una diferencia de quince por ciento entre el gasto de producción entre las alternativas de resinas, ya que la reciclada suele ser este porcentaje más costosa.

Ahora bien, otro de los informantes aclara que podrían presentarse dos escenarios. Uno en el que ambas resinas estén al mismo precio, y otro, en el que la resina reciclada cueste más, pues el proceso para obtenerla es altamente costoso. Asegura que “es más caro el proceso de reciclar que el de tomar materiales vírgenes”. Desde este punto de vista, el entrevistado señala que producir con resina reciclada implicaría mayor gasto que la producción con materia prima virgen. Además, comenta que, en ambos casos, algunos compradores de resina no ven muy claro el beneficio que obtendrán si acceden a adquirir una resina de segunda mano. Por ello, sugiere fomentar la importancia del uso de mariales reciclados y los beneficios, no solo monetarios, que esto implica. Además, cree que esto debe

verse, ahora, con obligación y compromiso de todas las partes; gobierno, empresas y consumidores. Al mismo tiempo, un tercer informante opina que la incorporación de material reciclado a los productos de PET es una tendencia en todos los países, así como una cuestión que implica un mayor costo el no hacer, que el sí hacerlo. Debido a ello, destaca que ha dejado de ser relevante relacionar la resina virgen con la resina reciclada, desde un punto de vista comparativo. Argumenta que el uso de materiales reciclados es un compromiso que se debe tener por parte del sector privado. Asimismo, resalta que, tanto su empresa como otras grandes marcas, han asumido este compromiso mediante su subscripción al acuerdo global de la Naciones Unidas, referente a disminuir la cantidad de plástico que se coloca en el mercado. En tal sentido, asegura que, aunque en este momento el uso de plástico reciclado es opcional en algunos lugares, en un momento será un asunto legalmente obligatorio, como ya lo es en algunos países.

Con respecto a la *calidad de productos* (tercera subcategoría de la dimensión de análisis *sustentabilidad económica y ambiental*), se destaca que las empresas de la industria del PET producen (o utilizan) una resina calificada como ‘calidad grado alimenticio’ (Figura 18). Por ejemplo, en la Empresa A se fabrica una ‘resina premium grado alimenticio’, misma que se utiliza para una parte de la producción de sus envases de PET, los cuales, junto con los fabricados con materia prima virgen, son 100% reciclables, además de que tienen el potencial de ser reutilizables. No obstante, el informante de la Empresa A comparte que sus envases no tienen como característica el ser compostables. Adicionalmente, comenta que tanto sus productos que son fabricados con materia prima reciclada como con materia prima virgen, conservan la misma calidad (ver Figura 18).

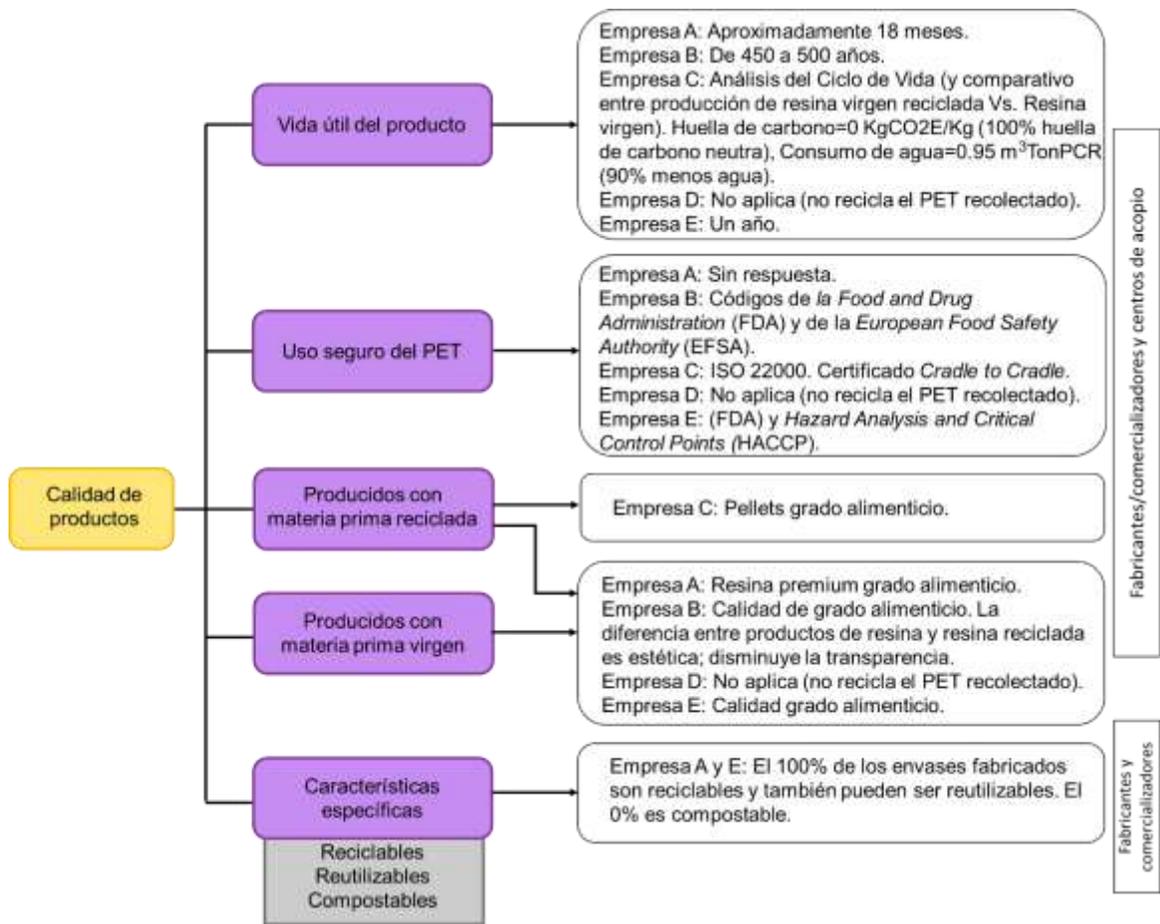


Figura 18. Calidad de productos de la industria del PET
Fuente: elaboración propia.

Asimismo, en la Empresa E, se fabrican envases que su informante considera de alta calidad, sin importar si se utilizó resina PCR o virgen para producirlos, pues ambos casos corresponden a material de calidad grado alimenticio. Agrega que, para avalar esta cualidad, en la empresa se asegura de que la materia prima que se adquiere cuenta con certificaciones de inocuidad de la *Food and Drug Administration* (FDA), además de que la compañía ha obtenido la certificación *Hazard Analysis and Critical Control Points* (HACCP), con el mismo propósito (ver Figura 18). Finalmente, asegura que los productos de la organización donde labora, son 100% reciclables y podrían ser reutilizables, pero comenta que el PET no es compostable.

Por su parte, el informante de la Empresa B (centro de acopio) señala que el PET que en esta se recicla permite fabricar una resina de calidad, también, grado alimenticio. Agrega que, aunque la calidad de esta sea tan buena como la resina virgen, si se presenta una diferencia entre los productos que son fabricados con cada una. Esta distinción, dice, es principalmente estética, pues el PET reciclado tiende a disminuir su transparencia (ver Figura 18).

Por otra parte, el informante de la Empresa C (centro de acopio), subraya que, del reciclaje de PET post consumo que en estas se efectúa, se obtienen ‘pellets grado alimenticio’ (resina grado alimenticio). Al respecto, enfatiza que la resina de esta empresa es la primera en el mundo en certificarse como *Cradle to Cradle*; una certificación por parte del *Cradle to Cradle Products Innovation Institute*, para productos 100% circulares, los cuales deben cumplir cinco categorías referentes a la seguridad para la salud y para el ambiente, reutilización de material, energía renovable, uso eficiente de agua y justicia social. Más aún, el entrevistado menciona que otra de las normas que la compañía cumple para garantizar el uso y consumo seguro de su resina reciclada de PET es la norma ISO 22000 (ver Figura 18), misma que define los requerimientos que deben cumplir las empresas en su gestión para asegurar la inocuidad de los alimentos en toda la cadena alimentaria, hasta el punto de venta y consumo final. Finalmente, el informante de la Empresa C señala que, el cumplimiento de los preceptos de esta norma es esencial, pues el producto se dirige a crear envases que contendrán alimentos.

Por otro lado, el representante de la Empresa B comenta que para garantizar el uso y consumo seguro de la resina reciclada de PET que esta compañía produce, se rige por normas internacionales, lo establecido en los códigos de *la Food and Drug Administration (FDA)* y de *la European Food Safety Authority (EFSA)* (ver Figura 18). Ello debido a que el mercado que la empresa atiende es principalmente internacional.

En relación al periodo de vida útil de los productos de PET, los informantes de la Empresa A y E comentan que un estándar de vida útil depende de las condiciones de almacenaje. El primero comparte que, en el caso de los envases de la Empresa A, estima un periodo de 18 meses aproximadamente. En cambio, el segundo (informante de la Empresa

E) expresa que este periodo podría ser de un año. Por otra parte, el entrevistado que representa a la Empresa B argumenta que, manteniendo envases y resinas de PET que contengan material reciclado, esos productos van a tender a permanecer más tiempo siendo útiles en el sistema productivo, lo cual podría ser desde 450 a 500 años (ver Figura 18).

Por su lado, para evaluar el ciclo de vida de su resina reciclada, en la Empresa C se emplea el método *Life Cycle Analysis* (LCA) o Análisis de Ciclo de Vida. Esta herramienta, le permitió a esta empresa demostrar que el reemplazo de la resina de PET virgen por PET reciclado genera importantes ahorros medioambientales. Por ejemplo, al producir resina reciclada en lugar de resina de PET virgen, esta empresa impacta en una ‘huella de carbono neutra’ del 100%, lo que significa que las emisiones de carbono netas de la Empresa C, son iguales a cero. También, su producción de resina reciclada *versus* resina virgen, impacta con un 91% menos uso de energía y un 90% menos uso de agua (ver Figura 18).

En relación a la subcategoría de *innovación* de la dimensión *sustentabilidad económica y ambiental*, la cual específicamente examina la inversión que la industria del plástico PET efectúa para la innovación de productos o procesos (Figura 19). El informante de la Empresa A, a pesar de que no comparte un dato exacto, señala que la inversión anual que efectúa la compañía para el desarrollo de productos, es una cantidad considerable. Añade que, la parte de innovación y desarrollo les compete a varios departamentos de la empresa (desarrollo, diseño y hasta área de ventas por su contacto directo con el cliente). Este aspecto de la innovación de productos es de importancia para la organización, ya que le permite expandir su cartera de productos para proporcionar más alternativas a los clientes.

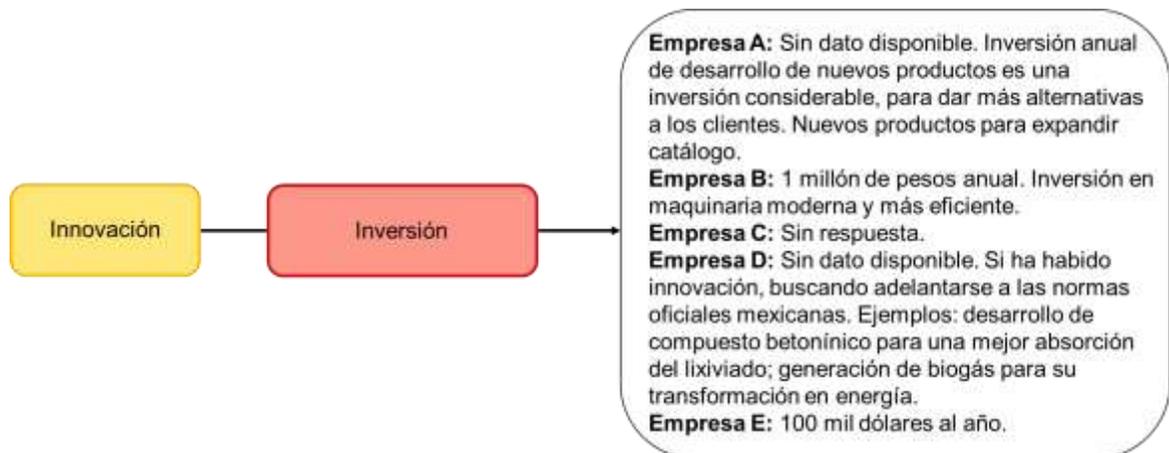


Figura 19. Innovación de la industria del PET

Fuente: elaboración propia.

Mientras tanto, el informante de la Empresa B declara que, la inversión de esta respecto a innovación, ha sido de 1 millón de pesos. Cantidad que se empleó para la adquisición de maquinaria moderna y mayormente eficiente, utilizada en el reciclaje de PET post consumo, para la producción de resina reciclada (ver Figura 19).

Por su lado, el informante de la Empresa D, aunque aclaró no tener un dato disponible sobre la inversión en innovación de procesos o productos por parte de la compañía, subraya que este si incursiona activamente en innovar. Incluso, derivado de ello, agrega que la empresa ha podido adelantarse a las normas oficiales mexicanas. Por ejemplo, desarrolló un ‘compuesto betonínico’ (una tela muy delgada con contenido de arcilla), que cumple la función de absorción del lixiviado; el fluido que se filtra a través de un sólido (como arcilla) generado por los desechos orgánicos. Dicho desarrollo, le permitió a la empresa disminuir la cantidad de arcilla que la norma mexicana cero ochenta y tres señala como necesaria para una conveniente absorción del lixiviado. Esta hazaña fue posible, debido a que el nuevo compuesto desarrollado por la empresa, resultó tener una mayor capacidad hidráulica, haciendo más eficiente el proceso, con menor cantidad de recursos (en este caso arcilla). Adicionalmente, el representante considera que, como parte de las innovaciones de la Empresa D resalta la generación de biogás a partir de residuos orgánicos, para la producción energía eléctrica (ver Figura 19).

Por último, el informante de la Empresa E asegura que esta realiza una inversión, en promedio, de 100 mil dólares al año en innovación de productos (ver Figura 19). Esta cantidad está enfocada principalmente a agrandar su catálogo de productos, ya que el interés de la compañía es ofrecer más opciones a sus clientes, entre otras soluciones que se deriven las necesidades de los mismos, así como del mercado potencial.

Referente a la última subcategoría de *otros aspectos* relacionados con la sustentabilidad económica y ambiental (Figura 20), en la industria del PET se rescata particularmente que, las empresas dirigen sus productos a la industria alimenticia principalmente. En concreto, la Empresa A oferta sus productos, además de la industria alimenticia, a la industria farmacéutica; de cuidado personal y doméstico; y cosmética. En cambio, la Empresa B se centra en hacer llegar sus productos tanto a la industria alimenticia como a la textil. Aunque la mayoría de sus clientes pertenecen al gremio alimenticio, la parte del PET reciclado que se destina a la industria textil, es debido a que este, antes de ser reciclado, tiene aditamentos para darle un color específico, lo cual lo hace no apto para la calidad grado alimenticio, por lo que la Empresa B lo ofertar a esta segunda industria.

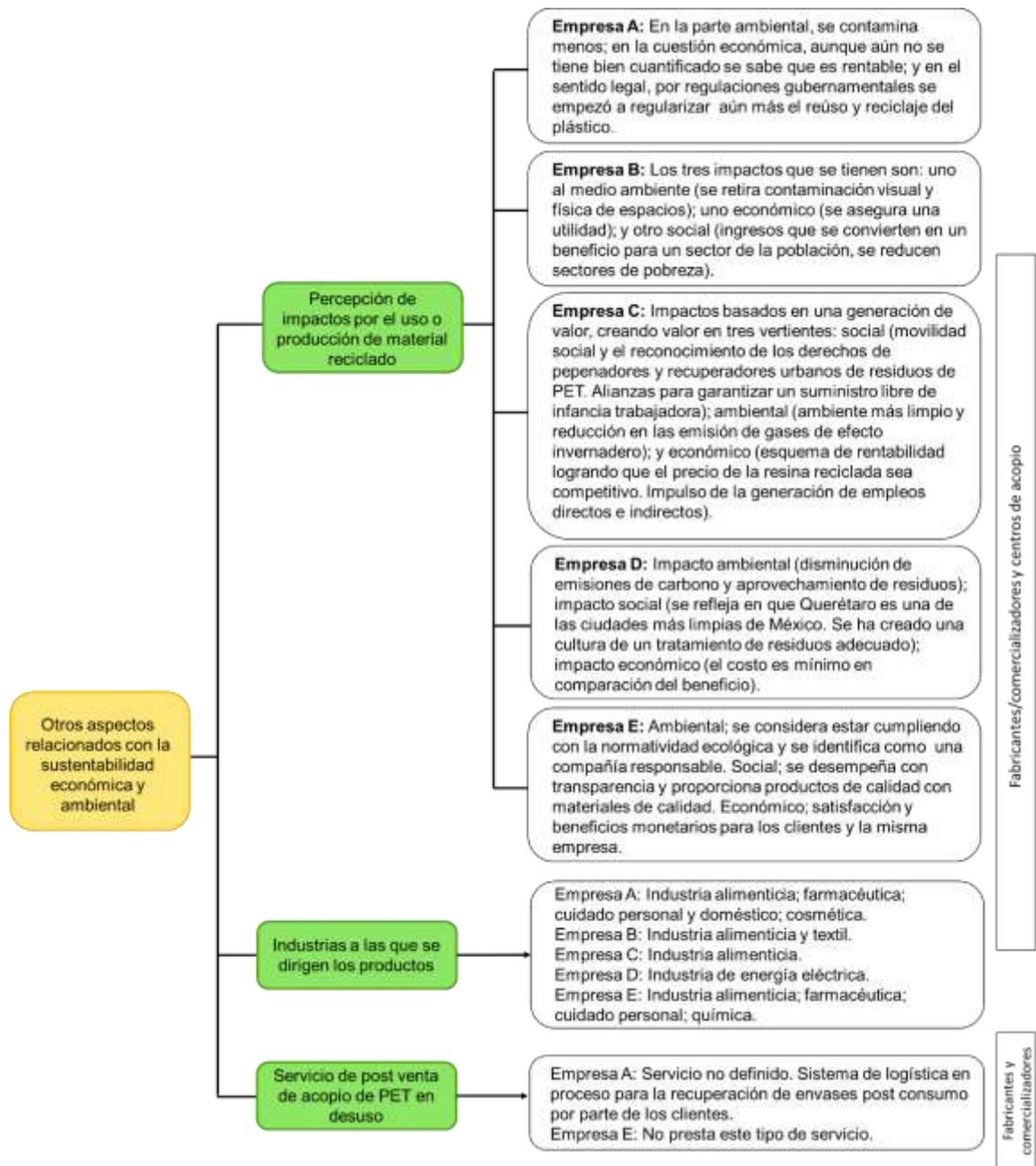


Figura 20. Otros aspectos de la industria del PET relacionados con la sustentabilidad económica y ambiental

Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, la resina producida por la Empresa C, se destina a la industria alimenticia. Mientras que la Empresa D dirige sus productos a la industria de energía eléctrica (ver Figura 20). Cabe mencionar que, aunque en esta última se acopia PET en desuso (así

como otros materiales), este no se somete a un proceso de tratamiento y valorización. Además, los residuos orgánicos son los que, en mayor volumen, llegan a estas instalaciones, lo cual es fuente de generación de biogás que se emplea en la producción de energía eléctrica. Finalmente, la Empresa E destina sus productos a la industria alimenticia, farmacéutica, cuidado personal y química, principalmente (ver Figura 20).

Los informantes de las empresas de la industria del PET compartieron su percepción con respecto a los impactos que consideran se derivan por el uso (o producción) de material reciclado. Coincidieron en que esta acción concibe impactos económicos y ambientales. Además, mientras que casi la totalidad de los entrevistados señaló, también, impactos sociales, una excepción se inclinó por compartir impactos legales (ver Figura 20). Este último fue el caso del representante de la Empresa A, pues argumenta que el uso de materias primas secundarias y la fabricación de esta en las empresas, orilla al sector público a regularizar aún más el reciclaje y reúso del plástico. En la cuestión económica, el mismo entrevistado expresa que, tanto para la producción de resina reciclada, como el uso de esta en la fabricación de envases, propicia una rentabilidad para la empresa. Relacionado con la parte ambiental, este informante señala que la empresa genera menos contaminación.

Por su lado, el representante de la Empresa B comunica que el impacto ambiental que se genera al producir material reciclado es retirar contaminación visual y física de diferentes espacios. En lo económico, resalta el aseguramiento de una utilidad. Mientras que en el social indica que se está generando ingresos que se convierten en un beneficio para un sector de la población, lo cual contribuye a la reducción de sectores de pobreza (ver Figura 20).

En particular, el informante de la Empresa C relaciona los impactos de la compañía con la creación de valor en tres vertientes: social, ambiental y económico (ver Figura 20). De este modo, el impacto social se manifiesta en favorecer la movilidad social y el reconocimiento de los derechos de ‘pepenadores’ y ‘recuperadores urbanos’ de residuos de PET. Así como asegurar la protección de niños y niñas mediante alianzas que garantizan un suministro de materiales libre de infancia trabajadora. El impacto ambiental se relaciona con su contribución para cerciorar un ambiente más limpio, evitando que botellas de PET en desuso terminen en el ecosistema. Además, el entrevistado destaca que la empresa aporta con

la reducción en la emisión de gases de efecto invernadero, pues la resina reciclada que se produce se caracteriza por surgir de un proceso con huella de carbono neutro, en comparación con la fabricación de resina virgen. Por último, el impacto económico se enfoca en asegurar que las actividades de la empresa se llevan a cabo con un esquema de rentabilidad, consiguiendo que el precio de su resina reciclada sea competitivo. Así mismo, considera que esta contribuye a impulsar la generación de empleos directos e indirectos.

Por su parte, el informante de la Empresa D, subraya que el impacto ambiental de la misma se caracteriza por una disminución de emisiones de carbono, ya que ayuda a la generación de energía eléctrica sin utilizar ningún tipo de combustible como es el carbón o petróleo. Lo hace de la misma generación de basura que origina la población. Por ello, también destaca el aprovechamiento de residuos como parte de las aportaciones. Referente al impacto social, el entrevistado apunta que este se refleja en que Querétaro es una de las ciudades más limpias de México. Añade que los queretanos cuentan con una empresa que tiene vasta experiencia y conocimientos desde hace años. Lo que le permite brindar un buen trabajo a la ciudadanía, manteniendo, tanto a Querétaro como a sus alrededores, con un medioambiente limpio. Adicionalmente, considera que se ha logrado crear una cultura de un tratamiento de residuos adecuado. Por último, con respecto a la percepción del impacto económico, el informante de la Empresa D señala que “el costo es mínimo en comparación del beneficio” (ver Figura 20). En otras palabras, las ventajas de las actividades que esta compañía efectúa son más grandes que el costo que implica llevarlas a cabo.

Mientras tanto, el representante de la Empresa E señala que el impacto ambiental de esta compañía se relaciona con el cumplimiento que la misma respeta a la normatividad ecológica, identificándola como una empresa responsable. En cuestión del impacto social, explica que deriva del desempeño de la empresa, pues esta se dirige con transparencia y proporciona productos de calidad, hechos con materiales de calidad. Correspondiente al impacto económico, aclara que este se manifiesta al brindar satisfacción y beneficios monetarios tanto para sus clientes como para la misma empresa (ver Figura 20).

Finalmente, en la subcategoría de *otros aspectos* relacionados con la sustentabilidad económica y ambiental, se cuestionó a entrevistados representantes de las empresas

fabricantes/comercializadores de PET seleccionadas si prestaban servicios de post venta, específicamente de acopio de PET post consumo. A ello, el informante de la Empresa A respondió que, aunque no se ha definido este semblante de forma concreta, si se está en proceso de desarrollar un sistema de logística para la recuperación de envases post consumo, por parte de los clientes. No obstante, el representante de la Empresa E comentó que esta no presta este tipo de servicio (ver Figura 20).

4.2. Estrategias de sustentabilidad de la industria del PET de la Ciudad de Querétaro

En el presente apartado se describen las estrategias que instrumenta la industria del plástico PET de la Ciudad de Querétaro, para lograr la sustentabilidad y la viabilidad económica. Las estrategias aplicadas por los fabricantes/comercializadores de plástico PET, resaltan aspectos de gestión de residuos de PET, uso de insumos provenientes del reciclaje, destino de los productos con defecto de fábrica, y alargamiento de la vida útil de sus productos e innovación en el diseño de los mismos.

De manera similar, las estrategias aplicadas por los centros de acopio, refieren a aspectos de recolección y acopio de PET en desuso, promoción hacia terceros para fomentar la gestión de residuos de PET y su valorización, y actividades de promoción para el uso de materias primas recicladas. Asimismo, destacan el semblante de innovación en los procesos de acopio y reciclaje, y las acciones ejecutadas con respecto a residuos de PET que no cumplen con las características para reciclarse o reutilizarse.

Cabe resaltar que, tanto los centros de acopio como los fabricantes/comercializadores de PET coinciden en la implementación de estrategias que integran los mismos aspectos. Por ejemplo, reciclaje o reúso de residuos de PET, valorización de residuos de PET, medición y evaluación del uso eficiente de recursos, y compromiso por la conservación del bienestar del medio ambiente.

Considerando el orden de los aspectos mencionados, contemplados en las estrategias implementadas por la industria del PET, a continuación, se abordan por separado cada uno de los objetos de estudio, enlistando las estrategias que, de forma particular, instrumenta cada empresa.

4.2.1. PetStar y sus estrategias de sustentabilidad

De acuerdo a la entrevista realizada y al análisis de la información obtenida, así como la observación de diagramas, videos y contenido gráfico de la página *web* y redes sociales de PetStar, junto con el análisis de documentos públicos por parte de la empresa como su informe de sustentabilidad (PetStar, 2020), se destaca que PetStar es una compañía que se enfoca en establecer objetivos, metas y estrategias compatibles con el modelo de Economía Circular. Así, la producción y comercialización de sus productos, le permite lograr y conservar la sustentabilidad y la viabilidad económica.

Para PetStar, es esencial promover la preservación del medio ambiente, efectuando una solución que haga sustentable el envase de PET. En este sentido, se encarga de acopiar y reciclar este material post consumo, procurando realizarlo de manera eficiente, para producir una resina de alta calidad. Esto resulta un producto valioso para el mercado, a un precio competitivo, lo cual permite asegurar una rentabilidad para la empresa.

Como parte de las estrategias de PetStar se detectaron, primeramente, aquellas relacionadas con su compromiso por la conservación del medio ambiente. Como pieza de esta lista forma parte su ‘Filosofía de sustentabilidad corporativa’, la cual es un aspecto fundamental dentro de su modelo de negocio. Su enfoque busca favorecer la inclusión, la vida en armonía y el respeto al medio ambiente. Además, de esta filosofía deriva el ‘Sistema de sustentabilidad’ desarrollado por la empresa y que busca contribuir a la sustentabilidad a nivel global, actuando desde una ubicación local. En la compañía se califica como un sistema circular integral de mejora continua permanente, que ayuda a identificar y comprender los preceptos de la agenda internacional, con la intención de adecuar los procesos a la misma, de manera que se pueda mantener la integralidad del negocio.

Por otro lado, este sistema considera puntos clave como la comunicación con diversos grupos de interés (accionistas, clientes, colaboradores, organizaciones de la sociedad civil, socios acopiadores, pepenadores y otros seguidores de la empresa). Los diálogos con estos actores son a través de foros, congresos, *webinars*, encuestas, distintas plataformas, eventos y estudio de materialidad. A propósito, la dinámica de este último consiste en realizar encuestas para determinar temas relevantes y exponer información al respecto, considerando

la misión general, la estrategia corporativa de PetStar, así como las preocupaciones expresadas directamente por los grupos de interés. Además, estas encuestas permiten conocer la percepción sobre la importancia de la responsabilidad social de la compañía.

Así mismo, el sistema de sustentabilidad de PetStar aborda la mejora continua en un amplio marco ético que le permite crear valor social, ambiental y económico. Como prueba de ello están las certificaciones que la empresa ha logrado obtener (Tabla 11), validando que, la compañía, además de cumplir con estándares de calidad, gestiona el incursionar en procesos que la dirige a innovar. Es importante mencionar que, la búsqueda y obtención de estas certificaciones por parte la empresa, también se señalan como parte de sus estrategias de sustentabilidad.

Tabla 11.

Certificaciones obtenidas por la empresa PetStar

Certificación	Descripción
ISO 9001	Certificación de calidad de procesos y producto: planta de reciclado (sistema integral) y ocho plantas de acopio.
ISO 14001	Certificación a los procesos en materia ambiental: planta de reciclado (sistema integral) y ocho plantas de acopio.
ISO 22000	Certificación en inocuidad de procesos y productos en planta recicladora (sistema integral).
ISO 50001	Certificación en eficiencia energética: planta de reciclado (sistema integral) y ocho plantas de acopio.
ISO 39001	Certificación de gestión en seguridad vial.
ISO 45001	Certificación a los procesos de seguridad y salud ocupacional: planta recicladora (sistema integrado).
LEED Platinum <i>(Leadership in Energy & Environmental Design)</i>	Certificación otorgada por el <i>U.S. Green Building Council</i> al Museo-Auditorio PetStar y salón de usos múltiples como edificios sustentables.

Tabla 11 (Continuación)

Industria limpia	Certificación ambiental otorgada por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).
<i>Operation Clean Sweep Blue</i>	Iniciativa internacional para prevenir que los pellets, hojuela y polvo lleguen al ecosistema marino.
<i>Cradle to Cradle</i>	Certificación de productos 100% circulares con características que cumplen con la seguridad para la salud y el medio ambiente. Es otorgada por el <i>Cradle to Cradle Products Innovation Institute</i> .

Fuente: elaboración propia con base en PetStar (2020).

Finalmente, se destaca que el ‘Sistema de sustentabilidad’ de PetStar lo encabeza un ‘Comité de Asuntos Corporativos y Sustentabilidad’, mismo que se encarga de analizar impactos, riesgos y oportunidades del contexto económico, social y ambiental, así como de presentar el informe de sustentabilidad de la empresa, para que sea aprobado por su ‘Consejo de Administración’.

Otra de las estrategias detectadas por parte de PetStar, relacionadas con su compromiso por la conservación del medio ambiente, es su adhesión al *Acuerdo global de la nueva economía del plástico*. Con ello, la empresa se está enfocando en eliminar los plásticos innecesarios; a innovar en sus productos para que sean reciclables y reusables; y a la circularidad de materiales para mantenerlos dentro de la economía y fuera del medio ambiente. Estas estrategias van de la mano con el plan de ‘Un mundo sin residuos’, el cual lidera las Naciones Unidas, y con el que se ha comprometido una de las empresas de bebidas más grandes del mundo; compromiso que incluye la participación de PetStar como pieza fundamental. Con este, el centro de acopio se une al deber de recolectar el cien por ciento de los envases que la primera manda al mercado. A tal efecto, si actualmente PetStar está recolectando seis de cada diez botellas que sus accionistas colocan en el mercado, significa que aún no es suficiente, por lo que está trabajando en abrir otras plantas de acopio en lugares donde se presentan bajas tasas de recolección de PET y, de esta manera, proporcionar

infraestructura necesaria para tal actividad, y así aumentar los volúmenes de acopio para poder cumplir con lo que se planea.

Una más de sus estrategias referente con su compromiso por la conservación del medio ambiente, es su adhesión a la *Alianza con el Pacto Mundial Red México* de las Naciones Unidas. Con ello, PetStar participa en diversas iniciativas internacionales para el cumplimiento de la ‘Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible’, precisamente conformada por los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En relación a esto, PetStar emplea, también, otras estrategias enfocadas a mejorar las condiciones laborales de pepenadores y recolectores que se dedican a la recuperación de residuos. Estos colaboradores no pertenecen a la plantilla de trabajadores de la empresa, pero si forman parte de su Modelo de Acopio Inclusivo PetStar (MAIP), por lo que la empresa se esfuerza para mantener una buena relación con los mismos. Por esta razón, la compañía les otorga diversas herramientas de capacitación para la adecuada operación de sus pequeños negocios, así como para la formalización de los mismos, de manera que estén legalmente constituidos. Dentro de las acciones de capacitación sobresalen temas como la reducción de riesgo de accidentes, la separación y almacenamiento de materiales post consumo y otros necesarios para las operaciones. Asimismo, la elaboración y registro de un programa acorde a la reglamentación de Protección Civil, y la formalización de la empresa, para registrarse ante Hacienda y el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Con lo cual, estos colaboradores recolectores de residuos, tienen oportunidad de acceder a beneficios como financiamientos para la mejora de su negocio. De este modo, PetStar ayuda a mejorar las condiciones laborales de estos actores, así como a orientarlos a operar de una mejor manera. Esta labor, le permite a la compañía ofrecer certidumbre a sus accionistas de que las botellas que se ponen en el mercado se van a recolectar, reciclar y reincorporar a la economía (haciendo buen uso de los recursos necesarios en el proceso) evitando fugas de plástico al medio ambiente.

Por último, como otra de las estrategias relacionadas con el compromiso de PetStar por la conservación del medio ambiente, sobresale el respaldo que otorga a los *Principios para un Océano Sostenible*, mismos que también forman parte del ‘Pacto mundial de las Naciones Unidas’. Con ello, la compañía trabaja para asegurar que los materiales de riesgos

como los plásticos no lleguen a los océanos, llevando acabo una gestión de riesgos y reporte de la información relacionada, como parte de su estrategia corporativa.

Con respecto a las estrategias enfocadas tanto en la promoción para la gestión de residuos de PET y su valorización, así como la promoción para el uso de materiales reciclados, se localizó un programa de educación ambiental por parte de PetStar, cuyo objetivo se enfoca en promover la educación ambiental y la cultura del reciclaje. Para ello, la empresa cuenta, desde 2013, con un esquema de visitas, a través de un museo auditorio, buscando inspirar a otros a actuar sustentablemente. De igual forma, ha integrado herramientas digitales a esta labor, procurando llegar a más grupos de interés y contar con una vía alterna de contacto frente a la crisis sanitaria actual. Cabe resaltar que, PetStar se está enfocando en aprovechar las plataformas digitales para edificar una comunidad sustentable de líderes con capacidad y compromiso para crear iniciativas locales que impacten en soluciones globales.

Por otro lado, como parte de la estrategia de educación ambiental, PetStar creó una campaña denominada *Green Lover Challenge*, misma que consistió en desencadenar una lista de retos respectivos a la separación de residuos, el cuidado del agua y energía, para motivar a la población a seguir preservando el planeta. Del mismo modo, desarrolló una campaña nombrada ‘Mi familia me mueve, reciclar me inspira’, en la que participaron sus colaboradores y familiares, proporcionando una foto, video o dibujo en el que expresaran cómo cuidan el medio ambiente. De la misma manera, constantemente realizan otras campañas relacionadas con que la población disponga correctamente de los envases post consumo.

El complemento de la estrategia de educación ambiental de PetStar, es que cuenta con un ‘Comité de Sustentabilidad Central’, el cual gestiona un programa de voluntariado, para el desarrollo de dichas acciones, así como la colaboración con organizaciones de la sociedad civil, autoridades, empresas e instituciones, en temas acordes al cuidado del medio ambiente. Así mismo, este comité se encarga del diseño e implementación de una agenda que contribuya al cumplimiento de los objetivos de sustentabilidad de la compañía.

Finalmente, una estrategia implementada por PetStar, más apegada a la promoción hacia el uso de materiales reciclados, consiste en ejecutar acercamientos con las autoridades gubernamentales para el fomento del compromiso, por parte de empresas fabricantes de envases de PET, de incorporar contenido reciclado, uniéndose a la meta de ser más amigable con el medio ambiente. A propósito, el informante de PetStar agrega que, si las leyes se inclinan por incentivar el uso de resina reciclada para la producción de envases (aún si el precio de la resina virgen fuera menor) habría un compromiso y una obligación por parte de dichos fabricantes de mantener contenido de resina reciclada en sus empaques. Ello, favorecería la demanda de resina de PET reciclada, y los pequeños, medianos y grandes acopiadores tendrían la certeza de la factibilidad de seguir recolectando el PET post consumo como material valorizable.

En relación a las estrategias que abordan objetivos de innovación en los procesos de acopio y reciclaje, el informante de PetStar comparte que su empresa fomenta la innovación a través de su ‘Modelo de Negocio Sustentable’, argumenta que esto es posible gracias a que lleva a cabo su proceso de acopio y reciclaje con los más altos estándares de calidad, alineados a su compromiso con los ODS, el *Pacto Mundial* y el *Acuerdo Global de la Nueva Economía del Plástico*.

Por otra parte, PetStar cuenta con un programa denominado ‘Ideas en acción’ con el que se centra en motivar la participación inteligente de todo su personal, para generar e implementar ideas y acciones de mejora e innovación en la empresa, acordes a los fines estratégicos de la organización.

Por otro lado, con su adhesión a la *Alianza con el Pacto Mundial Red México*, la empresa adopta el programa de ‘Jóvenes Innovadores por los ODS’ con el que pretende vincular a jóvenes profesionales y emprendedores del país y del resto del mundo, para el desarrollo de nuevos productos y servicios relacionados con su negocio, valiéndose de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Más aún, cuando se gestiona un nuevo proyecto en PetStar, este debe registrarse justificando, necesariamente, qué valor ambiental, económico y social tendrá. De igual

modo, se pide señalar en cuál de los ODS impactará el proyecto y cómo será esto. También, es requisito que, en caso de que se necesite contratar servicios externos, estos sean proporcionados por una empresa local, para generar empleo local.

Finalmente, como prueba de su incursión en innovación, en PetStar se toma en cuenta la obtención de la certificación *Cradle to Cradle* (para productos cien por ciento circulares), siendo su resina reciclada la primera en el mundo en obtenerla.

Referente a la recolección y acopio de PET en desuso, así como el reciclaje de estos residuos y su valorización, PetStar cuenta con una estrategia muy clara, su ‘Modelo de Acopio Inclusivo PetStar (MAIP)’. Con este, promueve ante la población y sus socios acopiadores, una correcta disposición del envase de PET post consumo, mediante cuatro pasos ‘Vacía-Aplasta-Cierra-Deposita’. Al respecto, el informante de la empresa argumenta que, aunque se perciba como una simple acción, proporciona un gran valor ambiental que propicia el inicio de la cadena de reciclaje. En este modelo, el proceso de acopio lo protagonizan los socios acopiadores de la empresa, quienes recolectan el PET en desuso y lo envían a la planta acopiadora de PetStar, donde se efectúa un proceso de inspección y selección de las botellas de PET más aptas para reciclarse. La continuación del modelo comprende el proceso de reciclaje, con el cual es posible transformar aquellas botellas seleccionadas en resina reciclada de PET grado alimenticio.

Para la implementación del MAIP, la empresa ha desarrollado una cadena de suministro de micro, pequeños y medianos puntos de recolección a lo largo del país, apoyándose de iniciativas de inclusión, capacitación y asesoría constante, dedicadas a los pepenadores y recuperadores para concederles un rol formal dentro de la cadena. Estos actores son reconocidos por PetStar como integrantes clave de su modelo de acopio, por lo que además de respaldar un escenario propicio para que estos obtengan ingresos de la recuperación de residuos valorizables, transfiere una perspectiva de derechos humanos, buscando a su vez enaltecer la importancia de su labor.

Asimismo, como parte de las estrategias de PetStar, respectivas a la recolección y acopio de PET en desuso, su reciclaje y valorización, la empresa está trabajando en asegurar

que todos los empaques sean reciclables. Por ello, comparte una alianza con la asociación civil Ecología y Compromiso Empresarial (ECOCE), con la intención de promover que las diferentes marcas que producen y comercializan envases, se apeguen a los ‘lineamientos de reciclabilidad’ propuestos por dicha asociación. De esta manera, cuando una botella (post consumo) sea captada, fácilmente se podrá separar la tapa y la etiqueta, y todos los materiales se destinarán a un proceso de reciclaje. De igual forma, el informante de PetStar comparte que la empresa ha tenido acercamiento con algunas autoridades, con la petición de contemplar dentro de la legislación el que no existan empaques en el mercado que no se pueden reciclar, o que alguno de sus componentes impida su reciclaje.

En relación a residuos de PET que no cumplen con las características para reciclarse o reutilizarse, el representante de PetStar enfatiza que en la empresa se hace un esfuerzo para que el cien por ciento de los residuos que capta, tanto de PET como otros, se utilicen de alguna manera, siguiendo la ‘Iniciativa un mundo sin residuos’, y su objetivo de ser una empresa cero residuos, al 2022. Su plan, liderado por el área de sustentabilidad de la empresa, se centra en tener cero fugas de plástico, así como el uso eficiente de recursos. También, se da a la tarea de informar detalladamente el porcentaje de avance logrado, buscando ser un referente a nivel mundial.

Ahora bien, la estrategia que aplica PetStar para aquellas botellas de PET que no cumplen con las características necesarias para reciclarse y convertirse en una resina reciclada grado alimenticio, es contar con alianzas con otros recicladores que destinan su producto a otras industrias como la textil o la industria de herramientas de limpieza, para la fabricación de escobas o cepillos. PetStar separa aquellos envases que no cumplen sus estándares de aprobación y los ofrece a estos otros recicladores. Para la empresa todos los envases en desuso que llegan a su planta tienen un valor. Su idea es que llegue la mayor parte de estos a su planta de reciclaje para que regrese a ser un nuevo envase. No obstante, lo que PetStar no recicla se destina a un reciclador aliado, asegurando que todas las botellas que logra captar tengan siempre una salida de valor, ya sea para PetStar o para los recicladores afiliados. Logrando así que, el total de las botellas acopiadas sean aprovechadas un ciento por ciento. Cabe mencionar que, esta misma estrategia es aplicable para las

etiquetas y tapas que acompañan las botellas post consumo que capta PetStar en su planta. Al respecto, el informante de la empresa agrega que reciben botellas de diversas marcas, por lo que, en ocasiones, algunas tapas o etiquetas no son compatibles con su estándar de reciclaje, por lo que las separan y destinan a otro reciclador.

Con respecto a las estrategias de PetStar enfocadas a la medición y evaluación del uso eficiente de recursos, el informante de la empresa retoma el Modelo de Negocio Sustentable PetStar (MNSP), para argumentar que su compañía atiende este aspecto en los procesos de su planta. Resalta que su modelo es un referente de Economía Circular que, además de recuperar botellas de PET en desuso y reciclarlas para convertirlas en envases nuevos, se encamina a utilizar adecuadamente los recursos necesarios para el proceso. Añade que, gracias a esto se obtuvo la certificación *Cradle to Cradle*, para la cual, precisamente, se requisita comprobar el uso eficiente del agua desde el acopio hasta el reciclado. Además del uso de energías renovables para la fabricación de la resina reciclada. En cuanto a las fuentes de energía renovables, el informante de PetStar comenta que un sesenta y seis por ciento de la energía que se utiliza proviene de fuentes eólicas y que, además, se cuenta con paneles solares y un proceso de cogeneración de energía. En el caso del uso eficiente del agua, el informante ilustra que PetStar está utilizando, actualmente, un litro de agua para reciclar alrededor de un kilo de PET (entre 42-47 botellas), y se encuentra trabajando en ser una empresa ‘huella hídrica neutra’. Para ello, la compañía dispone de una planta tratadora de agua. El agua que resulta del tratamiento la destinan al uso sanitario. Sin embargo, consciente de que no es suficiente para la meta planteada, PetStar aprobó una inversión para dicha planta de tratamiento, con el interés de que el agua que se atiende, una vez tratada, regrese al proceso de reciclaje y, a su vez, evitar tomar agua de pozos.

Por último, ante la evaluación del uso eficiente de recursos por parte de PetStar, se retoma la ‘Iniciativa un mundo sin residuos’ (descrita anteriormente), ya que, precisamente, incluye la cuestión del uso eficiente de recursos.

4.2.2. Alcamare y sus estrategias de sustentabilidad

Con base en la información obtenida mediante la entrevista a Alcamare, así como la observación y análisis de documentos públicos, diagramas, videos, contenido gráfico de su

página *web*, redes sociales e instalaciones de la empresa, se reconoce que este grupo desarrolla objetivos y estrategias conformes con el modelo de Economía Circular. De este modo, la producción y comercialización de sus productos, lo encamina hacia el logro de la sustentabilidad, conservando la viabilidad económica del negocio.

Desde hace varios años, la compañía promueve el cuidado del medio ambiente, mediante el acopio y reciclaje de residuos de PET (así como de otros materiales valorizables), asegurando que cada parte de la operación se efectúe de manera eficiente y con altos estándares de calidad para fabricar una resina con la calidad necesaria para el mercado objetivo y así, poder asegurar una rentabilidad para la empresa.

Dentro de sus estrategias relacionadas con su compromiso por la conservación del medio ambiente, el informante de Alcamare destaca una filosofía por parte del negocio de reciclado de plásticos, aclarando que esta incluye ser una empresa con pasión, conocimiento, tecnología de vanguardia y ‘amor por el planeta’. Con estos elementos, se espera continuar fabricando un producto de calidad que realmente compita con el material virgen, asegurando las ventajas ambientales que hay detrás del proceso como la recuperación y valorización de residuos, que previene la contaminación del planeta.

Sin embargo, el informante de la empresa comenta que en México aún hace falta mayor conciencia por parte de los clientes potenciales para que verdaderamente valoren una materia prima reciclada de origen post consumo. Para ello, se requiere que estén al tanto del contexto que conforma su obtención, desde los recuperadores de los residuos, hasta la manufactura de la resina que se va a comercializar. En este sentido, Alcamare cuenta con estrategias para promocionar la gestión de residuos de PET y su valorización, así como fomentar el uso de materiales reciclados. Por ejemplo, participa activamente en diversos foros anuales como *Expo Plásticos* (exposición y foro de negocios de tecnología, maquinaria, tendencias y soluciones en plástico para todas las industrias); *Foro Ambiente Plásticos* (reúne a diversos jugadores de la industria de plástico como transformadores, fabricantes de materias primas, de maquinaria y tecnología, para compartir tendencias y generar *networking* de alto valor); y *China Import and Export Fair*. En Alcamere se aprovechan estos espacios tanto para exhibir sus productos como para compartir su filosofía y experiencia en el reciclaje

mediante conferencias. Asimismo, la empresa se apoya de redes sociales como *Facebook*, para compartir una serie de videos que proporcionan datos concretos sobre los residuos y reciclaje, para concientizar y propiciar un cambio en el estilo de vida de las personas, que favorezca a la sociedad y al medio ambiente. Mediante esta difusión, también se busca informar al mercado sobre el valor correcto de un proyecto de reciclaje, y acostumbrarle a reconocer el valor del material reciclado de alta calidad que, aunque se compare con la materia virgen, es importante valorizar de forma independiente uno con otro, considerando no solo el costo de adquisición a la hora de la fabricación de un bien, sino los beneficios que implica la cadena productiva de ambos materiales, argumentando que se presenta una mayor generación de valor en la que corresponde a la materia reciclada.

Uno de los principales objetivos de Alcamare es seguir invirtiendo en investigación de productos y en la innovación de sus procesos. Por ello, en la empresa se decidió invertir en una planta de reciclaje, con tecnología de vanguardia, para convertir un material de desperdicio, en una resina post consumo de alta calidad y propiedades similares a la resina virgen. Esta estrategia, llevó a Alcamare a ser catalogada como una de las plantas de reciclaje más modernas del mundo, con una capacidad de producción de hasta siete mil quinientos kilogramos por hora, procesando PET y otros materiales como Polietileno de Alta Densidad (HDPE) y Polipropileno (PP). En este cometido, también fue fundamental demostrar que la sinergia entre la tecnología y la ecología, es la solución a los problemas de contaminación.

En un principio, la operación de Alcamare consistía en acopiar los residuos, separarlos, limpiarlos y compactarlos de manera que estuvieran listos para su exportación al mercado internacional. En ese momento no se contaba con la producción de una resina reciclada, aunque su producto seguía siendo valioso para esas fronteras. Sin embargo, los países destino para los materiales valorizables que ofrecía la compañía, iniciaron a implementar nuevas regulaciones medioambientales referentes a la importación de desperdicios plásticos, por ello, Alcamare tuvo que adaptarse, realizando importantes cambios que le permitiera partir de exportar pacas de botellas de PET en desuso, a moler este material, obtener y lavar hojuelas, y posteriormente peletizarlas, y así conservar su mercado de exportación. Además, fue necesario seguir manteniendo certificaciones respecto a la

calidad como ISO 9001, y adquirir otras del mismo propósito pero que le asegurara su permanencia en el mercado asiático, es decir, certificaciones que son emitidas por CCIC (*China Certification & Inspection Group*) y AQSIC (*General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China*).

Como parte de la estrategia, en dicha travesía, en Alcamare se decidió incursionar en una Economía Circular del plástico, procesando botellas post consumo, para transformarlas en una materia prima apta para fabricar de nuevo botellas. Para ello, se buscó el apoyo de otras empresas profesionales en el gremio para definir el diseño de su planta de reciclaje, así como concretar un análisis puntual, para identificar ventajas y deficiencias de los procesos que eran implementados en las zonas geográficas de esas otras empresas colaboradoras. Es importante mencionar que, aunque fue una ardua labor, la experiencia de Alcamare en mercados extranjeros, permitió mejorar continuamente las técnicas de acopio y selección de materiales cada vez mejores. Una vez que se pudo contar con el material adecuado, fue necesario su transformación en hojuela, lo que llevó a la empresa a optar por la compañía italiana, *Sorema* como proveedor de la tecnología para esta operación. Posteriormente, para asegurar un peletizado grado alimenticio, se seleccionó a la empresa austriaca *Erema*. En conclusión, después de una larga investigación y evaluación, Alcamare aseguró contar con los mejores proveedores.

De este modo, Alcamare logró ser capaz de producir una resina de grado alimenticio en México. No obstante, el informante de la empresa argumenta que la falta de condiciones apropiadas para la comercialización de resina reciclada en el país, así como la resistencia de los clientes a pagar el 'precio justo' por el material, propiciando que la empresa se incline a exportar más del noventa por ciento de su producción.

Otro de los aciertos estratégico en el tema del reciclaje y valorización de residuos por parte de Alcamare, es la firma de un contrato de cooperación de largo plazo con el consorcio brasileño-mexicano *Braskem Idesa*, para la producción de resina de material reciclado, con la intención de utilizarla en la fabricación de empaque de productos alimenticios. Esto resalta la importancia de incorporar contenido reciclado en estos empaques, que en la actualidad es tendencia y hasta de carácter obligatorio en otros países.

Referente a las estrategias de Alcamare relacionadas con los residuos de PET que recibe su planta, pero que no cumple con las características para reciclarse o reutilizarse para la producción de otros productos, el informante de la empresa enfatiza que se procura prevenir esta situación, proporcionando capacitación teórica y práctica a los proveedores sobre las condiciones que debe cumplir el material post consumo, así como su correcta separación. Además, se practica un control de calidad estricto que califica los materiales antes de ingresar al proceso de reciclado. De esta manera, en la empresa se propicia que, todo lo que acopia, sea apto para el reciclaje y posterior producción de resina reciclada grado alimenticio o, en su defecto, adecuado para la fabricación de otros bienes de distintas industrias, que no necesariamente requieren la inocuidad de aquella que se utiliza en la industria alimenticia. Así, en Alcamare se asegura de que todo el material que es recolectado tenga como destino el reciclaje.

Finalmente, para la medición y evaluación del uso eficiente de recursos, en Alcamare se implementa como estrategia mantener y monitorear líneas de operación constantes, capaces de manejar tres diferentes materiales, que puedan alternarse con facilidad y en un corto tiempo. Además, la empresa se ha dado a la tarea de hacer de forma eficaz y segura la dosificación y traslado de material en cada etapa del proceso, asegurando que se cuente con la cantidad requerida en los distintos puntos.

Por otro lado, en la empresa se aplica un sistema de peso estándar para las pacas de material a transportar, es decir, se establece que cada una debe pesar seiscientos cincuenta kilogramos y acomodarse en contenedores de cuarenta metros cúbicos, con la meta de transportar veinticinco toneladas. De este modo, se asegura enviar más cantidad de material en menos espacio.

4.2.3. Veolia y sus estrategias de sustentabilidad

Con el apoyo de la información recopilada mediante la entrevista a Veolia, así como la observación de diagramas, videos y contenido gráfico de su página *web* y redes sociales, y el análisis de documentos públicos por parte de la empresa como su informe de responsabilidad social corporativa (Veolia, 2015) y su ‘Plan estratégico *Impact 2023*’, se registra que esta compañía desarrolla metas, objetivos y estrategias acordes con el modelo

de Economía Circular. En este sentido, su modelo de negocio y los servicios que ofrece a sus clientes, la orienta hacia el logro de la sustentabilidad, alcanzando también la viabilidad económica de la empresa.

Para ilustrar, Veolia ofrece servicios de recuperación y valorización de residuos mediante su transformación en recursos a través de operaciones de reciclado. Además, garantiza un servicio responsable y eficiente en el tratamiento y disposición final de residuos sólidos y residuos peligrosos, pues cuenta con un sistema de rellenos sanitarios para la disposición final de los residuos. Dicho sistema comprende la valorización energética o termovalorización para la obtención de biogás derivado de los desechos, que posteriormente se transformará en energía eléctrica.

Sus estrategias relacionadas con su compromiso por la conservación del medio ambiente consisten en aportar recursos a través del diseño y ejecución de soluciones que den pie al acceso de recursos, su preservación y su regeneración. Por ello, Veolia reestructuró su organización resaltando una nueva ambición y una nueva marca, '*Resourcing the world*' ('Dotar de recursos al mundo'). El corporativo junto con sus socios buscan construir una economía con un menor impacto ambiental (y un mayor impacto social), es decir, una economía que esté tanto al servicio de las personas como del medio ambiente. En este sentido, en la empresa se destacan tres estrategias: 1) La gestión sostenible de los recursos naturales mediante el fomento de la Economía Circular; 2) Contribución en la lucha contra el cambio climático; y 3) Preservación y restauración de la biodiversidad. Cabe mencionar que, el compromiso de Veolia con el medio ambiente se centra en su Responsabilidad Social Corporativa (RSC), la cual se considera como parte integral de su estrategia general.

Asimismo, otra forma en la que se expresa el compromiso de la empresa con el medio ambiente, es a través de la *Política De Calidad, Medio Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional, Energía y Activos*. Con esta, Veolia pone de manifiesto que se esforzará por mantener un proceso de mejora continua en la prevención de la contaminación con el fin de proteger el medio ambiente. Esto mediante la detección y control de los aspectos ambientales de sus actividades, empleando métodos y tecnologías para la gestión integral del agua y residuos, procurando su reutilización o valorización cuando sea técnica y económicamente

viable. A su vez, la empresa se encamina por la aplicación de procesos que optimicen el uso y consumo de energía, manteniendo sistemas que proporcione información y pueda estar disponible para conocer el empleo de recursos y mejorar el desempeño energético.

Por otro lado, las estrategias que se emplean en Veolia para promocionar la gestión de residuos y su valorización, así como fomentar el uso de materiales reciclados recae en la disposición de la empresa para mantener un diálogo continuo e interacciones con sus grupos de interés, para construir una base sólida de conocimiento y comprensión con reciprocidad. Ejemplo de ello es lo expuesto en su ‘Manifiesto de transformación ecológica Veolia’. A través de un video promocional, compartido en su página *web* (www.veolia.com), la empresa comunica que los diversos problemas medioambientales como el cambio climático, el agotamiento de los recursos, el colapso de la biodiversidad y la contaminación, ponen al mundo en un estado de emergencia ecológica que exige que la población se adentre en concientizar el problema y dirigirse más allá de la transición, es decir, evitar las demoras para realmente efectuar cambios en los modos de producción y consumo. En este sentido, en el mismo promocional, se da a conocer las soluciones que se proponen por parte de Veolia ante la contingencia, y el modo en el que la misma está actuando. Por ejemplo, se explica que lo principal es colocar a la ecología en el centro de todos los procesos, deliberaciones y arbitrajes; descarbonizar la industria para combatir el calentamiento global; promover la Economía Circular para luchar contra el agotamiento de los recursos; descontaminar el aire el agua y el suelo; resguardar la biodiversidad; y practicar una agricultura que disminuya el consumo de recursos.

Con respecto a la innovación, se destaca que en Veolia se establece esta como uno de sus valores para guiar sus acciones. La empresa cuenta con un comité de innovación, investigación y desarrollo (uno de los cuatro comités de su junta directiva), el cual está encargado de garantizar el control del desempeño ambiental y social de la empresa. Para el reciclaje de productos y materiales, en la empresa se procura crear asociaciones estratégicas y programas de innovación específicos, por ejemplo, el desarrollo de modelos con socios regionales con base en el eco-diseño, así como modelos de servicios funcionales (arrendamiento en lugar de comprar). Asimismo, elevación de la capacidad de la empresa

para suministrar materiales y recursos reciclados de calidad acorde a las necesidades industriales y de fabricación.

De igual modo, la empresa se cuenta con un ‘Acelerador de la innovación de Veolia’, mismo que trabaja en el fomento de iniciativas empresariales e innovación a través del desarrollo de asociaciones y redes comunitarias que apuntalen la creación conjunta de mejores soluciones. Además, el acelerador se encarga de identificar y dar acompañamiento a las iniciativas propuestas.

Respecto a las estrategias de Veolia relacionadas con la recolección y acopio de PET en desuso, así como el reciclaje o reúso de este residuo y su valorización, se destaca que la empresa centra su estrategia fundamentalmente en la implementación de una Economía Circular. La compañía recicla productos y materiales para reutilizarlos, ya sea como materiales o energía, para la producción de otros bienes o para alimentar diversos procesos de fabricación, creando así un ciclo íntegro y eco-responsable. En este sentido, Veolia aplica soluciones predestinadas a recuperar recursos y optimizar su productividad, suscitando su utilización responsable en un sistema de circuito cerrado.

Lo anterior, se catalogado como ‘El círculo virtuoso del reciclaje’. Desde esta perspectiva, la compañía implementa una solución completa de reciclaje, que inicia en la recolección y recuperación de residuos tanto plásticos como generales, hasta la producción materias primas secundarias a partir de estos. Así pues, en Veolia se argumenta que el reciclaje puede representar la diferencia entre destinar plásticos a los vertederos o proveer a la economía con materias primas. Por último, el informante de la empresa enfatiza que la experiencia de la misma es la base para que esta pueda proporcionar dichas sólidas soluciones.

En relación a las estrategias que se implementan en Veolia con respecto a residuos de PET que no cumple con las características para reciclarse o reutilizarse para la producción de otros productos. El representante de la empresa aclara que cuando el material presenta condiciones de estar contaminado, se opta por la disposición final a través de su sistema de rellenos sanitarios, el cual se denomina como Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL),

mismo con el que se aprovechan estos residuos, captando su generación de biogás para la producción de energía eléctrica, sin que sea necesario usar combustibles fósiles como el carbón o el petróleo. Para ello, se considera indispensable el empleo del conocimiento y experiencia de la empresa, así como tecnología de punta.

Por otra parte, para la medición y evaluación del uso eficiente de recursos, en Veolia se emplea una gestión del negocio a través de un rendimiento multifacético con el cual se evalúa el desempeño de la empresa en diversos rubros; económico, financiero, comercial, social y ambiental. Con este, además de sentar las bases del propósito como negocio, junto con el desarrollo de objetivos, metas y compromisos, se contempla auditar y medir constantemente, mediante organismos independientes, el rendimiento, así como los recursos que la empresa emplea para el desempeño de sus operaciones en cada rubro.

Finalmente, a manera de resumen, en la siguiente tabla (Tabla 12) se enumeran los ‘cuatro movimientos estratégicos dentro de Veolia’, que la empresa explícitamente plantea para enfrentar su responsabilidad frente a los desafíos emergentes que implica su propuesta de ‘transformación ecológica’. Así mismo, se procura señalar con qué aspecto de los contemplados en esta tesis concuerda cada estrategia.

Tabla 12.

Movimientos estratégicos dentro de Veolia

Movimiento estratégico	Estrategia específica	Aspecto con el que concuerda
1. Un rendimiento multifacético	<ul style="list-style-type: none"> • Centrarse con un enfoque de igualdad de proporciones en diversos tipos de desempeño: financiero, comercial, recursos humanos, social y ambiental, los cuales se complementan entre sí y forman un círculo virtuoso. • El cumplimiento de los objetivos será auditado y evaluado periódicamente por una organización externa. 	Medición y evaluación del uso eficiente de recursos por parte de la empresa; compromiso por la conservación del bienestar del medio ambiente.

Tabla 12 (Continuación)

	<ul style="list-style-type: none"> • Esto proporciona la base para la compensación variable otorgada a los ejecutivos de la empresa. 	
<p>2. Desarrollar operaciones donde se cuente con experiencia especializada</p>	<p>Aceleración del ritmo de crecimiento de operaciones más complejas, en las que se cuente con experiencia especializada para lograr la transición ambiental:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de actividades que ayudan a controlar el uso de recursos clave y combatir el desequilibrio climático, como servicios para mejorar la eficiencia energética de industrias y edificios, reciclaje de plásticos, producción de combustible derivado de desechos, servicios de economía circular, entre otros. 	<p>Recolección y acopio de PET en desuso; reciclaje o reúso de residuos; valorización de residuos; compromiso por la conservación del bienestar del medio ambiente; acciones con respecto a residuos de PET que no cumple con las características para reciclarse o reutilizarse para la producción de otros productos.</p>
<p>3. Reinventar actividades comerciales centrales</p>	<p>Refuerzo y reinención de actividades comerciales centrales para mejorar el impacto y rendimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enriquecimiento de servicios mediante la incorporación de soluciones innovadoras. • Reinención de la forma de trabajar y desplegar servicios a los grupos de interés, como la gobernanza y las relaciones con los consumidores. • Transformación de la recolección de residuos, a través de nuevos servicios digitales y una política de precios establecida de acuerdo con la calidad de las materias primas. 	<p>Innovación en los procesos de acopio y reciclaje.</p>

Tabla 12 (Continuación)

<p>4. Imaginar soluciones innovadoras para el mañana</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de soluciones innovadoras para anticipar y satisfacer las necesidades esenciales del mañana como el surgimiento de nuevos contaminantes que comprometan la salud, identificación de nuevos bucles de materiales reciclables, adaptación a las consecuencias del desequilibrio climático, necesidad de nuevos servicios energéticos, así como nuevos servicios digitales. 	<p>Innovación en los procesos de acopio y reciclaje.</p>
--	---	--

Fuente: elaboración propia con base en Veolia (2021).

4.2.4. Escowill y sus estrategias de sustentabilidad

Derivado de la información compilada mediante la entrevista al fabricante y comercializador de envases de PET, Escowill, junto con la observación y análisis de diagramas, videos, contenido gráfico y documentos de su página *web* y redes sociales, se señala que esta empresa intenta instrumentar objetivos y estrategias que la dirijan hacia el logro de la sustentabilidad y al mismo tiempo a mantener la viabilidad económica del negocio.

Escowill busca participar en la conservación del medio ambiente a través de siete estrategias fundamentales. Las primeras dos se enfocan en el ahorro de energía en su planta de producción, es decir, en la empresa se sustituyeron, en su totalidad, las lámparas de bimetales por lámparas LED (*Light-Emitting Diode*) más eficientes. Por otra parte, también se logró reducir el consumo de energía eléctrica en el proceso de soplado de botellas mediante la utilización de compresores de husillo de última generación.

La tercera y cuarta estrategia se relacionan con el cuidado del agua. Este recurso es esencial para la fabricación de los productos de Escowill, ya que se emplea para el enfriamiento de moldes y de algunas máquinas implicadas en la operación. En este sentido, se optó por un método de enfriamiento de circuito cerrado lo cual permite que el consumo de agua sea mínimo o prácticamente nulo. Por otro lado, en las instalaciones de Escowill se

habilitó una planta de tratamiento de agua, que permite procesar aguas negras. Una vez tratado el líquido se usa para regar los jardines de su planta.

La quinta estrategia va enfocada a los desechos orgánicos. En la empresa se destinan estos residuos, que son generados en el comedor de trabajadores, a cajas de composta. Posteriormente, la tierra fértil que produce la composta se utiliza en los jardines de la empresa. La sexta estrategia corresponde al interés de Escowill por reducir su huella de carbono. Para ello, en la compañía se optó por la adquisición de unidades de transporte híbridas para el reparto de la mercancía, buscando disminuir las emisiones de dióxido de carbono de forma significativa.

Por último, la séptima estrategia de la empresa es la incorporación de resina reciclada PET en sus envases, dando la oportunidad a sus clientes de que puedan adquirir un producto más responsable con el medio ambiente. Cabe destacar que el informante de Escowill expresó que se cuenta con un reconocimiento gubernamental que avala a la compañía como una empresa socialmente responsable, lo cual respalda su compromiso por el cumplimiento de cada una de las estrategias y acciones expuestas.

Con respecto a la gestión de residuos de PET originados por los productos comercializados por la empresa, Escowill está en proceso de desarrollar una propuesta de logística inversa para recuperar los envases post consumo que se fabricaron en su planta. Sin embargo, se considera que es una ardua labor y que no será fácil, ni a un corto plazo, el desarrollo de este plan. No obstante, actualmente en la compañía si se llevan a cabo actividades de gestión de residuos de PET, los cuales son originados por las mermas que se generan en el proceso de fabricación de envases de la misma empresa. En un principio, Escowill vendía estos desperdicios a un reciclador, ya que no se contaba con la infraestructura y maquinaria necesaria para reciclar el material. Ahora, la planta de la compañía esta acondicionada para efectuar el reciclaje y valorización de dichos residuos.

Para la operación, en Escowill se recupera el material, se separa por colores (pigmentado y no pigmentado), se muele con molinos especiales y se obtienen hojuelas de PET, que enseguida se funden a doscientos grados centígrados. Luego pasan por un proceso

de enfriamiento y secado, para posteriormente ser peletizado. Los pellets que se obtienen se emplean para la fabricación de los envases que comercializa la empresa. De este modo, en Escowill se utilizan insumos provenientes del reciclaje, catalogando a la compañía como una de las primeras empresas mexicanas en ofrecer la alternativa al cliente de elegir entre resina virgen y resina PCR (Post Consumo Reciclado).

Es importante destacar que, el informante de la empresa comenta que la resina PCR suele ser más cara, por lo que en la empresa se ven en la necesidad de contextualizar al cliente sobre el porqué existe esta diferencia entre esta y la resina virgen. Además, se da a la tarea de concientizar a los mismos sobre los impactos que se consideran positivos si se selecciona la alternativa de la resina reciclada. Los cuales, desde el punto de vista del representante de Escowill, son de carácter medioambiental, social y, en un futuro legal.

En relación a qué destino se les da a los productos que presentan defectos de fabricación, el informante de la empresa argumenta que el total de los residuos que se generan en su proceso de producción de Escowill, se recicla. Agrega que se evita la incineración o dirigirlos a un relleno sanitario. En este sentido, la compañía se basa en un sistema denominado ‘Nivel de defectos aceptable’, el cual permite estandarizar y homologar los criterios de evaluación de calidad de los productos. Con este, en la empresa se emplean tres clasificaciones de defectos: defecto menor (discrepancia que no afecta la capacidad de uso del producto), defecto mayor (puede provocar una falla de funcionalidad del producto) y defecto crítico (se considera peligroso o inseguro). Conforme al número de defectos encontrados en el producto, por cada una de las categorías, se considera aceptar o rechazar el producto. Si se decide rechazarlo, el material se destina al reciclaje.

En el proceso de reciclaje, ocasionalmente en la empresa se pueden obtener plastas de material con una dureza superior, y los molinos con los que se cuenta no tienen la potencia necesaria para su procesamiento. En este caso, Escowill vende dichas plastas a otras industrias distintas al giro de envases, principalmente a la industria textil, para que la reutilicen en la fabricación de sus productos. Esta opción de venta, también la emplea con el material pigmentado que logra separar al principio del proceso de reciclaje.

Referente a las estrategias de la empresa relacionadas con la innovación de productos para el alargamiento de la vida útil, se enuncia que Escowill no presenta planes de innovación con este enfoque. No obstante, el informante de la compañía resalta que, si se trabaja en el aspecto de innovación de productos que van más dirigidos al diseño, con el fin de agrandar su catálogo de envases para ofrecer nuevas alternativas a los clientes. La parte de innovación y desarrollo la manejan varios departamentos de la empresa, desde ventas, diseño y desarrollo, pues el primero, al estar más en contacto directo con los clientes, le es más fácil identificar las necesidades de los mismos, lo que sirve como un punto de partida para trabajar en nuevas propuestas de diseño y posterior desarrollo de próximos envases.

Finalmente, en cuanto a la medición y evaluación del uso eficiente de recursos por parte de la empresa, el representante de Escowill comenta que los equipos con los que se cuenta para llevar a cabo la producción de envases, son máquinas modernas que integran como parte de su operación medir el consumo de recursos, principalmente de agua y energía. Con ello, se tiene la posibilidad de conocer y evaluar los recursos que se están utilizando y, en caso de que se presente un exceso innecesario, se puedan ajustar las cantidades a parámetros a un nivel más adecuado. Además, señala que el equipo utilizado es de alta eficiencia.

4.2.5. Envases y Algo Más y sus estrategias de sustentabilidad

Partiendo de la información obtenida mediante la entrevista a Envases y Algo Más, así como empleo de la observación y análisis de diagramas, videos, contenido gráfico y documentos de la página *web* y redes sociales de la empresa, se subraya que este fabricante y comercializador de envases de PET intenta establecer objetivos y estrategias que lo dirijan hacia el logro de la sustentabilidad, aunque principalmente se esfuerza por mantener la viabilidad económica del negocio.

En tal sentido, Envases y Algo Más asegura sus ventas con el respaldo de la calidad de las materias primas que se utilizan en la empresa para la fabricación de sus productos (estas provienen de diversos proveedores, principalmente de Indorama Ventures). Se señala que tanto estas como sus envases, son amigables con el medio ambiente, ya que son concebidos para ser reciclados. Por otro lado, el informante de la compañía destaca que la

versatilidad, el servicio y la innovación son factores necesarios para la viabilidad del negocio, aunque no proporciona más detalles al respecto. Sin embargo, explica que ese conjunto le permite a la empresa ofrecer gran diversidad de diseños, tapas y soluciones rápidas de impresión, lo que le da la oportunidad de aportar un servicio completo que atienda las necesidades que demanda el mercado. Por otra parte, el representante argumenta que, como complemento de la estrategia para la viabilidad del negocio, se consolidaron varios centros de distribución a lo largo de la república mexicana, y con ello se ha logrado cubrir una gran parte del mercado nacional, asegurando mayores ventas.

Es importante aclarar que, en Envases y Algo Más no se llevan a cabo actividades en materia de gestión de residuos de PET, pero si se incluye resina reciclada en la fabricación de sus envases. Por ello, se procura adquirir materias primas con certificación de resina PCR aprobada por la FDA (*Food and Drug Administration*). Además, se dio a la tarea de obtener una certificación de cumplimiento HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Points*) para asegurar la inocuidad de sus productos. Este último comprende un sistema que busca garantizar la seguridad alimentaria mediante la identificación, análisis y control de diversos peligros (físicos, químicos, biológicos y radiológicos), abarcando desde las materias primas y las etapas del proceso de fabricación, hasta la distribución y consumo del producto terminado.

En lo que respecta a la medición y evaluación del uso eficiente de recursos, en la empresa se cuenta con un procedimiento en el tema, ligado tanto a los recursos que se emplean en la producción como los niveles de desperdicio que se pudieran presentar por cada máquina. Este procedimiento es gestionado por el departamento de finanzas ya que este aspecto está ligado directamente con la rentabilidad del negocio.

Finalmente, con referencia al destino de los productos con defecto de fábrica, en Envases y Algo Más se aplica lo establecido en su ‘Procedimiento de reclamo o rechazo de calidad’, dirigido a todos los clientes. Este permite hacer un análisis riguroso del producto terminado, para evaluar sus propiedades físicas (densidad, fluidez, tensión, elongación, flexión, dureza, temperatura de ablandamiento y aditivos). En caso de recibir una devolución por parte del cliente, se lleva a cabo dicho análisis y, si la conclusión resulta en una negativa

de la calidad del producto, este es recogido por la empresa. Posteriormente, se destina a ser reciclado por alguien externo.

4.3. La gestión de residuos de PET y las políticas del Estado de Querétaro

Derivado de la información obtenida mediante las entrevistas, se encontró que las empresas que llevan a cabo actividades en materia de gestión de residuos de PET en el Estado de Querétaro, se rigen por los lineamientos indicados por parte de la Secretaría de Desarrollo Sustentable (SEDESU). La justificación de este resultado, obtenido como respuesta por parte del total de las empresas entrevistadas que practican actividades en materia de gestión de residuos, recae en que la SEDESU es el órgano gubernamental en Querétaro que otorga los permisos necesarios para que las empresas que manejan los residuos en el estado, pueda operar. Seguir estos lineamientos es de carácter regulatorio y obligatorio.

Es importante aclarar que, para el abordaje en este apartado, de los lineamientos a tratar, se apoyó tanto de la opinión de los entrevistados, así como de la observación de publicaciones oficiales por parte de la SEDESU. De igual forma, se efectuó el análisis de diversos documentos públicos por parte de dichos organismos.

En los lineamientos en cuestión destaca la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro, la cual obliga a los generadores de residuos como fabricantes, y a los prestadores de servicios ambientales como los centros de acopio, ya sea del sector público y privado, a efectuar un manejo adecuado de los residuos de PET (y de otros en el grupo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, RSU y RME). Así como incitar su prevención y optar por su aprovechamiento para su valorización.

Otra de las leyes que contempla el tema de los residuos de PET (entre otros) y su valorización, es la Ley de Protección Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro. Esta Ley está enfocada a enumerar los lineamientos que debe seguir el Estado en la gestión ambiental, específicamente, cuestiones como los criterios para regular a prestadores de servicios ambientales; criterios y principios de formulación, planeación y conducción de la política ambiental del Estado de Querétaro; medidas para la evaluación del impacto ambiental; aspectos de educación ambiental, de generación y difusión de

información ambiental, de incentivos para el cumplimiento de la política ambiental y de promoción de la participación social; así como otros factores de conservación de áreas protegidas y de preservación y restauración del equilibrio ecológico, de protección ambiental, de prevención y control de la contaminación y preservación y aprovechamiento sustentable del agua, suelo y otros recursos. En la mayor parte de estos apartados se trata el tema de los residuos. Además, esta Ley faculta a los municipios del Estado para prestar, autorizar, licenciar, contratar o concesionar el manejo de los mismos.

Como parte de las políticas detectadas, que se han implementado en materia de residuos de PET, existe un ‘Acuerdo General’ con el que la Subsecretaría de Medio Ambiente de la SEDESU regula los trámites correspondientes para que las personas físicas o morales dedicadas a la gestión de residuos de PET (entre otros RSU y RME), se inscriban en el Registro al Padrón de Prestadores de Servicios Ambientales (RPPSA) en materia de residuos. Este registro, ayuda a que la SEDESU pueda monitorear que los prestadores de estos servicios efectúen sus actividades de manera ambientalmente segura y controlada. Es importante mencionar que, al consultar el ‘Padrón de Prestadores de Servicios Ambientales’ (actualizado a junio de 2021), se encontraron setenta y seis empresas que manejan residuos de polietileno tereftalato (PET), (Apéndice E). De las cuales, la mayoría (47 prestadores) se dedican solo a la recolección y transporte de residuos de PET, y un mínimo de empresas (16 prestadores) llevan a cabo actividades de tratamiento, reciclaje o reutilización de PET en desuso (Tabla 13).

Tabla 13.

Actividades de los prestadores de servicios ambientales que manejan residuos de PET en el Estado de Querétaro

Actividades	Número de empresas
Recolección y transporte	47
Acopio y almacenamiento	1
Acopio y almacenamiento; separación; tratamiento	1
Acopio y almacenamiento; separación; tratamiento; reciclaje	2
Recolección y transporte; acopio y almacenamiento	4

Tabla 13 (Continuación)

Recolección y transporte; acopio y almacenamiento; separación	7
Recolección y transporte; acopio y almacenamiento; separación; Reutilización	4
Recolección y transporte; acopio y almacenamiento; separación; reutilización; tratamiento	3
Recolección y transporte; acopio y almacenamiento; separación; Tratamiento	5
Recolección y transporte; acopio y almacenamiento; tratamiento	1
Relleno sanitario	1
Total	76

Fuente: elaboración propia con datos de SEDESU (2021).

Por otra parte, el ‘Acuerdo General’ mencionado, también obliga a los productores, importadores, exportadores y distribuidores de productos de PET (y otros) que, al desecharse, se convierten en RSU y RME, a matricular un plan de manejo de residuos en el Registro del Plan de Manejo de RME. Cabe mencionar, que los Plan de Manejo deben desarrollarse conforme a lo establecido en la Norma ciento sesenta y uno para la clasificación de los RME (NOM-161-SEMARNAT-2011). Asimismo, estos se distinguen como otra política enfocada a mitigar la generación de residuos de PET (entre otros) y fomentar su gestión para obtener un ingreso derivado de los mismos, ya que, el objetivo de los ‘Planes de Manejo’ debe ser la minimización de la generación y la maximización de la valorización de los residuos, considerando criterios de eficiencia ambiental y económica, así como tecnológica y social.

Por último, el mismo ‘Acuerdo General’, obliga a las empresas de la industria del PET (y otras), que desean realizar cualquier actividad de ‘Manejo Integral de Residuos’ (como recolección, separación, reutilización, reciclaje, acopio, almacenamiento, transporte, disposición final, entre otros) a tramitar una autorización que apruebe su funcionamiento.

Finalmente, otra de las políticas establecidas por el Estado de Querétaro, que se identificó y que está relacionada a mitigar la generación de residuos de PET y fomentar su aprovechamiento para obtener un ingreso de los mismos, fue el ‘Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos de Querétaro’. Este busca promover cambios en los sistemas de producción y patrones de consumo, apoyándose de un enfoque de Economía Circular, encaminado a la gestión de residuos y a la generación de acciones ante el cambio

climático. Con el análisis de dicho plan, se pudieron detectar las deficiencias y oportunidades que caracterizan al Estado de Querétaro en este fenómeno. Además de cuáles son los intereses primordiales en la materia, por parte del gobierno queretano. Estos intereses se conducen hacia el fortalecimiento de la legislación en materia de residuos, de la aplicación de responsabilidad compartida y de las capacidades de los prestadores de servicios de gestión de residuos del sector público. También, los intereses se encauzan en la prevención y valorización de los residuos, en la orientación hacia un cambio en los patrones de consumo y en la vinculación de esfuerzos para el éxito de lo propuesto.

4.4. Cumplimiento de objetivos y aportaciones de la investigación

4.4.1. El papel de la Economía Circular en la sustentabilidad económica y ambiental de la industria del PET

La Economía Circular se ha señalado como una herramienta importante para el logro de la sustentabilidad. Aunque esta última aborda tres dimensiones: social, económica y ambiental, la Economía Circular presenta más fuerza en la extensión ambiental y en la económica. Sin embargo, no cabe duda de que los esfuerzos aplicados a estos aspectos repercuten positivamente en lo social, pues genera bienestar en la calidad de vida de la sociedad.

Con respecto a la sustentabilidad económica, los principios de la Economía Circular se centran, *grosso modo*, en el uso óptimo de recursos y la alternativa de utilizar materiales secundarios para la producción de productos. El empleo de ambos aspectos es mayormente amplio, ya que se requiere que sean puestos en práctica en cada eslabón de la producción, desde el diseño de productos, hasta su reincorporación, post consumo, a la cadena productiva. Respecto a la sustentabilidad ambiental, uno de los principios de la Economía Circular alienta a eliminar factores externos negativos, como la generación de residuos y la contaminación, de los diferentes sistemas, ya sea naturales o en los creados por el hombre. En este sentido, se considera que los principios de la Economía Circular son ampliamente aplicables a las actividades de la industria del plástico PET.

Ahora bien, derivado del análisis documental y de la información obtenida por parte de los representantes de las empresas entrevistadas, se logró identificar las pautas del modelo

de Economía Circular que pueden ser adoptadas en la industria del plástico PET, para encaminarse hacia la sustentabilidad ambiental y económica del sector, las cuales se exponen a continuación.

Para el logro de la sustentabilidad económica, las pautas identificadas se ilustran en la *Figura 21*. En seguida se describe cada una de ellas.



Figura 21. Pautas de la Economía Circular para el logro de la sustentabilidad económica en la industria del PET

Fuente: elaboración propia

Diseño: La industria del PET debiera asegurar que el diseño de productos y procesos tenga una perspectiva regenerativa, de manera que los materiales y componentes que involucren se mantengan en el proceso productivo y de comercialización de forma cíclica.

Diseño de productos: Un diseño de productos con perspectiva regenerativa les permitiría asegurar que los productos que fabriquen cumplan con las características adecuadas para permanecer en el ciclo de producción, es decir, son reciclables y libres de químicos contaminantes, por lo que se puede mantener la calidad de los materiales en todo

momento. Por otra parte, en el diseño del producto también podrían contemplar su fabricación con materias primas secundarias.

Diseño de procesos: La línea de producción de las empresas de la industria del PET debieran estar equipadas para el uso de materias primas secundarias. Además, sus sistemas debieran asegurar el uso eficiente del material y de otros recursos como agua y energía. También, se debiera contar con una logística de reincorporación al sistema de productos con defecto de fábrica. Por otro lado, podrían contemplar la opción de proporcionar servicios de postventa para la recuperación de envases u otros productos post consumo. Finalmente, las empresas de la industria del PET podrían contar con la infraestructura para reciclar el total o una parte de los materiales que utiliza para la producción de sus productos. De lo contrario, podrían acudir con un socio o proveedor que proporcione estos servicios.

Comercialización de productos reciclados y/o reciclables: La industria del PET tiene la oportunidad de contar con una cartera de productos (o materias primas) 100% reciclables (capaces de volver en su totalidad al ciclo de producción). Así como contar con una cartera de productos (o materias primas) que fueron fabricados, total o parcialmente, con materia prima reciclada.

Consumo responsable: Los consumidores de materiales o productos de PET contarían con la opción de adquirir un bien capaz de permanecer en el ciclo productivo indefinidamente, y que favorece la conservación del medio ambiente, la seguridad y el bienestar.

Recuperación y acopio: Las empresas de la industria del PET tienen la oportunidad de contar con la capacidad de captar PET en desuso para dar un aislamiento y almacenamiento adecuado, y posteriormente canalizarlo a procesos de reciclaje.

Reciclaje: Las empresas de la industria del PET tienen la posibilidad de someter al PET post consumo a un sistema de tratamiento mecánico para obtener una materia prima utilizable para la fabricación de nuevos productos.

Valorización: Las empresas de la industria del PET tienen la oportunidad de llevar a cabo la recuperación del valor de los residuos de PET mediante su reincorporación en el proceso productivo.

Para el logro de la sustentabilidad ambiental en la industria del PET, las pautas identificadas en el modelo de Economía Circular son las siguientes (Figura 22):



Figura 22. Pautas de la Economía Circular para el logro de la sustentabilidad ambiental en la industria del PET

Fuente: elaboración propia.

1. **Evitar PET en los ecosistemas:** la industria del plástico PET tiene la posibilidad de incursionar en los sistemas de acopio, reciclaje y valorización de PET en desuso, de manera que podría evitar la llegada y el abandono de plástico PET en los ecosistemas.
2. **Evitar PET en rellenos sanitarios:** aplicando procesos de acopio, reciclaje y valorización de PET en desuso, la industria del PET podría evitar que este termine en los rellenos sanitarios.
3. **Evitar contaminación por PET:** impidiendo que el PET en desuso llegue a los ecosistemas y a los rellenos sanitarios, sería posible evitar la contaminación de residuos de PET.

4. **PET libre de químicos peligrosos:** la industria del PET debiera asegurar y certificar que los envases de PET y otros productos fabricados con el mismo material, sean libres de químicos peligrosos que comprometan el bienestar del medio ambiente y de los seres humanos; respetando la salud, seguridad y derechos de todas las personas involucradas en su manejo y uso.

4.4.2. Aportación uno: propuesta para la industria del plástico PET

Con base en la información obtenida y el análisis documental efectuado, se determinó que es relevante desarrollar una propuesta basada en el modelo de Economía Circular para la industria del plástico PET que incluya los elementos de sustentabilidad y viabilidad económica. En este sentido, la propuesta involucra lo siguiente:

1. Unión colaborativa entre el sector público y la cadena productiva que involucra el plástico PET (resineros o proveedores de la resina PET - transformadores- usuarios fabricantes de envases - consumidores- transformadores de PET reciclado).
2. Adopción de los principios de Economía Circular en la cadena productiva que envuelve al plástico PET; mayor uso de recursos secundarios derivados de materiales reciclados, producción de un producto capaz de ser reciclado cuando finaliza su vida útil para mantener sus materiales circulando en la economía, y contar con un sistema que permita detectar y contraer la generación de residuos.
3. Incorporación de objetivos de estratégicos de la empresa que involucren aspectos de innovación para el mejoramiento en el diseño y la producción de productos de plástico PET (diseño de fácil reciclado).
4. Establecimiento de objetivos estratégicos de la organización que contemplen la responsabilidad empresarial para colaborar en la conservación del medio ambiente, el uso eficiente de recursos, el mejoramiento de capacidades para enfrentar desafíos emergentes y disposición a emplear nuevos y prometedores sistemas como el de la Economía Circular.
5. Generación y fortalecimiento de negocios sustentables que involucren el plástico PET, a través del mejoramiento y crecimiento de la recolección selectiva de PET post consumo y la modernización y desarrollo en la clasificación de este residuo, así como

la capacidad de reciclaje. Por lo cual, se requiere de determinación e inversión por parte de las empresas.

6. Identificación de los mercados factibles para el polietileno tereftalato reciclado y reciclable.
7. Posicionamiento del plástico PET reciclado para fortalecer la demanda y asegurar la factibilidad del reciclaje de PET post consumo como material valorizable.
8. Asegurar y certificar la calidad y uso seguro del plástico PET reciclado para fortalecer la oferta del mismo como materia prima secundaria.
9. Promoción de la importancia y las ventajas de utilizar materia prima reciclada, asegurando que estas no se limitan a lo monetario y dejando en claro que su uso constituye impactos ambientales positivos y el apoyo a una cadena de valor de la que dependen varios integrantes. Así mismo, aclarar que la incorporación de material reciclado en fabricación de productos corresponde a una responsabilidad y obligación empresarial.
10. Reducción y prevención de residuos en el medio ambiente, tanto residuos plásticos como otros que se pudieran generarse en el proceso productivo y de comercialización por parte de las empresas.
11. Cumplimiento de normas ambientales vigentes en materia de residuos plásticos, así como otros que se pudieran generarse en el proceso productivo y de comercialización por parte de las empresas.
12. Adopción de sistemas de responsabilidad extendida del productor de plástico PET y de productos hechos a base de este material.
13. Fomento de la apertura de nuevas plantas de acopio y reciclaje de PET post consumo (así como de otros materiales valorizables), en regiones donde se cuenta con bajas tasas de recolección de materiales post consumo; buscando mejorar la infraestructura necesaria para la gestión de residuos valorizables y elevar los volúmenes materiales recuperados.
14. Ejecutar acercamientos con autoridades gubernamentales buscando su participación a través de leyes que aseguren el compromiso, por parte de empresas fabricantes de

envases de PET y otros productos del mismo material, de añadir contenido reciclado a los mismos.

4.4.3. Aportación dos: propuesta para el Estado de Querétaro

Derivado de la información obtenida y el análisis documental realizado, se determinó que es pertinente desarrollar una propuesta que conste de políticas económico-ambientales para la industria del plástico, procurando puedan ser ejecutadas desde el gobierno local del Estado de Querétaro.

Previamente, es importante aclarar que, para la propuesta se considera que la mayor parte de las empresas pertenecientes a la industria del plástico en México se dedican a la fabricación de envases, específicamente de botellas empleadas en el envasado de refrescos, agua purificada, alimentos, farmacéuticos y productos de limpieza o cuidado personal. Además de tomar en cuenta que los casos de estudio queretanos abordados corresponden (o se dirigen) al mismo gremio. Por ello, se procuró centrar esta iniciativa enfocándola a los envases de PET, aunque también podría ser adaptada a otro tipo de productos del mismo material, incluso de otro tipo de plástico.

Así pues, la propuesta envuelve lo siguiente:

1. Establecer y promover medidas preventivas contra la formación de residuos de envases y otros productos de polietileno tereftalato a través de programas regionales que integren la participación de entidades económicas.
2. Desarrollar normas adecuadas en materia de prevención de la generación de residuos de envases y otros productos de polietileno tereftalato.
3. Impulsar sistemas de reutilización de envases que cumplan con las características para reutilizarse sin afectar al medio ambiente.
4. Impulsar la producción de envases, así como de otros productos de polietileno tereftalato con uso de materias primas derivadas del reciclaje de residuos.
5. Contar con campañas de divulgación que informen sobre medidas de reutilización, reciclaje y valorización de PET post consumo dirigida a agentes económicos, universidades y a la sociedad civil.

6. Asegurar que las entidades públicas y privadas cuenten con las capacidades adecuadas de reciclado y valorización de PET post consumo; que sean capaces de efectuar sus actividades con un alto grado de salvaguarda ambiental.
7. Establecer sistemas de devolución y recuperación de residuos de PET procedentes de consumidores u otras fuentes, procurando incorporarlos a sistemas de reutilización, reciclaje y valorización, considerando la colaboración de agentes económicos involucrados, así como de organismos públicos competentes en la materia.
8. Garantizar que los sistemas de gestión de residuos de PET cumplan con condiciones en materia de protección al medio ambiente y salvaguarda de salud, seguridad e higiene. Asimismo, deben cumplir con requerimientos de calidad y autenticidad del material tratado y asegurar los derechos de propiedad industrial y comercial.
9. Exigir etiquetar información referente al origen de la materia prima utilizada para la fabricación del producto para facilitar su identificación y clasificación, facilitando también la recuperación, reutilización o reciclaje y valorización de los residuos de envases u otros productos de polietileno tereftalato.
10. Decretar mediante el establecimiento de normas los requisitos necesarios para que los envases y otros productos de polietileno tereftalato puedan ser colocados en el mercado, considerando aspectos de análisis de ciclo de vida del producto, análisis de presencia de sustancias peligrosas y su propagación en el medio ambiente, parámetros aplicables a la incorporación mínima de materias primas recicladas y parámetros aplicables a los sistemas de reciclaje.
11. Contar con sistemas de información actualizados que faciliten datos sobre el volumen, características y cambios de los flujos de envases y otros productos de polietileno tereftalato, así como residuos del mismo material. Al mismo tiempo, asegurar facilitar la información a agentes económicos, universidades y a la sociedad civil, además de solicitar a los agentes económicos datos pertinentes y confiables de la materia.

12. Facilitar a los consumidores de envases y otros productos de polietileno tereftalato información sobre sistemas de gestión de residuos de PET, dejando claro aspectos de devolución, recolección y valorización. Además, se sugiere informarles sobre su aportación al ser actores activos de estos sistemas y de la importancia e impactos de la actividad.
13. Establecer incentivos económicos y desgravaciones fiscales convenientes para unidades micro, pequeñas y medianas pertenecientes a la industria del plástico y que favorezcan la ejecución de actividades de recolección, reutilización y reciclaje, así como el cumplimiento adecuado del resto de las iniciativas propuestas.
14. Fomentar la creación y desarrollo de proyectos que busquen atender las necesidades de las iniciativas propuestas a través de la asistencia de un consejo directivo que evalúe y autorice las medidas formuladas, y se asegure de que estas sean adoptadas y ejecutadas.

V. Discusión de resultados por dimensión de análisis

5.1. Discusión: dimensión de análisis sustentabilidad económica y ambiental

Para la industria del PET de la Ciudad de Querétaro, lograr la sustentabilidad económica resulta esencial y primordial, ya que ello les permite operar, permanecer en el mercado y continuar su crecimiento. A pesar de ello, reconoce que desde hace algunos años el mundo empresarial ha dirigido su atención a incluir intereses que van más allá de lo económico, complementando sus actividades con aspectos ambientales que los califiquen como empresas responsables y atentas a las nuevas necesidades de los consumidores, sociedad y gobierno. Este resultado es consistente con el argumento expuesto por Stahel y Clift (2016) en su estudio sobre la economía del rendimiento, en el que resaltan que las empresas pueden ser motivadas por una filosofía que se extiende más allá de alcanzar la competitividad, pues se está buscando la optimización de los costos de operación, la permanencia a largo plazo y la práctica de una economía cíclica que impacte también en el bienestar del medio ambiente. De igual forma, Pérez-Hurtado y Toriz-García (2017) exaltan que es tiempo de adentrarse en patrones sostenibles de producción y consumo para evitar que se agrave aún más la problemática del deterioro del medio ambiente y la escasez de recursos. Así pues, este resultado sugiere la manifestación de un cambio por parte de las empresas, inclinada a reestructurar las actividades que conforman la cadena de valor de los productos que fabrican las empresas de la industria del PET, así como los de otras industrias.

En la actualidad la actividad del reciclaje está ganando fuerza, principalmente en el gremio de los plásticos. Los centros de acopio de materiales en desuso surgieron precisamente por el potencial de negocio que personifica el reciclaje de residuos. Aunque en un principio el cartón era el material valorizable mayormente atendido, la demanda de PET reciclado por mercados extranjeros, principalmente europeos y asiáticos, ha provocado que estos centros inviertan en infraestructura y maquinaria de alta tecnología para el reciclaje de PET post consumo. En su trabajo sobre el reciclaje, Sanmartín-Ramón *et al.* (2017) y Medina (1999) explican que esta actividad da la oportunidad de aprovechar los residuos sólidos, transformándolos en materia prima que va directo a un ciclo de producción y consumo. Más importante, el reciclaje de PET que permite obtener una materia prima de este polímero

(Mansilla-Pérez & Ruiz-Ruiz, 2009), se ha descrito como una sobresaliente oportunidad de negocio (García-González *et al.*, 2018). De ahí que, el reciclaje de PET encarna una oportunidad para la apertura de negocios de alta rentabilidad en el reciclado de plásticos, mientras que se participa en la disminución del volumen de basura a gran escala (Cristán-Frías *et al.*, 2003; López *et al.*, 2018; Ellen MacArthur Foundation, 2017). En este sentido, recientemente se ha hecho visible la popularidad del reciclaje de plásticos, favoreciendo el desarrollo de modelos de negocio enfocados hacia esta tendencia (Almeda-Terrazas *et al.*, 2018).

Evidentemente, la necesidad de atender una problemática como la contaminación por la generación de residuos es una fuerte justificación para idear soluciones que enfrenten el suceso. La propuesta del reciclaje ha sido una respuesta plausible que ha venido mostrando beneficios económico-ambientales. El ser humano, con frecuencia, es capaz de detectar las oportunidades que se cruzan en el camino y, el aprovechamiento de los residuos plásticos, representa una industria prometedora; económicamente viable y ambientalmente responsable. El reciclaje de PET para la obtención de una materia prima reciclada cada vez es más atractiva por su doble ventaja, fortaleciendo aún más la tendencia de esta práctica.

En otras zonas del mundo como la Unión Europea existe mayor demanda de resina de PET reciclada, ya que se le está dando suma importancia al tema de la sustentabilidad ambiental. Además, se han expresado compromisos por un mayor uso de materias primas secundarias, provenientes del reciclaje. La industria del PET de la Ciudad de Querétaro, ha tenido la oportunidad de llevar su resina PCR a estas fronteras, así como a otros mercados como China y Estados Unidos. Los integrantes de esta industria se percataron de que el uso de PET reciclado dejó de ser voluntario y llegó hacia una cuestión de estatutos gubernamentales. Conscientes de ello reconocen que, en un futuro, México optará por estas acciones desde un sentido legal, por lo que dicha industria ha procurado adelantarse a las leyes incluyendo aspectos de sustentabilidad ambiental que atiendan más allá de lo que la legislación mexicana les obliga actualmente. Es decir, la industria del PET, refuerza la importancia de incluir contenido reciclado en sus productos. Con dicho particular, la Comisión Europea (2020), coincide en que es oportuno la implementación de mandatos que

propicien la comercialización de productos responsables con el medio ambiente. En otras palabras, productos que, desde su diseño, estén hechos para reciclarse (o reutilizarse) y que, además, hayan sido fabricados con materiales reciclados (Balboa & Domínguez 2014; Marcet *et al.*, 2018). Ahora bien, esta tendencia se relaciona directamente con el principio número uno de la Economía Circular, el cual se centra en proponer un mayor uso de recursos secundarios derivados de materiales reciclados o reutilizados. También corresponde al segundo principio del modelo, ya que resalta la importancia del diseño de productos en pro de su reciclabilidad, para que sus componentes y materiales siempre estén circulando en el sistema productivo (Arin, 2017; Ellen MacArthur Foundation, 2015; Porcelli & Martínez, 2018).

Dicho lo anterior, es necesario resaltar que la práctica de los principios de la Economía Circular, requiere de la responsabilidad e instrumentación de estrategias de la industria del PET (así como de otros sectores), la política del gobierno de manera más efectiva y el compromiso y participación activa de los consumidores y la sociedad en general. Por otro lado, también es importante resaltar que, desde un inicio esta cuestión de contribuir a la sustentabilidad ambiental y calificar para ser una empresa socialmente responsable se ha catalogado con sentido principalmente voluntario, sin embargo, lo crónico de la situación amerita que esto se catalogue como una obligación. Además, es necesario que no solamente se trabaje para la transición hacia la Economía Circular, sino que se lleve a cabo su implementación con resultados visibles. Para ello, es indispensable el esfuerzo conjunto de los agentes mencionados.

La industria del PET de la Ciudad de Querétaro produce y utiliza, principalmente para la fabricación de envases, una resina PCR que califica como de ‘calidad grado alimenticio’, misma que está respaldada por certificaciones de inocuidad por parte de organismos como la FDA, la EFSA, ISO 22000 y la certificación *Cradle to Cradle* (esta última por parte de un centro de acopio en particular). Por ello, requiere lograr reciclar PET post consumo apropiado; libre de contaminantes y de color transparente. En concordancia con lo anterior, Hachi-Quintana y Rodríguez-Mejía (2010) escriben que el PET primordialmente se usa como un envase, debido a sus características físicas. Así mismo,

ANPRAC (2021) apunta que el reciclaje de PET en México, se centra en la creación de nuevas botellas, pero también de otros productos como ropa y calzado. Aunque este material igualmente es empleado para producir combustible, madera plástica, lámina plana, lámina para termoformado y fleje (García-González *et al.*, 2018). Cabe destacar que, aun cuando la industria del PET queretana se esfuerce por recopilar PET post consumo con cualidades que le permita obtener y utilizar una resina PCR de calidad grado alimenticio, en ocasiones también llega a sus instalaciones material no apto para ello, por lo que optan por venderlo a otro reciclador con clientes de otras industrias para la fabricación de bienes distintos a los envases para alimentos. Si bien, la industria del PET de la Ciudad de Querétaro se concentra en destinar el PET en desuso a la producción de envases para alimentos (así como cosméticos, farmacéuticos, cosméticos y de cuidado personal y doméstico), esto no significa que este material esté limitado a este fin, pero es importante reconocer que el gremio ha fortificado una demanda de esta materia prima específicamente para atender dicho interés, a través de redes y asociaciones entre las principales embotelladoras del país.

El proceso de producción de la industria del plástico PET de la Ciudad de Querétaro envuelve altos costos de operación, pero también ingresos considerables. Esto parece compatible con las expectativas de un estudio de viabilidad y análisis de rentabilidad de la instalación de una planta para el reciclado de PET de López *et al.* (2018). En este, los autores concluyen que el proyecto es llamativo y viable, fundamentalmente en el aspecto económico, pues se instaure un negocio rentable y una empresa que genera utilidades. Las empresas de esta industria están fuertemente posicionadas en el mercado que les compete. Su experiencia y la calidad de su producto les han permitido crear un ambiente que además de ser competitivo, aún posee potencial de crecimiento y mejora. Si en la actualidad se consideran negocios rentables que continúan su expansión, se podría esperar un mayor margen de utilidad para el futuro.

Desde la perspectiva del fabricante de productos de PET la producción con resina reciclada y resina virgen, en términos de costes puede ser igual, ya que ambas pudieran estar al mismo precio. Sin embargo, también existe la posibilidad de que el material reciclado cueste más, ya que el proceso para obtenerlo es altamente costoso. En este sentido, producir

con resina PCR envolvería un mayor gasto que la fabricación con material virgen. Lo anterior difiere con la opinión de Ruiz-Saiz-Aja *et al.* (2016) y de Ellen MacArthur Foundation (2015), ya que estos consideran que las materias primas vírgenes son sinónimo de mayores precios, por lo que insisten en que las empresas mejor se inclinen por el uso de materiales reciclados. Del mismo modo, aunque en primera instancia López *et al.* (2018) coinciden con estos autores, agrega que en México se presentan temporadas donde la diferencia de precio entre la resina de PET reciclada y la virgen es reducida, ya que en el país se produce material virgen de buena calidad, además a un bajo costo. Por otro lado, Hicks (2020) señala que recientemente se ha presentado una diferencia de \$400 USD entre el precio de la tonelada de PET virgen y la tonelada de PET reciclado, siendo esta última más cara. Lo cual, incita a la opinión de que la producción con resina de PET virgen cueste menos que producir con resina reciclada. Intentando ofrecer una explicación a esta discrepancia, se considera la caída del precio del petróleo a raíz de la contingencia sanitaria del coronavirus (Hicks, 2020).

La diferencia entre el costo de una resina y otra, a favor de la resina virgen que evidencia el párrafo anterior, puede resultar en una resistencia por parte de los fabricantes de productos de PET en la adquisición de materiales reciclados, ya que esto podría llevarlos a no palpar claramente un beneficio al usar estos últimos. No obstante, la importancia y las ventajas de la materia prima reciclada no se limita a lo monetario, ya que el uso de estas representa impactos ambientales positivos y el apoyo a una cadena de valor de la que dependen varios integrantes. Además, incluir material reciclado en los productos es ya una responsabilidad que envuelve un mayor costo el no emplearlo. En el mismo sentido, la industria del PET de la Ciudad de Querétaro argumenta que el uso de materiales reciclados es un compromiso a acatar por parte del sector privado.

Los fabricantes/comercializadores y centros de acopio de PET de la Ciudad de Querétaro, perciben que del uso (o producción) de materiales reciclados derivan impactos económicos, ambientales y, además, sociales. Al emplear y fabricar este recurso, la industria queretana del PET pone en práctica el modelo de Economía Circular, el cual, de acuerdo con Ruiz-Saiz-Aja *et al.* (2016), Prieto *et al.* (2017), Castroviejo-Bolíbar, 2016 y Ellen

MacArthur Foundation (2015) pretende generar tanto beneficios ambientales, como económicos y sociales.

Cuando se habla de impactos ambientales, la atención se dirige particularmente a la reducción del volumen de residuos plásticos en los ecosistemas y, por ende, a la contribución de la disminución de la contaminación. Además, se está contempla un reajuste en la huella de carbono y el uso de agua, debido a que se contamina menos y se utiliza menormente este recurso en el proceso productivo de la resina reciclada, al compararlo con la resina virgen. Ahora, al referirse al aspecto económico, la ventaja es contar con un negocio rentable y con potencial de crecimiento (López *et al.*, 2018; García-González *et al.*, 2018; Cristán-Frías *et al.*, 2003). Asimismo, se favorece la creación de empleos tanto directos como indirectos (Ellen MacArthur Foundation, 2015; Castroviejo-Bolíbar, 2016). Por ejemplo, en México se generan más de tres mil empleos directos y veinticinco mil empleos indirectos de la actividad del reciclaje de botellas de PET (ANPRAC, 2021). Por último, al enumerar los impactos sociales se especifica el asegurar el derecho de un medio limpio para los ciudadanos, así como la adopción de una cultura para el beneficio de todos.

A pesar de que, el autor Ellen MacArthur Foundation (2015) señala que, dentro de las posibles oportunidades empresariales, al aplicar el modelo de la Economía Circular está la creación de redes de logística inversa, los fabricantes comercializadores de envases de PET de la Ciudad de Querétaro no han aprovechado esta oportunidad de innovación. No obstante, son consciente de su posibilidad y podrían llegar a incursionar en este sistema que implicaría la recuperación de envases post consumo, por parte de sus clientes. Se considera que, para esto se podría contar con dos alternativas: la primera, consistiría en montar un departamento interno que atendiera las funciones requeridas para la operación; y la segunda, contemplaría la alianza o contratación de pequeños acopiadores, tal como lo hacen los centros de acopio de PET post consumo en Querétaro.

5.2. Discusión: dimensión de análisis estrategias de la industria del plástico PET

Los fabricantes/comercializadores de plástico PET de la Ciudad de Querétaro se apoyan en diversas estrategias para mantener la viabilidad del negocio. Así mismo, instrumentan otro tipo de tácticas que tienen por objeto destacar a la empresa como una

entidad que contribuye a la sustentabilidad ambiental. Por ejemplo, esta industria incorpora resina reciclada PET en sus productos, ofreciendo la oportunidad a sus clientes de que adquieran un bien más responsable con el medio ambiente. Además, producen y comercializan un producto que será capaz de reciclarse cuando finalice su vida útil y también, aplican un sistema de recuperación, transformación y valorización de aquellos productos que llegaran a presentar defectos de fábrica. Es decir, los destinan al reciclaje, evitando que se dirijan hacia un relleno sanitario o al ecosistema. Retomando lo expuesto por Stahel y Clift (2016), las empresas manifiestan una motivación por la práctica de una economía de forma cíclica que impacte en el bienestar del medio ambiente, y con este tipo de economía se considera indispensable el requerimiento de recursos alternativos como la resina de PET reciclada, proveniente de una fuente de residuos. Más aún, de acuerdo con Ruiz-Saiz-Aja *et al.* (2016), se está creando una ventaja al emplear residuos como recursos disponibles. Más importante, como resaltan Pérez-Hurtado y Toriz-García (2017), es tiempo de introducir patrones de producción, así como de consumo más sostenibles.

Las empresas de esta industria se están adentrando a las nuevas tendencias relacionadas con el modelo de la Economía Circular. Aunque sus productos no son fabricados en un ciento por ciento utilizando materias primas secundarias, gradualmente han introducido la alternativa, pues son conscientes de su responsabilidad como fabricantes, que implica no únicamente centrarse en obtener ganancias para la empresa, sino emplear alternativas que atiendan las necesidades de sus diversos grupos de interés. Al fin y al cabo, la práctica de la Economía Circular sostiene una economía que genera utilidad tanto para la humanidad como para el medio ambiente, propiciando el crecimiento del bienestar (Serna-Mendoza, 2010; Salazar-Barragán & Serna-Mendoza, 2006; Lyle, 1994).

Buscando fortalecerse como una empresa sustentable, algunos integrantes de la industria del plástico PET de la Ciudad de Querétaro, aplican otras acciones que, aunque no todas se relacionan directamente con el aspecto del PET, si son relevantes para la sustentabilidad. Por ejemplo, uso de lámparas LED en las instalaciones, sistemas de composta para residuos orgánicos, uso de equipo y empleo de sistemas que hacen eficiente el uso del agua y de energía, uso de unidades de transporte híbridos y empleo de sistemas de

tratamiento de aguas contaminadas. Cada una de estas acciones representa el compromiso de adentrarse en la transición hacia una Economía Circular. Además, pone de manifiesto que las empresas están adoptando una filosofía que va más allá de la búsqueda de ganancias. De igual forma, los miembros de esta industria que emplean estas tácticas, tienen la ventaja de crear un valor añadido a sus productos y, al mismo tiempo, participan en la reducción de la degradación del medio ambiente (Peralta *et al.*, 2011).

Algunos de los integrantes de la industria del plástico PET de la Ciudad de Querétaro, correspondientes a fabricantes/comercializadores, decidieron efectuar actividades en materia de gestión de residuos de PET, específicamente de aquellos que se generan en sus instalaciones. Para ello, primero existía la alternativa de la contratación de un prestador de servicios de reciclaje, pero la estrategia de invertir para acondicionar las propias instalaciones para el reciclaje y valorización de los residuos PET fue más atractiva. De cualquier modo, los fabricantes y comercializadores de plástico PET que incursionan en esta práctica, reconocen que cuentan con un producto que les permite optar por opciones como esta. De ahí que, coincidiendo con Hachi-Quintana y Rodríguez-Mejía (2010), el polietileno tereftalato es cien por ciento reciclable. Además, se cataloga como un material de alta calidad, aún después de haber sido reciclado.

Aunque lo anterior es ejemplo de que la industria del PET de la Ciudad de Querétaro, pone en práctica estrategias relacionadas con la gestión de residuos, desafortunadamente estas acciones no se realizan en la totalidad de las empresas del gremio. Análogamente, por desgracia, tampoco cuentan con servicios de logística inversa que les permita recuperar aquellos productos que los fabricantes y comercializadores de PET en cuestión, pusieron en el mercado. Al mismo tiempo, estas entidades han enfocado sus esfuerzos de innovación en el diseño de productos principalmente en el aspecto visual; de forma y tamaño, para permitirles ofrecer mayores opciones de compra a sus clientes, dejando de lado la innovación de productos en el sentido de alargar su vida útil, es decir, diseñarlos y fabricarlos para ser reutilizados, pues este paso, según Vázquez-Morillas *et al.*, (2018) se encuentra antes de la opción del reciclaje, al momento de considerar como manejar los residuos, buscando reducir su impacto en el medio ambiente.

No obstante, esta parte del diseño de productos, le ha permitido a la industria ofertar un catálogo más completo para sus clientes, así como soluciones que cubran las necesidades del mercado. Esto ha favorecido al éxito del negocio y, por ende, mantenido su viabilidad económica. De forma complementaria, las empresas han optado por la apertura de diversos centros de distribución en diferentes puntos del país buscando cubrir el mercado nacional a gran escala, lo que ha fortalecido sus ventas.

Ahora bien, atendiendo las estrategias exclusivas de los centros de acopio de PET en desuso de la Ciudad de Querétaro, se destaca que exitosamente estos han instrumentado diversas estrategias para la prosperidad de un negocio que se centra en la recolección, acopio, reciclaje y valorización de residuos de dicho material. Por ejemplo, la implementación de una Economía Circular, que permite reciclar productos y materiales para reutilizarlos como materia prima o fuente de energía, empleados en la fabricación de nuevos bienes o en la alimentación de procesos de producción, lo que implica un sistema de circuito cerrado y eco-responsable. De igual forma, esta industria se dio a la tarea de desarrollar modelos propios para desempeñar sus actividades, mismos que conservan la esencia de la Economía Circular, ya que además de promover una apropiada disposición del PET post consumo, respaldan una cadena de reciclaje y generan valor para el ambiente. Este resultado respalda lo escrito por Arroyo (2018), Clemente (2018), EcoPlas (2019), Ellen MacArthur Foundation (2017), Marcet *et al.* (2018), Porcelli y Martínez (2018) y Ruiz-Saiz-Aja *et al.* (2016) respecto a la Economía Circular, ya que con esta se optimizan los recursos disponibles, ya sea materiales o energéticos, procurando que perduren lo más posible en el ciclo productivo. Adicionalmente, la Economía Circular espera prevenir la concepción de residuos, pero en caso de no poderse evitar, procura aprovecharlos.

Con relación a lo anterior, es importante destacar que, en Querétaro, los centros de acopio de PET post consumo han logrado posicionarse en el negocio del reciclaje, el cual puede personificar el contraste entre enviar los plásticos post consumo al ecosistema o rellenos sanitarios, o aprovisionar a la economía con materias primas alternativas. Tanto la experiencia de antaño de estos negocios, como su disposición para adoptar y adaptarse a las

nuevas tendencias han sido pieza clave para el desempeño exitoso de sus actividades, crecimiento y mejora continua.

Por si fuera poco, los sistemas implementados por dichos centros, permitieron el desarrollo de una cadena de suministro de micro, pequeños y medianos puntos de recolección, tanto a nivel regional como nacional. A la par, se emplearon estrategias que propiciaran la inclusión, capacitación y asesoría constante para estos miembros, concediéndoles un rol formal como parte de la cadena, respaldándoles un contexto de ingresos seguros y salvaguardando sus derechos humanos. Dicho esto, parece valioso retomar lo compartido por ANPRAC (2021) de que la industria del reciclaje de plásticos en México la conforma una valiosa cadena de valor compuesta por pepenadores, acopiadoras y transformadores de PET en desuso.

Por otra parte, para el fortalecimiento de sus actividades, los centros de acopio de la Ciudad de Querétaro optaron por apoyarse en otros profesionales experimentados para diseñar lo mejor posible sus plantas de reciclaje, así como evaluar los aciertos y fallas de otros practicantes de la actividad situados en diferentes lugares. Adicionalmente, requirieron destinar grandes inversiones para abastecer sus plantas con tecnología de vanguardia. Esto último coincide con lo expuesto por Almeda-Terrazas *et al.* (2018) en su estudio sobre el reciclaje de plásticos, en el que argumenta que, la popularidad de esta actividad ha ocasionado inversiones multimillonarias para la formación de centros de reciclaje de última tecnología. Evidentemente estos centros de acopio y reciclaje se valieron de la estrategia de *benchmarking* para estudiar y superar a las compañías pertenecientes a su mismo giro. Además, esta táctica les permitió identificar a los mejores proveedores para el equipamiento de sus plantas de operación. Al mismo tiempo, este análisis les dio la oportunidad de conocer a posibles socios, abriendo la posibilidad de formalizar contratos de cooperación y alianzas con organizaciones que coinciden con la misión de dichos centros.

Por otro lado, algunos miembros del conjunto de centros de acopio de PET post consumo queretanos, consideran necesario y se han adentrado en intentar involucrar a las autoridades gubernamentales en su labor, buscando que estas incluyan en la legislación la eliminación de empaques que no sea posible reciclar, en el mercado. Esta opinión es

consistente con la Comisión Europea (2020), ya que esta considera pertinente la instrumentación de leyes que fomenten la comercialización de productos responsables con el medio ambiente. Dicho esto, se retoma la importancia de la vinculación del sector público y privado para alcanzar el éxito de una Economía Circular.

Mediante publicaciones a través de redes sociales y páginas *web*, propiedad de los mismos centros de acopio ubicados en Querétaro, estas entidades comparten desde videos, infografías y textos que esperan comunicar a terceros la importancia de una adecuada gestión de residuos de PET (así como de otros materiales) y su valorización. Estas publicaciones también tienen el objetivo de promocionar el uso de materias primas recicladas, ya que se requiere concientizar a los clientes potenciales sobre el verdadero valor de estos materiales. Como diserta Hardin (2004), los agentes económicos no están al tanto del costo real que implican los recursos naturales que proporciona el medio ambiente, lo que lleva a su uso irracional y su agotamiento. Más importante, si se supiera realmente ese costo posiblemente cambiarían las acciones de estos agentes y de la humanidad en general (Salazar-Barragán y Serna-Mendoza, 2006). En este sentido, es importante dar a conocer que el valor de las materias primas recicladas va más allá de lo financiero.

Adicionalmente, para ambos fines de promoción, los centros de acopio queretanos se dan a la tarea de participar de forma activa en foros y expos comerciales, exponiendo sus productos y transmitiendo su filosofía mediante conferencias. Asimismo, su estrategia contempla la interacción constante con sus grupos de interés, a través del diálogo mediante foros, congresos, encuestas, *webinars*, plataformas digitales y otros eventos. Al mismo tiempo, diseñan programas de educación ambiental que incluyen campañas para movilizar la participación de los grupos de interés en el cuidado del medio ambiente. Más aún, algunos de estos centros se apoyan de comités internos para gestionar cada una de las actividades mencionadas. Estos también, tienen la función de indagar la vinculación entre organizaciones de la sociedad civil, autoridades, sociedad, empresas, entre otras instituciones. Por si fuera poco, estas unidades de reciclaje abren sus puertas a visitantes interesados en conocer más sobre su labor, ya sea mediante excursión virtual o presencial. Incluso uno de los casos cuenta con la opción de un museo auditorio.

Así pues, son diversas las estrategias que implementan los centros de acopio de PET en desuso de la Ciudad de Querétaro. Su esfuerzo por difundir su filosofía con base en la Economía Circular, específicamente en el reciclaje de residuos, se ve reflejado en cada una de estas acciones. Es importante reconocer que, aunque el gremio considera que está llevando a cabo una gran labor, también es consciente de que el crédito no solo es individual, sino es el resultado de la cooperación entre diversos actores. Este tipo de sinergias hacen que los impactos sean más significativos y de mayor alcance.

Desde otro particular, contar con comités de innovación, investigación y desarrollo; establecer asociaciones estratégicas y programas de innovación específicos; fomentar iniciativas empresariales y de innovación mediante el diseño de programas y redes comunitarias; identificar y dar acompañamiento a propuestas innovadoras; invertir en investigación y desarrollo; vincularse con programas de innovación con otras organizaciones; y adentrarse en la obtención de distintivos que avalen la innovación de un producto o proceso, corresponde a la lista de estrategias que los centros de acopio de PET post consumo de la Ciudad de Querétaro efectúan para mantener actividades de innovación dentro de su empresa. Por otro lado, el trabajo de reciclaje de residuos de PET que realizan estos centros, para la producción de una resina PCR se relaciona directamente con lo que Peralta *et al.* (2011) considera eco-innovación en la industria (en el modelo de la cuna a la cuna), que consiste en sistemas que imitan el comportamiento de los ciclos de la naturaleza, donde los materiales conservan una utilidad y se les asigna una vía de reincorporación, con el fin de evitar la generación de residuos. Esta adopción logra crear un valor añadido en la producción industrial y la reducción del daño al medio ambiente. Este semblante del modelo de Economía Circular, que contempla productos circulares por diseño como las botellas de PET que reciclan los centros en cuestión, así como crear redes de logística inversa, función que también desempeñan estas unidades, son una misión que fue antecedida por la visión innovadora de practicar el modelo, que además ha impactado en mayor crecimiento tecnológico, nuevos materiales, eficiencia energética y oportunidades de beneficios para los negocios (Ellen MacArthur Foundation, 2015; Castroviejo-Bolíbar, 2016).

Por otro lado, los centros de acopio de PET en desuso de la Ciudad de Querétaro, trabajan arduamente para que todos los residuos de este material que llegan a sus instalaciones se destinen al reciclaje, para lograr convertirlo en materia prima, que se utilizará para fabricar nuevos productos. Tal como enfatiza Hachi-Quintana y Rodríguez-Mejía (2010) el PET es cien por ciento reciclable. Además, reciclarlo implica su reintegración a un nuevo ciclo productivo (Mansilla-Pérez & Ruiz-Ruiz, 2009), para la fabricación de nuevos bienes, lo que lo hace un material de suma importancia para la Economía Circular (Ellen MacArthur Foundation, 2017; EcoPlas, 2019).

No obstante, es posible recibir material post consumo que no cumple con los estándares de calidad establecidos por estas empresas, impidiéndoles emplearlo en la producción de su resina PCR de calidad grado alimenticio. A pesar de ello, estas plantas acopiadoras y de reciclaje emplean un sistema de separación de estos residuos, destinándolos a diferentes recicladores que atienden otras industrias como la textil, la industria de herramientas de limpieza, la industria energética, entre otras. De esta manera, se aseguran de que el PET en desuso que lograron recopilar se dirija al reciclaje y siempre conserve una salida de valor. De acuerdo con García-González *et al.* (2018) y ANPRAC (2021) la lista de productos que se fabrican con PET reciclado es amplia, desde combustibles, madera y láminas de plástico y fleje, hasta ropa y calzado. En este sentido, es posible recuperar y aprovechar el valor de productos fabricados con plástico que han llegado al final de su vida útil. Esto, durante un largo periodo de tiempo, mediante sistemas y procesos como el reciclaje, que permitan su transformación en materia prima secundaria (Ellen MacArthur Foundation, 2017; EcoPlas, 2019; Vázquez-Morillas *et al.*, 2018; Mansilla-Pérez & Ruiz-Ruiz, 2009; ANPRAC, 2021; Marcet *et al.*, 2018).

Al estar interesada en cumplir metas de sustentabilidad, así como poner en práctica una Economía Circular, la industria del PET de la Ciudad de Querétaro procura hacer un uso eficiente de los recursos requeridos para su operación. Por esta razón, destina diversas estrategias de gestión que le permiten medir y evaluar este aspecto. Contemplando auditorías a cargo de agentes tanto internos como externos; contando con procedimientos específicos para esta tarea; monitoreando constantemente líneas de operación para asegurar la

dosificación adecuada de materiales, agua y energía, en las diferentes etapas del proceso productivo; contando con sistemas de peso estándar para el traslado de mercancías; adquiriendo certificaciones que la orienta a identificar y establecer cómo lograr el cometido de utilizar eficientemente los recursos; destinando inversiones para elevar la eficiencia de procesos, mediante maquinaria cada vez más moderna que integra este cometido en su funcionamiento. También efectúa otras inversiones para sistemas que le permitan gestionar y procesar la recuperación de agua, así como el uso de energías alternativas, buscando, adicionalmente, atender metas relacionadas con la minimización de la huella hídrica y la huella de carbono.

Dichas acciones preservan lo escrito por Marcet *et al.* (2018) de que, al practicar una Economía Circular, se espera que las actividades se consumen de manera ecológica. Por otra parte, las mismas están directamente relacionadas con dos de los principios del modelo; con el primero debido a que involucra el semblante de utilizar racional y sensatamente los recursos disponibles, y con el segundo, el cual respalda la importancia de optimizar el rendimiento de los mismo (Arin, 2017; Ellen MacArthur Foundation, 2015; Porcelli & Martínez, 2018). Análogamente, con este enfoque de Economía Circular, desde el punto de vista de los recursos, se tiene la posibilidad de reducir las presiones de su escasez, así como la reducción de las huellas ambientales (Castroviejo-Bolívar, 2016).

De ahí que, son variadas las acciones que instrumenta la industria del PET queretana para asegurar el uso eficiente de recursos. Estas otorgan ahorros para la empresa, principalmente de dinero, materiales, agua, y energías. También impactan en el ahorro de espacios y tiempo. Además, estos elementos que emplea, le permiten seguir en el camino de la Economía Circular.

Hasta el momento, cada uno de los acontecimientos tratados en este apartado, son muestra del compromiso que la industria del PET de la Ciudad de Querétaro tiene por la conservación del medio ambiente y de transitar hacia una Economía Circular. Igualmente, para enaltecer su compromiso con estas vertientes, dicha industria también adopta filosofías de sustentabilidad corporativa, sistemas de sustentabilidad que le permiten seguir mejorando en la materia y, al mismo tiempo adquirir certificaciones y distintivos nacionales e

internacionales que respalden su compromiso y acciones a favor del medio ambiente. Por último, para realzar aún más su, estas empresas consideran oportuno agruparse con otras organizaciones con las que comparten su filosofía en pro del cuidado ambiental y el beneficio para la sociedad, con la intención de que sus propuestas tengan un mayor alcance.

5.3. Discusión: dimensión de análisis políticas del Estado de Querétaro

El Estado de Querétaro ejecuta una serie de políticas en materia de gestión de residuos de PET que podrían clasificarse como políticas económico-ambientales, ya que, además de intervenir para la solución de problemas de contaminación que ocasionan dichos residuos, fomentan la valorización de los mismos para la obtención de un ingreso. Por ejemplo, la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro, mediante la cual se obliga tanto a los generadores de residuos como a los prestadores de servicios ambientales a llevar a cabo un manejo adecuado de los residuos. En este sentido, la protección al medio ambiente debe ser un asunto de supervivencia para todos, además es importante contar y continuar edificando un mundo próspero, justo y seguro (CMMAD, 1987).

Por otro lado, para el manejo de residuos, la Ley contempla una jerarquía de tratamiento, que inicia por la reducción o minimización de los mismos, continúa con su reutilización o reúso, luego por su reciclaje, en seguida por su valorización energética, y finaliza con lo menos deseado, su disposición final en rellenos sanitarios. De acuerdo con Vázquez-Morillas *et al.* (2018), disminuir el impacto negativo de los residuos plásticos dependerá de cómo se realice su manejo y, siguiendo una jerarquía que va desde la prevención, y termina con evitar que estos lleguen al ambiente, marcaría una gran diferencia desde un sentido favorable.

Por otra parte, el Estado de Querétaro organiza una política ambiental que, además de centrarse en prevenir y controlar la contaminación, así como preservar y aprovechar sustentablemente los recursos, incluidos los residuos plásticos (y otros), mide y evalúa impactos ambientales, contempla la educación ambiental mediante la generación y difusión de información, y propicia la participación social y el otorgamiento de incentivos. Para esta gestión se guía en lo establecido en la Ley de Protección Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro. Con ello, las autoridades tienen al alcance lineamientos,

criterios y principios de formulación, planeación y conducción de la política ambiental para el Estado.

Es importante destacar que, Querétaro cuenta con la Secretaría de Desarrollo Sustentable (SEDESU), un órgano gubernamental que trabaja en fomentar el desarrollo humano sustentable de los presentes y futuros residentes queretanos. Para lograrlo, procura aprovechar racional y equitativamente diversos recursos: naturales, económicos y sociales, esperando mejorar las condiciones de vida de la población (SEDESU, 2021). Ello se relaciona con lo expuesto por Serna-Mendoza (2010) y Ulate (2005) sobre la importancia de la búsqueda de un desarrollo económico integral que involucre las necesidades económicas, sociales y medioambientales.

Adicionalmente, la SEDESU tiene la responsabilidad de regular a las entidades que manejan los residuos en el estado. Contando con la facultad de otorgar los permisos requeridos para que estas empresas puedan laborar. Por lo que los centros de acopio de PET en desuso, así como fabricantes/comercializadores de PET que efectúen actividades de manejo de los mismos residuos, reconocen que seguir los lineamientos de dicho organismo es de carácter regulatorio y obligatorio. Cabe resaltar que, la gran mayoría de los prestadores de servicios en materia de gestión de residuos de PET en Querétaro (47 prestadores), brindan solo servicios de recolección y transporte de PET en desuso. En contraste, un mínimo de dieciséis empresas ofrece tratamiento, reciclaje o reutilización del material. Por desgracia, en México es escasa la infraestructura para el manejo apropiado de los desechos plásticos (Tecnología del Plástico, 2018).

Por otro lado, un ‘Acuerdo General’ estipulado por la Subsecretaría de Medio Ambiente de la SEDESU, determina que es obligación de los productores, importadores, exportadores y distribuidores de productos de PET (y otros), contar con un ‘Plan de Manejo’ (con registro vigente) de los residuos ocasionados por sus productos. Es importante distinguir que, este tipo de planes debe diseñarse con una dirección hacia la prevención y reducción de generación de residuos y su valorización, gestionando criterios de eficiencia ambiental y económica, así como de tecnológica y elementos de bienestar social.

Ahora bien, aunque el Estado de Querétaro cuento con regulaciones pertinentes enfocadas a solucionar la problemática causada por los residuos de PET y, al mismo tiempo, estimular su valorización, esto no significa que aún sea suficiente, pues como compartieron varios de los informantes de esta investigación, las regulaciones en materia de gestión de residuos mexicanas y, por ende, queretanas, aún están limitadas en comparación con otros países. Por ejemplo, aún falta establecer la parte del contenido reciclado en productos tanto de PET como de otros materiales. Sobre este particular, si la ley amparara el uso de materia prima secundaria para la producción de productos, surgiría un compromiso y una obligación por parte de las industrias, sobre incluir materiales reciclados en sus productos. Esto beneficiaría la demanda de PET reciclado, y los integrantes de su cadena de valor contarían con la certeza respecto a la factibilidad de continuar en el negocio del PET post consumo como material valorizable.

Finalmente, el Estado de Querétaro diseñó el ‘Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos de Querétaro’, el cual captura la esencia del modelo de Economía Circular, específicamente con los elementos de gestión de residuos y acciones ante el cambio climático. Si bien, este plan identifica las deficiencias y oportunidades de Querétaro en esta materia, lo más importante aquí es conocer cuáles son los intereses primordiales que se pretenden manejar en el programa. Es decir, fortalecimiento de las leyes en materia de residuos; fortalecimiento de las leyes que designan la responsabilidad compartida de los generadores de residuos; fortalecimiento de las capacidades de prestadores de servicios de manejo de residuos del sector público; prevención y valorización de los desechos; y fomento al cambio en patrones de consumo. Ante esta lista, es importante señalar dos aspectos; primero, el Estado está al tanto de la relevancia de la Economía Circular, que radica en el remplazo del modelo económico lineal de producir-consumir-desechar (Arroyo, 2018; Clemente, 2018; Porcelli & Martínez, 2018), con el objetivo de generar la prosperidad económica y la protección al medio ambiente, facilitando el desarrollo sostenible (Prieto *et al.*, 2017); segundo, el Estado reconoce la necesidad de instrumentar estrategias que contemplen retos políticos, sociales, económicos y ambientales del contexto, para lograr una transición hacia la Economía Circular (Prieto *et al.*, 2017).

Así pues, el Estado de Querétaro se ha distinguido por ser un ejemplo de puertas abiertas para nuevas ideas que favorezcan el desarrollo sostenible. Así mismo, posee una ventaja al contar con estrategias para dirigirse hacia este objetivo, sin embargo, ahora lo necesario es ejecutar este plan y alcanzar sus metas. Además, es de suma importancia que se monitoree y evalúe tanto el alcance y avance que han tenido las propuestas. De igual modo, al ser un nuevo acontecimiento, la falta de experiencia podría representar errores imprevistos, por lo que posiblemente la política no esté funcionando como se esperaba, por lo que se requerirá reformular algunos de sus componentes para que se adapte mejor a las necesidades de la entidad.

Por último, es recomendable comparar el programa desde su diseño y ejecución, así como sus resultados, con entes de otras fronteras que estén ejecutando planes de este tipo, aunque se debe estar consciente de las diferencias geográficas, económicas, sociales, políticas y ambientales, antes de concluir un veredicto. Adicionalmente, es indispensable que toda la información obtenida sea de carácter público, pues si la sociedad, el sector privado y la academia están al tanto de esta valiosa información, representaría la posibilidad de un mayor aporte de soluciones que permitan alcanzar más fácil y prontamente este cometido, el cual es para beneficio de todos.

Conclusiones

El reto de adentrarse en una Economía Circular reclama la participación activa del sector industrial, del sector público y de la sociedad en general. Su intervención debe contemplar estrategias que combinen las dimensiones económica, ambiental y social. A su vez, el logro de una Economía Circular del plástico requiere una planeación que considere aspectos específicos que inicien en el diseño de los productos fabricados con este material, previsto para hacer posible el reúso o reciclaje del mismo, una vez que sea clasificado como un residuo. Desde esta perspectiva, se alimenta un sistema encauzado a impedir la pérdida de valor del plástico, en su cadena de utilización, y se provee a la economía de materias primas, previniendo su disposición en el medio ambiente y la contaminación. En este sentido, la adopción de la Economía Circular por parte de industrias como la del plástico PET, permitirá que los residuos de polietileno tereftalato sean recuperados, reciclados y valorizados, representando una vía hacia la sustentabilidad económica como para la sustentabilidad ambiental.

Particularmente, la industria del PET de la Ciudad de Querétaro ha logrado integrar, hasta cierto punto, los principios de la Economía Circular dentro de sus actividades de producción y comercialización. Es decir, poco a poco se adentra en un mayor uso de recursos secundarios derivados de materiales reciclados (principio uno), producen un producto capaz de ser reciclado cuando finaliza su vida útil, manteniendo sus materiales circulando en la economía (principio dos), y cuentan con un sistema que les permite detectar y contraer la generación de residuos (principio tres). De esta manera, dicho conjunto de empresas ha conseguido acercarse a la sustentabilidad ambiental. A su vez, cuentan con un negocio viable y rentable que hasta el momento les asegura la sustentabilidad económica.

Así pues, las empresas de la industria del plástico PET han logrado catalogarse como negocios económicamente viables. Contar con productos de alta calidad; ofrecer servicios complementarios; poner a la disposición de los clientes soluciones que atiendan sus necesidades específicas; así como la diversificación de productos y servicios; la expansión del negocio con la apertura de varios puntos de venta para posicionar el mercado nacional; las alianzas con otros negocios del gremio; y la incursión de mercados internacionales,

corresponden a las estrategias que estas unidades económicas han instrumentado y que les han permitido lograr la prosperidad del negocio. A su vez, este conjunto de empresas se esfuerza arduamente por diseñar y ejecutar otro tipo de estrategias que las lleve a alcanzar la sustentabilidad ambiental. No obstante, sobresalen diferencias con respecto al empeño que cada uno de los miembros de la industria destina a la labor. Por ejemplo, en el caso de los fabricantes/comercializadores, aunque integran contenido reciclado en sus productos de PET, no todos efectúan actividades de reciclaje de PET y ninguno se responsabiliza de los productos que colocó en el mercado, para recuperarlos cuando finalice su vida útil. Además, solo algunos de estos negocios emplean estrategias alternas para el logro de la sustentabilidad ambiental, como uso de lámparas ahorradoras de energía, composta de residuos orgánicos, sistemas que aseguran el uso eficiente de agua y de energía, sistemas de transporte híbridos y tratamiento de aguas contaminadas.

Por el contrario, los centros de acopio que componen la industria del PET de la Ciudad de Querétaro, marcan una diferencia importante al momento de enumerar sus estrategias para el logro de la sostenibilidad ambiental. Además, la misión de estas empresas, precisamente comprende una esencia de sustentabilidad ambiental. Es decir, con base en una Economía Circular del plástico, estos centros contribuyen a la disminución del volumen de residuos de PET, ya que consiguen recuperar una considerable cantidad, los procesan mediante un sistema de reciclaje mecánico, logran su valorización y los transforman en resina reciclada, que sirve como materia prima para la producción de nuevos productos. De esta manera, consiguen mantener prolongadamente el PET (aunque haya alcanzado el final de su vida útil) en un ciclo de producción y de consumo y provisionar a la economía de materia prima secundaria. Lo cual evita que estos residuos plásticos se dirijan a los ecosistemas y contaminen el medio ambiente.

Por otra parte, asegurar altos niveles de calidad de su resina reciclada; respaldar la misma con certificaciones de calidad, inocuidad, fabricación con eficiencia ambiental, eficiencia energética y de consumo de agua; así como utilizar tecnología de vanguardia y de alta eficiencia; pertenecen a la lista de las estrategias que les han permitido a estos centros alcanzar la sustentabilidad ambiental y la viabilidad económica. Cabe destacar que, su arduo

desempeño en el negocio del reciclaje, ha sido clave para mantener un precio competitivo de la resina de PET reciclada, lo cual asegura su rentabilidad. En resumen, particularmente los centros de acopio de PET en desuso de la Ciudad de Querétaro, han conseguido instrumentar estrategias para la producción y comercialización de sus productos, que les han permitido alcanzar la sustentabilidad y la viabilidad económica de su negocio.

Ahora bien, es necesaria la ejecución de políticas económico-ambientales por parte del gobierno para que dirijan el comportamiento de los prestadores de servicios ambientales que manejan residuos de PET, así como de fabricantes y comercializadores, pues estos deben hacerse responsables de aquellos desechos que derivan de sus productos cuando han dejado de ser de utilidad para los consumidores. Mediante esta intervención oportuna, el Estado coadyuvaría para la solución de la problemática ocasionada por los residuos de PET, la contaminación del ambiente.

Asimismo, es de suma importancia que las políticas económico-ambientales que regularizan el PET post consumo, enfatizan la jerarquía del manejo integral de estos residuos. Aunque lo prioritario es prevenir la generación de desechos, una vez producidos, lo ideal es rescatar la mayor cantidad posible para que puedan ser reutilizados o reciclados. Con ello, lograr la valorización de los mismos representando una alternativa de ingreso para la industria, y un suministro de materias primas secundarias para la economía. Lo cual personifica un escenario acorde con el modelo de Economía Circular. En definitiva, reciclar el PET post consumo es preferible que destinar más desechos a los rellenos sanitarios o a los ecosistemas en general.

Por otra parte, se necesita contar con la colaboración de la sociedad civil, pues además de cambios en los patrones de producción, se requiere generar cambios en los de consumo. Entonces, tanto al gobierno como el sector industrial deben darse a la tarea de promover la adquisición de productos que sean responsables con el medio ambiente.

Por otro lado, un adecuado reciclaje de residuos es capaz de generar una materia prima de alto valor y calidad, lo cual propicia la existencia de negocios económicamente viables. Diversos países con economías desarrolladas y en desarrollo han divisado la

oportunidad de negocio que implica el reciclaje, especialmente México se ha catalogado como líder en el fenómeno del reciclaje debido al volumen de su participación, calidad y la cadena de valor que esta industria representa, con una importante creación de empleos y generación de utilidades.

Sin embargo, con frecuencia, sigue siendo débil la percepción del valor de material reciclado por parte del mercado, por lo que se necesita promocionar aún más la importancia del uso de materiales reciclados y sus beneficios, que no son únicamente monetarios. Del mismo modo, esta decisión debe tomarse con compromiso y como una obligación, de parte del gobierno, las empresas y de los consumidores.

Por el momento, el utilizar materiales reciclados significa una práctica opcional, pero la problemática actual de contaminación por generación de residuos amerita que se convierta en un aspecto legalmente obligatorio. Esta práctica ya se ejecuta en otros países. Por ende, se reflexiona que básicamente se requiere la voluntad de aplicarlo, contando con la vinculación de iniciativas y alianzas entre la industria, el Estado, el sector empresarial y la sociedad civil, además es necesaria la participación de la academia y de otros organismos comprometidos con el mismo fin.

En tal sentido, los actores abordados concuerdan significativamente que la mezcla de las actividades de la industria, la aplicación de tecnología inteligente y el empleo de soluciones sustentables, así como la intervención de políticas económico-ambientales por parte del gobierno, coadyuva a la resolución de la problemática de contaminación ocasionada por desechos, además de que estos se pueden transformar en una fuente alternativa de materias primas para fabricar productos nuevos.

Ahora bien, para responder a la pregunta central de esta investigación se concluye que los fabricantes, comercializadores y centros de acopio de polietileno tereftalato (PET) que adopten el modelo de Economía Circular tienen al alcance una vía para el logro de la sustentabilidad económica a través de, primeramente, contar con el diseño de productos regenerativos, capaces de ser recuperados y reutilizados o reciclados, así como el diseño de procesos competentes para usar materias primas secundarias y hacer uso de recursos

eficientemente. Además, disponer de sistemas aptos para reciclar los productos con defecto de fábrica, así como de sistemas capaces de recuperar los productos puestos en el mercado al final de su vida útil. También, contar con infraestructura y sistemas adecuados para el reciclaje y valorización del PET o en su defecto acudir a un socio proveedor del servicio. Asimismo, poseer con una cartera de productos cien por ciento reciclables y de productos que fueron fabricados, total o parcialmente, con materia prima secundaria. Cada uno de estos elementos representa una oportunidad de mejorar ingresos, favoreciendo un negocio viable que genera utilidades, además, de incorporarse a nuevas tendencias del mercado y el potencial para aumentar la satisfacción de los clientes, que propicia la lealtad por parte de los mismos.

Al mismo tiempo, con la adopción de la Economía Circular, los fabricantes, comercializadores y centros de acopio de PET disponen de una vía para alcanzar la sustentabilidad ambiental, a través de la ejecución adecuada de la gestión de residuos de PET que evite que estos lleguen a los rellenos sanitarios y resto de los ecosistemas, previniendo la contaminación por plásticos, mediante la práctica de acopio, reciclaje y valorización de PET post consumo. Además, de contar con la certificación que asegure que los productos fabricados con PET, son libres de sustancias peligrosas que impliquen afectaciones al bienestar del medio ambiente y de los seres humanos. De esta manera, se salvaguarda la salud, seguridad y derechos de todos aquellos involucrados en el manejo y uso de dichos bienes.

Entre tanto, el aporte de esta investigación a las Ciencias Económico Administrativas radica en el análisis de una alternativa como lo es la Economía Circular, que permita administrar, producir, utilizar e invertir los recursos necesarios en una organización para que esta mantenga un valor económico, integrando a su vez la protección al medio ambiente e incluso el resguardo del entorno social. De igual modo, la investigación contempla una contribución a la Economía Social, la cual se caracteriza por enaltecer la importancia de cuestionar el modelo económico tradicional y lucrativo, persiguiendo intereses como el compromiso de los ciudadanos, progreso de la calidad de vida, apoyo al desarrollo local, llegar a ser socialmente responsable y lograr el desarrollo sostenible.

Por último, como futuras líneas de investigación se resumen tres cuestiones que podrían resultar interesantes y complementarias a este estudio. La primera se centra en evaluar cuantitativamente los impactos tanto económicos como ambientales de la Economía Circular a nivel nacional o regional, ya que este tipo de proyecciones se han hecho en parámetros mundiales o en países europeos. Sin embargo, es necesaria la disponibilidad de estos datos en el contexto mexicano. También se podría investigar sobre las condiciones en las que se desempeñan los integrantes de la cadena de valor de la actividad del reciclaje que se lleva a cabo en México, sobre todo de los denominados pepenadores, así como los pequeños y medianos acopiadores. Esto con la intención de conocer y asegurar que los actores efectúen sus actividades en un ambiente seguro y formal. Adicionalmente, se recomienda realizar un estudio que concrete y enumere aquellos requisitos necesarios de composición de los envases y otros productos de PET para proponer una lista estandarizada que asegure que, una vez consumidos y llegados al final de su vida útil, sea posible reintegrar sus materiales al proceso productivo.

Finalmente, aunque se logró el cumplimiento de los objetivos trazados, así como la confirmación o rectificación de las proposiciones planteadas, se es consciente de las limitaciones de esta investigación, las cuales se relacionan principalmente al acceso a un número restringido de casos de estudio. No obstante, en función del propósito de investigación, fue posible desarrollar conclusiones de generalizaciones inductivas de forma significativa.

Referencias

- Aguayo, F., Peralta, M. E., Lama, J. R. & Soltero, V. M. (2011). *Ecodiseño Ingeniería sostenible de la cuna a la cuna (C2C)*. RC Libros.
- Aguilera-Klink, F. (1996). Economía, medio ambiente y espacios comunales. *Debate Agrario*, (25), 13-22. Recuperado de <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/792/Apuntes%20para%20el%20debat%20en%20torno%20a%20la%20tragedia%20de%20los%20comunes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alcamare. (s.f.). *Alcamare International Recycling Group*. Recuperado de <https://www.alcamare.com/>
- Almeda-Terrazas, O. A., Robles-Hernández, E. E., Pérez-Olguín, I. J., Martínez-Romero, J. & Noriega-Morales, S. (2018). Máquinas expendedoras inversas: el futuro para el reciclado de plásticos PET en México. En Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez (eds.). *En búsqueda de la optimización: herramientas y métodos*, (pp. 44-57). ISBN 978-607-8262-11-3.
- Arin, A. (2017). Nuevas economías transformadoras. *Revista Vasca de Economía Social*, (14), 7-60. DOI: 10.1387/reves.19505
- Arroyo, F. R. (2018). La Economía Circular como Factor de Desarrollo Sustentable del Sector Productivo. *INNOVA Research Journal*, 3(12), 78-98. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6828555>
- Asociación Nacional de la Industria Química, ANIQ. (2019). *Resinas sintéticas y hules sintéticos*. Recuperado de <https://aniq.org.mx/anuario/2019/Cap10.html>
- Asociación Nacional de Productores de Refrescos y Aguas Carbonatadas, ANPRAC. (2019). *ANPRAC Industria Mexicana de Bebidas*. Recuperado de <http://anprac.org.mx/2019/huella-economica/>
- Asociación Nacional de Productores de Refrescos y Aguas Carbonatadas, ANPRAC. (2021). *Nuestros pasos sustentables* [infografía]. Recuperado de

http://anprac.org.mx/2019/wp-content/uploads/2020/03/anprac_pasossustentables-2020.pdf

- Balboa, C. H. & Domínguez, M. (2014). Economía circular como marco para el ecodiseño: el modelo ECO-3. *Informador Técnico*, 78(1), 82-91. Recuperado de https://www.redib.org/Record/oai_articulo748757-circular-economy-ecodesign-framework-eco-iii-model
- BANORTE. (2019). *AC PetStar, líder en reciclaje de PET grado alimenticio*. Recuperado de https://www.banorte.com/cms/casadebolsabanorteixe/analisisyestrategia/analisisbur-satil/Visita_PetStar.pdf
- Barea, J. (1990). Concepto y agentes de la Economía Social. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, (8), 109-117. Recuperado de <http://ciriec-revistaeconomia.es/en/home/>
- Benyus, J. M. (2012). *Biomímesis: Como la ciencia innova inspirándose en la naturaleza*. Barcelona, España: Tusquets Editores.
- Campos, G. & Lule, N. E. (2012). La observación, un método para el estudio de la realidad. *Revista Xihmai*, 7(13), 45-60. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3979972>
- Campuzano Fernández, S. E., Cortés Saavedra, G. M. & Turriago Campuzano, A. M. (2011). Nueva visión mundial de la Economía: integración de saberes hacia el nuevo cuidado del sistema ecológico. *NOVA*, 9(5), 113-214. Recuperado de https://www.redib.org/Record/oai_articulo1201017-nueva-visi%C3%B3n-mundial-de-la-econom%C3%ADa-integraci%C3%B3n-de-saberes-hacia-el-cuidado-del-sistema-ecol%C3%B3gico
- Castroviejo-Bolíbar, M. (2016). La economía circular, ¿el nuevo placebo de una utopía ambiental? *Ambienta*, (117), 22-35. Recuperado de

https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_AM%5CPDF_A_M_Ambienta_2016_117_completa.pdf#page=6

Cervantes, G. (2011). Ecología Industrial: innovación y desarrollo sostenible en sistemas industriales. *Revista Internacional de sostenibilidad, tecnología y humanismo*, (6), 58-78. Recuperado de <https://upcommons.upc.edu/handle/2099/11914>

Cervantes, G., Sosa, G. R., Rodríguez, H. G. & Robles, M. F. (2009). Ecología industrial y desarrollo sustentable. *Economía Industrial*, 3(351), 15-26. Recuperado de <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/351/Economia02.pdf>

Chaves, R. & Monzón, J.L. (2018). La economía social ante los paradigmas económicos emergentes: innovación social, economía colaborativa, economía circular, responsabilidad social empresarial, economía del bien común, empresa social y economía solidaria. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, (93), 5-50. DOI: 10.7203/CIRIEC-E.93.12901.

Clemente, J. (2018). *Residuos del Problema a la Solución*. Todos somos reciclaje.

Cobos, R. R. (2016). El polietilén tereftalato (PET) como envase de aguas minerales. *Bol Soc Esp Hidrol Méd*, 31(2), 179-190. Recuperado de [http://hidromed.org/hm/images/pdf/0212.BSEHM%202016_31\(2\)179-190_Cobos-RR.pdf](http://hidromed.org/hm/images/pdf/0212.BSEHM%202016_31(2)179-190_Cobos-RR.pdf)

Coloma, G. (2003). La tragedia de los comunes y la tragedia de los anticomunes: una reinterpretación. *Anales de la Academia Nacional de Ciencias Económicas*, 48, 173-180. Recuperado de <https://ucema.edu.ar/~gcoloma/comunes.pdf>

Comisión Europea. (2020). *Comunicado de prensa-Modificar nuestras pautas de producción y consumo: El nuevo Plan de acción para la economía circular muestra el camino hacia una economía competitiva y climáticamente neutra de consumidores empoderados*. Recuperado de https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_20_420

- Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD). (1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo: nuestro futuro en común*. Naciones Unidas. Recuperado de <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/42/427>
- Comité Económico y Social Europeo (2016). *Evolución reciente de la economía social en la Unión Europea*. Recuperado de: <https://www.eesc.europa.eu/en/our-work/publications-other-work/publications/recent-evolutions-social-economy-study>
- Cristán-Frías, A., Ize, I. & Gavilán, A. (2003). La situación de los envases de plástico en México. *Gaceta Ecológica*, (69), 67-82. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53906905>
- Data México. (2021). *Data México Beta*. Poli “Tereftalato de Etileno”, en Formas Primarias. Recuperado de <https://datamexico.org/es/profile/product/poly-ethylene-terephthalate-in-primary-forms>
- Del Saz, S. (2008). Medio ambiente y desarrollo: una revisión conceptual. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, (61), 31-49. Recuperado de <http://ciriec-revistaeconomia.es/en/home/>
- Dulzaides-Iglesias, M. E. & Molina-Gómez, A. M. (2004). Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso. *ACIMED*, 12(2), 1. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352004000200011&lng=es&tlng=es
- Ecología y Compromiso Empresarial, ECOCE. (2019). *Plan nacional privado colectivo de manejo de residuos de envases post-consumo de PET, PEAD, aluminio y otros*. Recuperado de https://www.ecoce.mx/plan_nacional
- EcoPlas. (2019). *Economía circular una oportunidad para los plásticos* (Publicación N° 51). Recuperado de <https://ecoplas.org.ar/2016/wp-content/uploads/2019/06/Publicaci%C3%B3n-N%C2%B051-de-Ecoplas-Econom%C3%ADa-Circular-de-los-pl%C3%A1sticos.pdf>

- Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Towards a Circular Economy: Business Rationale for an Accelerated Transition*. Recuperado de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/>
- Ellen MacArthur Foundation. (2017). *Learning path: plastic and the circular economy*. Recuperado de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/explore/plastics-and-the-circular-economy>
- Fundación Ellen MacArthur. (2017). *Economía Circular*. Recuperado de <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/escuelas-de-pensamiento>
- García-González, C., Muñoz-Bautista, E. & Hidalgo-Gallardo, A. (2018). La exportación de polietileno tereftalato (PET), una oportunidad comercial para México. En I. Contreras-Álvarez, P. López-Juárez & E. I. Río-Nequis (eds.). *Los paradigmas de las dinámicas legales, económicas y de competitividad en el comercio internacional* (pp. 107-121). Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo.
- García, S. (2008). Referencias históricas y evolución de los plásticos. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 10(1), 71-80. Recuperado de <https://reviberpol.files.wordpress.com/2019/07/2009-garcia.pdf>
- Giuliano, G. (2014). De la cuna a la cuna: una crítica al diseño ecoeficiente. *Revista Argentina de Ingeniería*, 3(3). Recuperado de <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/5466>
- Gobierno de España. (2018). *España Circular 2030 estrategia española de economía circular*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/images/es/180206economicircular_tcm30-440922.pdf
- Góngora-Pérez, J. P. (2014). La industria del plástico en México y el mundo. *Comercio Exterios*, 64(5), 6-9. Recuperado de http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/761/3/la_industria_del_plastico.pdf

- Google. (2021). [Escowill Envases PET Querétaro; The Envases Group; Cajaplast S.A. de C.V.; Megaempack; Plásticos Nova; Envases y Algo Más S.A. de C.V.; Plastic-Glass; Hb Plastic; IAQRO Envases Querétaro; Envases Alfil; Envases Plásticos Daval Querétaro]. Recuperado el 30 de septiembre de 2021 de <https://www.google.com.mx/maps>
- Guerrero-Bejarano, M. A. (2016). La investigación cualitativa. *INNOVA Research Journal*, 1(2), 1-9. DOI: <https://doi.org/10.33890/innova.v1.n2.2016.7>
- Gunter, P. (2011). *La Economía azul: 10 años, 100 innovaciones, 100 millones de empleos*. Tusquets Editores.
- Hachi-Quintana, J. G. & Rodríguez-Mejía, J. D. (2010). *Estudio de factibilidad para reciclar envases plásticos de polietileno tereftalato (PET), en la ciudad de Guayaquil*. (Tesis previa para el grado de ingeniero industrial, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador). Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/2450>
- Hardin, G. (2004). La tragedia de los comunes. *Cultura Científica y Tecnológica*, 1(3), 11-20. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7270922>
- Hernández-Sampieri, R. & Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. (1 ed.). Mc Graw Hill Education.
- Hicks, R. (28 de mayo de 2020). Cheap virgin plastic is being sold as recycled plastic, it's time for better recycling certification. *Eco-Business*. Recuperado de <https://www.eco-business.com/news/cheap-virgin-plastic-is-being-sold-as-recycled-plastic-its-time-for-better-recycling-certification/>
- Hoornweg, D. & Bhada-Tata, P. (2012). *WHAT A WASTE A Global Review of Solid Waste Management*. The World Bank. Recuperado de: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>
- Instituto Nacional de Ecología. (2002). *Análisis de los mercados de diversos materiales vírgenes y reciclados para la producción de envases*. Recuperado de

http://www2.inecc.gob.mx/dgipea/descargas/ana_merca_mat_virgenes_reciclados.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. (2019). Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México 2019. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/cngmd/2019/>

Jiménez-López, V. S., Puerto-Salgado, M. & Chan-Magaña, M. (2018). Proyecto de inversión para la instalación de una planta recicladora de envases PET en el municipio de Tekax, Yucatán, México. *Revista Global de Negocios*, 6(2), 51-61.

Juárez, C. (2021). *Industria del PET busca producir más con base en el reciclaje*. Recuperado de <https://thefoodtech.com/disenio-e-innovacion-para-empaque/industria-del-pet-busca-producir-mas-con-base-en-el-reciclaje/>

Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P. & Van Woerden, F. (2018). *What a Waste 2.0 A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. The World Bank. Recuperado de: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 19 de enero de 2018. México.

Lovins, A. B., Lovins, L. H. & Hawken, P. (2008). Una ruta hacia el capitalismo natural. *Harvard Business Review*, 86(6), 68-82. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2652154>

Lyle, J. T. (1994). *Regenerative Design for Sustainable Development*. John Wiley & Sons.

Mansilla-Pérez, L. & Ruiz-Ruiz, M. (2009). Reciclaje de botellas de PET para obtener fibras de poliéster. *Ingeniería Industrial*, (27), 123-137. SSN 1025-9929. DOI: <https://doi.org/10.26439/ing.ind2009.n027.627>

Marcet, X., Marcet, M. & Vergés, F. (2018). *Qué es la economía circular y por qué es importante para el territorio*. Recuperado de

http://www.pacteindustrial.org/public/docs/papers_publications/6e3474fb7a3a924fac653ff095bfc0c9.pdf

Martínez-Carazo, P. C. (2006). El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento & Gestión*, (20), 165-193. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=646/64602005>

Martínez-González, R. (2010). Lo pequeño es hermoso o el oxímoron económico. *Cultura Científica y Tecnología/Economía*, 7(38/39), 35-39. Recuperado de <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/290>

Martínez, R. M. C., Mora, A. P. & Reynoso, P. R. (noviembre de 2015). Economía verde vs. Economía azul: un análisis de viabilidad. *20 Encuentro Nacional sobre Desarrollo Regional en México*. AMECIDER-CRIM, UNAM. Recuperado de <http://ru.iiec.unam.mx/2871/1/Eje3-193-Martinez-Mora-Reynoso.pdf>

Maxwell, J. A. (2013). *Qualitative Research Design: an interactive approach*. SAGE Publications, Inc.

McDonough, W. & Braungart, M. (2008). *Cradle to Cradle*. Random House. Kindle Edition.

Medina, M. (1999). Reciclaje de desechos sólidos en América Latina. *Frontera Norte*, 11(21), 7-3. Recuperado de <https://fronteranorte.colef.mx/index.php/fronteranorte/article/viewFile/1411/863>

Monge-Acuña, V. (2015). La codificación en el método de investigación de la grounded theory o teoría fundamentada. *Innovaciones Educativas*, 17(22), 77-84.

Montolio, J. M. (2002). Economía social: concepto, contenido y significación en España. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, (42), 5-31. Recuperado de http://ciriec-revistaeconomia.es/wp-content/uploads/01_Montolio_42.pdf

- Monzón, J. L. (1987). La Economía Social en España. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, (0), 19-29. Recuperado de <http://ciriec-revistaeconomia.es/wp-content/uploads/03.pdf>
- Monzón, J. L. (2006). Economía Social y conceptos afines: fronteras borrosas y ambigüedades conceptuales del Tercer Sector. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, (56), 9-24. Recuperado de http://ciriec-revistaeconomia.es/wp-content/uploads/5601_Monzon.pdf
- Naredo, J. M. (1997). Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible. Recuperado de <http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a004.html>
- Navarrete, J. M. (2000). El muestreo en la investigación cualitativa. *Investigaciones Sociales*, 4(5), 165-180.
- Peralta, M. E., Aguayo, F. & Lama, J. R. (2011). Ingeniería sostenible de la cuna a la cuna: una arquitectura de referencia abierta para el diseño C2C. *Dyna*, 86(2), 199-211. Recuperado de <https://www.revistadyna.com/Articulos/Ficha.aspx?idMenu=a5c9d895-28e0-4f92-b0c2-c0f86f2a940b&Cod=3873&codigoacceso=9341017b-a9bf-4517-b1e5-891faa1ebe95>
- Pérez-Hurtado, J.D. & Toriz-García, E.G. (2017). Modelo de economía circular para la producción y el consumo sostenible en México. *ANFEI Digital*, 3(6). Recuperado de <https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/357>
- PetStar (2020). *Informe de sustentabilidad 2020*. Recuperado de <https://www.petstar.mx/petstar/sustentabilidad/>
- PEW Charitable Trusts & SystemIQ. (2020). *Breaking the plastic wave: w comprehensive assessment of pathways towards stopping ocean plastic pollution*. Recuperado de https://oursharedseas.com/oss_downloads/breaking-the-plastic-wave-a-comprehensive-assessment-of-pathways-towards-stopping-ocean-plastic-pollution/

- Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de julio de 2019. México.
- Plastics Technology, PT. (2016). *Plastic Technology México*. Plástico, protagonista de la industria del envase y embalaje. Recuperado de <https://www.pt-mexico.com/noticias/post/plstico-protagonista-de-la-industria-del-envase-y-embalaje>
- Pontón, J. A. (2020). Tecnología y reciclaje, visitamos la planta de reciclaje más grande del mundo [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=Uw7v4DjBNiY>
- Porcelli, A. M. & Martínez, A. N. (2018). Análisis legislativo del paradigma de la economía circular. *Revista Direito Gv*, 14(3), 1067-1105. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2317-6172201840>
- Posada-Bustamante, B. (1994). La degradación de los plásticos. *Revista Universidad EAFIT*, 30(94), 67-86. Recuperado de <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/1408>
- Prieto, V., Jaca, C. & Ormazabal, M. (2017). Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, (15), 85-95. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/321197773>
- Puentes-Poyatos, R. & Velasco-Gámez, M. D. M. (2009). Importancia de las sociedades cooperativas como medio para contribuir al desarrollo económico, social y medioambiental, de forma sostenible y responsable. *REVESCO. Revista De Estudios Cooperativos*, (99), 104-129. Recuperado de <https://revistas.ucm.es/index.php/REVE/article/view/REVE0909330104A>
- Quezada-López, E. (2020). *Reciclado de PET*. Recuperado de https://acervodigitaleducativo.mx/bitstream/handle/acervodigitaledu/28603/DADE RODPED49_Reciclado%20de%20Pet.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Rodríguez, S. T. (2000). Del diseño, la técnica y el hombre. *I+Diseño: revista internacional de investigación, innovación y desarrollo en diseño*, 2(2), 141-147. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4534208>
- Ruiz-Saiz-Aja, M., Fabrellas-Rodríguez, B., Dávila-Sena, S., Santervás-Gómez, G., Cabrera-Marianini, A., Gonzalo-Pedrero, G., Tapia-Carrasco, C. & Callaba de Roa, A. (2016). La economía circular. *Ambienta*, (117), 4-21. Recuperado de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_AM%5CPDF_A_M_Ambienta_2016_117_completa.pdf#page=6
- Salazar-Barragán, D. M. & Serna-Mendoza, C. A. (2006). *Ética, medio ambiente y economía. Persona y Bioética*, 10(1), 8-34. Recuperado de https://www.redib.org/Record/oai_articulo508229-%C3%A9tica-medio-ambiente-y-econom%C3%ADa
- Sanmartín-Ramón, G. S., Zhigue-Luna, R. A., & Alaña-Castillo, T. P. (2017). El reciclaje: un nicho de innovación y emprendimiento con enfoque ambientalista. *Revista Universidad y Sociedad*, 9(1), 36-40. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202017000100005
- Schwanse, E. (2011). Recycling policies and programmes for PET drink bottles in Mexico. *Waste Management & Research*, 29(9), 973–981. DOI:10.1177/0734242x11413331
- Secretaría de Desarrollo Sustentable, SEDESU. (2021). Padrón de Prestadores de Manejo Integral de los Residuos de Manejo Especial y Consultoría del Estado de Querétaro. Recuperado de <http://www.queretaro.gob.mx/sedesu/contenido.aspx?q=q05znG4LZglK+Stt5u4vmrYAD7J3BwYz>
- Secretaría de Desarrollo Sustentable, SEDESU. (2021). *Secretaría de Desarrollo Sustentable ¿Quiénes somos?* Recuperado de <https://www.queretaro.gob.mx/sedesu/contenido.aspx?q=Jv2m+h8F36SwnPL2tx7Kcm/XWp5GVmyF>

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT. (2016). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México 2015 Compendio de Estadísticas Ambientales, Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde*. Recuperado de <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/cap7.html>
- Serna-Mendoza, C. A. (2010). Economía y medio ambiente. *Apuntes del CENES*, 29(50), 9-26. Recuperado de https://www.redib.org/Record/oai_articulo1686372-econom%C3%ADa-y-medio-ambiente
- Serrano-Gutiérrez, E. E. (2018). Reciclaje de PET como oportunidad de negocio en México. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/324418265_Reciclaje_de_PET_como_oportunidad_de_negocio_en_Mexico
- Sierra, H. C. H. & Kuiru, N. (2014). Biomimesis: nuevos horizontes de sostenibilidad y tendencias globales de la paxis tecno-científica en el mundo contemporáneo. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 5(2), 85-98. Recuperado de <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1328>
- Stahel, W. R. (2010). *The Performance Economy*. PALGRAVE MACMILLAN.
- Stahel, W. R. & Clift, R. (2016). Stocks and Flows in the Performance Economy. *Taking stock of industrial ecology* (pp.137-158). DOI:10.1007/978-3-319-20571-7_7
- Tecnología del Plástico. (2020). *El futuro de rPET en México*. Recuperado de <https://www.plastico.com/temas/El-futuro-del-rPET-en-Mexico+132904?pagina=1>
- Tecnología del Plástico. (2011). *Luz verde para el reciclaje de PET*. Recuperado de <https://www.plastico.com/temas/Luz-verde-para-el-reciclaje-de-PET+3005075?pagina=1>
- Tecnología del Plástico. (2018). *El dilema de México: ¿reciclar o no reciclar?* Recuperado de <https://www.plastico.com/temas/El-dilema-de-Mexico,-reciclar-o-no-reciclar+124164?pagina=1>

- Torres-Solís, J. R. (2017). *Metodología para la presentación de propuestas de investigación*. Publicaciones Empresariales UNAM FCA Publishing.
- Ulate, R. (2005). Competitividad y medio ambiente: enfoque de valoración de la economía y el ambiente. *Espiga*, (12), 137-156. Recuperado de https://www.redib.org/Record/oai_articulo826627-competitividad-y-medio-ambiente-enfoques-de-valoraci%C3%B3n-de-la-econom%C3%ADa-y-el-ambiente
- Vázquez-Morillas, A., Sotelo-Navarro, P. X., Espinoza-Valdemar, R. M., Velasco-Pérez, M., Quecholac-Piña, X., Beltrán-Villavicencio, M. & Álvarez-Zeferino, J. C. (2018). *Degradación y biodegradación de plásticos*. Comisión de la Industria del Plástico, Responsabilidad y Desarrollo Sustentable (CIPRES) de la Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ). Recuperado de <https://aniq.org.mx/webpublico/publicaciones.asp>
- Veolia. (2015). *Responsabilidad Social Corporativa, nuestro compromiso con el desarrollo sostenible*. Recuperado de <https://www.veolia.com/latamib/es/conocenos/proposito>
- Veolia. (2021). *Nuestro Plan Estratégico "Impact 2023"*. Recuperado de <https://www.veolia.com/latamib/es/conocenos/renovando-mundo/plan-estrategico-impact-2023>
- Villamil, V. B. I. & Otálvaro, G. V. (2019). *Biónica y biomímesis en el diseño de productos: Modelos de aplicación*. Cali, Colombia: Universidad del Valle. DOI: 10.25100/peu.318
- Villareal-Larrinaga, O. & Landeta-Rodríguez, J. (2010). El estudio de casos como metodología de investigación científica en dirección y economía de la empresa. *Investigaciones Europeas*, 16(3), 31-52. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1135252312600331>
- Yin, R. K. (1989). *Case study research: Design and methods*. Sage Publications.

APÉNDICE A

Listado de abreviaturas y siglas

A.C.: Asociación Civil

AQSIC: *General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China*

TA: ácido tereftálico

CCIC: *China Certification & Inspection Group*

Cipres: Comisión de la Industria del Plástico Responsabilidad y Desarrollo Sustentable

CMMAD: Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo

ECOCE: Ecología y Compromiso Empresarial

EFSA: *European Food Safety Authority*

EI: Ecología Industrial

FDA: *Food and Drug Administration*

HACCP: *Hazard Analysis and Critical Control Points*

HDPE: *High Density Polyethylene*

IMER: Industria Mexicana del Reciclaje

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía

LCA: *Life Cycle Analysis*

LED: *Light-Emitting Diode*

LGPGIR: Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

MAIP: Modelo de Acopio Inclusivo PetStar

MDL: mecanismo de desarrollo limpio

MNSP: Modelo de Negocio Sustentable PetStar

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

OEM: *Original Equipment Manufacturer* (Fabricante Original de Maquinaria)

O&M: *Operation and Maintenance* (Operación y Mantenimiento)

PA: plantas de acopio

PC: policarbonato

PCR: Post Consumo Reciclado/Reciclado Post Consumo

RSC: Responsabilidad Social Corporativa

PET: polietileno tereftalato

PP: polipropileno

RME: residuos de manejo especial

RPPSA: Registro al Padrón de Prestadores de Servicios Ambientales

RSU: residuos sólidos urbanos

S.A.P.I. de C.V.: Sociedad Anónima Promotora de Inversión de Capital Variable

SEDESU: Secretaría de Desarrollo Sustentable de Querétaro

SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

SMI: San Miguel Industrias

U.S.: *United States*

PROFEPA: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

APÉNDICE B

Guía de entrevista estructurada dirigida a fabricantes y comercializadores de plástico PET de la Ciudad de Querétaro

Datos generales:

1. Nombre y formación profesional:
2. Nombre de la empresa a la que presta sus servicios:
3. Edad de la empresa:
4. Cargo que desempeña:
5. ¿Cuánto tiempo tiene trabajando con negocios relacionados con el plástico PET?
6. ¿Cuáles son las principales actividades que realiza dentro de la empresa?

Dimensión: Sustentabilidad económica y ambiental.

Pregunta: ¿Cómo la Economía Circular consigue la sustentabilidad económica y ambiental de la industria del plástico PET?

7. ¿A qué tipo de industria van dirigidos los productos de PET que fabrica o comercializa (alimenticia/farmacéutica/cuidado personal y doméstico/etc.)?
8. ¿Qué normas cumple la empresa para garantizar el uso y consumo seguro de productos de PET?
9. ¿Los productos que fabrica/comercializa son reciclables, reutilizables o compostables?

Productos de PET:	Toneladas o unidades por año
Producción total	
Reciclables	
Reutilizables	
Compostables	

10. ¿Del total de su producción anual y qué cantidad de productos se produjo utilizando insumos reciclados?
11. ¿Cuál es el periodo estimado de vida útil de sus productos?
12. ¿Cuántas toneladas de residuos de PET gestiona su empresa al año?

Residuos de PET:	Toneladas por año
Generados	
Reciclados	
Incinerados	
Compostados	
Depositados en rellenos sanitarios	

13. ¿Cuál es el gasto total que la empresa afronta para la gestión de residuos?
14. ¿Se obtiene un ingreso por el tratamiento y valorización de residuos de PET? ¿Cuánto?
15. ¿Cómo describe la calidad de sus productos fabricados con insumos de primera mano y de aquellos producidos con insumos reciclados?
16. ¿Cuál es el gasto que implica producir con materia prima virgen y producir con materiales reciclados?
17. ¿Qué impactos genera su empresa al usar materias primas recicladas en su producción?
18. Con la intención de evaluar la rentabilidad de su empresa ¿podría compartir el valor del patrimonio o activo de la empresa?
19. ¿Cuánto invierte la empresa al año en innovación de productos?
20. ¿A cuántos de sus clientes se les ha prestado servicios de postventa relacionados con el acopio de PET en desuso?

Dimensión: Estrategias de la industria del plástico PET

Pregunta: ¿Cómo la industria del plástico PET de la Ciudad de Querétaro instrumenta estrategias para lograr la sustentabilidad y la viabilidad económica?

21. La siguiente tabla hace referencia a documentos como manuales, procedimientos o planes enfocados al logro de la sustentabilidad ambiental y la viabilidad económica de las empresas pertenecientes a la industria del plástico PET ¿Con cuál de los siguientes cuenta su empresa y qué relevancia tiene para la misma?

Estrategias de la industria de PET	Relevancia	Número y tipo de documento	Existe	Se aplica	En proceso
Documentos que describen el uso de insumos provenientes del reciclaje.					
Documentos que establecen objetivos para el alargamiento de la vida útil de los productos / innovación del diseño de productos.					
Documentos que describen la gestión de residuos de PET originados por los productos comercializados por la empresa.					
Documentos que describen actividades de reciclaje en la empresa.					
Documentos que especifique el destino de los productos con defecto de fábrica (se desecha/se recicla).					
Documentos que indiquen la medición y evaluación del uso eficiente de recursos por parte de la empresa.					
Documentos que describen la participación de la empresa en					

la conservación del bienestar del medio ambiente.					
---	--	--	--	--	--

Dimensión: Políticas del Estado de Querétaro.

Pregunta: ¿Cómo el gobierno del Estado de Querétaro establece políticas enfocadas a mitigar la generación de residuos de PET y fomentar su gestión para obtener un ingreso derivado de los mismos?

22. ¿Qué leyes y normas en materia de gestión de residuos de PET se siguen en su empresa?
23. ¿Qué políticas gubernamentales de fomento a la reducción de la generación de residuos de PET y su valorización implementan en su empresa?
24. ¿Qué leyes y normas referentes al uso de materias primas secundarias (no vírgenes) para la producción de productos de PET cumple su empresa?
25. ¿En relación a la innovación de productos de PET, su empresa se basa en alguna ley o norma específica? ¿Cuáles?
26. ¿Su empresa se rige por alguna norma en materia de recolección y acopio de residuos de PET? ¿Cuál?

APÉNDICE C

Guía de entrevista estructurada dirigida a centros de acopio de plástico PET en desuso de la Ciudad de Querétaro.

Datos generales:

1. Nombre y formación profesional:
2. Nombre y edad del centro al que presta sus servicios:
3. Cargo que desempeña:
4. ¿Cuánto tiempo tiene trabajando con negocios relacionados con la recolección de plástico PET en desuso?
5. ¿Cuáles son las principales actividades que realiza dentro del centro de acopio?

Dimensión: Sustentabilidad económica y ambiental.

Pregunta: ¿Cómo la Economía Circular consigue la sustentabilidad económica y ambiental de la industria del plástico PET?

6. ¿A qué tipo de industria va dirigido el PET que recicla (alimenticia/farmacéutica/cuidado personal y doméstico/etc.)?
7. ¿Qué normas cumple la empresa para garantizar el uso y consumo seguro de productos de PET reciclado?
8. ¿Cuál es el periodo estimado de vida útil del PET?
9. ¿Cuántas toneladas de residuos de PET gestiona su centro al año?

Residuos de PET:	Toneladas por año
Recolectados	
Reciclados	
Incinerados	
Compostados	
Depositados en rellenos sanitarios	

10. ¿Cuál es el gasto total que el centro de acopio afronta para la gestión de residuos de PET?

Tipo de gasto	Gasto por año
Gasto total	
Recolección	
Reciclaje	
Compostaje	
Traslado y otros relacionados a los rellenos sanitarios	

11. ¿Cuánto es el ingreso anual por el tratamiento y valorización de residuos de PET?
12. ¿Cómo describe la calidad del PET reciclado en su centro de acopio?
13. ¿Cuál es la diferencia en la calidad del PET reciclado y el PET de primera mano?
14. ¿Cuántos clientes adquieren el PET que reciclan? ¿Estos clientes qué tipo de empresa representan?
15. ¿Qué otros impactos además de los ambientales generan su centro de acopio al reciclar residuos de PET?
16. Con la intención de evaluar la rentabilidad de su centro de acopio ¿podría compartir el valor del patrimonio o activo del centro?
17. ¿Cuánto invierte el centro al año en innovación de procesos?

Dimensión: Estrategias de la industria del plástico PET

Pregunta: ¿Cómo la industria del plástico PET de la Ciudad de Querétaro instrumenta estrategias para lograr la sustentabilidad y la viabilidad económica?

18. La siguiente tabla hace referencia a documentos como manuales, procedimientos o planes enfocados al logro de la sustentabilidad ambiental y la viabilidad económica de los centros de acopio de residuos ¿Con cuál de los siguientes cuenta su establecimiento y qué relevancia tiene para el mismo?

Estrategias de la industria de PET	Relevancia	Número y tipo de documento	Existe	Se aplica	En proceso

Documentos que incluyan procedimientos de recolección y acopio de PET en desuso.					
Documentos que indiquen los procedimientos para el reciclaje o reúso de residuos de PET.					
Documentos que describan la valorización de residuos de PET.					
Documentos que expliquen el compromiso del centro de acopio en la conservación del bienestar del medio ambiente.					
Documentos que describan acciones de promoción para el uso de materiales reciclados.					
Documentos que describan acciones de promoción para la gestión de residuos de PET y su valorización.					
Documentos que especifica acciones con respecto a residuos de PET que no cumple con las características para reciclarse o reutilizarse para la producción de otros productos.					

Documentos que establecen objetivos de innovación en los procesos de acopio y reciclaje.					
Documentos que indiquen la medición y evaluación del uso eficiente de recursos por parte del centro.					

Dimensión: Políticas del Estado de Querétaro.

Pregunta: ¿Cómo el gobierno del Estado de Querétaro establece políticas enfocadas a mitigar la generación de residuos de PET y fomentar su gestión para obtener un ingreso derivado de los mismos?

19. ¿Qué leyes y normas en materia de gestión de residuos de PET se siguen en su centro?
20. ¿Qué políticas gubernamentales de fomento a la reducción de la generación de residuos de PET y su valorización implementan en su centro?
21. ¿Qué leyes y normas referentes al uso de materias primas secundarias (no vírgenes) para la producción de productos de PET cumple su centro?
22. ¿En relación a la innovación en los procesos de operación, su centro se basa en alguna ley o norma específica? ¿Cuáles?
23. ¿Su centro se rige por alguna norma en materia de recolección y acopio de residuos de PET? ¿Cuál?

APÉNDICE D

Matriz entre preguntas de investigación y métodos

¿Cómo la adopción de la Economía Circular por parte de fabricantes, comercializadores y centros de acopio de polietileno tereftalato (PET), de la ciudad de Querétaro, representa una vía para el logro de la sustentabilidad económica y ambiental?

¿Qué es lo que se necesita saber? (Preguntas)	¿Por qué se necesita saber esto? (Objetivos)	Decisiones de la muestra	Método de recolección	¿A quién se entrevistará?
¿Cómo la Economía Circular consigue la sustentabilidad económica y ambiental de la industria del plástico PET y de los centros de acopio de PET en desuso?	La Economía Circular es un modelo que busca lograr la sustentabilidad a través del flujo cíclico de componentes y materiales, previniendo la generación de residuos. Ahora bien, la industria del plástico PET maneja uno de los materiales más polémicos debido al dilema de su utilidad para el ser humano <i>versus</i> su participación en la contaminación del medio ambiente. Por ambas razones, es necesario identificar de qué forma dicho modelo puede ayudar a que esta industria logre la sustentabilidad económica, mientras alcanza la sustentabilidad ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricantes y comercializadores de polietileno tereftalato (PET) como insumo o material para la fabricación de un producto de consumo. • Centros de acopio de plástico PET en desuso. 	Entrevista estructurada	Propietario, gerente o encargado de la empresa.
¿Qué estrategias instrumentan la industria del plástico PET y los centros de acopio de PET en	Las empresas pertenecientes a la industria del plástico PET se enfocan en ser económicamente viables, pero no deben dejar de lado su responsabilidad con el medio ambiente. Por ello, es relevante conocer de	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricantes y comercializadores de polietileno tereftalato (PET) como insumo o 	Entrevista estructurada	Propietario, gerente o encargado de la empresa.

<p>desuso, de la Ciudad de Querétaro, para lograr la sustentabilidad y la viabilidad económica?</p>	<p>qué forma sus estrategias están atendiendo ambos aspectos, y así, poder desarrollar una propuesta, para esta industria, basada en el modelo de Economía Circular, pues se considera que con base en este se atienden los elementos de sustentabilidad y viabilidad económica.</p>	<p>material para la fabricación de un producto de consumo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Centros de acopio de plástico PET en desuso. 		
<p>¿Cómo el gobierno del Estado de Querétaro establece políticas enfocadas a mitigar la generación de residuos de PET y fomentar su gestión para obtener un ingreso derivado de los mismos?</p>	<p>Las autoridades gubernamentales son un actor clave para orientar a las industrias a incursionar en el desarrollo económico considerando las afectaciones hacia el medio ambiente, así como para fomentar que las empresas se adentren a utilizar nuevas herramientas como el modelo de la Economía Circular, que se enfoca en estos mismos objetivos. Por ende, es indispensable identificar aquellas políticas que el gobierno está estableciendo en esta materia, y cuáles se están siguiendo por la industria del plástico PET, para luego proponer políticas ambientales y económicas para dicha industria, que puedan ser ejecutadas desde el gobierno local del Estado de Querétaro.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricantes y comercializadores de polietileno tereftalato (PET) como insumo o material para la fabricación de un producto de consumo. • Centros de acopio de plástico PET en desuso. 	<p>Entrevista estructurada</p>	<p>Propietario, gerente o encargado de la empresa.</p>

APÉNDICE E

Prestadores de servicios ambientales que manejan residuos de PET en el Estado de Querétaro

Registro	Razón Social	Municipio	Actividades
SEDESU/RPPSA/ 061-06	C. Casimiro García Ledesma	Querétaro	Recolección y transporte Acopio y almacenamiento Separación Tratamiento
SEDESU/RPPSA/ 073-07	C. Omar Simón Feregrino Feregrino	San Juan del Río	Acopio y almacenamiento Separación Tratamiento
SEDESU/RPPSA/ 085-07	Plásticos de las Américas, S.A. De C.V.	El Marqués	Acopio y almacenamiento Separación Tratamiento Reciclaje
SEDESU/RPPSA/ 094-07	C. Rogelio Ugalde Dorantes	El Marqués	Recolección y transporte Acopio y almacenamiento Separación Reutilización
SEDESU/RPPSA/ 1002-19	C. Omar Iván Ramírez Caballero	Colón	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 1013-19	Recolección y Reciclaje CCR, S.A.S de C.V.	El Marqués	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 1029-19	Quitor Recycling S.A. de C.V.	El Marqués	Recolección y transporte Acopio y almacenamiento
SEDESU/RPPSA/ 1032-19	Cemirq, S.A. de C.V.	Ezequiel Montes	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 1070-20	Brigth Business S.A. de C.V.	Querétaro	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 1087-20	C. José Ignacio Olvera Arteaga	San Juan del Río	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 1093-20	C. Carlos Emmanuel Álvarez Martínez	Querétaro	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 111-07	Limpieza y Reciclaje Ecológico, S.A.	Querétaro	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 1126-21	C. Julio Miguel Zamora Rocha	Pedro Escobedo	Acopio y almacenamiento
SEDESU/RPPSA/ 114-07	C. Ma. Consuelo Hernández Olvera	El Marqués	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 1146-21	C. Pablo Alberto Campos Ramírez	Querétaro	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 1148-21	C. Jorge Alberto Cobian López	Querétaro	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 1153-21	C. José Luis García Martínez	San Juan del Río	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 1163-21	Ingeniería en Plásticos Reciclados S.A. de C.V.	San Juan del Río	Recolección y transporte Acopio y almacenamiento Separación

SEDESU/RPPSA/ 117-07	Industria Recuperadora de Plástico, S.A. de C.V.	El Marqués	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 126-08	C. Jesús Zepeda Hernández	San Juan del Río	Recolección y transporte Acopio y almacenamiento Separación Tratamiento
SEDESU/RPPSA/ 128-08	C. Ma. Victoria Jiménez Durán	San Juan del Río	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 145-08	C. José Osvaldo Martínez Vega	El Marqués	Recolección y transporte Acopio y almacenamiento Separación Reutilización Tratamiento
SEDESU/RPPSA/ 149-08	C. Arturo González Gutiérrez	Querétaro	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 183-09	C. David Salazar Reséndiz	Querétaro	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 185-09	Productos Almo del Bajío, S.A. de C. V.	Colón	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 188-09	Renova Industrial, S. A. de C. V.	Querétaro	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 198-09	Ecosafe, S.A. de C.V.	El Marqués	Recolección y transporte Acopio y almacenamiento Separación Tratamiento
SEDESU/RPPSA/ 201-09	Derivados Metálicos de Querétaro, S.A. de C.V.	Querétaro	Recolección y transporte Acopio y almacenamiento Separación Tratamiento
SEDESU/RPPSA/ 217-09	Ecofibras Ponderosa, S.A. de C.V.	Tequisquiapan	Recolección y transporte Acopio y almacenamiento Separación
SEDESU/RPPSA/ 235-09	Ecoeficiencia del Bajío, S.A. de C.V.	Querétaro	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 278-10	Fierro Comercial Díaz y Cia., S.A. de C.V.	Querétaro	Recolección y transporte Acopio y almacenamiento Separación
SEDESU/RPPSA/ 298-11	C. José Javier Ramírez Ramírez	Querétaro	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 317-11	C. Arturo Rodríguez Cayetano	Querétaro	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 335-12	Recuperadora y Maquiladora de Plásticos, S.A. de C.V.	El Marqués	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 379-12	Omni Source México, S.A. de C.V.	Querétaro	Recolección y transporte Acopio y almacenamiento
SEDESU/RPPSA/ 404-13	Grupo Coymex S. de R.L. de C.V.	Querétaro	Recolección y transporte Acopio y almacenamiento Separación Reutilización Tratamiento

SEDESU/RPPSA/ 414-13	Camro Transportes S.A. de C.V.	El Marqués	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 448-13	C. José Juan Alcántara Gómez	Amealco de Bonfil	Recolección y transporte Acopio y almacenamiento
SEDESU/RPPSA/ 450-13	C. José Ramiro Primero Rosas	San Juan del Río	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 458-13	C. J. Rubén Casas Vega	Colón	Recolección y transporte Acopio y almacenamiento Separación Reutilización
SEDESU/RPPSA/ 465-13	RCP Metales, S.A. de C.V.	San Juan del Río	Recolección y transporte Acopio y almacenamiento Separación
SEDESU/RPPSA/ 482-14	C. Agustina Martínez Moran	San Juan del Río	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 484-14	C. Sebastián Camargo Alamilla	Querétaro	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 485-14	C. Ismael Morales Pérez	Corregidora	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 488-14	Alen del Norte, S.A. de C.V.	El Marqués	Acopio y almacenamiento Separación Tratamiento Reciclaje
SEDESU/RPPSA/ 505-14	Recuperadora de Materiales Ocampo de Toluca, S.A. de C.V.	Corregidora	Recolección y transporte Acopio y almacenamiento Separación
SEDESU/RPPSA/ 528-14	Servicio Sondex, S.A. de C.V.	Querétaro	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 535-14	C. Juan Ramírez Hernández	Corregidora	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 537-14	SE Ambiental, S.A. de C.V.	Corregidora	Recolección y transporte Acopio y almacenamiento Tratamiento
SEDESU/RPPSA/ 547-14	Red Recolector, S.A. de C.V.	Querétaro	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 554-15	C. Araceli Espino Briones	El Marqués	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 579-15	C. Carlos González Almaraz	El Marqués	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 669-16	C. Alma Esmeralda González León	El Marqués	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 682-16	Comercializadora de Metales Corregidora, S.A. de C.V.	Corregidora	Recolección y transporte Acopio y almacenamiento Separación Reutilización
SEDESU/RPPSA/ 701-16	C. Ruben Wenceslao Sánchez Sánchez	San Juan del Río	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 711-16	Comercializadora Ecodal, S.A. de C.V.	Amealco de Bonfil	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 724-16	Comercializadora Pérez y Díaz, S.A. de C.V.	Querétaro	Recolección y transporte Acopio y almacenamiento Separación

SEDESU/RPPSA/ 728-16	Ma Tlalli, S.A. de C.V.	Colón	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 751-17	C. Rodrigo Estrella Martínez	Querétaro	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 759-17	C. Víctor Eleuterio Salazar Reséndiz	El Marqués	Recolección y transporte Acopio y almacenamiento Separación Reutilización Tratamiento
SEDESU/RPPSA/ 800-17	C. Brenda Jazmín Leal Ugalde	San Juan del Río	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 818-17	Carla Malagón Landeros	Pedro Escobedo	Recolección y transporte Acopio y almacenamiento Separación Tratamiento
SEDESU/RPPSA/ 828-17	Remave de Querétaro S.A de C.V.	Huimilpan	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 837-18	Metalum Aluminis, S. de R.L. de C.V.	Tequisquiapan	Recolección y transporte Acopio y almacenamiento
SEDESU/RPPSA/ 854-18	C. Antonio Alejandro Cortés Villaseñor	Querétaro	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 860-18	C. Juan Carlos Ocaña Sánchez	Querétaro	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 890-18	Relleno Sanitario San Juan del Río, Qro. S.A. De C.V.	San Juan del Río	Relleno sanitario
SEDESU/RPPSA/ 895-18	C. Apolinar Carrillo Arenas	San Juan del Río	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 911-18	C. Arnulfo Timoteo Olvera Salazar	Querétaro	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 919-18	Cenjai S.A. de C.V.	El Marqués	Recolección y transporte Acopio y almacenamiento Separación Reutilización
SEDESU/RPPSA/ 925-18	C. Yoko Yahaba	San Juan del Río	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 929-18	C. Mary Carmen Jiménez Reséndiz	San Juan del Río	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 932-18	C. Alonso Nicolás Marines Martínez	San Juan del Río	Recolección y transporte Acopio y almacenamiento Separación
SEDESU/RPPSA/ 944-19	C. Carlos Alfredo García Pérez	Colón	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 966-19	C. María De Los Ángeles Sierra Sánchez	Querétaro	Recolección y transporte
SEDESU/RPPSA/ 989-19	Manejo Integral de Residuos VACOSA, S. de R.L. de C.V.	Querétaro	Recolección y transporte

Fuente: elaboración propia con datos de SEDESU (2021).