



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



CENTRO DE INVESTIGACIONES
ECÓNOMICAS ADMINISTRATIVAS Y SOCIALES

Ecología Industrial desde los Sistemas Sectoriales de Innovación.
Caso de estudio: reciclaje de envases multicapa en México.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRÍA EN POLÍTICA Y GESTIÓN DEL CAMBIO TECNOLÓGICO

PRESENTA

SOFÍA JUNO BÁEZ TELLEZ GIRÓN

DIRECTORES

Dr. Rubén Oliver Espinoza

Dra. Blanca Estela Gutiérrez Barba

Ciudad de México, diciembre de 2016



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México siendo las 10:00 horas del día 31 del mes de Octubre del 2016 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CIECAS para examinar la tesis titulada:
Ecología Industrial desde los Sistemas Sectoriales de Innovación. Caso de estudio: reciclaje de envases multicapa en México

Presentada por el alumno:

Báez	Tellez Girón	Sofía Juno
Apellido paterno	Apellido materno	Nombre(s)
Con registro: B 1 4 0 2 0 2		

Maestría en Política y Gestión del Cambio Tecnológico

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Directores de tesis

Dr. Rubén Oliver Espinoza

Dra. Blanca Estela Gutiérrez Barba

Dr. Federico Andrés Stezano Pérez

Dra. Hortensia Gómez Viquez

Dr. Gerardo Castillo Ramos

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

Dra. Gabriela María Luisa Riquelme Alcantar



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO DE INVESTIGACIONES
ECONÓMICAS ADMINISTRATIVAS



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de México, el día 13 del mes de octubre del año 2016, la que suscribe Sofía Juno Báez Tellez Girón alumna del Programa de Maestría en Política y Gestión del Cambio Tecnológico, con número de registro B140202, adscrita al Centro de Investigaciones Económicas Administrativas y Sociales, manifiesta que es la autora intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de los Dr. Rubén Oliver Espinoza y Dra. Blanca Estela Gutiérrez Barba y cede los derechos del trabajo titulado “Ecología Industrial desde los Sistemas Sectoriales de Innovación. Caso de estudio: reciclaje de los envases multicapa en México”, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso de la autora y/o directores del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a las siguientes direcciones junobaez@gmail.com; neburevilo@gmail.com; blancacfie2@yahoo.com.mx. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Sofía Juno Báez Tellez Girón

Agradecimientos

A la historia de mi vida y a quienes me han acompañado en ella.

*Si yo hubiera tenido el deseo de mandarme a hacer una sortija,
le habría hecho mandar esta inscripción "nada pasa".
Sí, estoy convencido que nada pasa sin dejar una huella para nosotros,
y que cada acto nuestro, ejerce determinada influencia en nuestra vida presente y futura.
Historia de mi vida, Antón Chéjov.*

A mi mamá Lucy, que ha estado a mi lado no sólo guiándome sino por amarme tanto, por enseñarme a ser una mujer fuerte, valiente y apasionada; por enseñarme a que el mejor lugar para hacer trascendencia es en esta vida. Gracias por apostarle a mis sueños.

A mi hermano Rodrigo, por hacerme ver que el aprendizaje es tan natural como respirar y por conducirme a la reinención del ser a través de los sueños.

A Francisco, por enseñarme a comprender el mundo a través de colores, formas y matices; por ser mi amigo, mi guía y mi padre.

A mi abuela Evangelina, por ser una estrella en el cielo.

A mi familia, porque sin ellos, mi historia estaría incompleta.

A Asgard, por tu sonrisa en los momentos más agotadores. Por demostrarme que las posibilidades existen al habernos encontrado. Gracias por enseñarme que el amor es suficiente para construir y hacer realidad cualquier sueño.

A todos mis amigos y amigas, por estar escribiendo en esta historia momentos divertidos, difíciles, de reflexión, simplemente por escribir momentos increíbles.

A mis directores de tesis, Rubén y Blanca, por su paciencia, dedicación, comprensión, por creer en mí en todo momento, porque no sólo fueron guías, sino son mis compañeros de viaje.

Quiero agradecer a todos y cada uno del cuerpo académico y administrativo que forma parte del CIECAS, por su gran apoyo para brindarme orientación a lo largo de mi estadía en el Centro, en mi formación profesional y en la parte administrativa.

Una vez más, las palabras no son suficientes para agradecer al Instituto Politécnico Nacional por su gran apoyo y por la formación profesional que me ha brindado a lo largo de mi vida académica, y del mismo modo, al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Conacyt, por brindarme su apoyo institucional.

Contenido

Índice de tablas	6
Índice de figuras	7
Glosario	8
Resumen.....	10
Abstract	10
Introducción	11
Capítulo I. Sistemas Sectoriales de Innovación y Ecología Industrial. Marco conceptual	16
1.1 Sistemas Sectoriales de Innovación. Enfoque teórico	16
1.2 Ecología Industrial. Enfoque teórico	20
1.2.1 Primer enfoque. Desmaterialización de la economía	21
1.2.2 Segundo enfoque. Economía insumo-producto	21
1.2.3 Tercer enfoque. Analogía con los sistemas naturales.....	22
1.2.4 Cuarto enfoque. Balance de materiales y energía	24
1.3 Definición operativa de Ecología Industrial	26
Capítulo II. Caracterización del esquema operativo de Ecología Industrial del reciclaje de envases PET en México	32
2.1 Panorama global: producción de plásticos, consumo y generación de residuos	32
2.2 Características del reciclaje de los plásticos, dinámica global	36
2.3 Panorama en México: producción de plásticos, consumo y generación de residuos	40
2.4 Características del reciclaje de los envases PET en México	42
2.5 Esquema de Ecología Industrial para el reciclaje de los envases PET	49
2.5.1 Identificación de interrelaciones de mercado para el esquema de Ecología Industrial ..	53
2.5.2 Identificación de interrelaciones de no mercado para el esquema de Ecología Industrial	57

Capítulo III. Caracterización del esquema operativo de Ecología Industrial del reciclaje de envases multicapa en México	60
3.1 Panorama global: demanda de producción de envases, consumo y generación de residuos	60
3.2 Características del reciclaje de los envases multicapa, dinámica global	62
3.3 Panorama en México: producción de envases, consumo y generación de residuos.....	66
3.4 Características del reciclaje de los envases multicapa en México	67
3.5 Esquema de Ecología Industrial para el reciclaje de los envases multicapa	70
3.5.1 Identificación y análisis de las interrelaciones de mercado para la dinamización del esquema de Ecología Industrial	72
3.5.2 Identificación y análisis de interrelaciones de no mercado para la dinamización de Ecología Industrial	78
3.5.3 Recomendaciones y propuestas estratégicas para hacer viable el esquema de Ecología Industrial para el reciclaje de los envases multicapa	89
Conclusiones	95
Referencias.....	102
Anexo 1. Descripción de los agentes e interrelaciones sistémicas en el esquema de Ecología Industrial para el reciclaje de los envases PET	0
Anexo 2. Descripción de los agentes e interrelaciones sistémicas en el esquema de Ecología Industrial para el reciclaje de los envases multicapa	11
Anexo 3. Indicadores de generación y manejo de residuos sólidos urbanos en la Ciudad de México	25
Anexo 4. Cuestionario de percepción sobre la separación de los envases PET y multicapa	26

Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de las dimensiones de los Sistemas Sectoriales de Innovación.....	19
Tabla 2. Enfoques teóricos en torno a la Ecología Industrial.....	20
Tabla 3. Intensidad de consumo de plástico por sector (toneladas por \$1m US de ingreso).....	34
Tabla 4. Reconocimiento de los factores de la dinámica sectorial de reciclaje de envases PET a nivel global.....	39
Tabla 5. Empresas recicladoras de mayor capacidad de producción en México.....	43
Tabla 6. Dinámica del acopio de los envases PET en México.....	44
Tabla 7. Marco institucional en materia de residuos en México.....	45
Tabla 8. Reconocimiento de los factores condicionantes del reciclaje de envases PET en México.....	47
Tabla 9. Esquema de identificación de las interrelaciones de mercado dentro de la cadena productiva de fabricación de envases PET.....	56
Tabla 10. Reconocimiento de los factores de la dinámica sectorial de reciclaje de envases multicapa a nivel global.....	65
Tabla 11. Reconocimiento de los factores condicionantes del reciclaje de envases multicapa en México.....	69
Tabla 12. Comparativo de los agentes que intervienen en las interrelaciones de mercado entre la cadena productiva de los envases PET y multicapa.....	73
Tabla 13. Comparativo de aprendizaje de alto orden entre ECOCE vs Junior League of Mexico City.....	79
Tabla 14. Acciones de realizan las empresas para ser miembros de ECOCE.....	82
Tabla 15. Principios análogos entre los ecosistemas naturales e industriales.....	97
Tabla 16. Descripción de los agentes e interrelaciones involucrados en el esquema de Ecología Industrial para el reciclaje de envases PET.....	1
Tabla 17. Descripción de los agentes e interrelaciones sistémicas en el esquema de Ecología Industrial para el reciclaje de envases multicapa.....	12
Tabla 18. Indicadores de generación y manejo de residuos sólidos urbanos en la Ciudad de México al año 2013.....	25

Índice de figuras

Figura 1. Esquema conceptual operativo de Ecología Industrial.	27
Figura 2. Esquema de la conformación de los niveles de conocimiento que desencadenan la dinámica del aprendizaje de alto orden.....	30
Figura 3. Porcentaje de diferentes usos de plásticos en diferentes industrias.....	33
Figura 4. Representación del sistema de gestión integral de residuos sólidos en México.....	41
Figura 5. Esquema representativo de la cadena productiva de la fabricación de envases PET.....	50
Figura 6. Esquema de Ecología Industrial de los envases PET en México.....	59
Figura 7. Diversificación de usos de los materiales obtenidos del reciclaje de los envases multicapa.	62
Figura 8. Proceso de reciclaje mecánico de los envases multicapa.	63
Figura 9. Representación de la distribución geográfica de las recicladoras de envases multicapa a nivel nacional.	67
Figura 10. Esquema representativo de la cadena productiva de la fabricación de envases multicapa.....	70
Figura 11. Esquema de Ecología Industrial de los envases multicapa en México.....	77

Glosario

Ecología industrial: Ecosistema industrial conformado por una red simbiótica de agentes establecidos por una actividad económica. Estos agentes desarrollan actividades metabólicas de generación, producción, desarrollo, venta, consumo y eliminación para lograr la fabricación del producto. Estas actividades metabólicas están dinamizadas, por un esquema de interrelaciones sistémicas (de mercado y de no mercado) que permiten a los agentes la producción e intercambio dentro del ecosistema, y delimitadas por el sistema sectorial de innovación que enmarca la actividad económica.

Sistemas Sectoriales de Innovación: Sistema que proporciona un marco estructural de la tecnología y las condiciones de mercado (insumos, demanda y complementariedades dinámicas); del conocimiento y los procesos de aprendizaje y de los tipos de interrelaciones y procesos de selección y variedad de generación entre las firmas heterogéneas y organizaciones no empresariales con la finalidad de establecer un marco estratégico de competencia.

Red simbiótica: Red que permite una alineación cognitiva, espacial, económica, social, organizacional e institucional entre los agentes para lograr interdependencia dentro del ecosistema.

Interrelaciones de mercado: Relaciones con la capacidad de estructurar el funcionamiento de las rutas productivas del ecosistema industrial y la estructura organizacional en la red simbiótica.

Nodos: Son los flujos de materia de materiales y energía de entrada y los flujos de salida (residuos, desperdicios y emisiones) que determinan la viabilidad en costo-beneficio para establecer una interrelación entre agentes.

Relación: Son relaciones que comprenden el contexto de espacio-tiempo y las relaciones diádicas como las de proveeduría, gestión, comprador, entre otras, que intervienen dentro de acuerdos o convenios dentro de una cadena productiva.

Interacción: Aquellas relaciones comerciales, como contratos y compras, entre los agentes derivada de las negociaciones.

Actor constelación: Facilitador que por medio de constelaciones organizacionales, observa y cuestiona a los actores participantes (sistema de clientes) acerca del *expertise* e información que se fluye dentro de la organización, con la finalidad de identificar qué elementos están afectando la armonía de dentro de la misma, es decir, este actor promueve que se identifiquen las fallas, debilidades y el estado anímico de la organización para plantear soluciones a dichas problemáticas.

Transferencia: Aquellos componentes estratégicos, como conocimiento, transferencia y pagos, que sirven como de intercambio para la generación de competencias dentro de la red simbiótica.

Interrelaciones de no mercado: Se componen de un esquema de aprendizaje de alto orden estructurado que permite desarrollar perspectivas, conocimiento y asociaciones entre acciones, con la finalidad de construir nuevas interpretaciones y preceptos del contexto social, ambiental y económico para la creación de modelos de negocio eco-innovadores.

Aprendizaje de alto orden (*higher-order learning*): Se compone de tres niveles de aprendizaje, co-ideación, co-innovación y co-institucionalización que, a través de las actividades organizacionales como las rutinas y metas, se generan estrategias de responsabilidad ambiental y social y con ello nuevas oportunidades de negocio.

Co-ideación: Es el nivel que se encarga de identificar, concentrar y prospectar oportunidades de negocio, este nivel debe estar conformado por un equipo de trabajo altamente creativo, con gran capacidad de liderazgo y con una visión amplia para identificar las oportunidades de negocio.

Co-innovación: Nivel enfocado en desarrollar las nuevas propuestas de negocio sustentable provenientes de la co-ideación. Este nivel tiene por objetivo mejorar la competitividad de la firma u organización logrando de solidez y ventaja dentro del mercado.

Co-institucionalización: Nivel enfocado en identificar aquellos factores exógenos del negocio que permitan a esas nuevas propuestas crecer y convertirse en las nuevas eco innovaciones y estándares de sustentabilidad para la industria y la sociedad.

Resumen

El presente trabajo hace muestra de la identificación de los factores sectoriales, de las interrelaciones sistémicas y de los agentes que hacen posible identificar las características que dinamizan la cadena productiva de reciclaje de los envases multicapa en México para transformarla en una red simbiótica de Ecología Industrial.

Para el caso de la cadena productiva de reciclaje de los envases multicapa en México, no ha sido posible hasta ahora encontrar los mecanismos, estrategias e incentivos que permitan fortalecer las interrelaciones existentes y crear nuevas. Por tal motivo, es menester de la presente investigación plantear propuestas de mecanismos y estrategias que permitan impulsar la conformación de una red simbiótica dentro de su cadena productiva.

Para lograr dicho objetivo se caracterizó, desde un contexto global y nacional, el esquema de Ecología Industrial de la cadena productiva del reciclaje de los envases PET y multicapa, identificando los elementos y factores sectoriales que limitan y promueven la operatividad del esquema de Ecología Industrial del reciclaje de ambos envases, para que de esta manera se dé pauta a un análisis comparativo entre ambos esquemas.

De este análisis se identificaron los elementos clave que permitieron plantear estrategias para conformar un esquema operativo de Ecología Industrial para el reciclaje de los envases multicapa en México.

Abstract

The present study shows an analysis by sectoral factors, interactions of market, non market, and the agents to make possible identify the features of what, who, how and where involved productive chain of the recycling with beverage carton packagings in Mexico, in order to transform it into a symbolic network of industrial ecology.

Key words: Industrial Ecology, sectoral factors, beverage carton packagings.

Introducción

De acuerdo con un estudio elaborado por Tetra Pak® (2014) sobre las tendencias de empaquetado en alimentos y bebidas, existen cinco¹ relacionadas con la experiencia y necesidad que el consumidor demanda al comprar un producto de anaquel.

En México se presentan dos: la de “alimentación saludable” y “estilo de vida 24/7”. Estas tendencias destacan porque en el país se incrementará el consumo de leche ultra pasteurizada, y se espera un cambio de hábito de la población sobre el consumo de bebidas carbonatadas y refrescos.

Estos factores de cambio de hábito en el consumo fueron identificados por Tetra Pak® y en palabras de Aldo Ferrer, director general de esta empresa en México, Tetra Pak® ha proyectado que productos como jugos y agua natural, entre otros, dominarán un porcentaje importante del sector refresquero, teniendo así una oportunidad competitiva para duplicar su producción de envases multicapa en el país para finales del siglo XXI, que al año 2011 ascendía a 4,000 millones de envases para la industria alimentaria (Zuñiga, 2011).

Esta prospectiva de producción tiene implicaciones económicas, ambientales y sociales. Por un lado, el alto consumo de alimentos y bebidas empaquetados y envasados incrementa la generación de residuos, por lo que se requiere de un control y tratamiento adecuado (ya sea reúso, reducción o reciclado) para evitar problemas de salud pública y controlar su disposición final. Por otra parte, el aumento en la fabricación de estos envases intensifica la deforestación y la quema de combustibles fósiles para la obtención de energía, actividades que incrementan la generación de Gases de Efecto Invernadero, GEI, y agudizan las condiciones del cambio climático.

¹ De acuerdo con el estudio de Tetra Pak (2014), la primera tendencia de consumo se relaciona con la preocupación ambiental o "tendencias verdes" que los consumidores tienen porque realizan "compras inteligentes". Éstas consisten en tener conciencia del cuidado del ambiente, por lo que las marcas deben desarrollar esquemas de producción eco eficientes o amigables con el ambiente y esto tiene que verse reflejado en la presentación del producto. La segunda tendencia se denomina "la experiencia comprometida", aquí los consumidores buscan que el producto brinde la oportunidad de expresar individualidad por su compra, elección e involucramiento de éste con el consumidor. La tercera tendencia es "la alimentación saludable", que refiere a la demanda actual sobre el origen natural y saludable de los alimentos y bebidas, desde este enfoque, las marcas están forzadas a producir productos integrales de acuerdo con el estilo de vida actual. La cuarta tendencia es la llamada "elección segura", en esta se refleja la preocupación de los consumidores por elegir productos de alto valor nutrimental, ya que valoran las características de procedencia y manufactura de los alimentos. La quinta tendencia es la del "estilo de vida 24/7" que ha hecho que las personas necesiten productos *on-the-go*; es decir, los consumidores requieren productos instantáneos y prácticos que faciliten la compra y el consumo sin dejar de perder el valor nutrimental y el beneficio a la salud.

Con lo anteriormente mencionado, se podría pensar que los envases multicapa tienen un gran impacto negativo, sin embargo, son envases que presentan una posibilidad de abatimiento de dichos impactos debido a que son 100% reciclables, ya que al separar sus componentes estos pueden ser reintegrados como insumos a otras cadenas productivas o a su misma cadena, logrando así una reducción y acumulación en los sitios de disposición final, una minimización en el uso de recursos naturales y el poder alcanzar un ciclo cerrado de materiales en la cadena productiva de los mismos envases.

No obstante, en México se presentan varios factores como el inadecuado acopio y recolección de los envases para su reciclaje; la falta de mecanismos de capacitación y sensibilización en materia de separación y tratamiento especializado; la escasez de centros de acopio; la insuficiencia de infraestructura para reducir el volumen del residuo y la ineficiencia de la misma para brindar opciones para su tratamiento. Aunado a lo anterior, existen factores de índole sectorial como la falta de incentivos para el acopio y de un esquema normativo riguroso y especializado para el tratamiento de estos envases. Todos estos factores dificultan el aprovechamiento potencial de los envases y que la industria del reciclaje de los mismos no esté considerada como una actividad económica en el país.

Desde este enfoque es permitido cuestionarse ¿de qué manera es posible establecer un esquema de interrelaciones sistémicas entre diferentes agentes para dinamizar la cadena productiva, desde lo sectorial y organizacional, y conformar una red simbiótica que permita cooperación y máximo aprovechamiento de recursos para el reciclaje de los envases multicapa en México?

Para dar una solución a esta problemática se requiere identificar: a) los factores del sistema de innovación que impulsan y limitan la dinámica sectorial del reciclaje de envases multicapa y b) los agentes que propician las interrelaciones sistémicas clave dentro del ecosistema industrial.

Con base en lo anterior será posible identificar los elementos mínimos necesarios para poder establecer un esquema de Ecología Industrial donde se permita interdependencia entre los agentes para que estos mismos logren afrontar los factores exógenos (dinámica del sistema sectorial e innovación) y crear en una red simbiótica dinamizada dentro del mismo ecosistema.

De esta manera la presente investigación tiene por objetivo:

Identificar las interrelaciones sistémicas, determinadas por los Sistemas Sectoriales de Innovación, que se requieren para establecer un esquema de Ecología Industrial en el reciclaje de los envases multicapa, a partir de la experiencia del reciclaje de los envases de polietileno tereftalato, PET, en México.

Lo cual hace relevante:

- Caracterizar el esquema de Ecología Industrial desde la teoría de los Sistemas Sectoriales de Innovación y del aprendizaje de alto orden, para el sector de los envases PET y multicapa
- Identificar, a través de un análisis comparativo entre modelos, las interrelaciones sistémicas que permiten y limitan el dinamismo del esquema de Ecología Industrial
- Formular una serie de propuestas estratégicas para la creación de un esquema de Ecología Industrial que mejore las condiciones y la dinámica del reciclaje de los envases multicapa en México

Cabe mencionar que la presente investigación radica en comprender la perspectiva sistémica conjugando el conocimiento/aprendizaje y la tecnología (en cuanto a métodos, técnicas, habilidades, procesos y maquinaria o dispositivos) en un esquema de Ecología Industrial donde se logran establecer interrelaciones sistémicas bajo un espacio geográfico con condiciones ambientales, sociales, políticas y organizacionales establecidas; que a diferencia de otros trabajos que han desarrollado principalmente el enfoque institucional y de los incentivos económicos asociados al funcionamiento sistémico de los sectores de innovación.

Desde este punto de vista, se pretende aportar una interpretación teórica y explicativa de la dinámica sectorial a través de la conformación de ecosistemas industriales donde agentes, como empresas, organizaciones, instituciones y sociedad, entre otros, establecen interdependencia y mantienen una actividad económica competitiva. Para así, obedecer a una configuración de Ecología Industrial regida por los factores sistémicos de los sistemas de innovación y por la forma organizacional (cultura organizacional y capacidades de absorción) cuyo objetivo es generar una red simbiótica capaz de brindar estrategias y resiliencia sectorial y organizacional y flujos tanto de información como de aprendizaje y de materiales, para que el ecosistema obtenga beneficios económicos, sociales, y ambientales.

Marco metodológico

La presente investigación se constituye de un marco metodológico hipotético-deductivo que integra una serie de análisis comparativos entre ambos modelos para identificar limitaciones, fortalezas y oportunidades estratégicas clave para la funcionalidad del esquema operativo de Ecología Industrial.

El trabajo está dividido en tres secciones o capítulos. El primero de ellos corresponde al marco teórico, el cual delimita los conceptos de estudio para el presente trabajo. En este caso los conceptos que serán desarrollados y aplicados a lo largo de la investigación es el de la Ecología Industrial, que delimita el espacio-tiempo para la dinámica sectorial y crea un escenario de intercambio de bienes y modelo de negocios sustentables; y el de los Sistemas Sectoriales de Innovación, que condicionan las interrelaciones entre los agentes desde lo tecnológico, institucional y de conocimiento, dinamizan la estructura de mercado del sector y facilitan de creación y gestión de conocimiento dentro de la dinámica sectorial, a fin de lograr una definición operativa de Ecología Industrial que permita delimitar y contextualizar el beneficio económico, el bienestar social y la mejora continua productiva acorde a las condiciones sectoriales (normatividad, mercado y competencia, entre otras) de la actividad productiva en cuestión (reciclaje de los residuos valorizables).

Lo anteriormente descrito se reflejará en los capítulos dos y tres, los cuales consisten en realizar la caracterización y análisis de la cadena productiva para el reciclaje de envases PET y multicapa en México.

En el capítulo dos se describe y analiza el caso del reciclaje de los envases PET alineado al esquema de Ecología Industrial propuesto, y de esta forma será permitido comprender la complejidad organizacional, el nivel de institucionalización y la cantidad de agentes que participan dentro de la cadena productiva. A lo largo del capítulo se comprenderá el comportamiento de la dinámica sectorial y la importancia de ciertos agentes que dan pauta a la creación de un entramado en el que actores como ECOCE conducen el suministro del insumo a las recicladoras de PET; canalizan incentivos económicos y establecen mecanismos normativos para la propia dinámica del sector.

De igual forma se evidenciará la conformación de un esquema de Ecología Industrial, determinado por los factores de los Sistemas Sectoriales de Innovación y la forma organizacional, con mecanismos colaborativos y de intercambio entre las esferas industrial-social e institucional.

A partir de este modelamiento será posible realizar un análisis del reciclaje de los envases multicapa. En el capítulo tres se realiza la caracterización para estos envases y un comparativo de las condiciones y agentes con los que cuenta, también se identificarán las limitantes que se deben afrontar para conformar un sistema de Ecología Industrial operativo.

Para complementar la información proporcionada por el material bibliográfico se realizaron una entrevista a la directora de Junior League Mx., María Guadalupe Tapia y una encuesta entre consumidores para identificar su percepción y conocimiento en relación al reciclaje de residuos de envases PET y s multicapa.

Los resultados de la encuesta contribuyen a identificar la percepción de demanda para enriquecer el sentido sistémico del esquema de Ecología Industrial en el marco de la teoría de los sistemas de innovación.

Finalmente, de este análisis se desprende una serie de recomendaciones estratégicas que permitirán brindar oportunidades para el fortalecimiento y creación de interrelaciones sistémicas para el esquema de Ecología Industrial en el reciclaje de envase multicapa en México.

Capítulo I. Sistemas Sectoriales de Innovación y Ecología Industrial.

Marco conceptual

En el presente se describe el concepto de Sistemas Sectoriales de Innovación con el objetivo de comprender la dinámica que aporta para el establecimiento de relaciones estratégicas de mercado y de no mercado entre agentes que construyen sectores industriales altamente competitivos. Del mismo modo, se describe el concepto de Ecología Industrial, que es el elemento de análisis para el establecimiento de redes simbióticas del tipo organizacional, de aprovechamiento de recursos y de flujos de información/aprendizaje.

De la descripción teórica de ambos enfoques se desarrolla una definición operativa propia de Ecología Industria para fines de la presente investigación.

1.1 Sistemas Sectoriales de Innovación. Enfoque teórico

La competencia basada en la innovación se ha complejizado y contextualizado a partir de la teoría de los sistemas (Edquist, 1997; Malerba, 2004; Nelson, 1993). Estos son sustento de la dinámica macro de la innovación en virtud del complejo de las relaciones que involucra.

A partir del siglo XX, la historia de los sistemas de innovación se remite a intentar explicar las actividades de innovación a partir de las actividades industriales de investigación y desarrollo, junto con los vínculos del sector productivo y el sistema educativo (Freeman & Soete, 1997; Rosenberg & Mowery, 1999).

Su institucionalización ocurre con la imbricación de las actividades científicas y tecnológicas, a través del desarrollo de capacidades empresariales en las universidades y con la investigación científica en las empresas; y al darse una vinculación mutua entre ambas instituciones, se promueve la participación del gobierno, como tercer agente que interviene en el proceso, ya que éste impulsa o limita, a través de sus acciones, la actividad innovadora.

A la par de dicho estudio, un corpus teórico intentó explicar las dinámicas de innovación a partir de asociaciones entre fuentes de información y dinámicas de patrones tecnológicos, como resultado, se observó que la dinámica de innovación se alineaba a incentivos económicos ligados a la explotación del conocimiento.

Como consecuencia, al asociar la información y el patrón tecnológico, se dispuso como orden que la dinámica de la innovación debía contextualizarse dentro del entorno industrial (no acotado al estudio de empresas individuales), lo cual generó que diversos autores plantearan posturas o perspectivas desde los regímenes tecnológicos (Leiponen & Drejer, 2007; Nelson & Winter, 1982), desde los patrones sectoriales de cambio técnico (Pavitt, 1984), y desde las trayectorias tecnológicas (Dosi, 1982).

Ante esta oleada de diferentes perspectivas de la dinámica de innovación, la multiplicidad de estrategias organizacionales hizo difícil determinar taxonomías o patrones de innovación sectoriales (Leiponen & Drejer, 2007). De esta manera se produjeron diversas corrientes teóricas que intentaron sistematizar regímenes tecnológicos a partir de micro datos agregados al nivel sectorial (Peneder, 2010) para actividades tanto industriales como de servicios (Castelacci, 2008).

Este contexto teórico y explicativo de los sistemas de innovación agudizó la dificultad de definir qué es un sector económico visto desde la perspectiva de la innovación y, qué es un sector tecnológico, en el entendido de que las estrategias de negocio e innovación entre empresas varían de una a otra. Este hecho generó controversias porque la definición sectorial suele ceñirse al criterio de oferta final de la empresa, sin observar los medios (tecnológicos y actividades de innovación) para generarla y tomar decisiones que lleven a alcanzar ventajas competitivas.

A pesar de las controversias asociadas a la dificultad de definir qué es un sector o una industria, Malerba (2002; 2004) propone una forma de pensar los procesos de innovación observados desde el contexto sectorial. Del reconocimiento del entorno (principalmente los factores exógenos) de los sectores, planteó un panorama de competencia basada en la innovación, donde ésta es el mecanismo de superioridad técnica y económica y de desarrollo de sinergias entre individuos y grupos de diferente naturaleza.

Por esta razón los sistemas de innovación son vistos como ambientes que “influyen en el estímulo, en las facilidades y en los impedimentos o en la prevención respecto de las actividades de innovación de las empresas” (Freeman & Soete, 1997, p.295). Así, Malerba (2002) aporta una noción conceptual de los Sistemas Sectoriales de Innovación, SSI, los cuales comprenden un conjunto de productos nuevos o establecidos con uso específico y un conjunto de agentes que llevan a cabo interacciones de mercado y de no mercado para la creación, producción y venta de éstos.

Los agentes son tanto organizaciones con y sin fines de lucro, como empresas, usuarios, proveedores, universidades y agencias gubernamentales, entre otros; y de individuos como los consumidores, científicos y empresarios, entre otros; que intervienen o interactúan a través de procesos de comunicación, intercambio, cooperación, dominio y competencias para establecer dichas interacciones mercantiles y no mercantiles (Malerba, 2002).

Para Malerba (2004; 2007) la dinámica económica e institucional que domina las relaciones sistémicas en el contexto sectorial tiene como eje un conjunto de productos y relaciones entre agentes cuyos procesos de aprendizaje, competencias, estructura organizativa, creencias, objetivos y comportamientos son diferenciados pero que, a su vez, integran un sector de innovación dado que comparten una base de conocimiento y tecnológica, insumos y demanda relacionados con dichos productos. Así, Malerba (2007) demuestra la forma en que la dinámica de la innovación conduce hacia patrones evolutivos diferenciados entre industrias.

Desde este enfoque organizacional, los Sistemas Sectoriales de Innovación se conforman bajo cinco dimensiones: la de conocimiento, de tecnología, de interrelación, institucionalización y evolución (tabla 1), y cada agente que esté interesado en ingresar en un sector industrial debe conocer y dominar las capacidades tecnológicas, estratégicas y organizacionales del mismo; ya que son las herramientas para afrontar las turbulencias organizacionales, de mercado, tecnológicas y de demanda que se presenten en éste.

Tabla 1. Descripción de las dimensiones de los Sistemas Sectoriales de Innovación.

Dimensión	Descripción
Conocimiento y procesos de aprendizaje	Se reconocen diversas fuentes de innovación y con diferente complejidad en términos de capacidad de asimilación, apropiación y acumulación.
Tecnología básica, insumos y demanda con vínculos clave y complementariedades dinámicas	La tecnología es el condicionante fundamental en torno al cual se estructura un sistema sectorial; sin embargo, desde la perspectiva de los oferentes de innovaciones, la demanda implica ser otro, pues, delimita el tipo de problemas que deben enfrentar las empresas.
Tipos y estructura de interacciones entre firmas heterogéneas y organizaciones no empresariales	Obedece a las formas organizativas que adopta la oferta y la demanda de innovaciones en función de los usuarios y los oferentes; del mismo modo, interviene la forma organizacional y la condición de las universidades, agencias de gobierno e instituciones financieras, entre otras.
Institucionalización	Abarcan el conjunto de normas que pudieran comprender la cultura organizacional en torno al cual se realiza la actividad de innovación.
Procesos de selección y variedad de generación	Se refiere a los aspectos institucionales que se configuran a partir del proceso evolutivo de los sectores tecnológicos derivado del proceso de cambio tecnológico.

Fuente: elaboración propia con base en Malerba 2002; 2004)

En consecuencia, la noción de sector en los sistemas de innovación (Malerba, 2002; 2004) hace referencia a los procesos productivos, de innovación y las reglas de competencia propios de éste; es decir, se retoma el concepto de sector propio de la economía industrial, pero, se hace diferencia al tomar como eje de discusión no solo el análisis marginalista y las decisiones estratégicas de mercado que derivan del mismo (Porter, 1998) sino que a través de los procesos de generación de conocimiento y de aprendizaje entre agentes de diferente naturaleza se configuran relaciones institucionales diversas que establecen dinámicas en el sistema de innovación (Malerba, 2002).

Así, la propuesta teórica de los Sistemas Sectoriales de Innovación (Malerba 2002; 2004) proporciona un marco estructural de las capacidades tecnológicas, del conocimiento involucrado y de las relaciones organizacionales contextualizando la dinámica industrial innovadora desde el enfoque de sector industrial haciendo posible establecer los procesos de interacción e intercambio entre los agentes desde un marco estratégico de competencia y del análisis del entorno y las determinantes del mercado que fundamentan, deterioran y favorecen las actividades productivas del sector.

1.2 Ecología Industrial. Enfoque teórico

El concepto de Ecología Industrial, EI, se crea a partir de la necesidad de reducir la sobreproducción de bienes y la sobreexplotación de los recursos naturales, es decir, nace como una respuesta a la búsqueda del equilibrio y convivencia entre los agentes económicos y su entorno natural, al propiciar acciones que conlleven un proceso evolutivo y sostenible para garantizar la persistencia de ambos ecosistemas (Carrillo, 2013).

La conceptualización de la EI comienza entre las décadas de los 1950 y 1960, al analizar la práctica industrial y del cómo se suministran, usan y explotan los recursos naturales. Como respuesta a este análisis se desprende una corriente intelectual principalmente de economistas, ecólogos e ingenieros, dedicados a analizar similitudes y diferencias entre los ecosistemas industriales y los naturales (tabla 2), creándose cuatro diferentes enfoques teóricos capaces de conceptualizar la Ecología Industrial y su dinámica productiva.

Tabla 2. Enfoques teóricos en torno a la Ecología Industrial.

Idea central: Ecología Industrial	Autores
Bajo el proceso de desmaterialización de la economía	Stephen Bunker (1996), Hardin Tibbs (1992) /Escuela de Austria, Lowe y Schmidt-Bleek (1995)
En el marco de la economía insumo-producción	Faye Duchin (1994; 1994), Shigemi Kagawa (2004) y Sangwon Suh (2009)
En analogía con los sistemas naturales	Robert Frosch-Nicholas Gallopoulos (1989), T.E. Graedel (1994), Braden Allenby y J. Ausbel (1997)
Balance de materiales y energía (ciclos biogeoquímicos)	Robert Ayres y Leslie Ayres (2000; 2002)

Fuente: Carrillo, 2013.

1.2.1 Primer enfoque. Desmaterialización de la economía

La Ecología Industrial vista desde este enfoque, es un planteamiento de usar menos recursos por unidad de producto (Carrillo, 2013), es decir, se busca lograr el punto máximo de eficiencia en los modos de producción para permitir un posible decremento en la intensidad de uso de materiales o de energía en un sistema, siempre y cuando el incremento económico sea superior al crecimiento del consumo de recursos (Infante, 2014). Por lo tanto, se plantea la posible obtención de más bienes y servicios a partir de una reducción en el volumen de materias primas derivado de la necesidad de reducir el flujo de materia circundante dentro de los sistemas industriales (Carrillo, 2013).

Este enfoque fomenta el desarrollo de tecnologías para mejorar la eficiencia en los procesos, o bien, impulsa la creación de sectores económicos menos extractivos con la posibilidad de incrementar el uso y consumo de subproductos dentro de éstos (Infante, 2014). Sin embargo, el buscar nuevos desarrollos tecnológicos no implica una reducción de impacto ambiental significativa, ya que en las últimas décadas con los algunos de los desarrollos tecnológicos en el mercado, no se ha logrado disminuir el uso de recursos naturales sino todo lo contrario, ya que estas nuevas tendencias tecnológicas ha provocado un incremento en el consumo energético, en el uso de recursos naturales y con altos costos de experimentación; esto lleva a incrementar los costos de producción, apropiación y explotación en los sectores económicos (Carrillo, 2013).

1.2.2 Segundo enfoque. Economía insumo-producto

Este enfoque describe y analiza los cambios económicos dados a lo largo del tiempo a fin de generar información para la toma de decisiones u oportunidades dentro de las redes industriales; es decir, modela los marcos operacionales de diferentes métodos para la entrada y salida de materiales con la finalidad de examinar las ventajas y desventajas potenciales al hacer cambios industriales e identifica las aglomeraciones o embotellamientos que pudiesen emerger en el corto plazo al establecer redes alternativas (Duchi, 1992). Durante este examen pueden darse debates, decisiones y cálculos, para el desarrollo de mercados y también pueden generarse estrategias de entrada para nuevas redes industriales.

Este enfoque establece una dinámica en los flujos y stocks de sustancias, residuos o materiales involucrados en ciclos de actividades industriales (Duchi, 2003), por lo que los stocks representan los bienes de capital específico y las inversiones asociadas a estos, por lo tanto, los costos y retornos quedan explícitos en el modelo dinámico de los precios (Duchin, 1992). De ahí la importancia de analizar los cambios y fluctuaciones económicas de los materiales para contribuir en la toma de decisiones y la formación de redes de intercambio.

1.2.3 Tercer enfoque. Analogía con los sistemas naturales

En este enfoque se retoma el concepto de sistema natural para identificar las similitudes en componentes, interacciones y transferencias entre el ecosistema industrial y natural. La finalidad es identificar posibles sinergias y modos de optimización sobre el uso de materiales y energía utilizados dentro de los ecosistemas industriales con el fin de reducir costos de producción y consumo de recursos.

Las similitudes entre ambos sistemas han estado fuertemente relacionadas ya que parten de un entorno (biosfera o sistema económico) que establece las condiciones para que los componentes (bióticos, abióticos e industriales), junto con las entradas de materiales y de energía interactúen y realicen sus propios metabolismos, ya sea reproducción, para el caso de los sistemas naturales, o bien, de producción y venta de productos en el mercado, para los sistemas industriales.

Esta analogía hizo que varios autores la analizaran y como resultado observaron una diferencia particular sobre la transferencia o flujo de materias (residuos y subproductos) y de energía.

En los sistemas naturales, existe un único recurso a la entrada del sistema que es la energía solar, y su transferencia se da dentro de una cadena trófica como energía alimentaria a una serie de organismos, en el que cada uno se alimenta del precedente y es alimento del siguiente (Spinelli, n.d.).

Lo relevante de las cadenas tróficas es que el complejo estructural de componentes productores (autótrofos), consumidores (heterótrofos) y descomponedores crean un ciclo continuo de reciclaje de materiales y de energía a través de los desperdicios y la descomposición (Zacharia, n.d.).

Otro aspecto importante del ecosistema natural son los mecanismos de sobrevivencia y evolución determinados por los flujos energéticos solares, la velocidad de regeneración y los periodos cíclicos de desarrollo del ecosistema (Korhonen, 2001).

En cambio, en los ecosistemas industriales no existe una configuración trófica de esta naturaleza dado que no necesariamente se reutilizan o reciclan todos los subproductos o desperdicios generados. Sin embargo, es posible generar un sistema de transportación de suministro de subproductos o de energía residual para otras actividades industriales por medio de un circuito de instalaciones de subproductos potenciales para que estos ingresen a una diferente actividad industrial.

Esto derivó en un planteamiento acerca de la relación estratégica entre el entorno industria-biosfera y de la interrelación entre ecosistemas industriales sobre los flujos de materiales y de energía residual para realizar simbiosis industriales entre estos ecosistemas.

Con este planteamiento Graedel (1994) planteó un modelo de Ecología Industrial basado en diferentes niveles de impacto ambiental y de intercambio de recursos, haciendo posible entender los grados de cooperación, colectividad y vinculación entre agentes para trabajar dentro de un sistema eco eficiente (Leigh & Li, 2014).

El primer nivel plantea “linealidad”. La linealidad en el sistema industrial asume que los ecosistemas naturales tienen la capacidad ilimitada de producción de recursos y de asimilación de residuos. En este nivel la cadena productiva es abierta, los agentes no promueven involucramiento institucional, organizacional y sectorial, y la sobreexplotación de recursos es apremiante, por lo que existe una fuerte dependencia de los recursos naturales (Leigh & Li, 2014).

El segundo nivel se denomina “cuasi-cíclico”. En éste se plantea, dependiendo de las estrategias organizacionales, un esquema de aprovechamiento de recursos o de subproductos planteándose un cierto grado de ciclo cerrado de materiales dentro de un ecosistema industrial.

En tercer nivel habla de un modelo “cíclico” que consiste en hacer intercambio de recursos o subproductos, dentro de un sistema industrial, de tal forma que éste trabaje bajo un circuito cerrado de materiales y que el único recurso de entrada al ecosistema sea el energético. Este último nivel es el ideal ya que los recursos de entrada como los desechos, residuos o subproductos son aprovechados y el impacto ambiental se minimiza de forma significativa (Leigh & Li, 2014).

1.2.4 Cuarto enfoque. Balance de materiales y energía

En este último enfoque teórico sobre Ecología Industrial intenta hacer posible una relación coadyuvante entre la industria-biosfera con la finalidad de plantear alternativas de máximo aprovechamiento de los subproductos generados por las industrias con el fin de reducir el consumo de materiales vírgenes y permitir un periodo de recuperación a la biosfera.

Dicho planteamiento fue formulado con base en los estudios teóricos de Ayres (1988; 1997; 2002), que en un primer momento, esta autor parte del modelo de analogía entre ecosistemas desarrollando el concepto de “metabolismo industrial” donde plantea y caracteriza un ciclo de vida natural (inicio, concepción, nacimiento, adolescencia, madurez, senectud y muerte) y de funciones metabólicas (ingestión, digestión, excreción, reproducción, desarrollo) para un ecosistema industrial.

Analizó los procesos de consumo y transformación de materiales y energía, así como los procesos de producción en masa que se pueden llevar a cabo dentro de un ecosistema industrial (Ayres, 2002). De este análisis el autor planteó un nuevo paradigma sobre la analogía entre los ecosistemas industria-biosfera, al afirmar que los ecosistemas industriales no pueden ser caracterizados bajo el contexto análogo a los naturales dado que los flujos de materiales a la entrada y a la salida son diferentes en cada industria y no necesariamente se reutilizan o reciclan todos los subproductos o desperdicios generados. También se generan emisiones y contaminantes que propician afectaciones ambientales, económicas y sociales; y del mismo modo dentro de los ecosistemas industriales pueden existen múltiples fuentes de energía (hidrocarburos, fotovoltaica, eólica y de biocombustibles, entre otras) que pueden o no ser utilizados por todos los componentes del ecosistema.

La analogía entre la biosfera y la industria se asumía para poder visualizar a la industria como un ecosistema sustentable a través del reciclaje y con cero emisiones se desarrolla en la biosfera, es decir, en los sistemas naturales existe un aprovechamiento máximo de materiales como en el caso del ciclo de carbón que describe el intercambio de carbono entre la atmósfera, la hidrósfera, la litósfera, la pedósfera y la biosfera. El carbono orgánico se toma de la pedósfera (productores primarios) o de la biosfera (consumidores secundarios) y lo transforman los seres vivos quienes liberan CO₂ a la atmósfera (e hidrósfera) de donde es tomado por los productores primarios para que por medio de la fotosíntesis generen azúcares (su alimento), y su vez, produzcan oxígeno como residuo, elemento asimilado por los seres vivos para la respiración.

Al momento de realizar la respiración se genera CO_2 a la atmósfera. Este residuo es circulado a las plantas para su síntesis y de esta forma el proceso de transformación del carbono es un ciclo cerrado de materiales con interdependencia entre agentes (ser humano-planta).

Sin embargo, en los ecosistemas industriales esto no ocurre. Ayres observó que existen materiales útiles para realizar intercambio, pero al estar en combinación, disminuyen su potencial de aprovechamiento dificultando su uso. Ahora bien, a través del reciclaje pueden reingresar materiales de manera virgen, sin embargo, esto implica la generación de sub residuos o desperdicios para lograr su recuperación.

Otra diferencia significativa es la transformación e intercambio de recursos. En los ecosistemas naturales el intercambio se da de forma involuntaria y la energía solar es el único recurso de entrada constante. Mientras que, en el plano industrial, el intercambio es voluntario y se complejiza al requerir de varios elementos (cadena de suministro) y del factor trabajo (capital laboral) para transformar los recursos (Ayres, 2002). Del mismo modo, existen varias fuentes energéticas que permiten la transformación y procesamiento de los recursos.

Por último, el desarrollo evolutivo está altamente diferenciado. Mientras que en los sistemas naturales la evolución, a través de la simbiosis, la transferencia horizontal de genes, la epigenética, y la selección natural, entre otros, son fenómenos que se dan de forma natural permitiendo cambios en los seres vivos, en las empresas o el sector industrial generan y controlan los procesos evolutivos dentro del ecosistema, ya que controlan fuerzas de competencia y dominan determinantes del mercado para establecer barreras de entrada o salida.

Por estas razones, Ayres (2002) propone revalorizar el contexto análogo y analizar el balance de materiales y energía dentro de un sistema industrial por medio de: a) la funcionalidad teórica de los ciclos biogeoquímicos, b) el análisis de ciclo de vida y c) los procesos evolutivos dados en la naturaleza, con el fin de generar propuestas que, dependiendo de las condiciones de cada industria se establezcan alcances y limitaciones para la creación de estrategias en: a) mejora en el consumo de recursos, b) incremento en la demanda, c) desarrollo o implementación de tecnologías y conocimiento, d) mejora en costos de producción y precios, e) sustitución de recursos naturales por reciclables y f) conseguir o capacitar capital humano para adquirir alta especialización, entre otros.

1.3 Definición operativa de Ecología Industrial

Como resultado de los preceptos teóricos descritos anteriormente, el presente trabajo está direccionado a definir un concepto propio de Ecología Industrial de la siguiente manera.

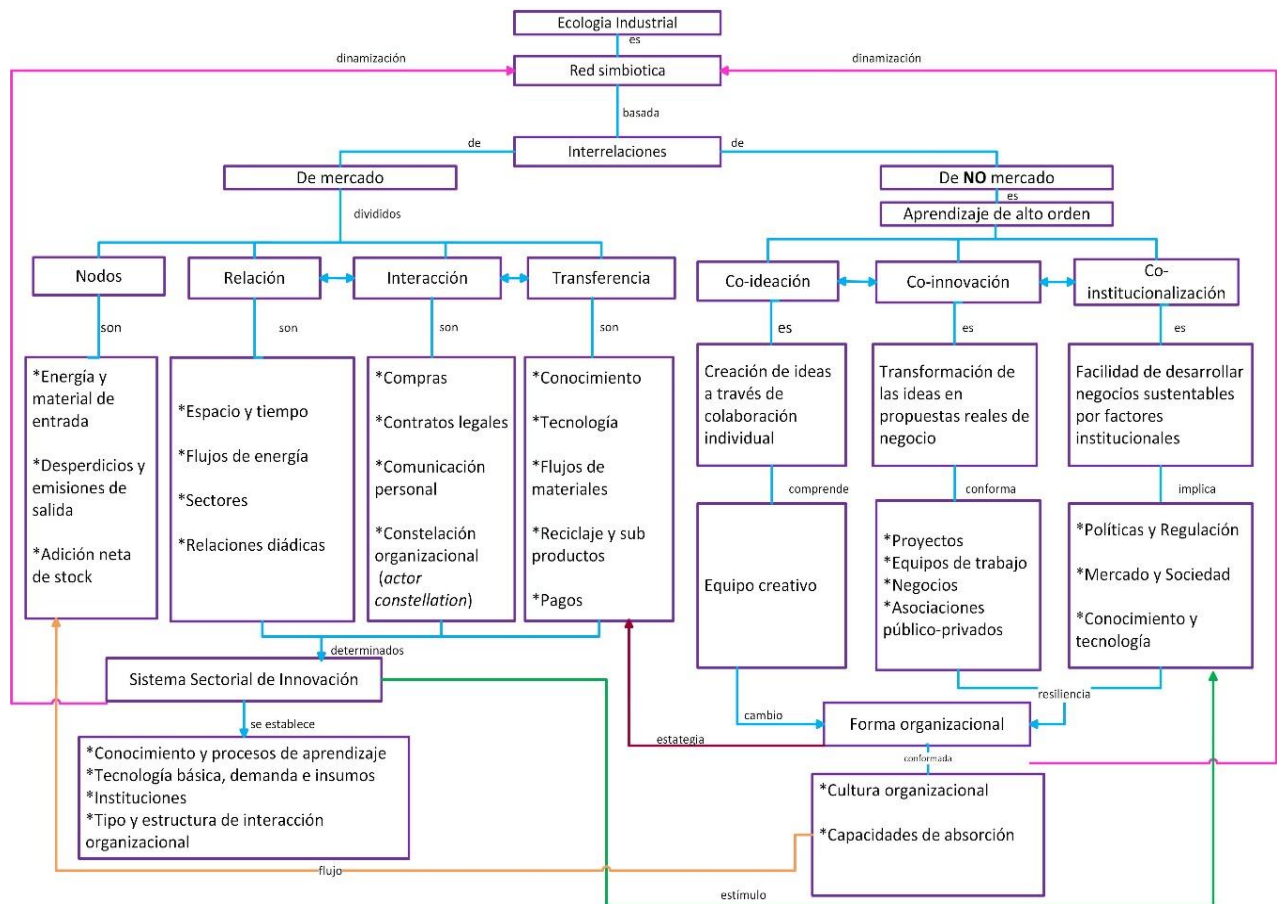
La Ecología Industrial se concibe como un ecosistema industrial de agentes establecidos por una actividad económica. Este ecosistema puede verse como un sistema biológico donde se realizan rutas metabólicas de generación, producción, desarrollo, venta, consumo y eliminación, que dan como resultado el producto deseado. Las interrelaciones que se planteen dentro del sistema son consideradas como los catalizadores o metabolitos utilizados para la obtención del productor final.

El ecosistema está dinamizado por una red simbiótica que permite el intercambio de bienes entre los agentes; es decir, dentro del ecosistema industrial se realizan rutas productivas incentivadas por interrelaciones sistémicas (interrelaciones de mercado y de no mercado) que determinan el rol de cada agente para lograr la funcionalidad del ecosistema. Los agentes involucrados establecen una alineación cognitiva, espacial, económica, social, organizacional e institucional para que esta red les permita interdependencia dentro del ecosistema y mantengan la actividad económica de forma competitiva.

Para la presente investigación la forma de interdependencia tiene un enfoque de ciclo cerrado de materiales o máximo aprovechamiento de recursos. Por lo tanto, las interrelaciones sistémicas son de mercado y de no mercado. Las primeras se consideran la estructura de todo el sistema económico dando incremento al funcionamiento de las rutas productivas del sistema y la estructura organizacional de la red simbiótica (Schiller, *et al.* 2014). En estas se integran las relaciones, interacciones, transferencias y nodos; éstos últimos se definen como aquello tangible que facilita e incentiva la interacción entre agentes, es decir, son los flujos de materia y energía de entrada y los flujos de salida (residuos, desperdicios y emisiones) los que determinan la viabilidad en costo-beneficio para establecer una interrelación entre agentes (figura 1).

Las interrelaciones de relación comprenden el contexto estructural de la industria, como el espacio-tiempo y las relaciones diádicas como las de proveeduría, de gestión y de compra, entre otras. En tanto que las interrelaciones de interacción se definen como aquellas relaciones comerciales entre los agentes derivada de las negociaciones. Finalmente las interrelaciones de transferencia son los componentes estratégicos de los agentes dentro de la cadena productiva. Estos componentes estarán sujetos a la forma organizacional (capacidades de absorción) ya que son el medio de intercambio para la generación de competencias dentro de la red simbiótica (Schiller, *et al.* 2014).

Figura 1. Esquema conceptual operativo de Ecología Industrial.



Fuente: elaboración propia con base en Schiller, 2014; Sharma, 1988; Bossink, 2012.

Como puede observarse las interrelaciones de mercado obedecen a las condiciones de producción y organizacionales, mismas que están determinadas por los factores del sistema de innovación. Por lo tanto, dichas interrelaciones son consideradas como el mecanismo de valoración económica y de estrategia competitiva de las organizaciones para participar o no dentro del esquema de Ecología Industrial.

Por su parte, las interrelaciones de no mercado (figura 1) están definidas como un proceso de “aprendizaje de alto orden” (*higher-order learning*), donde se plantea desarrollar perspectivas, conocimiento y asociaciones entre acciones o procesos pasados y futuros con la finalidad de construir nuevas interpretaciones y preceptos del contexto social, ambiental y económico donde se desarrolla el ecosistema industrial (Sharma, *et al.* 1998)

El aprendizaje de alto orden es una oportunidad para que las organizaciones generen estrategias de responsabilidad ambiental y social y con ello nuevas oportunidades de negocio. Este aprendizaje emana de las actividades organizacionales como las rutinas y metas, por lo que requiere de la relación individual y colectiva para que se produzca un entorno de motivación y se logren cambios experimentales; de esta forma la organización tendrá la capacidad de crear estrategias y modelos de negocio eco-innovadores y sustentables (Sharma, *et al.* 1998).

La dinámica de este aprendizaje está dada por tres niveles de conocimiento: el de co-ideación, co-innovación y co-institucionalización (figura 2).

La co-ideación es el nivel que se encarga de identificar, concentrar y prospectar oportunidades de negocio. Este nivel debe estar conformado por un equipo de trabajo altamente creativo, con gran capacidad de liderazgo y con una visión amplia para identificar las oportunidades de negocio. Este equipo de trabajo debe estar conformado por un líder, un campeón y un emprendedor, quienes reconocerán aquellas ideas creativas con enfoque de responsabilidad social y sustentabilidad altamente viables (Bossink, 2012).

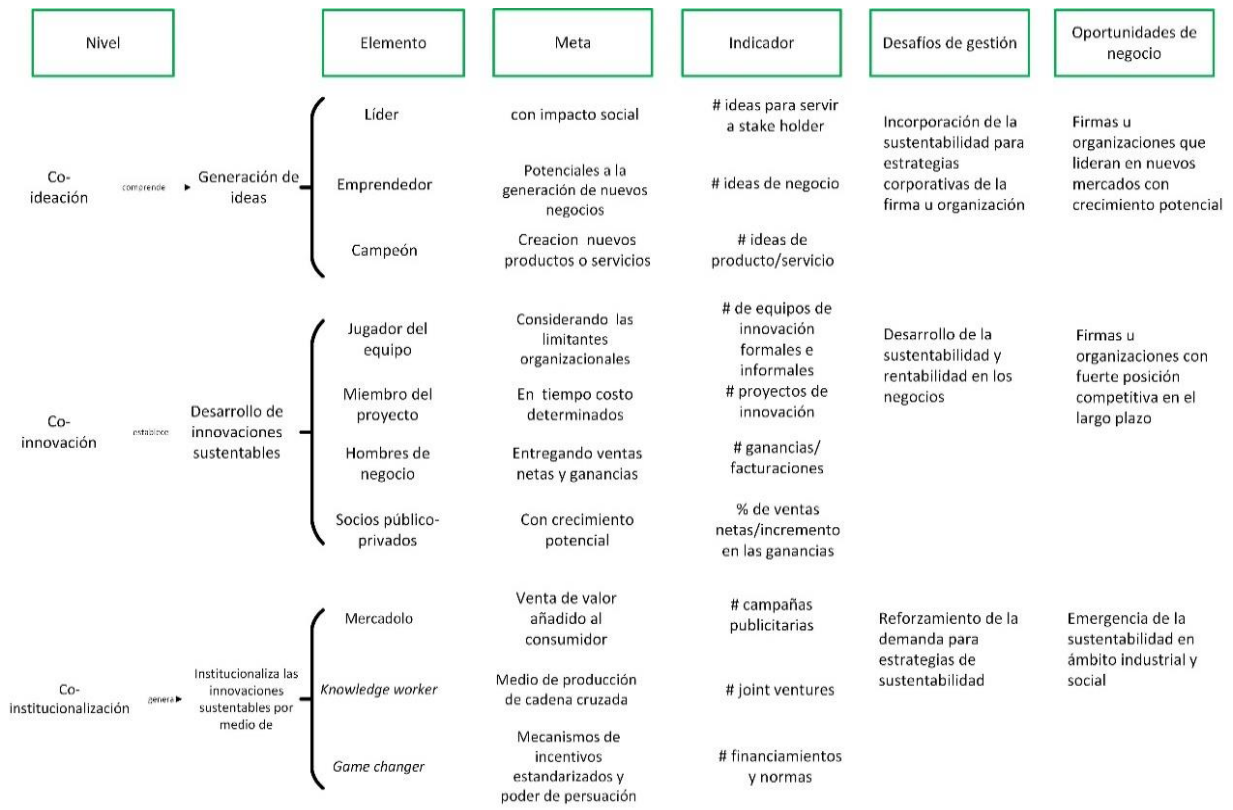
La co-ideación es un nivel íntimamente asociado con la cultura organizacional, ya que ésta crea identidad y en la medida en la que los miembros van empatizando con la misma se van conformando equipos de trabajo formales e informales que brindan soluciones útiles para mejorar la condiciones de la organización.

La co-innovación es el nivel enfocado en desarrollar las nuevas propuestas de negocio sustentable, es decir, se focaliza en transformar las ideas seleccionadas de la co-ideación, en nuevas propuestas de negocio para mejorar la competitividad de la empresa u organización y lograr cierto grado de solidez y ventaja dentro del mercado. Para que este nivel coexista con la co-ideación es necesario crear un ambiente apropiado que promueva identidades fuertes, estables y homogéneas entre los miembros y los grupos, para crear ideas creativas diversificadas, mismas que serán seleccionadas y desarrolladas como una oportunidad de negocio o de apertura para el desarrollo de industrias competitivamente sustentables (Bossink, 2012).

Finalmente, el nivel de co-institucionalización se enfoca en identificar aquellos factores del entorno del negocio que permitan a esas nuevas propuestas crecer y convertirse en las nuevas eco innovaciones y estándares de sustentabilidad para la industria y la sociedad (Bossink, 2012). Este nivel busca fortalecer las oportunidades de negocio orientadas a los mercados con crecimiento sustentable, impulsando de nuevas políticas y regulaciones que fomenten la eco innovación y la sustentabilidad en el contexto de los negocios y mercados (Bossink, 2012)

Para que este nivel logre la promoción y el cambio estratégico en el entorno político debe considerar las determinantes sectoriales que influyen en la generación de dichos logros; en otras palabras, los insumos, la demanda y las tendencias socioculturales de consumo en bienes y servicios; la tecnología básica y el conocimiento, son los factores del entorno que diversifican y complejizan, permiten o impiden la creación o implementación de normas, reglamentos y políticas orientadas a mejorar la actividad económica y tecnológica de un ecosistema industrial.

Figura 2. Esquema de la conformación de los niveles de conocimiento que desencadenan la dinámica del aprendizaje de alto orden.



Fuente: Bossink, 2012.

De esta manera, los tres niveles advierten flexibilidad estratégica para evolucionar y adaptarse, esto es, la co-ideación promueve que la cultura organizacional este orientada a una identidad estable para reaccionar al cambio; y la co-innovación y co-institucionalización permiten un estado de resiliencia organizacional, entendida como la habilidad que tendrá una organización para mantener su función esencial o su estructura en respuesta a los factores exógenos (Shiller *et al.*, 2014).

Así, la Ecología Industrial se define como una red simbiótica conformada por agentes dispuestos en un ecosistema industrial que permite una alineación cognitiva, espacial, económica, social, organizacional e institucional para lograr interdependencia dentro del ecosistema permitiendo:

- ✓ Facilitar o limitar el enfoque sustentable sobre rutinas y metas de los agentes involucrados en la red
- ✓ Impulsar o desalentar la generación de ideas eco innovadoras y sustentables susceptibles a transformarse en modelos de negocio
- ✓ Fortalecer o debilitar la resiliencia dentro de la red para mantener la estructura y las funciones esenciales de la misma, en respuesta a perturbaciones del mercado (demanda y disponibilidad de insumos), tecnológicas e institucionales, entre otras; y
- ✓ Mantener o no estabilidad en infraestructura y estructura organizacional para cambiar de manera oportuna los nodos dentro del sistema.

Por lo anterior, en el presente trabajo, la Ecología Industrial no sólo busca la coexistencia y mantenimiento entre el entorno industria-biosfera sino que, al considerar que el ecosistema industrial está condicionado por factores endógenos y exógenos, se re conciben los modos de producción y consumo permitiendo una evolución de interrelación en el ecosistema capaz de plantear estrategias y modos de producción sustentables como el ciclo cerrado de materiales o máximo aprovechamiento de recursos.

Capítulo II. Caracterización del esquema operativo de Ecología Industrial del reciclaje de envases PET en México

En este capítulo se identifican las condiciones sectoriales de los plásticos que contextualizan la industria del PET a nivel global y en México para identificar los factores y agentes clave dentro de la cadena productiva de fabricación de envases PET que coadyuvan a conformación de un esquema operativo de Ecología Industrial para el reciclaje de envases PET en México.

2.1 Panorama global: producción de plásticos, consumo y generación de residuos

El empaquetado en alimentos y bebidas tiene por finalidad proteger y conservar los alimentos de factores fisicoquímicos y biológicos que pudiesen alterar sus características organolépticas y de inocuidad, por tanto, los empaques brindan al producto rentabilidad que satisface los requerimientos industriales y las necesidades del consumidor (Marsh & Bugusu, 2007).

Su diseño y elaboración son importantes ya que proveen no sólo de información nutricional, manufactura y trazabilidad, sino que protegen al producto de daño o adulterio y prolongan su vida de anaquel. El uso de materiales dependerá de las características fisicoquímicas del producto y del tipo de envasado que requiera, de ahí que el vidrio, el metal (aluminio, hojas y laminados, hojalata, y acero libre de estaño), el papel, cartón y el plástico sean los principales materiales para envasar y empaquetar.

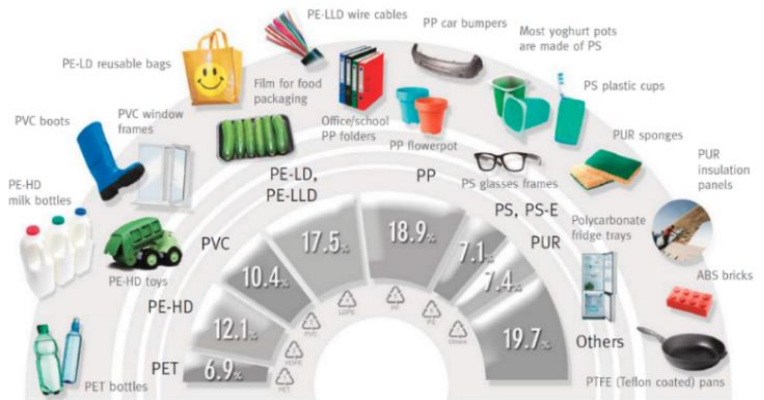
De éstos, los principales materiales de uso para envasado son los termoestables y termoplásticos, esto se debe a sus características fisicoquímicas, de bajo peso, alta flexibilidad y la facilidad de adaptación e integración en los procesos de producción (Marsh & Bugusu, 2007); como por ejemplo en la fabricación de bebidas no alcohólicas y carbonatadas, en juguetes, en la línea blanca, en las auto partes y la papelería, o bien, son utilizados como insumo para otros sectores industriales como el automotriz, el textil y el sector farmacéutico, entre otros (figura 3).

Se observa en la figura 3 el alto grado de uso de plásticos para casi cualquier sector industrial, esto se debe a su alto índice de versatilidad y su bajo precio de producción, provocando una sobredemanda. Lo anterior se sustenta al evidenciarse un incremento en la demanda de consumo de plásticos en los últimos años, pasó de ser de 1.7 millones de toneladas producidas en 1950 a 288 millones de toneladas en 2012 (UNEP, 2014). En 2013 se incrementó en un 4%, con respecto al año anterior, es decir, se produjeron 299 millones de plásticos (Gourmelon, 2015).

La particularidad de la producción masificada de los plásticos se deriva de los requerimientos del producto a fabricar, es decir, de las condiciones y características de uso y elaboración, particularmente los productos *commodities* son los que tienen mayor índice de demanda. Estos representan el 74% de la producción de plásticos a nivel global (Centro Empresarial del Plástico, 2013). Su alta demanda y diversificación ha requerido una categorización de estos; así por ejemplo se tiene el plástico en producto (*plastic-in-product*), el plástico en empaquetado (*plastic-in-packaging*) y plástico en cadena de suministro (*plastic-in-supply-chain*).

El plástico en producto se refiere al empleo de éste como insumo directo en la fabricación del producto, como en los juguetes, textiles, autopartes, artículos deportivos y de uso doméstico. El plástico en empaque alude su uso dentro del proceso de empaque o envasado de productos; por ejemplo en los refrescos, artículos personales, médicos y farmacéuticos, alimentos y restaurantes son algunos sectores que utilizan dicha categoría (UNEP, 2014). Por último el plástico en la cadena de suministro hace referencia al uso de éste en forma indirecta en los negocios de bienes de consumo, es decir, se utiliza a lo largo de la cadena de producción sin llegar con el producto final, por ejemplo, los contenedores de plástico en el uso de fertilizantes para la agricultura (UNEP, 2014).

Figura 3. Porcentaje de diferentes usos de plásticos en diferentes industrias.



Fuente: PlasticsEurope en PlasticsEurope (PEMRG)/Consultic/ECEBD, 2013.

Esta categorización hizo posible reconocer a los sectores con mayor dependencia del plástico (tabla 3). De esta se identificó que las industrias con mayor uso de plásticos en producto son juguetes y artículos deportivos (FEM, 2016), en tanto que el sector refresquero es el que usa mayor plástico en empaque (UNEP, 2012), mientras el sector misceláneo (75%), el restaurantero (72%), el alimenticio (66%) y el tabaco (70%) son los que usan mayor plástico en la cadena de suministro.

Tabla 3. Intensidad de consumo de plástico por sector (toneladas por \$1m US de ingreso).

Sector	plástico en empaque/embalaje	plástico en producto	plástico en cadena de suministro
Juguetes	2.9	37.5	7.6
Refresco	14.9	--	19.7
Mueblaje	0.8	15.2	10.9
Bienes duraderos para el hogar	1.6	16.2	7.2
Línea blanca			
Calzado	3.6	13.8	6.8
Artículos deportivos	0.8	16.7	4.0
Productos personales	5.9	No estimado	10.0
Bienes no durables para el hogar	1.0	9.7	3.8
Automóvil	0.0	4.5	5.3
Alimentos	3.2	--	6.3
Electrónicos consumibles	0.4	4.7	3.6
ropa y accesorios	0.2	3.3	4.7
Productos médicos y farmacéuticos	3.1	--	3.5
Restaurantes	1.2	--	3.2
Tabaco	0.3	0.7	2.5
Misceláneas	0.5	--	1.5

Fuente: UNEP, 2012.

En la tabla precedente (3) puede apreciarse las toneladas de plásticos en diferentes actividades económicas. En la mayoría de ellas, una vez que el producto ha sido ingerido o utilizado por el consumidor, el empaque/embalaje o el plástico en producto son considerados como residuos sólidos urbanos, RSU².

² Los residuos sólidos urbanos, RSU, son resultado de la eliminación de los materiales que utilizan las casas habitación en sus actividades domésticas o de los productos y envases que se consumen, así como de empaques y/o embalajes. De igual forma, se consideran RSU aquellos materiales con características domiciliarias que provengan de cualquier otra actividad dentro de establecimientos, de la vía pública o de la limpieza de las vías y lugares públicos (art. 5, fracción XXXIII, LGPGIR).

Los RSU requieren de infraestructura (capital humano, vehículos de transporte, estaciones de transferencia y sitios controlados de disposición final) para ser gestionados de forma correcta y así evitar problemáticas sanitarias, ambientales y económicas, sin embargo, el uso sobre excesivo de los plásticos a nivel global ha sobre pasado las condiciones en infraestructura para gestionar el residuo, provocando que en países como México exista una excesiva acumulación de RSU en los rellenos sanitarios y tiraderos a cielo abierto generando focos de infección que desencadenan enfermedades intestinales, de la piel o respiratorias en la población.

Otro caso es el de la contaminación del agua, en los últimos cinco años se han vertido entre 10 a 20 millones de toneladas de plástico en los océanos por año provocando pérdida de flora y fauna en los ecosistemas marinos (Gourmelon, 2015).

Todo esto ha ocasionado desequilibrio ambiental, ecocidios, cambios geológicos abruptos, agudización del cambio climático y pérdida de la diversidad biológica. Ante estos y otros hechos se hace urgente e indispensable presentar acciones correctivas, de prevención y control sobre la explotación de los recursos y de la gestión del residuo.

2.2 Características del reciclaje de los plásticos, dinámica global

Ante la excesiva generación de residuos plásticos, una de las soluciones más adecuadas ha sido su reciclaje. El reciclaje consiste en recuperar aquellos materiales que podrían ser considerados como desperdicio y transformarlos en productos nuevos para alargar la vida útil de los materiales, contribuyendo a reducir el uso de recursos vírgenes y a disminuir la generación de residuos (Wigmore, 2012).

Existen tres principales tipos de reciclaje, uno es el *upcycling* que añade valor al material por su reuso, por ejemplo, la fabricación de joyería con partes de una computadora; el *downcycling* se encarga de descomponer o desintegrar en sus componentes elementales los materiales o sustancias para reutilizar aquellos que sean factibles en cualquier otra cosa; y el *pre-cycling* es una alternativa útil para evitar la adquisición de materiales innecesarios que podrían reciclarse o disponerse como desperdicio (Wigmore, 2012).

Conviene subrayar que para efectos del presente trabajo, el *downcycling* será el concepto referenciado para el proceso de reciclaje de los envases PET y en lo subsecuente para los envases multicapa.

Dentro del *downcycling* existen tres mecanismos: el mecánico, químico y separación energética. El sistema mecánico es aquel donde se producen hojuelas de *pellets* por extrusión de botellas. El mecanismo a su vez consiste en dos subsistemas, el de lazo abierto (*open-loop*) que transforma las botellas e ingresan como insumo a otra cadena productiva, y el de lazo cerrado (*closed-loop*) donde las botellas obtienen un acabado de grado alimenticio permitiéndoles reingresar a la cadena de producción de botellas (Pilo et al., 2015).

Por su parte el mecanismo químico consiste en obtener acabado virgen de los materiales, es decir, regresarlo a su estructura química original para hacer nuevos materiales. El mecanismo de recuperación energética consiste en incinerar los residuos peligrosos, domésticos y comerciales (papel, plásticos, metales, restos de comida) para reducir la materia en cenizas y obtener energía térmica.

Cada uno de los mecanismos presenta algunas limitantes; por ejemplo en el mecánico al triturar los envases PET suelen mezclarse con otros polímeros, particularmente con el PVC (Policloruro de vinilo) generando una decoloración y reducción del peso molecular, ocasionando que el plástico sea inaprovechable (Pilo, et *al.*, 2015), esta problemática se deriva de una incorrecta clasificación y separación de los polímeros. También el mecanismo químico tiene por limitante la incorrecta separación de los polímeros y se le suma un alto costo de operación; y dentro de la recuperación energética, a pesar de ser un mecanismo altamente viable para la reducción de volumen de residuos, este tratamiento genera altas cantidades de dióxido de carbono, CO₂, y óxido nitroso, N₂O, procedentes de la combustión en las incineradoras, gases que contribuyen al efecto invernadero.

En términos generales cada mecanismo de reciclaje obtiene beneficios particulares al procesar los residuos pero se ha visto que hay una ineficiencia clara derivada de la falta de un sistema eficiente e integral de gestión de RSU. Sin embargo, los esfuerzos por desarrollar tecnologías o mecanismos más eficientes están surgiendo, así por ejemplo se están creando nuevos desarrollos tecnológicos como la remoción de aditivos; adhesivos reversibles; súper polímero; depolimerización; marcadores químicos; infrarrojo cercano (*near infrared*); elaboración de plásticos benignos al ambiente marino y al agua fresca (FEM, 2016) para mejorar los métodos del reciclaje, el único inconveniente de dichos desarrollos es que se encuentran en etapa piloto o fase experimental de laboratorio.

Y no sólo la falta de un sistema de separación de residuos es el problema sino de un complejo de factores económicos, institucionales y sociales que entorpecen la eficiencia tecnológica actual y de desarrollo de tecnologías en la industrial del reciclaje de los plásticos; por ejemplo la capacidad de recolección (formal e informal) de los RSU a nivel nacional; las capacidades y necesidades de reprocesamiento y los controles y normativas de exportación/transportación de los mismos; la dinámica de la demanda del mercado y los controles de importación para países con mejor capacidad instalada como China e inversión para la producción de materias primas en otras zonas (como el caso de China que invierte en África); las redes de cadena de suministro global, como los costos de transportación y logística y las fluctuaciones de los costos de resinas vírgenes (Velis, 2014).

Desde este plano crítico se necesita que cada país formule estrategias de monitoreo y análisis, de gestión y aprovechamiento del residuo. Actualmente existen varias disposiciones de índole normativa y reglamentaria, tal es el caso de la Unión Europea quien cuenta con un marco directivo de estrategias marinas (Marine Strategy Framework Directive, MFSD) el cual establece que los Estados miembros tomarán las medidas necesarias para lograr o mantener el bienestar ambiental de los cuerpos marinos para el 2020 (European Commission, 2015).

En Chile se han desarrollado nuevas bases para el Sistema Institucional Ambiental con la finalidad de establecer un sistema de evaluación de impacto ambiental y de resolución de problemas de coordinación entre las competencias sectoriales de los diversos órganos con atribuciones en materia ambiental (Rodón, 2012).

Por su parte en Belo Horizonte, Brasil se creó el Sistema Integrado de Gestión de Residuos Sólidos. El sistema consta de una tecnología de diferenciación y reciclado de residuos, que incluye un sistema de recolección diferenciada, tres plantas de recuperación de materiales, dos plantas de reciclaje de escombros de construcción y plantas de compostaje; a su vez, cuenta con un módulo de modernización de control de calidad basado en la participación de los trabajadores, también cuenta con una introducción a los instrumentos de gestión eficiente y con un programa intensivo de desarrollo de los recursos humanos. Dentro del sistema brasileño se promueve la participación activa de los ciudadanos con diálogo permanente entre la Superintendencia de Limpieza Urbana, SLU, haciendo hincapié en los conceptos de responsabilidad mutua y rendición cuentas (Rondón & Szantó, 2012).

Con lo anteriormente descrito toma importancia reconocer aquellos factores que hacen posible la dinámica sectorial de los plásticos y así poder conformar un esquema de Ecología Industrial operativo para el reciclaje de los envases PET.

En la tabla 4 se aprecian los factores, desde las dimensiones de los SSI, que influyen en función del contexto global.

Tabla 4. Reconocimiento de los factores de la dinámica sectorial de reciclaje de envases PET a nivel global.

Dimensión	Factores
Insumos y demanda con vínculos clave y complementariedades dinámicas	<p>a) Existe un incremento en la demanda para la producción de plásticos, impulsando la creación de nuevas plantas alrededor del mundo.</p> <p>b) Existe una ineficiencia en los mecanismos de gestión de los RSU impidiendo una recolección, clasificación y separación idónea del residuo.</p>
Tecnología básica	<p>a) Los métodos actuales para el reciclaje son poco eficientes dadas las condiciones ineficientes de los sistemas de gestión de residuos sólidos urbanos.</p> <p>b) Se encuentran en fase de desarrollo o piloto las nuevas tecnologías para hacer eficientes los métodos actuales de reciclaje de los plásticos.</p>
Institucionalización (normas y reglas)	<p>a) La gestión del residuo se plantea en un esquema nacional y el reciclaje en un esquema de importación/exportación del material.</p> <p>b) Existe una promoción del reciclaje de los plásticos a través de políticas gubernamentales de cada país, con el fin de implementar planes y programas de gestión de residuos, así como programas para la sensibilización y educación ambiental de la separación de los RSU para la ciudadanía.</p>
Conocimiento y procesos de aprendizaje	<p>a) El reconocimiento y la asimilación de la problemática sobre la generación, producción y post consumo del material ha permitido identificar los vínculos entre la industria, sociedad y el ambiente para buscar estrategias de aprovechamiento y añadir valor agregado a los materiales reciclados para minimizar el uso de recursos vírgenes.</p>
Tipos y estructuras de interacciones entre firmas heterogéneas y organizaciones no empresariales	<p>a) Los vínculos entre la industria y lo institucional hacen posible plantear estrategias sostenibles para el sistema industrial del reciclaje de plásticos.</p> <p>b) Es recomendable la participación ciudadana, a través de la sensibilización masiva, para hacer eficiente la separación y clasificación de los RSU.</p>

Fuente: elaboración propia con base en UNEP, 2012; FEM, 2016.

La tabla anterior (4) expone los factores que determinan la dinámica sectorial de los plásticos que, si bien mejoran la calidad, incrementan la durabilidad y disminuyen costos de producción de cualquier actividad industrial, se requieren medidas y estrategias más rigurosas para fortalecer aquellas interrelaciones y agentes capaces de crear una red simbiótica para el control y sobreproducción, con la finalidad de obtener un máximo aprovechamiento del residuo. Es decir, al mejorar las condiciones sectoriales se conseguirían aumentar la eficiencia de los diferentes procesos de reciclaje, se crearían cadenas de sostenimiento de ciclo cerrado de materiales y se intensificaría el aprovechamiento de los mismos para otras cadenas de producción. También se lograría controlar su acumulación en sitios de disposición final y se reduciría significativamente la contaminación ambiental.

Con lo anterior, los procesos de aprendizaje e institucionalización deberían impulsar los desarrollos tecnológicos con alta rentabilidad económica y de disminución de impacto ambiental, e intensificar la actividad inventiva y de conocimiento tecnológico para posibles mejoras.

Para efectos del presente trabajo, los factores descritos en la tabla 4 contextualizan la situación de los plásticos a escala global evidenciando que existe también una problemática en México.

Desde esta perspectiva emerge la pregunta en relación a ¿cómo se establecieron aquellas interrelaciones capaces de crear una red simbiótica dentro de la cadena productiva de fabricación de los envases de PET en el país para afrontar la problemática global de los plásticos?

2.3 Panorama en México: producción de plásticos, consumo y generación de residuos

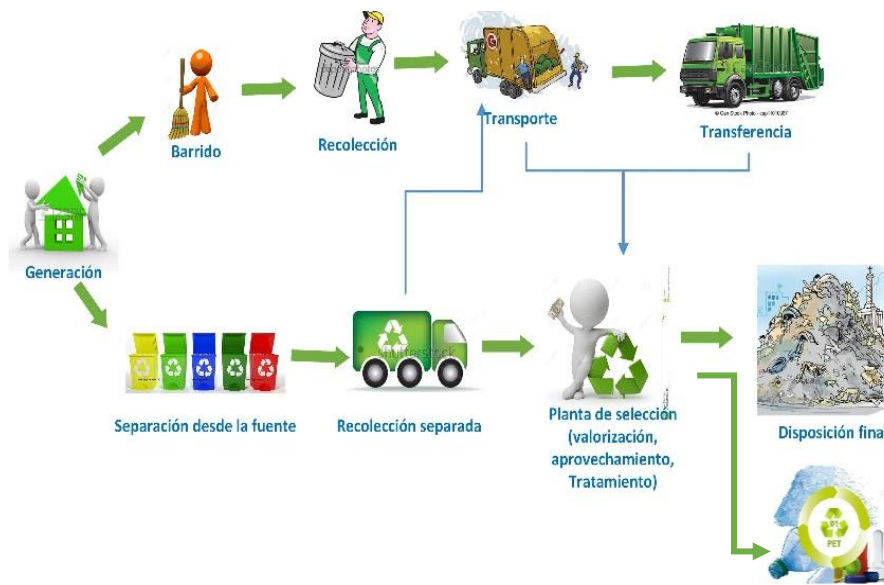
El consumo de plásticos en México es alto, las cifras indican que en 2013 los productos *commodities* representaron el 84.7% del total de consumo de los diferentes plásticos en el país (Centro Empresarial del Plástico, 2013).

En ese mismo año el consumo de PET fue de 686Kton y 805 Kton de polietileno de alta densidad, HDPE, lo que representó el 11.8% y el 13.9% respectivamente de los *commodities* consumidos en ese año. Esta tendencia de consumo han posicionado al país como el doceavo consumidor de plástico y como segundo en botellas de PET a nivel mundial (Cruz, 2014).

Este nivel de consumo supera la capacidad instalada de la producción nacional viéndose obligado el sector a importar alrededor de 1,300 kilo toneladas de insumo (Centro Empresarial del Plástico, 2013). Para resolver esta carencia se espera la instalación del clúster petroquímico “Complejo Etileno XXI” en el Estado de Veracruz. Con la implementación de este complejo se considera reducir en un 70 % el índice de importación de plásticos, además la plataforma logística multimodal del mismo transportará un millón de toneladas de polietileno para el suministro a escala nacional (El Financiero, 2016). Con este gran proyecto se generarán más de 41.115 toneladas al día de residuos plásticos y 70.798 toneladas al día en promedio de envases PET (SINGIR, 2012).

Para hacer frente a la generación de los residuos se ha establecido un sistema de gestión integral de residuos sólidos urbanos que consiste en recoger la basura en puntos de generación como los hogares, establecimientos de alimentos, de salud, recreativos y de espectáculos, los centros comerciales, y laborales, por medio de un sistema de barrido y de recolección, que su vez, dirige los residuos a transportación (vehículos recolectores) para transferir aquellos con potencial de aprovechamiento a la planta de selección o centro de acopio donde son acondicionados para venta a las empresas recicladoras, y los residuos que no pasan la selección son llevados a disposición final (figura 4).

Figura 4. Representación del sistema de gestión integral de residuos sólidos en México.



Fuente: elaboración propia con base en SINGIR, 2012; SEMARNAT, 2012.

Este sistema debe contar con la infraestructura necesaria (vehículos de recolección, estaciones de transferencia, capital humano, materiales de aseo como escobas y contenedores de basura, plantas de selección y sitios de disposición final), para garantizar el funcionamiento adecuado e integral del mismo.

No obstante, el sistema actual no cumple con las condiciones mínimas necesarias para controlar y gestionar de forma eficiente las 102,894.96 toneladas de basura generada diariamente (SINGIR 2012), ya que de acuerdo con datos del Sistema de Información Nacional para la Gestión Integral de los Residuos, SINGIR, en 2012 la infraestructura para el sistema estaba integrada por 17 plantas de selección, 14301 camiones de recolección, 86 estaciones de transferencia, 216 rellenos sanitarios, 121 sitios controlados y 1262 tiraderos a cielo abierto y de los 2,457 municipios registrados a nivel nacional, sólo 2,233 cuentan con servicio de recolección y disposición final de los RSU y únicamente 117 añaden el servicio de tratamiento a los mismos. Estas condiciones logran gestionar sólo el 9.63% de todos los materiales valorizables que se generan en el país para ser dirigidos a reciclaje.

2.4 Características del reciclaje de los envases PET en México

El reciclaje de los envases PET en el país se ha visto limitado por ineficiencia en la infraestructura para la gestión de los materiales valorizables y por una falta de promoción para la industria del reciclaje a nivel nacional. Además, en México, sólo grandes firmas como PetStar, IMER y CPR, son las principales recicladoras a nivel nacional (tabla 5).

Tabla 5. Empresas recicladoras de mayor capacidad de producción en México.

Reciclador	Producto fabricado	Capacidad de consumo T/A
PetStar	Resina grado alimenticio BTB³	65,000
IMER	Resina grado alimenticio BTB	25,000
CPR	Resina grado alimenticio BTB	20,000
Tecnología del reciclaje	Geotextiles	17,000
Greenpet	Lámina de termoformado	6,000
Envases plásticos del centro	Lámina y fleje	10,000
Paktec	Lámina y fleje	5,000
Morphoplast	Fibra poliéster corta	30,000
Alen del Norte	Envases no alimenticios	18,000
Procesadora Tecnológica de Polímeros	Fibra y lámina	5,000
PET/Performance/IPISA	Lámina	3,000
Plásticos W/Xito/Petall	Lámina	4,000
Green Mind	Hojuela limpia envases no alimenticios	35,000
INDORAMA	Resina virgen con % reciclada	25,000
PET ONE (GPO. AGA)	Resina Grado Alimenticio BTB	20,000
Gran total de envases PET reciclados		288,000

Fuente: ECOCE, 2015.

El dominio del sector por un oligopolio de empresas reduce masificación de tratamiento de estos envases en post consumo, y prueba de ello es el 42 % de los envases PET que se dirige a disposición final (ECOCE, 2015). Sin embargo, este porcentaje representa una ventana de oportunidad para la demanda potencial insatisfecha del sector. No obstante, la oportunidad de mercado se ve condicionada por el acopio y la compra-venta de los envases de las pequeñas recicladoras al acopio informal (recimex, 2013).

³ Nota: BTB significa que regresan a envases grado alimenticio (botella a botella)

Ya que la mayoría de las empresas recicladoras en el país son del tipo micro y pequeña, no logran desarrollar esquemas de acopio masivo como PetStar o GreenMind (ECOCE, 2015) y se ven obligadas a comprar los envases en el mercado informal a través de recolectores como pepenadores, barreneros y pequeños acopiadores que no tienen la capacidad fiscal de emitir recibos por venta de material para las Pymes, esto les afecta en la deducción de compra de materiales al extender el comprobante de venta de sus productos (recimex®, 2013). Estos factores restan competitividad y la posibilidad reducir el porcentaje de envases PET que van a disposición final y desincentivan a las Pymes a incrementar la demanda nacional promoviendo la exportación de los envases PET para su reciclaje (tabla 6).

Tabla 6. Dinámica del acopio de los envases PET en México.

	2012	2013	2014
Total de envases PET recuperados en México	57.9%	60.3%	57.8%
Porcentaje de envases PET que va a disposición final (Potencial de Recuperación)	42%	39.6%	42.1%
Residuo valorizado para reciclado Nacional	38%	38%	46.2%
Reciclado Exportación (China, EEUU, y otros)	62%	62%	53.8%

Fuente: ECOCE, 2015.

Otro elemento que impide la eficiente en cuanto a separación y acopio es la falta de cooperación del consumidor. Éste requiere conocimiento para estar consciente sobre las implicaciones ambientales, económicas y de sanidad que ocurren al no separar y disponer de forma adecuada los residuos. Esta concientización se logra a través de intervenciones educativas y con reglamentos de limpieza, prevención y gestión integral de residuos, de recolección y transporte, de aprovechamiento y manejo y de protección ambiental y servicios públicos, entre otros. Por tal motivo, se hace necesario que la institucionalización (normatividad y reglamentación) sean impulsados.

En México existen tres principales ordenamientos encargados de promover el correcto manejo, tratamiento y disposición de los residuos (tabla 7). El primero de ellos es la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que garantiza el derecho de contar con un ambiente adecuado para el desarrollo y bienestar personal de los ciudadanos (SEMARNAT, 2012).

El segundo ordenamiento es la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente, LGEEPA, quien garantiza que se lleven a cabo los ordenamientos establecidos en materia de protección al ambiente por la Constitución, y también plantea las disposiciones necesarias para reestablecer y restaurar, controlar y prevenir las condiciones naturales de los suelos, del agua y de los ecosistemas contaminados por los residuos (artículos 5, 11, 15, 134, 135, LGEEPA, 1988); y la Ley General para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, LGPGIR (2003) es el tercer ordenamiento encargado de asegurar que las disposiciones en materia de prevención y gestión integral de residuos en el territorio nacional se lleven a cabo mediante instrumentos de reglamentación (SEMARNAT, 2012).

Como complemento existen otros ordenamientos que fortalecen el contexto de la promoción, difusión y gestión de los residuos, tal es el caso de la Ley General de Salud y las Normas Oficiales Mexicanas (tabla 7).

Tabla 7. Marco institucional en materia de residuos en México.

Marco legal federal	Alcances	Referencia
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	Establece las prerrogativas para que los distintos órdenes de gobierno dicten las disposiciones necesarias para asegurar el cumplimiento con el derecho de contar con medio ambiente adecuado	Artículos 4, 25 73, 124
Ley General de Salud	Promueve el fomento sanitario y el saneamiento ambiental, así como la minimización de los efectos negativos que provocan los residuos peligrosos	Artículo 17 bis
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, LGEEPA (1988)	Faculta a las autoridades Federales a regular y controlar los residuos peligrosos Plantea las disposiciones necesarias para reestablecer y restaurar, controlar y prevenir las condiciones naturales de los suelos, del agua y ecosistemas contaminados por los residuos	Artículos 5, 11, 15,134, 135
Ley General para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, LGPGIR, (2003)	Establece las competencias de los tres órdenes de Gobierno para que dicten las disposiciones necesarias en materia de prevención y de la generación, del fomento a la valorización y gestión integral de los residuos peligrosos, los sólidos urbanos y de manejo especial.	i)Regulación de los residuos ii)Acciones de prevención, minimización y rechazo de los residuos iii)Responsabilidad compartida
Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas	Instrumentos jurídicos de carácter técnico para dar cumplimiento a las obligaciones establecidas en los reglamentos o leyes.	NOM-161-SEMARNAT-2011 NOM-098-SEMARNAT NOM-083-SEMARNAT

Fuente: elaboración propia con base en SEMARNAT, 2012.

Este esquema institucional hace posible plantear mecanismos reglamentarios pertinentes que aseguren la elaboración e implementación de planes de manejo acordes a las condiciones y características regionales y municipales y quedando implícito el aseguramiento de una infraestructura suficiente para la gestión de los residuos sólidos urbanos y de capacitación y sensibilización ciudadana en materia de gestión integral de los residuos, sin embargo, esto no ha ocurrido. De los 2,457 municipios registrados a nivel nacional 2,350 cuentan con servicio de recolección y 74 con algún tipo de programa (INEGI, 2014), a su vez, la capacidad instalada para el manejo de materiales valorizables es insuficiente únicamente existen 891 centros de acopio a nivel nacional y sólo 195 municipios cuentan con alguno (SINGIR, 2012). Por otro lado, la ciudadanía tiene escasa información y participación sobre la clasificación y manejo de los RSU, únicamente 486 municipios cuentan con algún reglamento⁴, 241 municipios se benefician con algún tipo de programa y 335 cuentan con algún tipo de programa de participación ciudadana (SINGIR, 2012).

Lo anteriormente descrito representa las condiciones de producción, consumo y generación de los plásticos y en la tabla 8 se hace posible identificar los factores implicados en las dimensiones del sistema de innovación de reciclaje de envases PET.

⁴ Hace referencia a algún tipo de reglamento enfocado de Limpia o Limpieza; y de Limpia y Sanidad. Reglamento de Prevención y Gestión Integral de Residuos. Reglamento del Servicio Público de Limpia y Disposición de Desechos. Reglamento de Recolección y Transporte de Residuos Sólidos. Reglamento de Ecología. Reglamento de Aseo Público. Otros: Reglamento de Aseo, Limpia, Desechos Peligrosos y Potencialmente Peligrosos, Reglamento de Limpia, Aprovechamiento y Manejo de Residuos Sólidos Urbanos, Reglamento de Ecología y Protección Ambiental, Reglamento de Protección Ambiental, Reglamento de Residuos y Reglamento de Servicios Públicos (SEMARNTAT, 2012).

Tabla 8. Reconocimiento de los factores condicionantes del reciclaje de envases PET en México.

Dimensión	Factores
Insumos y demanda con vínculos clave y complementariedades dinámicas	<ul style="list-style-type: none"> a) Incremento en la demanda de uso de plásticos, obligando a crear un clúster petroquímico para producción de material plástico “Complejo Etileno XX” b) La infraestructura que integra al sistema de gestión de RSU es insuficiente c) No existe un incentivo fiscal de compra-venta de materia prima para que las Pymes dinamicen el mercado d) El 40% de la demanda del sector es cubierta por recicladoras grandes, y el 60% del material que se recupera es exportado
Tecnología básica	<ul style="list-style-type: none"> a) El mecanismo mecánico (<i>open loop & closed loop</i>) es el emplea para el reciclaje de plásticos a nivel nacional
Institucionalización (normas y reglas)	<ul style="list-style-type: none"> a) La LGPGIR es una ley que normaliza las disposiciones de la gestión integral de los residuos b) la LGPGIR promueve el exceso de disposiciones jurídicas orgánicas y programáticas para el establecimiento de acciones y de coordinación entre las dependencias de los órganos federales, estatales y municipales entorpeciendo los instrumentos de política en materia de prevención y gestión integral de los residuos.
Conocimiento y procesos de aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> a) La mayoría de las entidades municipales carecen de una infraestructura para la gestión de los RSU b) Se presenta un déficit de concientización en los municipios sobre la gestión de los RSU c) Los programas actuales de concientización en materia de producción, consumo y separación de los RSU para la ciudadanía, personas y grupos u organizaciones son insuficientes d) Los mecanismos actuales de implementación de reglamentos y normas son escasos e ineficientes provocando que el aprendizaje en la ciudadanía en materia sea limitado
Tipos y estructuras de interacciones entre firmas heterogéneas y organizaciones no empresariales	<ul style="list-style-type: none"> a) Existe poca vinculación entre el sector industrial, institucional y social por la falta de concienciación o sensibilización en materia de residuos por los mismos agentes

Fuente: elaboración propia con base en ECOCE, 2015; SEMARNAT, 2012.

La tabla 8 permite inferir qué tipo de agentes deben existir en la cadena productiva para determinar qué interrelaciones deben existir para plantear la operatividad del modelo de Ecología Industrial propuesto en el capítulo I. Con ello la conformación del esquema de Ecología Industrial será a través de las condiciones sectoriales (factores del sistema de innovación) y la forma organizacional de los agentes involucrados en la cadena productiva.

Con esta información es pertinente realizar la caracterización a través de:

- i. La identificación del perfil organizacional que se requiere para la promoción de la cooperación entre lo social e industrial y éste último con lo institucional
- ii. La definición del tipo de interrelación de mercado para lograr vinculación entre agentes
- iii. La identificación del cómo se establecen las interrelaciones de no mercado para lograr flujos de materiales e información dentro del modelo de Ecología Industrial

2.5 Esquema de Ecología Industrial para el reciclaje de los envases PET

Con base en el reconocimiento de los factores que condicionan el reciclaje de envases fue posible identificar las siguientes problemáticas en relación al residuo:

- ✓ Se ha atendido de forma parcial la expedición de normas oficiales mexicanas que establezcan criterios de eficiencia ambiental y tecnológica que deben cumplir los materiales con los que se elaboraran productos, envases, empaques y embalajes de plásticos y poliestireno expandido que al desecharse se convierten en residuos (art. 7 frac.VI, LGPGIR)
- ✓ Se advierte una falta de articulación entre lo institucional y lo social que establezca un mecanismo masivo de participación ciudadana para la correcta separación y clasificación de los materiales valorizables
- ✓ Se percibe poca participación empresarial en relación al control de producción, uso/consumo, importación, exportación y distribución de los envases PET

Estos elementos permiten identificar aquellos agentes que permitirán una interrelación exitosa dentro de la cadena productiva de los envases PET.

Esta cadena productiva comienza con los fabricantes de preformas y botellas que requieren de la industria de resinas sintéticas el PET amorfo virgen y de las recicladoras el PET reciclado grado alimenticio, rPET. Una vez que las botellas son elaboradas, éstas se proveen como insumo a las embotelladoras como Coca Cola FEMSA, Jugos del Valle, Santa Clara y Bonafont, entre otras, para formar parte de la cadena de producción de las bebidas. Al finalizar el proceso de fabricación, las bebidas se envían a venta por diferentes canales de distribución para que sean adquiridos y consumidos por el cliente final; de ahí el cliente acude a los distintos puntos de venta, ya sea en centros de autoservicio o misceláneas (tienditas, cooperativas, tiendas de abarrotes). Una vez que el consumidor ingirió el producto, el envase es categorizado como Residuo Sólido Urbano (figura 7). Dado que es un material valorizable el siguiente paso es la cadena de acopio.

Para acopiar los envases, el sistema de gestión integral de residuos cuenta con tres mecanismos, el primero es el barrido y recolección en los puntos de generación de residuos; el segundo es la separación desde la fuente, en éste instalan contenedores en sitios de alto consumo como en centros educativos, laborales y recreativos, la finalidad es facilitarle la separación la hacer que el consumidor deposite los materiales valorizables en estos contenedores especializados y de esta manera evitar la mezcla con los demás residuos; finalmente el acopio informal es la pepena, donde ciertos grupos de personas se dedican a recolectar el residuo de los tiraderos a cielo abierto para ser vendidos a las empresas recicladoras y los centros de acopio.

Al acopiarse el residuo, éste se transfiere a las plantas recicladoras para realizar el método mecánico ya sea *open-loop* o *closed-loop*; el tipo de método dependerá del producto final de la empresa recicladora. Para finalizar el proceso, el material valorizable que no haya sido recolectado o acopiado por alguno de los tres mecanismos deberá ser dispuesto en los rellenos sanitarios o sitios controlados; sin embargo, muchos de ellos quedan en las calles o tiraderos a cielo abierto.

Figura 5. Esquema representativo de la cadena productiva de la fabricación de envases PET⁵.



Fuente: elaboración propia con base en ECOCE, 2014, SINGIR, 2012; INEGI, 2015.

⁵Los agentes e interrelaciones que se establecen dentro del esquema representativo de la cadena productiva de la fabricación de envases PET se describirán en el Anexo 1.

En la figura anterior (5) puede apreciarse la forma en la que los envases PET se producen, distribuyen y finalmente se convierten en residuo facilitándose la identificación de los agentes clave dentro de la cadena. En esta figura se aprecian cuatro procesos clave que impulsan la cadena productiva y donde se requiere cooperación entre agentes para la gestión de los residuos, éstas son: producción de bebidas no alcohólicas; generación de residuos; acopio y reciclaje.

En la elaboración de refrescos y otras bebidas no alcohólicas intervienen empresas como el Sistema Coca-Cola; Arca Continental S.A.B. de C.V.; Bepensa S.A de C.V.; Jugos del Valle S.A.P.I. de C.V.; Santa Clara; PepsiCo American Beverages; que junto con otros grupos embotelladores, requieren de las botellas de PET como insumo dentro de su proceso de producción. Éstas demandan la producción de PET y al ser precursores de la generación de residuos por el consumidor, deben involucrarse en el cumplimiento de la normatividad en relación a criterios de eficiencia ambiental y sobre la generación de residuos derivada del consumo, operación y mantenimiento de las actividades industriales, comerciales y de servicios (NOM-161-SEMARNAT-2011).

El proceso de generación de residuos se da a raíz del consumo de las bebidas no alcohólicas, por lo que es el consumidor quien intensifica su generación y el que requiere de un sistema óptimo de gestión integral de RSU y de herramientas para su sensibilización y concientización en materia de separación y clasificación de los materiales valorizables.

El proceso de acopio obtiene el residuo otorgándole valor económico para ser ingresado como materia prima al reciclaje, este proceso requiere de la correcta articulación entre los mecanismos de recolección del sistema de gestión de residuos y de la participación del consumidor/generador para acopiar el mayor número de envases.

Finalmente el reciclaje es el proceso que le confiere al material valorizable características particulares para ser utilizado como materia prima a diferentes procesos productivos. Es un proceso clave porque puede hacer que el material reingrese a la cadena de producción de los envases e incentiva una demanda constante del residuo PET.

De los procesos descritos se identifica que las embotelladoras, ECOCE, consumidor, SEMARNAT y PetStar son los agentes clave para la interrelación dentro del modelo de Ecología Industrial, pero ¿cuáles son las características que los hacen ser agentes clave para propiciar la cooperación entre lo social e industrial y éste último con lo institucional?

Primeramente el sistema Coca-Cola, quien lidera el embotellamiento a nivel mundial (El Financiero, 2014), es considerada como una organización eficaz y dinámica porque ofrecen una variedad de productos de calidad que se anticipan y satisfacen a los deseos y necesidades del consumidor; maximizan el rendimiento para los accionistas al tiempo de tener presente las responsabilidades generales de la propia empresa (Coca-Cola, 2015).

Ecología y Compromiso Empresarial A.C., ECOCE, es una organización sin fines de lucro destinada al acopio masivo a través de la educación ambiental y la sensibilización y a impulsar el reciclaje en México al coordinarse con autoridades municipales, estatales y federales para establecer un marco jurídico relacionado con los RSU (ECOCE, 2015).

El consumidor es quien adquiere los productos, genera los residuos y quien debe poseer conocimiento sobre la valorización de materiales para su aprovechamiento potencial.

La Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT, es la dependencia del gobierno federal encargada de la conservación y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad; de la gestión integral de los recursos hídricos; del combate al cambio climático y de la prevención y control de la contaminación, por lo que su participación ante la gestión integral de los RSU se hace relevante (SEMARNAT, 2013).

Finalmente, PetStar, una de las principales recicladora con producción de resina grado alimenticio en México, tiene como misión promover la preservación del medio ambiente en beneficio de las futuras generaciones al implementar soluciones innovadoras que hacen sustentable el envase de PET (PetStar, 2014).

De lo anterior puede apreciarse que estos agentes buscan:

- Compromiso y responsabilidad empresarial
- Bienestar ambiental y del consumidor
- Cuidado y protección del ambiente y de los recursos naturales
- Reducción del uso de materiales vírgenes
- Máximo aprovechamiento en el uso de materiales reciclados

Estos principios de promoción y competitividad hacen posible identificar aquellas interrelaciones de mercado y no mercado que permitirán conformar la red simbiótica que configura el modelo de Ecología Industrial.

2.5.1 Identificación de interrelaciones de mercado para el esquema de Ecología Industrial

Del mapa descrito en el capítulo I se aprecia que existen cuatro tipos de interrelación de mercado que hacen posible un mecanismo de incentivación y relación entre organizaciones.

Para el caso de la cadena productiva de envases PET se identificaron las siguientes interrelaciones: en los nodos se identifica que el desperdicio y emisiones de salida son considerados como aquellas sustancias que propician daño ambiental y de salud pública, en este sentido el consumidor genera el residuo de PET y las embotelladoras generan emisiones de CO₂ y efluentes con cierto grado de contaminación ambiental derivados del proceso de producción.

En la interrelación de relación se ha identificado que el espacio-tiempo involucra a todos los agentes dado que la producción de envases PET se desarrolla en México; el consumo de bebidas no alcohólicas y el acopio están limitados por la cultura del consumo y el nivel de sensibilización sobre los RSU en la sociedad mexicana; las relaciones diádicas pueden apreciarse con Coca-Cola como agente clave para lograr una articulación exitosa dentro de la cadena, ya que apoya con financiamiento a ECOCE para llevar a cabo los proyectos de difusión, acopio y educación ambiental al consumidor (ECOCE, 2015) y también como agente de promoción e impulso al reciclaje.

Este mismo agente estableció la primera planta de reciclaje de envases PET de Latinoamérica llamada Industria Mexicana de Reciclaje, IMER, (Expok, 2012.), y en colaboración con Jugos del Valle, Santa Clara y otros ocho embotelladores crearon PetStar®, planta de reciclaje de envases PET en Toluca, que en 2014 puso en marcha su ampliación para convertirse en la planta de PET grado alimenticio más grande del mundo (Herrera, 2014).

También existe una relación sectorial entre la industria petroquímica junto con la alimenticia y el reciclaje ya que deben tener cierto grado de conocimiento para el uso y fabricación de diferentes plásticos (ver tabla 3. Intensidad de consumo de plástico por sector), y por último, las principales empresas involucradas, Coca-Cola, PetStar y ECOCE establecen mecanismos de contratación legal para mantener un alto nivel de involucramiento y participación dentro de la cadena productiva de envases PET.

Dentro de las interrelaciones de interacción se distinguen las compras, ya que el consumidor adquiere la bebida no alcohólica como producto final de consumo; por su parte las recicladoras compran el envase a los centros de acopio y éstos últimos llegan a adquirir el material a través de la recolección informal. Otro elemento dentro de esta interrelación es el actor constelación denominado ECOCE.

ECOCE es una asociación civil sin fines de lucro creada y auspiciada por empresas de industria de bebidas y alimentos. Su principal objetivo es el de “impulsar la cultura ecológica al promover el acopio masivo de envases y empaques y sensibilizar sobre la importancia del reciclaje” (ECOCE, n.d.). Se encarga del acopio masivo de envases de PET a través de diferentes estrategias, una es la contratación de empresas acopiadoras que cumplen con los requisitos oficiales y de apoyo a los planes de manejo de RSU (Centro de Estudios Jurídicos y Ambientales, CEJA, n.d.), otra estrategia es el programa ECO-RETO, que consiste en el acopio voluntario y gratuito de envases PET en las escuelas. De la misma manera, a través de diferentes medios de comunicación, la organización cumple con la función de sensibilizar a la población sobre la importancia del acopio de los envases para su reciclaje (ECOCE, n.d.).

Aunado a lo anterior, la asociación promueve que las empresas adscritas a la misma realicen acciones de sostenimiento y de responsabilidad social. Dichas empresas han llevado a cabo estudios de impacto ambiental que les han permitido realizar acciones para el cuidado del agua, reforestación, aprovechamiento eficiente de los recursos naturales y minimización en el uso de recursos energéticos e hídricos, entre otros; así por ejemplo, Coca-Cola® FEMSA cuenta con un sistema de tratamiento de agua residual para reutilizar e incrementar la eficiencia en el uso del agua dentro de la producción y Grupo JUMEX® desarrolla proyectos de ahorro y aprovechamiento de recursos naturales al colaborar con los proveedores de materias primas y servicios (Báez, 2015).

El impacto que ha tenido dicha organización ha sido tal, que ha logrado posicionarse como un agente colaborador de las autoridades estatales y federales para participar y dar seguimiento a la creación de marcos jurídicos y regulatorios eficientes en temas de la gestión de los materiales valorizables (ECOCE, 2015). Uno de los principales resultados ha sido la creación del plan nacional privado colectivo de manejo de residuos de envases post consumo de PET: SEMARNAT No. PM ROTR-008-2013. La importancia de ECOCE es vista como una iniciativa de la industria de alimentos y bebidas para crear mejoras en lo económico, social y ambiental a este sector y buscar la promoción y creación de una nueva industria nacional del reciclaje (ECOCE, n.d.).

Finalmente, la interrelación de transferencia el flujo de materiales se da entre el consumidor con el acopio gestionado por los mecanismos anteriormente mencionados y por la recolección del sistema de gestión de los RSU, de ahí que los centros de acopio o las plantas de selección suministran el material a las recicladoras para que sea procesado y reingresado a diferentes cadenas de producción. En este flujo todos los agentes realizan pagos por uso y consumo de material.

De esta manera, se pueden resumir las características principales de las interrelaciones que están propiciando el involucramiento y participación de todos los agentes dentro de la cadena productiva en la fabricación de envases PET (tabla 9).

Tabla 9. Esquema de identificación de las interrelaciones de mercado dentro de la cadena productiva de fabricación de envases PET.

Interrelación de mercado	Categoría	Cadena productiva de envases PET
Nodos	Desperdicio y emisiones de salida	Consumidor Embotelladoras
Relación	Espacio-tiempo	Todos los agentes involucrados
	Diádicas	Coca-Cola
	Sectorial	Petroquímico Alimenticio Reciclaje
	Contratación	Coca-Cola PetStar ECOCE
Interacción	Compras	Consumidor Centros de acopio Recicladoras
	Actor constelación	ECOCE
	Comunicación personal	ECOCE-consumidor
Transferencia	Flujo de materiales	Centros de acopio Recicladoras
	Pagos	Todos los agentes involucrados

Fuente: elaboración propia con base en ECOCE, 2015; ECOCE n.d.

Estas interrelaciones de mercado son posibles por la influencia de los factores del sistema de innovación (ver tabla 8. Reconocimiento de las condiciones del reciclaje de envases PET en México).

Los determinantes que influyeron fueron: a) el conocimiento en cuanto al uso, producción y manejo de material PET para lograr que éste tenga una utilización rentable; b) la normatividad para propiciar una correcta gestión de los envases y c) la sensibilización y capacitación para masificar el acopio y obtener un suministro constante de insumo para el sector del reciclaje.

2.5.2 Identificación de interrelaciones de no mercado para el esquema de Ecología Industrial
Para establecer las relaciones de no mercado que dinamizan el esquema de Ecología Industrial se debe caracterizar el aprendizaje de alto orden conformado por los niveles de co-ideación, co-innovación y co-institucionalización (ver figura 2. Esquema de la conformación de los niveles de conocimiento que desencadenan la dinámica del aprendizaje de alto orden).

En este caso, los agentes productivos crearon un proceso dinámico de aprendizaje a través de ECOCE y se alinearon a los requerimientos normativos de las instituciones, como SEMARNAT, para impulsar el acopio masivo con el apoyo del consumidor. Para lograr dicho objetivo se desarrollaron ideas que dieran solución al mal acopio de los residuos y fue necesario que los agentes productivos se dieran a la tarea de incorporar estrategias de sustentabilidad dentro de su cultura organizacional.

Para las embotelladoras, en especial Coca-Cola, fue sencillo generar este cambio ya que es una empresa que fomenta la inspiración a su personal para dar día a día lo mejor de sí mismo y desarrolla una red de trabajo con los socios para crear un valor común y duradero (Coca-Cola, n.d.); con estas características se hicieron posible situar e involucrar a su personal dentro del contexto de la problemática de la generación de los plásticos y así poder llegar al nivel de co-ideación para poder plantear una solución.

Como resultado logró desarrollar un modelo de negocio de ciclo cerrado de material para la fabricación de envases PET. El modelo consistió en acopiar envases y producir resina PET grado alimenticio. La primera etapa del modelo fue la de impulsar a un agente capaz de tener incidencia social, institucional e industrial para involucrar a estos mismos en la solución a la problemática de los plásticos, para lograr tal efecto Coca Cola impulsó la creación de ECOCE través de financiamiento para que éste:

- Fomente la educación ambiental y sensibilización en la sociedad
- Administre el plan de recuperación de envases y empaques para reciclarlos
- Promueva modelos de negocio basados en la cooperación

Así, ECOCE fue capaz de coordinarse con el consumidor para el acopio masivo y no con fines económicos sino como una estrategia que coadyuvara a una mejora ambiental. Con lo anterior, la organización incrementó su importancia y participación social que logró incorporarse a esquemas de colaboración con la SEMARNAT para impulsar políticas ambientales integrales e incluyentes de desarrollo sustentable para asegurar la preservación y restauración de la calidad del medio ambiente.

La segunda etapa del modelo de negocio fue la generar infraestructura tecnológica para reciclar los envases. Para tal efecto se crearon recicladoras como IMER y PetStar, que producen la resina grado alimenticio para que este material reingrese a la cadena de producción de fabricación de botellas.

Este modelo de negocio hizo posible:

- ✓ Controlar las rutinas y procesos de aprendizaje para todos los agentes involucrados dentro de la cadena productiva
- ✓ A través de ECOCE se impulsó la búsqueda de estrategias que proveyeran la disminución de costos económicos y ambientales para las empresas
- ✓ A través de ECOCE y de las recicladoras como PetStar se impulsó la actividad tecnológica del reciclaje como parte del modelo de negocio sustentable “ciclo cerrado de materiales” que incentivó Coca-Cola®
- ✓ A través de ECOCE se tuvo incidencia en la formulación de políticas gubernamentales para mejorar el sistema de gestión de RSU.
- ✓ Se incrementó la demanda de la capacidad instalada en el reciclaje, lográndose eliminar las barreras de entrada al sector, es decir, se dio solución a la problemática fiscal de las pequeñas y medianas recicladoras. En marzo de 2014 se presentó una resolución de modificaciones a la Miscelánea fiscal donde se estableció la auto facturación como forma de declaración de compra de materias primas (recimex®, 2013).

Este modelo de negocio sustentable se enmarca dentro de un esquema de Ecología Industrial basado en el ciclo cerrado de materiales donde los principales agentes (los embotelladores, ECOCE y el consumidor) tuvieron que establecer interrelaciones dinámicas y mecanismos de cooperación para alinear o direccionar la cadena productiva a un mecanismo de:

- Minimización de residuos al emplear rPET
- Ahorro de recursos al buscar estrategias de recolección masiva para su clasificación y acopio adecuado
- Mejoramiento de la imagen empresarial ante las problemáticas del uso y consumo del plástico.

Estas dinámicas de interrelación sistémica lograron afrontar los factores del sistema de innovación presentes para establecer un modelo de Ecología Industrial conformado por cinco agentes claves de la cadena productiva: i) las embotelladoras establecieron interrelación con ECOCE y las recicladoras; ii) ECOCE con el consumidor, las instituciones y niveles gubernamentales, el sistema de gestión, con los centros de acopio y las recicladoras; iii) el consumidor con ECOCE y el sistema de gestión; iv) las instituciones gubernamentales con ECOCE, con el sistema de gestión, con los centros de acopio y las recicladoras; y v) el sistema de gestión con las recicladoras (figura 6).

Figura 6. Esquema de Ecología Industrial de los envases PET en México.



Fuente: elaboración propia con base en ECOCE 2015.

Nota: las flechas verdes indican la interdependencia del actor constelación, en este caso, ECOCE con los otros agentes; las moradas, las instituciones gubernamentales; las grises, el sistema de gestión de residuos; la amarilla indica la interrelación de no mercado que tienen las empresas embotelladoras con ECOCE; la rosa indica la interrelación de mercado que tienen las embotelladoras con el consumidor; y la naranja la interrelación de mercado entre las recicladoras y las embotelladoras.

Capítulo III. Caracterización del esquema operativo de Ecología Industrial del reciclaje de envases multicapa en México

La identificación de los factores sectoriales, de las interrelaciones de mercado y de no mercado y los agentes clave involucrados hacen posible identificar y establecer las características del qué, quien, cómo y dónde para dinamizar la cadena productiva y transformarla en una red simbiótica de Ecología Industrial.

Para el caso de la cadena productiva de los envases multicapa en México no ha sido posible hasta ahora encontrar los mecanismos, estrategias e incentivos que permitan fortalecer las interrelaciones existentes y crear nuevas.

En el presente capítulo se desarrolla la caracterización del esquema de Ecología industrial de los envases multicapa, y se realiza un análisis comparativo con el de modelo de los envases PET para plantear un esquema de recomendaciones estratégicas que permitan la operatividad para los envases multicapa.

3.1 Panorama global: demanda de producción de envases, consumo y generación de residuos

El multicapa o envase de cartón para bebidas (*liquid packaging carton or beverage carton*) es utilizado para mantener el color, textura, sabor natural y valor nutricional del producto hasta 12 meses, sin necesidad de conservadores o refrigeración (Tetra Pak, n.d.). Son comúnmente utilizados en la industria de alimentos y bebidas para leche y productos lácteos; jugos de frutas y otras bebidas; leche y otros productos de soya, sopas, vegetales en puré o sólidos y alimentos funcionales, entre otros (ACE, n.d.).

Por sus características de rigidez y de capacidad de conservación para diferentes productos alimenticios, la demanda en el consumo de estos envases se ha incrementado de forma significativa. En 2013 se produjeron poco menos de cuatro millones de toneladas de envases multicapa en el mundo (Asia Pulp & Paper Group, APP, 2016). En 2016 las ventas globales de estos envases están estimadas aproximadamente en 12 mil millones de dólares americanos, con proyección a una tasa de retorno de crecimiento anual del 5.5 % para finales del 2024 (PMR Analysis, 2016).

En los últimos años, el empoderamiento de la producción de estos envases ha estado a cargo de Europa con el 32.3% del valor de mercado, no obstante, países como China e India ya no sólo consumen los envases en grandes volúmenes sino que están comenzando a liderar la producción de éstos en la región Asia-Pacífico. Estas regiones ya han prospectado que para el periodo 2016-2024 se tendrá un incremento de 170 unidades con una su tasa de retorno de crecimiento anual de un 6.4% para finales de este periodo (PMR Analysis, 2016).

Como puede observarse, la versatilidad que tienen estos envases para mantener una gran diversidad de productos perecederos ha permitido que estos logren posicionarse como uno de los envases con mayor uso dentro de la cadena de proveeduría para la industria alimenticia. Y al igual que los envases PET, una vez que el producto ha sido consumido se vuelven residuo sólido urbano por lo que requieren condiciones de gestión similares para evitar problemas de salud pública, ambiental y económica; sin embargo, las condiciones de gestión son ineficientes provocando afectaciones en estos ámbitos.

Una de las principales problemáticas es la ambiental ya que para su fabricación requieren del uso de recursos naturales como los árboles para elaborar el cartón, el que proporciona consistencia y rigidez al envase; de hidrocarburos para la obtención de polietileno, elemento impermeabilizante; y de aluminio, material que impide la penetración del aire y la luz conservando mejor los alimentos (Tetra Pak, n.d.). De esta manera, la producción de dichos envases requiere de la tala de bosques; de la extracción de hidrocarburos altamente contaminante y costosa; y de un alto consumo energético para la obtención del aluminio. Estas acciones provocan deforestación, contaminación de cuerpos de agua, daño en ecosistemas y fluctuantes en el precio de compra de insumos para su producción. Aunado a lo anterior, al ser un RSU conlleva afectaciones de salud pública como generación de plagas como ratas y del tipo socioeconómico como obstrucción del alcantarillado y contaminación visual entre otras.

3.2 Características del reciclaje de los envases multicapa, dinámica global

A pesar de las implicaciones que se derivan de su fabricación los envases son 100% reciclables. Del reciclado se obtiene cartón y un aglomerado de poli aluminio (aluminio-polietileno) que sirven como insumo para otras cadenas productivas. Por ejemplo, el aluminio puede ser recuperado y utilizado para la industria metalúrgica, el polietileno sirve para aprovechamiento energético o para la elaboración de productos *commodities*, y el cartón sirve para la industria del papel, este mismo material puede ser reingresado a la fabricación de los envases multicapa (figura 7).

Figura 7. Diversificación de usos de los materiales obtenidos del reciclaje de los envases multicapa.



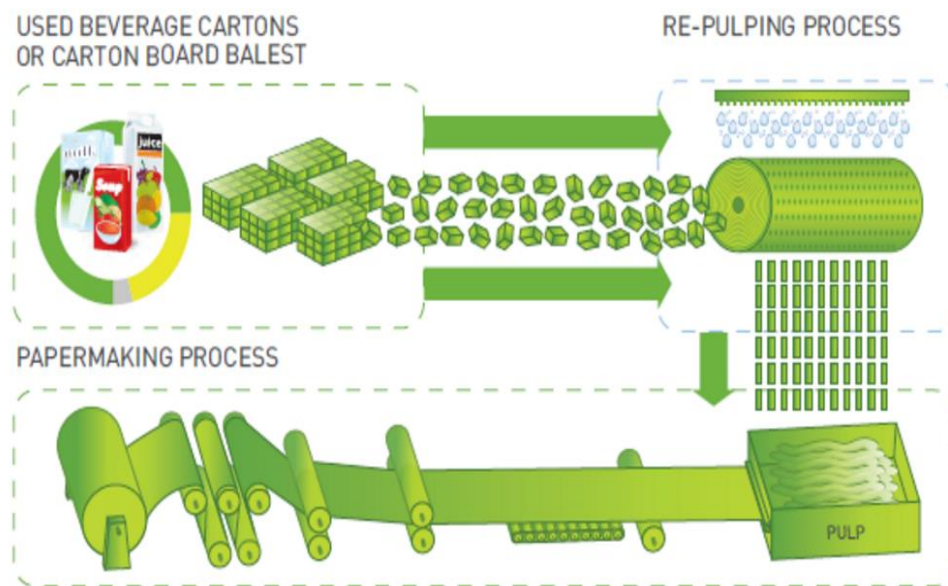
Fuente: Alliance for Beverage Cartons and Environment, UK, n.d.

El principal mecanismo de reciclaje para los envases es el de separación mecánica que consiste en triturar los envases hasta obtener un tamaño de partícula de entre 3 a 5 mm, de ahí se pasa a una etapa de reacción química para separar el cartón del aglomerado poli aluminio para después utilizar un molino de papel (*hydropulper*) donde se obtendrán fibras de pulpa de cartón, las cuales son utilizadas como insumo para productos de papel como cajas de cartón y diferentes acabados de papel (figura 8).

El remanente de aluminio y polímero, o mejor conocido como aglomerado de poli aluminio, puede ser utilizado como granza para fabricar diferentes objetos, desde pales de alta resistencia y valla de obra hasta objetos domésticos como cepillos y bandejas (Tetra Pak® España, n.d.); o bien, puede ser tratado por dos diferentes tecnologías disponibles; una se enfoca en la obtención del polietileno para reemplazar combustible fósil y del aluminio para evitar su extracción de la bauxita.

El otro método es la pirolisis donde los polímeros del remanente son utilizados como fuente de energía para recuperar el aluminio tipo mono fraccionado y ser usado en la manufactura para nuevos productos (SIG Combibloc, 2012).

Figura 8. Proceso de reciclaje mecánico de los envases multicapa.



Fuente: The Alliance for Beverage Cartons and Environment, UK, n.d.

Este mecanismo de re obtención de materiales permite minimizar la sobre explotación de los recursos naturales, lamentablemente las condiciones en infraestructura para la gestión, la incorrecta separación y el escaso conocimiento del consumidor en materia del potencial reciclable que tiene el residuo impiden que se incentive la demanda para el sector del reciclaje de estos envases.

No obstante, algunos países ya se han dado a la tarea de implementar estrategias para impulsar el reciclaje de los envases. Por ejemplo, en la Unión Europea se tiene una política llamada *Packaging and Packaging Waste Directive*, PPWD, (Empaquetado y orientación de residuos de empaque) que consiste en determinar medidas que logren prevenir o reducir el impacto de uso y consumo de los envases en el ambiente (ACE, n.d.).

También países miembros de la Unión Europea impulsan el sector del reciclaje; por ejemplo, Alemania cuenta con una planta de fabricación de papel reciclado de estos envases; en Barcelona, España existe una planta de reciclaje de aluminio que convierte el polietileno en energía para alimentar al propio molino, y la empresa Sonoco Alcore, es una planta del Reino Unido dedicada a la obtención de fibras para la elaboración de productos industriales como tubos, fibras textiles, papel, entre otros (ACE, n.d.).

Estas acciones han permitido que el porcentaje de reciclaje de los envases en Europa (EU-28, Noguera y Suiza) en 2013 haya alcanzado un 42%, representando un incremento del tres por ciento comparado con el año 2012 (ACE, 2014). Este porcentaje significó un 71% de aprovechamiento en obtención de materiales y recuperación energética de los envases (ACE, 2014).

De lo anterior se hace posible identificar los factores del sistema de innovación para el reciclaje de los envases multicapa (tabla 10)

Tabla 10. Reconocimiento de los factores de la dinámica sectorial de reciclaje de envases multicapa a nivel global.

Dimensión	Factores
Insumos y demanda con vínculos clave y complementariedades dinámicas	<ul style="list-style-type: none"> a) Existe un incremento en el uso y consumo de envases multicapa impulsando a regiones como Asia y el Pacífico a buscar estrategias de posicionamiento en el mercado. b) Existe una ineficiencia en los mecanismos de gestión de los RSU impidiendo una recolección y separación idónea del residuo.
Tecnología básica	<ul style="list-style-type: none"> a) Los métodos actuales para el reciclaje son poco efectivos por las condiciones de baja demanda del sector y de la falta de un reconocimiento del alto potencial reciclable de los envases.
Institucionalización (normas y reglas)	<ul style="list-style-type: none"> a) Existe una promoción regional o local del reciclaje de los envases a través de programas y políticas gubernamentales. b) Cambio de paradigma en la forma de producción de lineal a circular.
Conocimiento y procesos de aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> a) Reconocimiento y asimilación de la problemática del uso, consumo y del residuo es a nivel regional o local. b) Se impulsan oportunidades de negocio para los materiales reciclados.
Tipos y estructuras de interacciones entre firmas heterogéneas y organizaciones no empresariales	<ul style="list-style-type: none"> a) Existe una coordinación regional o local entre el sector industrial e institucional para articular estrategias sostenibles del reciclaje b) La participación ciudadana para la separación de los RSU es local.

Fuente: elaboración propia con base en ACE 2014.

En la tabla 10 es posible apreciar las condiciones en cuanto a producción masificada, de generación de residuos, en infraestructura para su gestión y de alternativas tecnológicas para su reciclaje son parecidas a las de los envases PET, sin embargo, las condiciones en cuanto a regulación y concientización sobre el reciclado son insuficientes disminuyendo su aprovechamiento.

3.3 Panorama en México: producción de envases, consumo y generación de residuos

De acuerdo con el departamento de Sergio Escalera, director de Medio Ambiente y Comunicación de Tetra Pak® Mx., México es el vigésimo país consumidor de leche blanca por persona ya que la demanda es de aproximadamente de 15 mil 600 millones de litros en productos lácteos, de los cuales 7 mil millones corresponden a productos lácteos líquidos, es decir, en promedio el consumo de productos líquidos por persona es de 53.9 litros (É Packaging, 2012).

Lo anterior puede representar una aproximación de la cantidad de envases generados como residuo, al considerar que si el consumo per cápita anual es de 53.9 litros de leche y al tomar en cuenta que el volumen estándar de un envase es de un litro, se han generado anualmente 6 mil 442 millones 270 mil 587 de envases en los últimos tres años; sin embargo esta somera aproximación está por incrementarse en los próximos años ya que en 2011, en palabras de Aldo Ferrer, Director General de Tetra Pak® Mx., declaró en entrevista a la revista Expansión que el consumo de leche ultra pasteurizada en la próxima década tendrá un incremento del 80 % haciendo que la industria lechera demande más envases multicapa (Expansión, 2011).

Estas proyecciones sobre la demanda en el uso y consumo de productos lecheros y lácteos obligan a visualizar no sólo el mercado del bienestar y comodidad para el consumidor sino en el post consumo, es decir, en las condiciones en infraestructura para la correcta gestión del residuo.

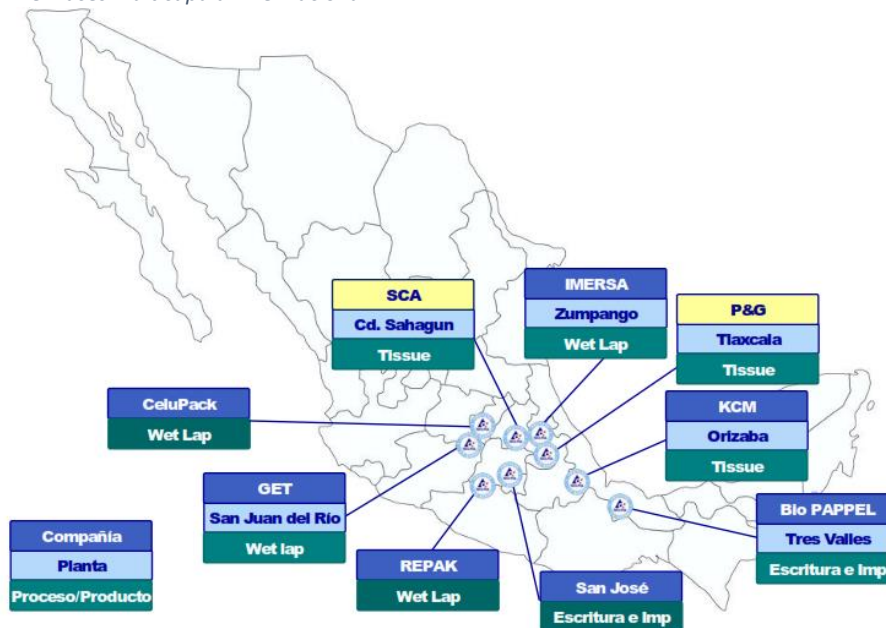
Estos residuos se gestionan de la misma manera que los envases PET (ver figura 6. Representación del sistema de gestión integral de residuos sólidos en México), sin embargo, gran porcentaje del consumidor mexicano no tiene conocimiento de que este residuo es 100% reciclable, por lo que la gran mayoría de los consumidores lo depositan con los residuos inorgánicos, impidiéndose una recolección formal e informal separada del material y gran porcentaje de su generación es confinado en algún sitio de disposición final.

3.4 Características del reciclaje de los envases multicapa en México

Los envases multicapa tienen un alto valor agregado como los envases PET o el vidrio o el cartón, sin embargo, no han obtenido un éxito apreciable en el país, por lo que es pertinente cuestionar ¿cuáles son sus condiciones sectoriales?

En México existen alrededor de 10 empresas recicladoras que realizan el proceso mecánico (*open-loop*) de obtención de pulpa de papel y aglomerado de poli aluminio previamente descrito (ver figura 8. Proceso de reciclaje mecánico de los envases multicapa). Estas empresas se encuentran ubicadas en la zona bajo y centro del país (figura 9). Su ubicación geográfica favorece la recolección de residuos ya que son zonas de alta actividad industrial y social.

Figura 9. Representación de la distribución geográfica de las recicladoras de envases multicapa a nivel nacional.



Fuente: Tetra Pak®, 2011.

Empero, la demanda sectorial no se ha visto favorecida por varias razones. En primera instancia, al contar con una infraestructura ineficiente, la gestión del material es inadecuada provocando grandes pérdidas de insumos para la industria del reciclaje. Del mismo modo, las condiciones de acopio son malas; de acuerdo con la SEMARNAT (2010) existen seis centros de acopio especializados con registro: Ecomóvil; Reciclaje industrial Flores; Recupera® Centros de Reciclaje; The Junior League of Mexico City; Repak y Fabricación de Papel San José, S.A. de C.V., y en varias tiendas Superama de la Ciudad de México hay depósitos para estos envases (Hecho verde, 2010). Estas condiciones hacen poco lucrativa la actividad del reciclaje.

En segunda instancia, a pesar de que les son aplicables las mismas condiciones de normatividad (ver tabla 7. Marco institucional en materia de residuos en México), no habían sido reconocidos como materiales valorizables sino hasta el año 2013. Año de creación de la norma “NOM-161-SEMARNAT-2011” que establece criterios de clasificación para los Residuos de Manejo Especial y RME. Esta norma obliga a los grandes generadores de RME y RSU como los productores, importadores, exportadores y distribuidores de productos *commodities* a establecer los mecanismos para el control y generación de residuos (recimex®, 2013), pero como la norma es de recién aprobación, las empresas tienen que definir y plantear el plan de manejo adecuado, por lo que podría llevar algunos años implementarse de manera integral en todos los sectores generadores de residuos.

Como se ha mencionado previamente, las condiciones de participación ciudadana en la clasificación y manejo de los RSU es escasa y limitada, si se le agrega el factor desconocimiento del reciclaje y falta de incentivos para el acopio, el consumidor no tiene mayor interés en darle una separación adecuada.

Con estas condiciones sectoriales los resultados son escasos y de poco impacto. Muestra de ello son las 20 mil toneladas de envases que fueron reciclados en el año 2014, esta cifra representa cerca del 26% de la producción total anual de envases multicapa de Tetra Pak® Mx., (Manufactura, 2015).

Con lo anterior se hacen posible identificar con facilidad los factores que intervienen en la dinámica del reciclaje de estos envases multicapa (tabla 11).

Tabla 11. Reconocimiento de los factores condicionantes del reciclaje de envases multicapa en México.

Dimensión	Factores
Insumos y demanda con vínculos clave y complementariedades dinámicas	a) La infraestructura del sistema de gestión de RSU es insuficiente. b) No existe infraestructura suficiente de centros de acopio especializados.
Tecnología básica	a) El método para el reciclado es el mecánico. b) Las empresas recicladoras están concentradas en la zona bajo del país.
Institucionalización (normas y reglas)	a) Falta de programas gestión de los RSU en los municipios. b) No existe un mecanismo regulatorio específico para el tratamiento especializado del envase. b) Son escasos los programas de sensibilización ciudadana para la separación del residuo.
Conocimiento y procesos de aprendizaje	a) La mayoría de las entidades municipales carecen de una infraestructura para la gestión de los RSU. b) Se presenta un déficit de conocimiento en los municipios de la gestión de los RSU. c) No se fomenta la educación ambiental y la capacitación de personal en relación a la gestión y manejo de RSU.
Tipos y estructuras de interacciones entre firmas heterogéneas y organizaciones no empresariales	a) Existe escasa participación del sector industrial, gubernamental y social

Fuente: elaboración propia con base en Tetra Pak 2011; SEMARNAT, 2010.

La tabla 11 evidencia que existe una falta de:

- Incentivos para el acopio
- Normatividad rigurosa y especializada para el tratamiento de estos envases
- Sensibilización social para lograr un acopio desde la fuente

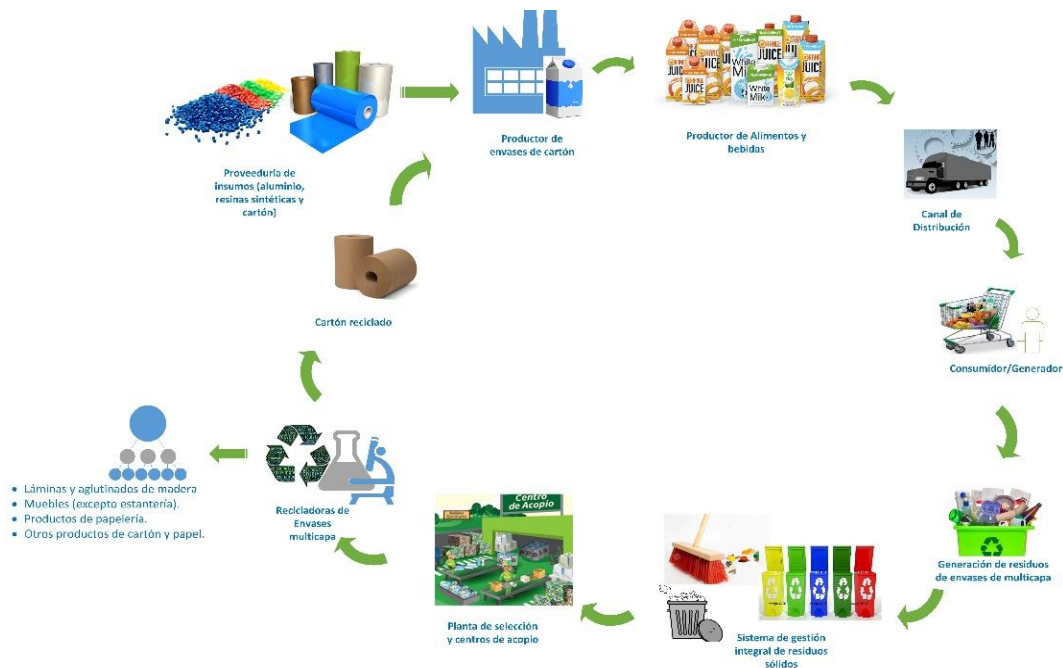
Así, se hace pertinente comparar el modelo de Ecología Industrial de los envases PET con el de los envases multicapa con el objetivo de identificar qué, quiénes y cómo intervendrían los agentes para lograr un esquema de Ecología Industrial exitoso como el de los envases PET.

3.5 Esquema de Ecología Industrial para el reciclaje de los envases multicapa

Para identificar las interrelaciones de mercado y de no mercado es preciso iniciar con la identificación de los agentes involucrados dentro de la cadena productiva de fabricación de envases multicapa. Ésta inicia con el sistema de proveeduría de resinas sintéticas, del aluminio y del cartón para que las empresas productoras de envases de cartón como Tetra Pak, SIG Combibloc y Elopak, entre otras, fabriquen los envases. Una vez fabricados son provistos como insumo a la industria alimenticia (como Alpura, Lala, Nestlé y Jugos del Valle, entre otros) para formar parte de esa cadena productiva. Al finalizar el proceso de elaboración de alimentos y bebidas, éstos se envían a venta por diferentes canales de distribución para que sean adquiridos y consumidos por el cliente final. Una vez que el consumidor ingirió el producto, el envase es categorizado como RSU. Como es un material valorizable el siguiente paso es el acopio.

Los envases son acopiados a través de los mismos tres mecanismos de recolección de los envases PET, el sistema de gestión de residuos; la separación desde la fuente, o bien, por recolección informal (la pepena). Finalmente al ser recolectados son direccionados a las recicladoras donde se procesan para la obtención de pulpa de papel y aglomerado de poli aluminio (figura 10⁶).

Figura 10. Esquema representativo de la cadena productiva de la fabricación de envases multicapa.



Fuente: elaboración propia con base en Tetra Pak, n.d.

⁶ Los agentes e interrelaciones que se establecen dentro del esquema representativo de la cadena productiva de la fabricación de envases multicapa se describirán en el Anexo 2.

En la figura 10 puede apreciarse la forma en la que los envases multicapa se producen, distribuyen y finalmente se convierten en residuo. De esta figura pueden apreciarse cuatro principales procesos que impulsan la cadena productiva y donde se requiere una articulación cooperativa entre agentes para la gestión de los residuos. Éstas son: la producción de envases multicapa, la generación de residuos, el acopio y el reciclaje.

Así, para la elaboración de envases intervienen empresas como Tetra Pak®; SIG Combibloc® y Elopak® que darán el envase como insumo a empresas del sector alimenticio como Alpura®, Neslé® y Santa Clara®, entre otras y que del mismo modo que Coca-Cola, Arca Continental y Bepensa, estas empresas deben cumplir con la normatividad en eficiencia ambiental e involucramiento sobre la generación de residuos derivada del consumo, operación y mantenimiento de las actividades industriales, comerciales y de servicios (NOM-161-SEMARNAT-2011).

La generación de residuos se produce del consumo de los alimentos y bebidas empaquetados, por lo que consumidor es el agente que intensifica la generación por lo que requiere de un sistema óptimo de gestión de recolección y herramientas de sensibilización y concientización en materia de separación y clasificación de los materiales valorizables.

Del acopio se obtiene el residuo con valor económico para ser ingresado como materia prima al reciclaje, y el reciclaje le confiere características particulares al material para ser utilizado como materia prima a diferentes procesos productivos.

Este es un proceso clave porque puede hacer que el material reingrese a la cadena de producción de los envases, también incentiva una demanda constante del residuo, a través de la correcta articulación entre el acopio y la recolección, y a su vez minimiza el volumen de residuos que pueden ser confinados en sitios de disposición final.

De los procesos descritos se identifica que las empresas fabricantes de envases de cartón, Junior League México, el consumidor, SEMARNAT y empresas recicladoras son los agentes clave para la interrelación dentro del esquema de Ecología Industrial y ¿cuáles son las características que los hacen ser agentes clave?

Como primer agente identificado es Tetra Pak®, ya que es la empresa líder a nivel global en la fabricación de envases multicapa (Business Wire, 2014). Junior League por su parte, es una organización no lucrativa enfocada en diseñar proyectos y programas que resuelvan las problemáticas de la comunidad mexicana con la finalidad de contribuir a solucionar necesidades específicas, administrándolos hasta que se consoliden y entregándolos a la comunidad, para reiniciar así nuevos proyectos (Junior League, n.d.).

El consumidor es el generador de los RSU por lo que debe tener conocimiento sobre la valorización de los materiales de aprovechamiento potencial. Por su parte la SEMARNAT es la organización que lidera temáticas de control de la contaminación, por lo que su participación ante la gestión integral de los RSU se hace relevante. Finalmente las recicladoras son las que obtienen el residuo para producir el laminado y celulosa para papel.

Estos agentes dentro de la cadena productiva están enfocados en obtener:

- Compromiso y responsabilidad empresarial
- Coadyuvar a la prevención, minimización y control del residuo
- Buscar oportunidades de mercado en otros sectores industriales para el aprovechamiento de los materiales reciclados

Estos puntos muestran que tanto las condiciones sectoriales como los principios de promoción y competitividad de los agentes involucrados en la cadena de los envases multicapa son similares con el contexto sectorial de los envases PET; de esta manera es posible plantear el mismo esquema de interrelaciones de mercado y de no mercado con el objetivo de identificar aquellos elementos que impulsan o impiden que el esquema de Ecología Industrial sea exitoso para los envases multicapa.

3.5.1 Identificación y análisis de las interrelaciones de mercado para la dinamización del esquema de Ecología Industrial

Con los elementos previamente descritos a lo largo de este capítulo es viable realizar un análisis comparativo de los agentes que intervienen dentro de la cadena productiva de los envases multicapa y PET. Para ello se plantea una tabla comparativa (12) con las interrelaciones de mercado.

Tabla 12. Comparativo de los agentes que intervienen en las interrelaciones de mercado entre la cadena productiva de los envases PET y multicapa.

Interrelación de mercado	Categoría	Cadena productiva de envases PET	Cadena productiva de envases multicapa
Nodos	Energía y materiales de entrada	● Productor de resina sintética Productor de botellas y preformas Recicladoras	● Proveeduría de insumos Fabricadoras de envases de cartón Recicladoras
	Desperdicio y emisiones de salida	● Consumidor Productor de resina sintética Productor de botellas y preformas Embotelladoras Recicladoras	● Consumidor Proveeduría de insumos Fabricadoras de envases de cartón Industria alimenticia Recicladoras
Relación	Espacio-tiempo	● Todos los agentes involucrados	● Todos los agentes involucrados
	diádicas	● Coca-Cola	● Tetra Pak®
	Sector	● Petroquímico Alimenticio Reciclaje	● Petroquímico Celulosa (cartón) Alimenticio Reciclaje Meta mecánico
	Contratación	● Coca-Cola PetStar ECOCE	● Tetra Pak® Recicladoras Junior League Mx.
Interacción	Compras	● Consumidor Centros de acopio Recicladoras	● Consumidor Centros de acopio Recicladoras
	Actor constelación	● ECOCE	● Junior League Mx.
	Comunicación personal	● ECOCE-consumidor	● Junior League Mx.-consumidor
Transferencia	Flujo de materiales	● Centros de acopio Recicladoras	● Centros de acopio Recicladoras
	Pagos	● Todos los agentes involucrados	● Todos los agentes involucrados

Fuente: elaboración propia con base en ECOCE, 2015; Junior League, 2011.

Nota: el círculo verde indica que cada categoría tiene los agentes para interrelacionarse; el círculo amarillo indica que faltan agentes o no están desempeñándose de la forma correcta para establecer las interrelaciones; y el círculo rojo indica simplemente que no existen agentes para establecer las interrelaciones.

Para los envases multicapa Tetra Pak® Mx., es el único agente empoderado en toda la cadena productiva ya que esta empresa que tiene más del 70% del mercado como productor de estos envases en el país, convirtiéndose en el principal socio para impulsar el acopio y reciclaje. La empresa no se ha visto incentivada para impulsar estos dos mecanismos ya que los factores sectoriales (ver tabla 11. Reconocimiento de los factores condicionantes del reciclaje de envases multicapa en México) limitan un mercado estable para los materiales reciclables.

El reciclaje a su vez, se ve limitado porque no hay insumos debido a la falta de infraestructura y de centros de acopio para la recolección masiva de estos envases. El primer factor está ligado principalmente con la SEMARNAT quien es la instancia encargada del manejo de recursos para la gestión de los RSU y de fomentar, a través de la LGPGIR y de las normas mexicanas, planes y programas de manejo y de concientización para los residuos. Sin estos elementos se favorece la ausencia de centros de acopio para su recolección.

No obstante, para impulsar el acopio masivo, Junior League México creó un programa denominado “Reciclable por naturaleza” que consistió en dar pláticas a las comunidades escolares (estudiantes, docentes y padres de familia) sobre la separación de residuos y se enfocaron en la separación y acopio de los envases multicapa.

La organización comenzó a operar el acopio a través de las escuelas que recibían los envases provenientes de los hogares y con apoyo de la delegación Miguel Hidalgo quien proporcionó un vehículo para la recolección de los envases y un espacio para el almacenamiento y formación de pacas y Tetra Pak® Mx., brindó financiamiento para la operación del programa (compactadora y personal); de esta manera las pacas eran proveídas a una planta de reciclaje en Querétaro (Tapia, 2015). Sin embargo, el programa tuvo varias problemáticas de operatividad; en primer lugar el costo de operación y mantenimiento para Junior League Mx., y para la recicladora eran altos ya que las condiciones en proveeduría y de mercado para los materiales reciclables eran escasas, por lo que la recicladora dejó de comprar el insumo a la organización.

A la par de este evento, Tetra Pak® crea su propia planta de reciclaje llamada Repak en Lerma y es quien comienza a comprar las pacas de la organización, pero las condiciones en logística seguían siendo insuficientes y Repak decide dejar de comprar, sin embargo, la recicladora vincula a Junior League Mx., con Fábrica de papel San José para que sea ésta quien compre las pacas. La organización comienza a buscar nuevos mecanismo de acopio y financiamiento y logra establecer un convenio para colocar contenedores especializados en diversas cadenas de autoservicio (Tapia, 2015).

La iniciativa y las prácticas de recolección produjeron efectos benéficos en ahorro de recursos. Durante la iniciativa se evitó la tala de aproximadamente 42 mil 500 árboles y se fabricaron alrededor de 312 millones 500 mil hojas de papel tamaño carta de 150g (Junior League of Mexico, 2011). A pesar de este gran impacto positivo en lo ambiental, económico y social el programa dejó de operar en junio de 2013.

Varias fueron las causas que propiciaron esta decisión. La primera fue que la organización comenzó a tener pérdidas del material porque los trabajadores de servicio de limpieza de las escuelas sustraían los envases de los contenedores y los vendían a centros de acopio, otra causa fue que la gente colocaba basura dentro de los contenedores dispuestos en las tiendas de autoservicio provocando contaminación de los envases (Tapia, 2015).

Otra causa fue la reforma educativa; la educación informal se limitó y organizaciones que desearan generar proyectos con las escuelas debían obtener un permiso avalado por la Secretaría de Educación Pública, SEP. Por otra parte el apoyo delegacional, sobre el préstamo de vehículos para la recolección de los envases, le fue retirado poco a poco a la organización lo que impidió retraso en la ruta de recolección (Tapia, 2015).

Las causas de índole económicas encabezaron el deterioro de la operatividad del programa, es decir, el pago de compra de los envases se veía retrasado porque la recicladora carecía de un suministro constante y de gran volumen para su producción, esto generaba retraso en los pagos de nómina del personal y retrasaba la ruta de recolección de los envases. Por último, Junior League Mx., no logró mantener el financiamiento brindado por Tetra Pak®, a pesar de que promovió el programa a empresas envasadoras como Grupo Jumex®, La Costeña® y Grupo Herdez, entre otras, para buscar financiamiento, las empresas no vieron beneficio para patrocinar al programa (Tapia, 2015).

Junior League Mx., logró ser el agente más importante dentro de toda la cadena productiva no sólo para abastecer de material de entrada a las recicladoras sino para establecer alianzas, niveles de involucramiento y sensibilización en el ámbito social, institucional e industrial; sin embargo, a pesar de que logró lidiar con algunos de los factores sectoriales y superó algunos otros para incentivar y crear mercado para los materiales reciclables, tampoco logró masificar el programa a nivel nacional; entonces, ¿qué requería la organización para establecer y mantener aquellas interrelaciones de mercado para el éxito del esquema de Ecología Industrial?

Junior League Mx., a través de su esquema de acopio encontró la forma de afrontar la escasez de insumos para el reciclaje de los envases y logró la apertura de mercado para los materiales reciclables, pero, necesitaba fortalecer la relación diádica con Tetra PaK®, con las recicladoras y potenciar relaciones de esta naturaleza con otras empresas, a fin de adquirir conocimiento técnico e involucramiento dentro de la cadena productiva de los envases multicapa.

La organización consiguió establecer alianzas entre el ámbito productivo e institucional para promover e implementar un programa integral para la concientización sobre la separación y aprovechamiento de los envases y obtuvo un acercamiento interpersonal con el consumidor, sin embargo, no desempeñó su rol como actor constelación, es decir, la organización era el elemento clave para que los agentes dentro de la cadena reconocieran de forma intuitiva y natural la situación de la mala gestión del residuo y la falta de aprovechamiento de éste para uso productivo, así mismo, tenía que hacer que vislumbraran el programa como parte de una solución integral a la problemática ambiental, económica, social y productiva que generan las malas condiciones de gestión de estos envases.

Como resultado del trabajo de la organización creó un acercamiento con el consumidor, las recicladoras, con las instituciones gubernamentales y los centros de acopio, sin embargo no logró interrelacionar a ninguno de estos agentes (figura 11).

Figura 11. Esquema de Ecología Industrial de los envases multicapa en México.



Fuente: elaboración propia con base en Junior League, 2011.

Nota: las flechas verdes indican la interdependencia del actor constelación, en este caso Junior League Mx., con los otros agentes; la morada, las instituciones gubernamentales; las grises, el sistema de gestión de residuos; la amarilla indica la interrelación de no mercado que tiene Tetra Pak con Junior League; y la rosa indica la interrelación de mercado que tienen Tetra Pak con el consumidor.

Entonces, Junior League Mx., necesitaba:

- Fortalecimiento de las relaciones diádicas establecidas y crear otras
- Dominio del conocimiento involucrado dentro de la cadena productiva de los envases multicapa
- Desempeñar el rol como actor constelación

3.5.2 Identificación y análisis de interrelaciones de no mercado para la dinamización de Ecología Industrial





Como se ha podido observar existen agentes principales y un actor constelación para lograr un esquema de Ecología Industrial exitoso. En el caso de los esquemas planteados, el agente principal para los envases PET han sido los grupos embotelladores y el actor constelación ha sido ECOCE y para los envases multicapa ha sido Tetra Pak® Mx., y Junior League Mx., respectivamente. Es por eso que ECOCE y Junior League Mx., deben caracterizarse con una forma organizacional (cultura y capacidades de absorción) que les permitan: a) generar estrategias para establecer y dinamizar interrelaciones de mercado provechosas a todos los agentes del ecosistema industrial; b) flexibilidad para adaptarse de forma rápida a los cambios exógenos y endógenos dentro del mismo ecosistema y c) tener un cierto grado de resiliencia para afrontar los estímulos de los factores sectoriales y dar solución rápida para mantener el funcionamiento de la red simbiótica, para así impulsar las interrelaciones de no mercado.

Para realizar un análisis de las interrelaciones de no mercado dentro de la cadena productiva de los envases multicapa es pertinente ahondar sobre las acciones que ha desarrollado ECOCE que la han llevado al éxito, a través de su modelo de negocio, como actor constelación para la red simbiótica de los envases PET. Recordando que el modelo de ECOCE se basa en:

- Controlar las rutinas y procesos de aprendizaje de los agentes involucrados
- Impulsar proyectos que contribuyan a dar solución a los costos económicos y ambientales de las empresas
- Impulsar la actividad tecnológica del reciclaje
- Incidencia y participación en la formulación de políticas gubernamentales para mejorar el sistema de gestión de RSU

Para evidenciar dichas acciones, a continuación se presenta la tabla 13 que identifica, en función de los indicadores del aprendizaje de alto orden (ver figura 2. Esquema de la conformación de los niveles de conocimiento que desencadenan la dinámica del aprendizaje de alto orden) las acciones concretas que realizó ECOCE para lograr la operatividad de su modelo de negocio. A la par, en la misma tabla (13) se indica lo que realizó Junior League Mx., con el fin de facilitar el análisis comparativo entre ambas organizaciones.

Tabla 13. Comparativo de aprendizaje de alto orden entre ECOCE vs Junior League of Mexico City.

Nivel	Indicadores	Aprendizaje de alto orden	
		ECOCE (envases PET)	Junior League Mx. (envases multicapa)
Co-ideación	Ideas para servir a stakeholder	Ahorro económico en la compra de materiales Mejoramiento de la imagen corporativa Impulso a la responsabilidad empresarial	Ahorro económico en la compra de materiales
	Ideas de negocio	Programa de acopio institucional Programa de acopio social	Programa reciclable por naturaleza
	Ideas producto/Servicio	Material virgen para la industrial del reciclaje de envases Masificación del acopio a través de la contribución social	
Co-innovación	Equipos de innovación formales e informales	Familias Alumnos Escuelas Sociedad Corporativos y plantas de los asociados	Familias Alumnos Escuelas
	Proyectos de innovación	“Econectadora”: Máquina diseñada para fomentar el cuidado del ambiente	
	Ganancias	en el año 2015 se recolectaron 4,021,715 Kg de envases PET	Recolección de 87,500 millones de envases 82 millones 500 mil envases se reciclaron
Co-institucionalización	Campañas publicitarias	Ferias Redes sociales Eventos deportivos y carreras	
	Joint ventures	Programa ECO-Rescates, entre ECOCE y entidades de gobierno Programa ECO-RETO, entre ECOCE y escuelas	
	Financiamientos y normas	SMA-PMRS-ECO-11-REPLAST-008	

Fuente: elaboración propia con base en Bossink, 2012; ECOCE, 2015; Junior League, 2011.

Nota: el círculo rojo indica que no se desarrollaron estrategias y/o actividades para el fortalecimiento de los niveles de aprendizaje de alto orden.

La tabla (13) muestra las actividades específicas que ha hecho cada organización para lograr la permanencia de la red simbiótica. Para el desarrollo de proyectos ambientales ECOCE buscó la forma de atraer a otras empresas a colaborar y fue a través de la presentación de un esquema de ahorro de recursos económicos y de mejoramiento de la imagen empresarial. Este esquema se basó en la formación del programa de acopio institucional y social y con la creación de acciones que promovieran la reducción de emisiones y de aprovechamiento eficiente de los recursos naturales. El primer esquema consistió en el acopio en instituciones, oficinas de gobierno y privadas y universidades. En estas se realiza la sensibilización del personal y miembros de las instituciones respecto al manejo de los residuos y se instalan contenedores especializados para la separación selectiva facilitando el acopio (ECOCE, 2015). Las instituciones participantes son los corporativos y plantas de los asociados, el Senado de la República, hospitales, bancos, museos, universidades, deportivos y centros de seguridad social, dependencias de gobierno y zoológicos (ECOCE, 2015). El acopio social se basa en recolectar envases en corredores de comunidades de alta marginación y pobreza, intercambiándolos por productos de consumo básico. Este programa busca certificar la responsabilidad social empresaria (ECOCE, 2015).

De esta forma ECOCE permite un flujo constante de materiales para el reciclaje; evita que el material no se mezcle con otros residuos; amplía el rango geográfico de rutas de recolección y genera un beneficio económico y social.

El segundo esquema está basado en el mejoramiento de la imagen empresarial, ECOCE tiene un programa de acciones de Responsabilidad Social Empresarial donde las empresas asociadas a ésta, participan de manera activa en el desarrollo social, económico y ambiental, por medio del fomento a la concientización en el cuidado del medio ambiente entre sus colaboradores y las comunidades donde operan; es decir, desarrollan procesos que hacen eficiente el consumo de recursos naturales, implementan estrategias para la reducción de contaminantes y reciclaje de los residuos y emplean procesos de reutilización de agua para sus productos y procesos. También desarrollan e implementan tecnologías para hacer un uso eficiente de la energía y reducir las emisiones de CO₂ e impulsan proyectos de Responsabilidad Social Empresarial en materia ambiental, entre otros (ECOCE, 2014).

Como ejemplo Coca Cola Femsa tiene como línea una acción estrategias de sustentabilidad, la cuales consisten en; a) llevar a cabo proyectos de reutilización y reciclaje e incremento en la eficiencia del uso del agua en los procesos de producción; b) realiza acciones para la conservación de cuencas hidrológicas y generación de cultura de cuidado del agua; c) realiza estrategias de mejora en la eficiencia energética en los procesos de operación y transporte; e d) impulsa la reducción de materiales utilizados en empaque, embalaje y envases en sus productos (ECOCE, 2014).

Por su parte Jugos del Valle tiene tienen como línea de acción el cuidado del ambiente a través de la educación ecológica con un programa de cuidado ambiental que abarca: reducción, prevención de pérdidas, recuperación y optimización en el uso del agua. A su vez, busca incrementar la eficiencia en el uso de energía en todos sus procesos; realiza la separación y acopio de los residuos que genera; y reduce las emisiones de CO₂ mediante el uso de su propio parque eólico (ECOCE, 2014).

Otro elemento importante son las certificaciones que tienen las empresas, por ejemplo Bepensa además de realizar acciones para la minimización del impacto ambiental generado por sus procesos de producción, la empresa está certificada en ISO 9001:2008, OHSAS 18001:2008; ISO 14001:2004; FSSC 22000:2010. Corporación del Fuerte, Grupo embotellador de Coca Cola cuenta con certificado de producción más limpia (PROFEPA) y con la ISO 14001, entre otras (ECOCE, 2014).

Del mismo modo Bepensa, Bonafont, Jumex, Grupo Peñafiel y otras empresas asociadas a la organización (tabla 14) realizan acciones enfocadas al cuidado del agua, la reforestación, el aprovechamiento de recursos energéticos e hídricos y cumplen con la normatividad en materia ambiental (ECOCE, 2014).

Tabla 14. Acciones de realizan las empresas para ser miembros de ECOCE.

Empresa	Línea de acción	Acciones
Corporación del Fuerte, Grupo embotellador de Coca-Cola	Incorporar la sustentabilidad como estrategia de negocio	<ul style="list-style-type: none"> i) Reducción de agua en los procesos de operación, y de recuperación reutilización y tratamiento de agua ii) Iniciativa de limpieza de cuerpos de agua ii) Reducción de emisiones por litro de bebida producida iii) Implementación de prácticas de eficiencia energética iv) Instalación de planta de energía solar para autoabastecimiento v) Programas de reforestación y Ex Ambiente i) Certificaciones como industria limpia (PROFEPA), ISO 14001, entre otras
RICA; Revive; Misión de Doña Margarita A.C: Gepp	Apoyo social y sustentable	<ul style="list-style-type: none"> i) Limpieza de cuerpos de agua, jornadas de reforestación y cosecha de agua y participación en el programa “hora planeta” ii) Fabricación de empaques sustentables (uso de resina reciclada) iii) Programa de recuperación de envases PET
	Compromiso ambiental	<ul style="list-style-type: none"> i) Mejoramiento en la eficiencia en el uso del agua ii) Reducción de emisiones de CO₂ iii) Optimización de recursos en materias primas y uso de resina reciclada iv) Recuperación de residuos de los envases pos-consumo (PET, vidrio, lata, cartón, plásticos de alta y baja densidad) v) Cumplimiento con la normatividad ambiental
JUMEX	Conservación de los ecosistemas	<ul style="list-style-type: none"> i) Desarrollo de proyectos de ahorro (colaboración con los proveedores de materias primas y servicios) ii) Desarrollo de proyectos para la óptima utilización de los recursos naturales iii) Implementación de proyecto de cogeneración que permite usar el biogás producido en la planta de tratamiento de aguas residuales iv) Implementación de programas de reciclaje (cartón, plásticos, aluminio, hoja de madera y de lata) v) La empresa cuenta con la certificación de Industria limpia, un programa de sistema de gestión ambiental interno ayudando a mejorar el uso de los recursos no renovables, así como la energía.

Fuente: Báez, 2015.

La tabla 14 enlista las acciones que realizan las empresas para hacer más eficiente el uso de recursos para la producción propiciando una minimización de costos de operación en el largo plazo y con sus actividades de participación y educación ciudadana, las empresas mejoraran su imagen empresarial siendo socialmente responsables.

En cambio, el impacto de Junior League Mx., no fue el esperado. Esta organización implementó un esquema similar de acopio institucional únicamente con las escuelas y posteriormente en las tiendas de autoservicio, en estos espacios no logró el impacto de acopio esperado ya que el programa de sensibilización no se implementaba en estos lugares por lo que se perdía material potencial para venderlo a las recicladoras y tampoco consiguió que estos espacios se interesaran por ampliar otras estrategias para masificar el acopio de los envases.

A pesar de que ambas organizaciones tienen por producto y servicio final la obtención de material virgen para la industria del reciclaje y la masificación del acopio a través de la contribución social, Junior League Mx., no tuvo los elementos (líder, emprendedor y campeón) adecuados para crear estrategias o ideas adaptables al contexto sectorial y mantener la permanencia del programa e impactar en el ámbito social e industrial.

Otro aspecto relevante de ECOCE fue la facilidad para el control de las rutinas y procesos de aprendizaje de los agentes. ECOCE conformó equipos de trabajo formal e informal con los estudiantes, trabajadores, familias completas, y sociedad en general, al masificar acciones del cuidado del ambiente y hacer que la sociedad contribuyera al separar y acopiar los envases PET.

De esta manera la inclusión de la sociedad implica observar cómo los consumidores perciben el reciclaje. En buena medida el éxito de tales modelos depende del grado de participación y conocimiento por parte de los consumidores.

Para apreciarse mejor se realizó una encuesta a 270 consumidores distribuidos en las diferentes delegaciones de la Ciudad de México. El objetivo de la encuesta fue comprobar la hipótesis de que las estrategias de aprendizaje de alto orden de ECOCE han facilitado un estado de conciencia masiva para el uso y aprovechamiento de los materiales valorizables y la inclusión de la participación activa de la ciudadanía para la separación adecuada de estos materiales.

El criterio de selección se realizó de la siguiente manera: se identificaron aquellas delegaciones con mayor generación de residuos y cierto grado de conocimiento en relación a la gestión de los mismos (Ver tabla 18. Indicadores de generación y manejo de residuos sólidos urbanos en la Ciudad de México al año 2013, en el Anexo 3).

Las delegaciones seleccionadas fueron Iztapalapa, Cuauhtémoc y Gustavo A. Madero; en estas mismas se presenta un flujo de masa laboral que vive en la zona metropolitana, por lo que también fueron considerados consumidores de esta región. Además, se estableció que el encuestado estuviera entre un rango de 13 a 80 años de edad, ya que es la población con mayor conocimiento en el consumo de alimentos empaquetados.

El cuestionario se dividió en tres categorías: i) separación; ii) participación y iii) simplicidad de reciclaje, con reactivos de opción múltiple y preguntas abiertas. La encuesta consistió en identificar el comportamiento que tiene el consumidor en relación al conocimiento, sensibilización y la facilidad para lograr una separación y acopio exitoso de los envases PET y multicapa.

Es importante mencionar que los resultados de este trabajo de campo son un indicativo de las tendencias de separación de los residuos valorizables, es decir, se busca hacer relevante el papel de los consumidores para la operación eficaz del esquema de Ecología Industrial.

Los resultados fueron los siguientes: de los 270 consumidores encuestados el 100% sabe que la basura es un problema que provoca contaminación, genera focos de infección y obstruye el alcantarillado generando inundaciones y plagas, por lo que puede aseverarse que la población tiene conciencia de que hay residuos que pueden y deben ser separados como el PET, el vidrio y las latas.

En el tema de separación, el 50% de los consumidores indicó que separa el PET, es decir, sabe que este residuo tiene potencial reciclable y reutilizable y es consciente que puede separarlo en casa o en sitios públicos y confinarlos ya sea en los camiones recolectores, en los contenedores especializados o llevarlos a un centro de acopio donde recibirán una remuneración económica por ello y la gran mayoría, el 68.26%, decide llevar los envases PET separados al camión de la basura.

El nivel de conocimiento sobre su potencial de uso y reciclado es tal que 85 consumidores (35.95%) sabe que el PET es un material que puede ser utilizado para la industria textil, para la fabricación de botellas reciclables y para la elaboración de plásticos en post consumo y únicamente el 17% de los encuestadores, desconocen qué es el PET y los otros usos que puede tener en post consumo.

Por su parte, la percepción sobre separación y reciclaje de los envases multicapa no se reconoció. La mayoría del consumidor encuestado, el 87.39% no separa estos envases, únicamente los coloca junto con los residuos inorgánicos y sólo el 6.52%, lo separa de forma especializada. Estos consumidores lo separan en casa y lo llevan a algún centro de acopio cerca de su lugar de trabajo para su venta.

Otro aspecto importante de apreciar es la falta de centros de acopio para estos residuos. Sólo el 6.52%, las delegaciones que cuentan con algún centro de acopio especializado. Las delegaciones que destacaron fueron Azcapotzalco, Cuauhtémoc e Iztapalapa; y en los municipios del Estado de México se identificó que hay más centros de acopio para su venta (el 33.33% del total de los consumidores que separan los envases multicapa).

Con este contexto puede apreciarse que el consumidor tiene pleno conocimiento de que el PET generan un beneficio, ya sea comunitario, de limpieza, económico o ambiental, al disponer del material para su reúso y cuidar el ambiente generando menos contaminación.

Es importante recalcar que los programas de ECOCE no son los únicos que generan impacto, En la Ciudad de México se implementan planes de manejo en colaboración con el sector privado para la gestión de este tipo de residuos, es decir, de aquellos residuos que se generan en altos volúmenes o con alto potencial de valorización (SEDEMA, 2014). Y para impulsar la participación ciudadana, actualmente en la Ciudad de México se ha implementado el Mercado de Trueque CDMX, cuyo objetivo es promover la cultura del reciclaje y fomento al consumo local, por medio de un intercambio de residuos valorizables, como PET, papel cartón, vidrio, pilas, entre otros, por productos agrícolas cultivados en la Ciudad de México; este mismo programa se implementa en las escuelas de nivel pre-escolar y básico (SEDEMA, 2014). En consecuencia, los programas de acopio que tiene ECOCE son un elemento importante de todo un sistema complejo para lograr una gestión integral de residuos.

En el caso del envase multicapa, para Junior League Mx., el gran reto era lograr ampliar el espectro de concientización ya que el programa sólo estaba adscrito a escuelas de nivel básico. Entonces, el sólo implementar el programa en escuelas, el impacto era menor para lograr una separación y recolección adecuada y masiva. Otro gran reto que tuvo que afrontar fue la falta de mercado para el reciclaje de los envases, esto encarecía los costos de operatividad del programa y las recicladoras tenían que internalizar este costo. Otro factor fue la falta de integración de este residuo en los esquemas de normatividad y regulación para el correcto tratamiento y aprovechamiento de los residuos valorizables.

Finalmente, ECOCE para co-institucionalizar los programas de acopio social e institucional y mantener la rentabilidad del negocio creó estrategias publicitarias a través de campañas en la vía pública y redes sociales, ferias y exposiciones; así mismo, creó Econectoras, que es una plataforma, virtual y física, que hace enviar un mensaje por medio de las redes sociales para difundir frases relacionadas al cuidado del medio ambiente. Estas estrategias publicitarias han contribuido a que la población consumidora tenga información del potencial en post consumo de los envases PET.

Lo anterior se constató en el cuestionario al preguntarle al consumidor si había recibido o visto información sobre la separación de la basura. El 85.21% del consumidor entrevistado indicó que sí recibió o vio algún tipo de información al respecto y fue a través de medios de comunicación como la televisión (25.45%), en la escuela (25.27%), la vía pública (13.28%) y la internet (28.65%).

Cabe mencionar que ECOCE creó alianzas con actores institucionales como la SEMARNAT y gobierno municipal para realizar actividades de sensibilización, acopio y recuperación de áreas afectadas por la mala disposición de los residuos (ECOCE, 2015); estas alianzas y acciones lograron que la organización adquiriera empoderamiento institucional y toma de decisión en política pública.

El impacto que ha tenido ECOCE y el nivel de autoridad que ha adquirido, le permitió elaborar y establecer la norma SMA-PMRS-ECO-11-REPLAST-008 relacionada con planes de manejo para la gestión integral de residuos plásticos.

En este sentido Junior League Mx., no logró co-institucionalizar el programa de acopio de los envases multicapa, tampoco logró implementar otro tipo de acciones más allá de la difusión y acopio local del programa. No obstante, las acciones y alcances que consiguió la organización tuvieron un impacto significativo, reflejándose en reconocimientos y promoción a nivel nacional e internacional.

Uno de los grandes alcances fue que durante la operatividad del programa lograron recolectar más de 2,200 toneladas de envases equivalente a 77 millones de envases multicapa que no fueron confinados a algún sitio de disposición final y como resultado se fabricaron 275 millones de hojas de papel tamaño carta (Junior League of Mexico, 2011).

El resumen, el perfil de ambas organizaciones es similar, tienen una cultura organizacional basada en la cooperación y estrategias de adaptabilidad, coordinación y vinculación para impulsar las interrelaciones entre los agentes clave y mantener la red simbiótica dinamizada. Ambas organizaciones constituyeron un modelo de negocio de acopio masivo basado en la sensibilización de la sociedad; y ambas lograron establecer alianzas con las empresas y las instituciones gubernamentales; sin embargo, se aprecian varias diferencias significativas que han hecho que ECOCE sea un actor constelación capaz de mantener la dinamización de la red simbiótica.

Una diferencia significativa es que la problemática del PET es parte de un problema mundial del uso, consumo y generación de plásticos. Esta problemática impulsa la generación de estrategias de: a) alineación institucional en materia de normatividad, gestión y regulación para los plásticos; b) desarrollo tecnológico para hacer más eficiente el reciclaje del material; c) desarrollo de investigación científica para aplicar los materiales en otros sectores productivos como el de la construcción, el textil e impresión en 3D, entre otros; y d) conformación de redes globales que buscan solucionar el problema.

Esto promueve que ECOCE contextualice las problemáticas ambientales, económicas y sociales de los plásticos, y se ve incentivada en tener conocimiento sobre los procesos, interrelaciones de mercado, agentes y dinámica de mercado del reciclaje de PET para formular estrategias de negocios sustentables; mecanismos de incentivos para atraer financiamiento de empresas y mantener a la sociedad con participación activa sobre la separación del material.

Por parte de Junior League Mx., tuvo que afrontar no sólo los factores sectoriales de los envases multicapa en México, tuvo que sujetarse a las condiciones organizacionales y de apoyo de Tetra Pak®, las recicladoras y del gobierno delegacional y tuvo que lidiar con los factores del sector a nivel mundial, es decir, actualmente la problemática no tiene un impacto de concientización a escala global por lo que ocurre: a) una falta de conocimiento de la problemática que implica el no gestionar los envases y reciclarlos; b) no tener un mercado para los materiales reciclables; c) altos costos de operación y producción para las recicladoras; d) el impacto en materia regulatoria y normativa sobre su gestión y tratamiento es regional o local; y e) existe un gran desincentivo en desarrollo tecnológico e investigación en materia de reciclaje.

Este panorama desfavorece cualquier acción, y para enfrentarlo, la organización necesitó del desarrollo de estrategias para hacer rentable el programa y lograr permanencia con otros materiales valorizables y medios de difusión, e incluso generar algún tipo de incentivos de apertura de mercado de los materiales valorizables y ser reconocida como autoridad para conformar grupos o colectivos que implementaran el programa en otras partes de México.

Con lo anteriormente descrito es pertinente cuestionar ¿qué tipo de estrategias o recomendaciones le serían pertinentes para lograr rentabilidad a su modelo de negocio planteado?

3.5.3 Recomendaciones y propuestas estratégicas para hacer viable el esquema de Ecología Industrial para el reciclaje de los envases multicapa

A lo largo de este capítulo se identificaron los factores sectoriales, sociales, institucionales y económicos que han limitado a los agentes, y sobre todo Junior League Mx., a interrelacionarse de forma sistémica a pesar de identificar las condiciones y agentes esenciales para establecer el esquema de Ecología Industrial. Sin embargo, es posible plantarse alternativas estratégicas para fortalecer y crear las interrelaciones que se necesitan. Por tal motivo, en el presente apartado se presentarán recomendaciones y propuestas estratégicas para cada fase con la finalidad de que los agentes afronten las problemáticas que impiden la conformación de la red simbiótica en la cadena productiva del reciclaje de los envases multicapa.

Una de las principales limitaciones ha sido la insuficiencia de programas sobre sensibilización y gestión integral de los residuos valorizables y sólidos urbanos por la falta de recursos económicos, humanos y en infraestructura. Esta limitación es considerada la más importante porque los programas son el eje conductor para que la sociedad, los diferentes niveles de gobierno, las organizaciones de la sociedad civil e inclusive la industria participen en acciones concretas que lleven a la cooperación conjunta a gestionar los residuos de forma integral.

Desde este enfoque, la tabla comparativa (13) sobre el aprendizaje de alto orden entre ECOCE vs Junior League Mx., ECOCE implementó dos programas de acopio, uno institucional donde escuelas, universidades, empresas y organizaciones separan en contenedores especializados el residuo PET para facilitar su transportación a centros de acopio o plantas de selección; y el programa de acopio social que brinda un beneficio, ya sea económico, alimenticio o de salud, al intercambiar el material acopiado en la población de comunidades menos favorecidas. Estos dos programas evidencian la cooperación: i) social e institucional para la capacitación y retribución al recolectar y disponer de forma eficiente el residuo; ii) gubernamental e institucional al proveer de infraestructura para la correcta separación y transportación del residuo, y el implemento de normativas y reglamentos que impulsen la gestión integral del residuo; iii) empresarial e institucional ya que son las empresas quienes financian los programas de ECOCE; iv) el fortalecimiento de la cadena de proveeduría para las recicladoras y v) la extensión geográfica para rutas de recolección de acopio.

Caso contrario pasaba con Junior League Mx. Este solo contaba con un programa que se desarrollaba de forma local con participación de escuelas, hogares, el gobierno delegacional y las tiendas de autoservicio, por lo que requería fortalecer las alianzas que ya tenía que incrementar la difusión e implementación del programa.

Para lograrlo, una de las propuestas estratégicas es capacitar al personal involucrado dentro del programa “Reciclable por naturaleza” para hacerlo más eficiente y mejorar su aplicabilidad. Para ello puede establecerse una interrelación de transferencia de conocimiento con la Cámara Nacional de la Industria de la Celulosa y el Papel a través de su Programa Nacional de Desarrollo Sustentable de la Industria y del plan de manejo para los residuos de papel y cartón en México.

Al tener personal con mayor dominio y comprensión del entorno sectorial, la siguiente estrategia sería la de buscar que las instituciones, la sociedad y las organizaciones de la sociedad civil enfocadas en temáticas ambientales reconozcan no solo las problemáticas ambientales sino las económicas y sociales que implica el no gestionar de forma integral estos residuos, a través de un pronunciamiento en diferentes espacios como Foros y Congresos, como por ejemplo el Foro Internacional “Organismos Operadores para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos” organizado por SEMARNAT y el Banco Interamericano de Desarrollo, BID. El Foro Internacional Valorización Energética de Residuos Sólidos Urbanos. Experiencias y estrategias globales; o en los Foros y Congresos que realiza la International Solid Waste Association, ISWA, entre otras opciones.

Con este pronunciamiento Junior League Mx., tendría la oportunidad de buscar financiamiento de Organismos internacionales, multilaterales y bilaterales como BID, OPS/OMS, USAID, UNICEF, CEPAL, JICA, GTZ, AECI, la Federación Latinoamericana de Ciudades, Municipios y Asociaciones (FLACMA), Ciudades Unidas y Gobiernos Locales (UCLG por su sigla en inglés), para invertir en proyectos de soluciones técnicas y educativas.

Otra estrategia es la de incrementar la infraestructura que requiere el programa a través de alianzas con organizaciones especializadas en temas de residuos sólidos urbanos, como por ejemplo con SUSTENA, Compromiso Empresarial para el Manejo Integral de los Residuos Sólidos, A.C., que es una organización sin fines de lucro que tiene por finalidad promover y desarrollar la capacitación en temas relacionados con la prevención, minimización y control de los residuos, también facilita el intercambio de información relativa a la gestión de los mismos y estimula el desarrollo de investigación interdisciplinaria y de proyectos de desarrollo tecnológico en temáticas de minimización y manejo integral de residuos (SEUSTENTA n.d.).

El establecimiento de estas estrategias provocaría: a) creación de material didáctico y de apoyo para sensibilizar y capacitar sobre la correcta separación y tratamiento en post consumo del residuo; b) la difusión masiva del programa para el consumidor; y c) la formación de capital humano capacitado para la separación y acopio del material. Estos elementos conllevan a la:

- i. Formación de un mercado de acopio local y regional de los envases multicapa
- ii. La promoción de apoyo directo de las Entidades Federales y municipalidades en el tema del manejo de este residuo para incrementar la infraestructura en contenedores especializados, camiones de transferencia y centros de acopio o capacitación del personal en los ya existentes
- iii. Facilidad para difundir e implementar el programa en empresas envasadoras, ya que SUSTENTA adquiere financiamiento de empresas como Coca-Cola, Tetra Pak y Unilever, entre otras

Con estos elementos Junior League Mx., crearía una demanda de apoyo para las diferentes instituciones con el objetivo de plantear instrumentos de política que involucren a la sociedad y a la industria a participar en la gestión integral del residuo.

Otro instrumento serían los incentivos fiscales. En la Ley de Ingresos Fiscales, LIF, existe el rubro de impuestos ecológicos, que refieren al establecimiento de normas tributarias de carácter ambiental con la finalidad de favorecer la concientización de los entes económicos para producir o realizar una actividad económica sin afectar el medio ambiente y los recursos naturales (Nieto, 2015). En este caso sería pertinente implementar un impuesto de fabricación y por falta de gestión integral de los envases multicapa.

Al percibir este ingreso el sector público, sería posible destinarlo a:

- Capacitación especializada, sobre gestión integral de residuos valorizables, en los centros de acopio
- Acondicionamiento en los centros de acopio para realizar un pre tratamiento (lavado) a los envases multicapa
- Creación de rutas de recolección especializadas para el acopio masivo de los envases multicapa
- Disposición de contenedores especializados para la recolección de residuos valorizables
- Acondicionamiento en infraestructura (instalaciones y capacitación del personal) dentro de las plantas de selección y plantas de transferencia
- Brindar facilidades de apoyo económico para incrementar la capacidad instalada de la industrial del reciclaje

Con la implementación de este impuesto al envase se impulsaría a las envasadoras como Alpura, Lala, y La Costeña, entre otras busquen certificaciones de impulso a la promoción de la cultura ecológica y al uso de materiales reciclables ya sea dentro de su cadena de proveeduría o en otras industrias y que las Organizaciones de la Sociedad Civil conformen grupos de expertos capaces de lograr incidencia en la estructuración de políticas públicas en materia del residuo.

Con estos incentivos se lograría una apertura de mercado para los materiales reciclables para fabricación y exportación del material; promoción a la formalidad del sector en lo fiscal y la creación de redes de colaboración industria-gobierno fortaleciendo así la fase de producción, acopio, y reciclaje de los envases multicapa.

Por último las instancias gubernamentales tendrían que elaborar programas de capacitación a todo el personal que trabaje en el sistema de gestión integral de residuos sólidos urbanos (ver figura 4. Representación del sistema de gestión integral de residuos sólidos en México) con el fin de homogenizar y actualizar el conocimiento y criterios sobre el manejo de residuos sólidos. Esta estrategia puede facilitarse si las Entidades Estatales o Municipales buscan interrelación de transferencia o de interacción con organizaciones como la Cooperación Técnica Alemana (GTZ) +RED GIRE SOL, la Red Mexicana de Manejo Ambiental de Residuos, Remexmar o la SEMARNAT. Con esta estrategia previa, las Entidades Municipales elaborarían con mayor facilidad planes y programas de gestión especializados a los envases multicapa.

Finalmente para fortalecer la fase del reciclaje, las estrategias previas incentivarán mayor apertura al mercado de acopio local y regional de los envases, por lo tanto, las recicladoras se verán incentivadas a establecer interrelación de transferencia y de interacción con las escuelas, universidades, organizaciones, empresas y tiendas de autoservicio para crear rutas de recolección especializadas, ya que otra problemática del acopio es la falta de tratamiento en post consumo que debe dársele al envase ya que estos al desecharse contienen restos de alimentos semisólidos y la acumulación de residuos de esta naturaleza genera plagas de ratas e insectos; por lo tanto, se hace necesario que durante el acopio el recurso humano (estudiantes, trabajadores, amas de casa y demás consumidores) de limpieza previa a los envases para que se formen pacas y sean transferidos a las recicladoras.

Otra estrategia importante para esta fase es la formación de interrelaciones de relación, transferencia y de no mercado (aprendizaje de alto orden) con Instituciones de Educación Superior, Centros de Investigación Tecnológica, entre otros, para impulsar el desarrollo tecnológico en alternativas de reciclaje de los envases. Con estos mecanismos de colaboración se podría participar en convocatorias de fomento a la innovación tecnológica como el Programa de Estímulo a la Innovación, PEI, de Conacyt, o de Fondos sectoriales, entre otros.

Finalmente, otra estrategia es la difusión de los materiales reciclables para otros sectores productivos, es necesario dar a conocer la rentabilidad económica y el beneficio social y ambiental a empresas de la industria alimenticia, del papel, de materiales y la construcción para que se vean motivadas en generar proyectos sustentables y promuevan el uso de estos materiales como una forma de incrementar su competitividad.

En resumen, estas series de propuestas estratégicas permiten que Organismos de la Sociedad Civil como Junior League Mx., SUSTENTA, GTZ, Remexmar, entre otras, participen y se involucren dentro de las cadenas productivas, ya que al tener una forma organizacional especializada en el tema, coadyuvarán en la creación de mecanismos de beneficio económico, social e institucional, fortalezcan y propicien las interrelaciones sistémicas para lograr la dinamización de la red simbiótica dentro del modelo de Ecología Industrial caracterizado para el reciclaje de los envases multicapa.

Conclusiones

El esquema operativo de Ecología Industrial propuesto y ejemplificado a través de los ecosistemas industriales para el reciclaje de los envases PET y multicapa evidencia un ecosistema realizando un metabolismo industrial establecido por factores exógenos y endógenos. Los primeros son los que delimitan la forma en la cual el ecosistema podrá interactuar y funcionar. Lo anterior se refiere a la operatividad de los sistemas de innovación ya que estos reconocen el estado económico (oferta, demanda y producción), el competitivo, el tecnológico, organizacional e institucional. Estos factores permiten y limitan los estímulos para lograr interacciones entre lo social, industrial y este con lo gubernamental dentro del ecosistema industrial facilitando las interrelaciones de mercado. Este tipo de interrelaciones son importantes ya que brindan flujos de información y económicos y de estrategias organizacionales para generar un beneficio entre los agentes.

En tanto que los factores endógenos son propios de la naturaleza (cultura organizacional y capacidades de absorción) de cada organización, por lo que se hace importante crear una forma organizacional alineada a los intereses comunes de todos los agentes involucrados en el ecosistema. Esto se logra mediante las interrelaciones de no mercado que permite que los agentes generen ideas para desarrollar innovaciones sustentables y que estas sean institucionalizadas para obtener un beneficio, directo o indirecto, entre los agentes y para el ecosistema industrial. Ilustremos lo dicho con el caso del corredor Altamira-Tampico.

En Altamira se instaura un clúster portuario-industrial conformado por 25 plantas industriales y cinco terminales marítimas especializadas. Este clúster comprende un corredor petroquímico, un parque industrial e instalaciones portuarias. Al inicio de su operación las empresas del clúster únicamente se dedicaba a concentrar sus actividades industriales, sin embargo, conforme fue incrementándose la demanda en infraestructura, recursos humanos y naturales, capacitación y profesionalización, el clúster comenzó a complejizar su actividad económica y social en la región y su operatividad incrementaba los costos de producción y de impacto ambiental (López, 2010).

Po la naturaleza de la actividad industrial (petroquímica y química) los índices en generación de residuos, emisiones de gases, sobreexplotación de recursos naturales se incrementaban provocando un riesgo ambiental a la población y a la biodiversidad de esa región. De esta manera a partir de la década de los noventa las empresas involucradas en el complejo comenzaron a plantear alternativas para reducir los impactos negativos que estaban generando.

En un primer momento las empresas delimitaron el tejido productivo, es decir, dirigieron los canales de transferencia de materiales, información, conocimiento y personal para crear un escenario de interrelaciones de mercado y de no mercado, en un espacio-tiempo geográfico, sociopolítico, cultural y organizacional. Las primeras se dieron cuando las empresas decidieron recopilar la información de 25 casos de reutilización de subproductos de 10 empresas de la zona (Cervantes, 2013), esta estrategia permitió que se identificaran los nodos, como los flujos de energía y material de entrada y las emisiones y desperdicios de salida para identificar aquellos recursos con potencial reutilizable. A su vez, las interrelaciones de no mercado fueron establecidas con la creación de un actor constelación capaz de reunir y generar un canal de solución estratégico para el clúster. Las empresas crearon la Asociación de Industriales del Sur de Tamaulipas, AISTAC, para hacer que las empresas en conjunto propusieran iniciativas que mejoraran las condiciones productivas, laborales y de vinculación. También formaron talleres con la finalidad de que los representantes de las empresas expusieran los proyectos que implementaban en sus procesos y los beneficios que obtenían (Cervantes 2013).

Como puede observarse, las interrelaciones de mercado forman competencias tecnológicas (bienes y servicios) que generan riqueza económica, bienestar social y dinámicas de competencia dentro del mercado. En tanto que las interrelaciones de no mercado configuran ciclos y procesos acumulativos de información y aprendizaje que promueven a los agentes a alinear rutinas, valores y estrategias para embeberse al tejido productivo donde los agentes podrán reconocer la dinámica actual y las tendencias del mercado; anticiparse a los cambios; adaptarse de forma natural a los cambios (organizacionales, políticos, tecnológico y socioeconómicos); y mantener un flujo de ideas que servirán para la creación de innovaciones.

Ambas formas de interrelación entre los agentes permite crear una red simbiótica donde el tejido productivo es dinámico, el comportamiento es integral y se provee un estado de resiliencia organizacional para afrontar las condiciones del sistema de innovación del que se conforma.

Esta red simbiótica se basa en cuatro principios análogos a los ecosistemas naturales de biodiversidad, en cuanto a la estructura organizacional de los agentes y las interrelaciones de interacción entre los engentes; el espacio geográfico, no solo limitado por las condiciones de la localidad de los recursos sino por las condiciones socioculturales y políticas de la región; los ciclos continuos que se establecen a través de las interrelaciones de nodos para la reutilización y el reciclaje de los subproductos o material residual y los cambios graduales en cuanto a las interrelaciones de transferencia (tabla 15).

Tabla 15. Principios análogos entre los ecosistemas naturales e industriales.

Ecosistema	Ecosistema Industrial
Roundup (ciclo continuo)	Roundup
Reciclaje de materia	Reciclaje de materia
Suministro de energía	Suministro de energía
Diversidad	Diversidad
Biodiversidad	Diversidad en actores, interdependencia y cooperación
Diversidad en especies y organismos	Diversidad industrial en entradas y salidas
Diversidad en interdependencia y cooperación	
Localidad	Localidad
Uso de recursos locales	Uso de recursos locales y desperdicios
Limitación geográfica	Limitación geográfica
Interdependencia y cooperación local	Cooperación entre actores locales
Cambios graduales	Cambios graduales
Evolución al usar energía solar	Uso de materiales y energía residual/desperdicio como recursos renovables
Evolución a través de las reproducción	Desarrollo gradual de la diversidad del sistema
Periodos cíclicos, tiempo lento en la velocidad de desarrollo de la diversidad del sistema	

Fuente: Korhonen, 2001, p. 254.

Con estos principios la red simbiótica requiere de complementos organizacionales para su funcionalidad. Este punto se refiere a los agentes dominantes dentro de la red y al actor constelación. Los principales agentes dentro de la red son aquellos con un amplio dominio del conocimiento involucrado dentro de toda la cadena de producción, poseen capital intelectual e infraestructura así como de poder de financiamiento y empoderamiento de mercado dentro de la industria en la que se desarrollan.

Estos agentes se aprecian con claridad en la cadena de reciclaje de envases PET, donde Coca Cola posee todas estas condiciones en conocimiento, financiamiento e involucramiento de toda la cadena de producción de envases de PET; con estas características la empresa pudo situarse en el contexto de la problemática global y regional de México de los plásticos y así tuvo la capacidad de anticiparse y plantear una estrategia que resolviera de forma rentable la problemática de los envases PET en México. Es decir, Coca Cola impulsó las interrelaciones de mercado y lideró las estrategias de negocio que incrementaran la competitividad del sector. Este mismo caso se distingue en el corredor Altamira-Tampico. La diferencia es que en el complejo estaban instaladas empresas como Dupont S.A. de C.V.; Coca Cola Femsa; BASF Mexicana S.A de C.V., entre otras, todas ellas líderes de mercado, esto provocó dificultades para alinear estrategias, sin embargo, se lograron establecer de forma exitosa algunas a través de mecanismos de incentivación. Esto se logró en 1997 cuando el *Business Council for Sustainable Development* capítulo Golfo de México (BCSD-GM) impulsó algunos proyectos de sinergia de subproductos. El corredor Altamira fue uno de los potenciales sitios y se creó el proyecto *By-product synergy: a demonstration project Tampico*.

Este proyecto buscó potenciales sinergias de subproductos para la minimización de impacto y de costos ambientales y económicos derivados de la actividad industrial. Iniciaron con un análisis de los residuos de las empresas y del potencial de aprovechamiento para reúso. Para cada empresa participante se contabilizaron los flujos de entrada y salida de materiales, artículos útiles y en lo posible información relativa a costos (Cervantes, 2013,). Como resultado del análisis se identificaron 29 flujos de materiales y se reconocieron 46 usos potenciales para dichos flujos. También se identificaron 63 sinergias potenciales las cuales fueron sometidas a evaluación técnica, financiera, geográfica, y de riesgo quedando 13 para su implementación (Cervantes, 2013).

Así, varias empresas se vieron interesadas en reclasificar sus materiales en función de sus usos potenciales y el comité SIPAAISTAC, Comité de Seguridad Industrial y Protección Ambiental, estructuró un programa de talleres de eco-eficiencia para buscar estrategias de reutilización de subproductos como materia prima, de disminución de uso de combustibles y de reúso del agua (Cervantes, 2013).

El proyecto trabajó y mejoró en función de los talleres, del monitoreo de las sinergias y del análisis e identificación de las nuevas sinergias de subproductos. Años más tarde, en 2001, se realizaron nueve reuniones para presentar los casos de las empresas y los beneficios obtenidos (Cervantes, 2013).

Para el caso del reciclaje de los envases multicapa no ocurre de esta manera. El ecosistema tiene un agente similar a Coca Cola o Dupont S.A de C.V., que es Tetra Pak Mx., pero no se ha visto incentivado en implementar proyectos como el CAREton, proyecto que junto con Nestlé promueven la cultura del reciclaje en comunidades de Malasia; o el programa de apoyo a las escuelas que junto con Coca Cola, han ayudado a mejorar el ambiente de aprendizaje para más de 5000 alumnos rurales en 17 escuelas primarias estatales en el estado de Haryana, al norte de la India (Tetra Pak, n.d). Tampoco han buscado implementar sus estrategias de promoción del reciclaje como en el caso de Tetra Pak Reino Unido quien lanzó un sitio web (www.smartoncartonrecycling.co.uk) con el objetivo de educar a los niños sobre el reciclaje de los envases de cartón o la colaboración entre clientes como con Müller Wiseman, quien ha apoyado el lanzamiento del sitio mediante la inclusión de un enlace a su sitio web sobre envases de leche para escuelas (Tetra Pak, n.d.).

Con estas acciones a nivel global se evidencia que la empresa tiene pleno conocimiento de la problemática que deriva la mala gestión del residuo, la falta de sensibilización sobre el consumidor y las condiciones en infraestructura y de recursos humanos especializados para gestionar y reciclar estos envases, y ha establecido estrategias de colaboración con su clientes para dar solución y mitigar el impacto socio ambiental y económico que tienen sus envases.

Sin embargo, las condiciones sectoriales, principalmente de insumo, tecnológicas e institucionales en México (ver tabla 11. Reconocimiento de los factores condicionantes del reciclaje de envases multicapa en México) no promueven algún tipo de acción o colaboración masiva nacional sino más de forma local, por ejemplo, con el programa Mercado del Trueque CDMX. Este programa en 2014 acopió 15 toneladas de envases multicapa en la Ciudad de México (SEDEMA, 2014); otro ejemplo es la colaboración que tiene Tetra Pak con SUSTENTA para sensibilizar a la población sobre residuos en municipios de los Estados de Querétaro, Aguascalientes, Durango, San Luis Potosí, León y Cancún (Tetra Pak, 2011).

Como último complemento para el correcto funcionamiento de la red simbiótica es el actor constelación, quien se dedica a identificar las problemáticas comunes y traducirlas en soluciones económicas para hacer que las empresas se vean motivadas en establecer interrelaciones sistémicas. Además mejoran la comunicación entre los agentes, el trabajo en equipo y la creación de comunidades para fortalecer las interrelaciones de no mercado y proveen datos o información corta y sustancial para mantener flujos de información actualizados y accesibles para la toma de decisiones y deben desarrollar en los agentes un aprendizaje dinámico para obtener beneficio de éste (Saekhow, 2015).

El actor constelación es el agente capaz de impulsar ecosistemas industriales complejos en cuanto a interacción e intercambio de conocimiento entre los sistemas educativo, cultural económico y ambiental. Como muestra de ello se evidencia el trabajo que ha desarrollado ECOCE. Esta organización logró permear en la dinámica sectorial institucional desde lo educativo para lograr que la población consumidora comprendiera el valor económico, social y ambiental que tiene la separación y acopio de los envases PET, desde lo económico ya que capitalizó la industrial del reciclaje promoviendo tecnología, productos y liderazgo empresarial para el desarrollo del sector; reconoció el sistema ambiental como capital natural de proveeduría y lo tradujo a un modelo de negocio sustentable, capitalizable e innovador para las empresas, y finalmente se integró desde lo político, a través de esquemas de incentivos, creando política de protección a los intereses empresariales y de beneficio social e impulsó la búsqueda de alternativas de financiamiento, sensibilización, y capacitación y de normatividad industrial, social e institucional.

Otro ejemplo es la AISTAC, quien estableció que toda aquella empresa con intenciones de afiliación a la organización tenía que certificarse como industria limpia y alinearse a los estándares de la ISO 9000 y la 14000. Del mismo modo, conformó seis comités⁷ de intercambio de experiencias y canalización de soluciones para la industria para afrontar las problemáticas organizacionales, institucionales, sociales, económicas y ambientales que se presentarían en el mediano y largo plazo en la región.

⁷ SIPAAISTAC (Comité de Seguridad Industrial y Protección Ambiental); MEDAISTAC (Comité Médico); GERAISTAC (Comité de Gerentes); CRHAISTAC (Comité de Recursos Humanos); COMAISTAC (Comité de Mantenimiento); COLCEAISTAC (Comité de Logística y Comercio Exterior) y el COCAISTAC (Comité de Calidad); (ainapac, n.d.)

Con Junior League Mx., no ocurrió porque no es una organización especializada en materia de reciclaje, no tiene conocimiento ni participación sobre la cadena productiva de los envases multicapa y el tipo de relación que desarrollan está enfocada a la asistencia social. En otras palabras, el programa “Reciclable por naturaleza” precisaba concientizar a jóvenes de educación básica sobre las problemáticas ambientales que provoca la mala gestión de la basura y para iniciar un cambio social se capacitó a estos jóvenes para separar y acopiar los envases multicapa (Tapia, 2015). Este objetivo no permitió que la organización visualizara proyecciones en el mediano y largo plazo y los efectos de la limitación fueron tales que sobrepasaron las condiciones en infraestructura, recursos humanos, conocimiento y logística de la organización.

Estos actores logran construir ecosistemas de conocimiento, capacidades de resiliencia, adaptación y flexibilidad de y entre los agentes para estructurar un esquema de Ecología Industrial simbiótico capaz de afrontar la dinámica de los sistemas de innovación. En el caso de la cadena productiva del reciclaje de los envases multicapa en México los factores sectoriales exógenos globales y a nivel nacional limitaron gravemente el tejido productivo, y la participación de Junior League Mx., no impactó en los factores sectoriales económico y político restringiendo la posibilidad de conformar un tejido productivo simbiótico.

A lo largo de la presente investigación se ha podido apreciar que los sistemas sectoriales de innovación son los factores exógenos que facilitan o limitan la creación de interrelaciones dentro de un sector industrial, es decir, dan a conocer los paradigmas tecno-científicos, los procesos o productos estandarizados, el modelo económico, la dinámica de mercado y los agentes involucrados dentro del sector para generar un tejido productivo con formas de producción, transferencia, y de gestión; con información, y conocimiento capaz generar rentabilidad económica. Desde este enfoque la Ecología Industrial delimita este tejido productivo, es decir, dirige los canales de transferencia de materiales, información, conocimiento y personal creando a un escenario de interrelaciones de mercado y de no mercado en un espacio-tiempo geográfico, sociopolítico, cultural y organizacional que permite identificar los agentes, condiciones y factores que comprende su coexistencia simbiótica.

Referencias

Asia Pulp & Paper Group (2016). La industria del cartón mira hacia oriente para su crecimiento a 5 años. Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2016. Sitio web: <https://www.asiapulppaper.com/es/actualidad-y-medios/comunicados-de-prensa/la-industria-del-carton-mira-hacia-oriente-para-su-crecimiento-5-anos>

Asociación Nacional de Industrias del Plástico, anipac (n.d.). Fecha de consulta: 23 de julio de 2015. Sitio web: <http://www.anipac.com/servicios.php>

Ayres, R. (1988). Self organization in biology and economics. International Institute for Applied Systems Analysis. pp 1-29.

Ayres, R. (1997). Industrial Metabolism: work in progress. INSEAD, Fontainebleau, France. pp. 2-37.

Ayres, R. & Ayres, L.,(2002). A handbook of industrial ecology. Great Britain: MPG Books Ltd, Bodmin, Cornwall.

Báez, S. (2015). La dimensión simbólica y estructural de las organizaciones en la conformación de relaciones sociales sustentables, caso de estudio reciclaje de envases PET en México en Convergencia de conocimiento para beneficio de la sociedad tendencias, perspectiva, debates y desafíos. Morales, A., Gortari, R., Stezano, F., (eds.) Ciudad de México, pp.215-238

Bartolome, L. I.-M. (2012). Recent Developments in the Chemical Recycling of PET. En Material Recycling-Trends and Perspectives, pp. 66-83.

Bossink B., (2012). Eco-innovation and Sustainability Management. En Eco-innovation and Sustainability Management. Routledge. pp.130-138.

Carrillo, G., (2013). El debate teórico de la ecología industrial. En: La ecología industrial en México. México: Universidad Autónoma de México, UAM-Xochimilco, pp. 19-45.

Castelacci, F. (2008). Technological paradigms, regimes and trajectories: Manufacturing and service industries in a new taxonomy of sectoral patterns of innovation. Research Policy, 978-994.

Centro de Estudios Jurídicos y Ambientales, CEJA, (n.d.). Respuesta a una necesidad actual. Fecha de consulta: 16 de marzo de 2016. Sitio web: http://www.ceja.org.mx/articulo.php?id_rubrique=193&id_article=2129

Centro Empresarial del Plástico (2013). Impacto y tendencias de la industria del plástico. Fecha de consulta: 16 de febrero de 2016. Sitio web: <http://www.plastico.com.mx/>

Cervantes, G. (2013). El concepto de ecología industrial. En G. [Carrillo, La ecología industrial en México (págs. 47-68). México, D.F.,: UAM-Xochimilco.

CocaCola México (2015). Misión, vision y valores. En: Nuestra compañía. Fecha de consulta: 16 de diciembre de 2015. Sition web <http://www.coca-colamexico.com.mx/nuestra-compania/mision-vision-y-valores>

Consejo Nacional de Industriales Ecologistas, A.C. (n.d.). Objetivos CONIECO. Fecha de consulta: 14 de abril de 2017. Sitio web: <http://conieco.com.mx/Objetivos.php>

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (1917).

Coparmex. (2015). Ser Coparmex. Coparmex. Fecha de consulta: 19 de 11 de 2015. Sitio web: http://www.coparmex.org.mx/images/stories/pdf/ser_coparmex_2015.pdf

Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories. Research Policy, pp. 147-162.

Duchin, F. (1992) Industrial input-output analysis: Implications for industrial ecology. Vol. 89, pp. 851-855, February 1992. Proc. Nati. Acad. Sci. USA

Duchin, F., & Hetwrich, E., (2003). Industrial Ecology. International Society for Ecological Economics, p p.1-12. London.

ECOCE. (2015). ECOCE. Fecha de consulta: 17 de abril de 2016. Sitio web: <http://www.ecoce.org.mx/conoce-ecoce.php>

ECOCE (n.d.). ¿Qué es ECOCE? [en versión electrónica]. Fecha de consulta:11 de septiembre 2015, ECOCE. Sitio web: <http://ecoce.mx/conoce-ecoce.php>

Edquist, C. (1997). Systems of innovation approaches— their emergente and. En C. Edquist, Systems of innovation. Technologies, institutions and organizations pp. 1-35. London: Edward Elgar.

Edquist, C., & Johnson, B. (1997). Institutions and organizations in systems of innovation. En C. Edquist, Systems of innovation. pp. 41-63. London: Edward Elgar.

El Financiero (2016). Etileno XXI inicia operaciones, el mayor complejo petroquímico de AL. En: Empresas. Fecha de consulta: 25 de mayo de 2016. Sitio web: <http://www.elfinanciero.com.mx/empresas/etileno-xxi-inicia-operaciones-el-mayor-complejo-petroquimico-de-al.html>

El Financiero (2014). 6 (seis) mexicanas líderes en el mundo. en: Empresas. Fecha de consulta: 25 de mayo de 2016. Sitio web: <http://www.elfinanciero.com.mx/empresas/mexicanas-lideres-en-el-mundo.html>

É Packangaing (2012). Impulsa Tetra Pak el reciclaje de envases. En: revista Énfasis en línea. Fecha de consulta: 10 enero de 2016. Sitio web: <http://www.packaging.enfasis.com/notas/64069-impulsa-tetra-pak-el-reciclaje-envases>

European Commission (2015). Plastics-the Facts 2014/2015. An analysis of European plastics production, demand and waste data. Sitio web: www.plasticseurope.org

Expansion (2011). TETRA PAK INVERTIRÁ 70 MDE EN MÉXICO. En: Empresas. Fecha de consulta: 25 de mayo de 2016. Sitio web: <http://expansion.mx/negocios/2014/04/20/tetra-pak-invertira-70-mde-en-mexico>

Expok (2012). Coca-Cola celebra 10 años de IMER, la primera planta de reciclaje de PET grado alimenticio en América Latina. Fecha de consulta: 16 de febrero de 2016. Sitio web: <http://www.expoknews.com/coca-cola-celebra-10-anos-de-imer-la-primera-planta-de-reciclaje-de-pet-grado-alimenticio-en-america-latina/>

Foro Económico Mundial (2016). The New Plastics Economy Rethinking the future of plastics. Committed to Improving the State of the World. Sitio web: www.weforum.org

Freeman, C., & Soete, L. (1997). The economics of industrial innovation. London: Pinter.

Fundación Mexicana para la Innovación y Transferencia de Tecnología, FUNTEC (n.d.). Fondo para Proyectos de prevención de la contaminación FIPREV. Fecha de consulta: 23 de mayo de 2015. Sitio web: <http://cca.org.mx/cca/web/ventana/ligas/funtec3.html>

Graedel, T.E. (1994). Industrial Ecology: Definitions and implementation. En: industrial ecology and global change. R.H. Socolow, C. Andrews.

Gourmelon, G., (2015). Global Plastic Production Rises, Recycling Lags. En WorldWatch Intitute. Fecha de consulta: 13 de marzo de 2017 sitio web: <http://vitalsigns.worldwatch.org/vs-trend/global-plastic-production-rises-recycling-lags>

Hecho verde (2010). Reciclaje de tetrapak o tetrabrik en la Ciudad de México. Fecha de consulta: 20 de agosto de 2015. Sitio web: <http://hechoverde.blogspot.mx/2010/04/tetrapak-o-tetrabrik.html>

Herrera, E., (2014) Invertirán 70 mdd en plantas para reciclaje de PET. [en línea] Milenio.com Fecha de consulta: 17 de marzo de 2016. Sitio web: http://www.milenio.com/negocios/reciclaje_PET_0_322768087.html

Infante, J., (2014). La desmaterialización de la economía Mundial a debate. Consumo de recursos y crecimiento económico (1980-2008). Revista de Economía Crítica, nº18, segundo semestre 2014, pp. 60- 81

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. (2015). Banco de Información Estadística. Recuperado el 7 de Abril de 2015, de <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (214). Programas orientados a la gestión integral de los residuos sólidos urbanos según nivel de gobierno en municipios y delegaciones con recolección por entidad federativa, 2012. Fecha de consulta: 07 de septiembre de 2016. Sitio web: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/sisept/default.aspx?t=mamb1165&s=est&c=35609>

- Junior League of Mexico City IAP (2011). Programa Reciclable por naturaleza. Fecha de consulta: 13 de septiembre de 2016. Sitio web. juniorleaguemexico.org.mx
- Korhonen, J., (2001). Four ecosystem principles for an industrial ecosystem. *Journal of Cleaner Production*, pp. 253-259.
- Leiponen, A., & Drejer, I. (2007). What exactly are technological regimes? Intra-industry heterogeneity in the organization or innovation activities. *Research Policy*, pp. 1221-1238
- Leigh, M. & Li, X., (2014). Industrial ecology, industrial symbiosis and supply chain environmental sustainability: a case study of a large UK distributor. *Journal of Cleaner Production*, pp. 1-12.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente, LGEEPA (1988). Diario Oficial de la Federación.
- Ley General para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, LGPGIR (2003). Diario Oficial de la Federación.
- López, A. (2010). El caso de Altamira, Tamaulipas. En Jurado, M. *et al.* Proyecto "Grupos sociales primarios e inseguridad en las áreas urbanas de Tamaulipas, pp. 38-72.
- Malerba, F. (2002). Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy*, pp. 247-264.
- Malerba, F. (2004). Sectoral systems of innovation: basic concepts. En F. Malerba, *Sectoral systems of innovation: Concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe* pp. 9-41. New York: Cambridge University Press.
- Malerba, F. (2007). Innovation and the dynamics and evolution of. *International Journal of Industrial Organization*, pp. 675-699.
- Manufactura (2015). En 2014 Tetra Pak recicló 20 mil toneladas de envases. En:industria. Fecha de consulta 6 de mayo de 2016 sitio web: <http://www.manufactura.mx/industria/2015/05/15/en-2014-tetra-pak-reciclo-20-mil-toneladas-de-envases>
- Marsh, K., & Bugusu, B., (2007). Food Packaging—Roles, Materials, and Environmental Issues. *Journal of Food Science* Vol. 72, Nr. 3, pp. 39-55
- Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de la República Federal de Alemania. (19 de 11 de 2009). Obtenido de: DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT (GIZ) GMBH: <https://www.giz.de/de/downloads/gtz2009-sp-red-giresol-esfuerzos-locales-impactos-globales.pdf>
- Nelson, R. (1993). *National innovation systems. A comparative*. New York: Oxford University Press.
- Nelson, R., & Winter, S. (1982). *An evolutionary theory of economic*. USA: Harvard University Press.
- Nieto, P. (2015). *Impuestos Ambientales en México y en el mundo*. Centro de Estudios de las Finanzas Públicas. XLII Legislatura Cámara de diputados.

Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011.(2013) Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo. En Diario Oficial de la Federación. Fecha de consulta 13 de abril de 2016. Sitio web: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5286505&fecha=01/02/2013

Pavitt, K., (1984). Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. Science Policy Research Unit pp. 343-373. United Kingdom

Peneder, M. (2010). Technological regimes and the variety of innovation behaviour: Creating integrated taxonomies of firms and sectors. Research Policy, pp. 323-334.

Persistence Market Research, PMR, (2016). Global Market Study on Liquid Packaging Cartons: One Third of Beverage Producers in Europe Procure Liquid Packaging Cartons from Asian Manufacturers, which likely to Increase over the Forecast Period. Fecha de consulta: 13 de septiembre de 2016. Sitio web: <http://www.persistencemarketresearch.com/market-research/liquid-packaging-cartons-market.asp>

Pilon, L. Stewart, A., Bahia, R., Hintschichi, S., Willner, C., Eder, H., (2015). Removable Identification Technology to Differentiate Food Contact PET in Mixed Waste Streams: Interim Report

Plastics Europe (2013). Plastics – the Facts 2014/2015. An analysis of European plastics production, demand and waste data.

Recimex® (2013). Reciclaje de plásticos e impuestos [en versión electrónica]. Fecha de consulta: 13 de septiembre 2015. Sitio web: <http://www.recimex.com.mx/blog/?p=104>

Rondón, E., Szantó, M., (2012). Ecoeficiencia y desarrollo de infraestructura urbana sostenible en Asia y América Latina. Residuos y reducción de gases de efecto invernadero: el caso de Chile. Santiago de Chile: CEPAL, ESCAP [versión electrónica] <http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4025/S2012830.pdf?sequence=1>

Saekhow, J. (2015). Steps of Cooperative Learning on Social Networking by Integrating Instructional Design based on Constructivist Approach. Social and Behavioral Science, pp. 1740-1744.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT. (2010). ANEXO VI. RED MEXICANA DE MANEJO AMBIENTAL DE RESIDUOS (REMEXMAR). En Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos pp. 235. Mexico: SEMARNAT.

Secretaría de Ambiente, SEDEMA (2014). Participación ciudadana en Inventario de residuos sólidos CDMX-2014, pp. 57-67. Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México.

SEMARNAT (2012). Programa Estatal para la prevención y gestión integral de los residuos. Fecha de consulta: 27 de abril de 2016. Sitio web: http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/gestionresiduos/pepgir_yucatan.pdf

SEMARNAT (2013.) Misión y Visión. Fecha de consulta: 01 de septiembre de 2016. Sitio web: <http://www.semarnat.mx/conocenos/mision-y-vision>

SIG Combibloc (2012). First Europe-wide life cycle assessment for UHTmilk packagaing. SIG International Services GmbH, Rurstrasse. Sitio web: www.sig.biz

Sistema de Información Nacional para la Gestión Integral de los Residuos, SINGIR, (2012). Información estadística y geográfica. Residuos Sólidos Urbanos y de manejo especial. Fecha de consulta: 13 de marzo de 2016. Sitio web: <http://www.semarnat.gob.mx/informacion-estadistica-y-geografica>

Schiller, F., Penn, A., & Basson, L., (2014). Analyzing networks in industrial ecology- a review of Social Material Network Analyses. Journal of Cleaner Production. pp. 1-11.

Sharma, S., & Vredenburg, H., (1998). Proactive Corporate environmental strategy and development of competitively organizational capabilities. Strategic Management Journal. pp. 729-753.

Spinelli, M., (n.d.) Cadena alimentaria (=Cadena trófica). Fecha de consulta: 17 abril de 2016
sitio web:<http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/CadeAlim.htm>

Tapia Maisterrena María Guadalupe. ¿Cómo se llevo a cabo el programa de Reciclable por naturaleza? Báez, Juno. Agosto, 2015.

TetraPak (2014). 5 (five) Global Emerging Trends. Food & Beverage Packagaing Trend Report. TetraPak International, Lund, Sweden. pp 1-12.

Tetra Pak (n.d.). Envasado. Fecha de consulta 01 de septiembre de 2016. Sitio web: <http://www.tetrapak.com/mx/packaging>

Tetra Pak (2011). Experiencias en el reciclado- Tetra Pak. XIX Congreso Internacional Ambiental CONEICO. pp 1-43.

The Alliance for Beverage Cartons and the Environment, ACE, (n.d.). Process & Products. Fecha de consulta: 09 de septiembre de 2016. Sitio web: http://www.beveragecarton.eu/beverage-cartons/recycling/recycling-products#.U1_ALfmSwrU

The Alliance for Beverage Cartons and the Environment, ACE, (2014). Beverage carton recycling in Europe continues to increase. Press Release.

United Nations Environment Programme, UNEP, (2014). Valuing Plastic. The Business Case for Measuring, Managing and Disclosing Plastic Use in the Consumer Goods Industry. Norway: James Richens (Trucost), Andrew Russell

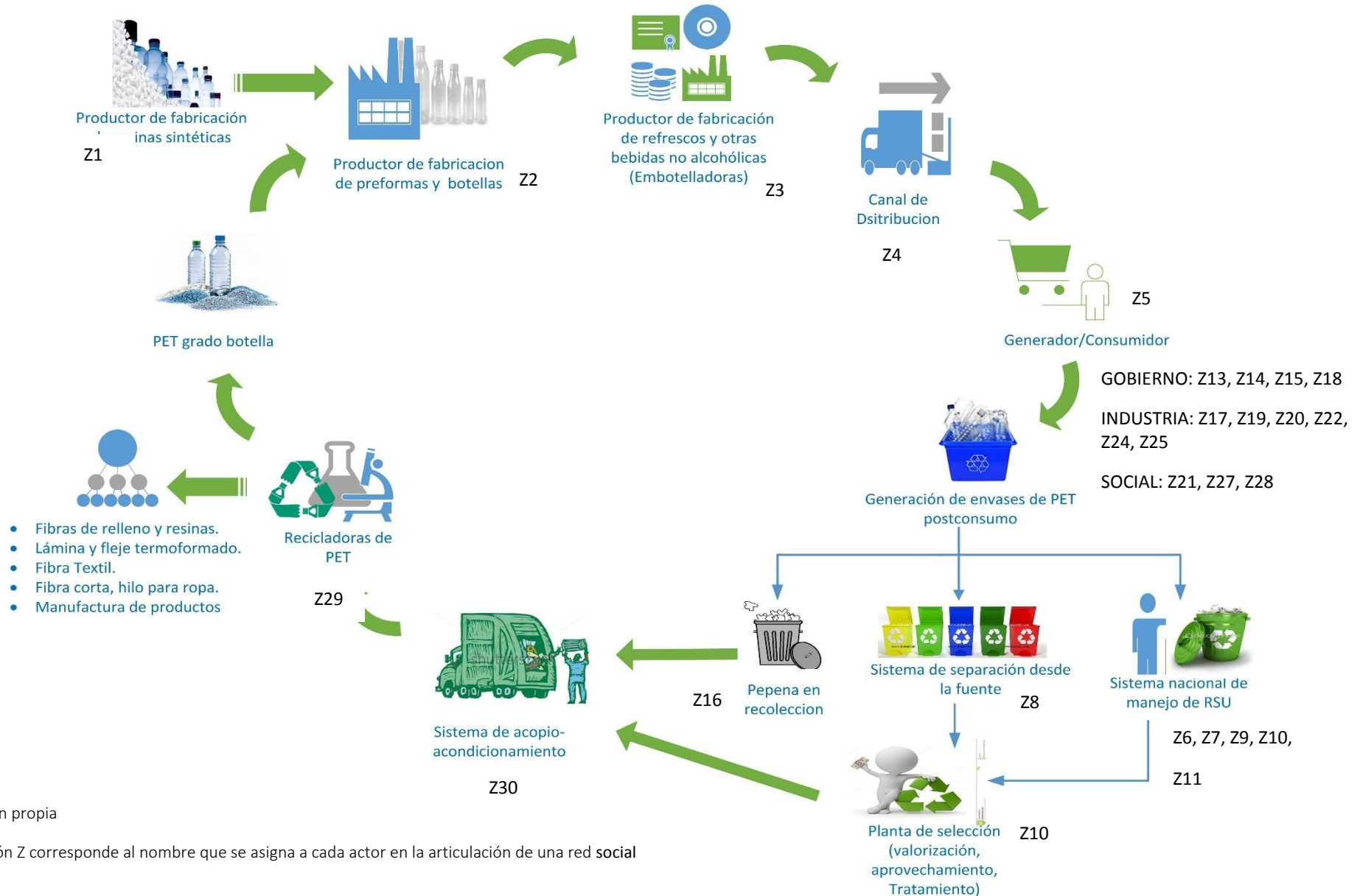
Velis, C. (2012). Global recycling markets: plastic waste. A story for one player – China: International Solid Waste Association, ISWA.

Wingmore (2012). Recycling. What is recycling? Fecha de consulta: 10 de abril de 2016. Sitio web: <http://whatis.techtarget.com/definition/recycling>

Zuñiga, M. E., (2011). Tetrapak el anaquel de los mercados.CNN Expansión. [En línea] Fecha de consulta 13 de febrero de 2015. Sitio web: <http://expansion.mx/expansion/2011/09/14/tetra-pak-brel-anaquel-de-los-mercados>

Anexo 1. Descripción de los agentes e interrelaciones sistémicas en el esquema de Ecología Industrial para el reciclaje de los envases PET

Esquema de Ecología Industrial para el reciclaje de envases PET



Fuente: elaboración propia

Nota: La codificación Z corresponde al nombre que se asigna a cada actor en la articulación de una red social

Tabla 16. Descripción de los agentes e interrelaciones involucrados en el esquema de Ecología Industrial para el reciclaje de envases PET.

NOM	ACTOR	FUNCIONES	RELACIÓN
Z1	<p>Productor de fabricación de resinas sintéticas (clasificación SCIAN: 325211) C & J TECH MEXICO S.A. DE C.V. INDORAMA VENTURES POLYMERS MEXICO S. DE R.L. DE C.V. A SCHULMAN DE MEXICO S.A. DE C.V. BASF MEXICANA S.A. DE C.V. INDELPRO S.A. DE C.V. MEXICHEM RESINAS VINILICAS S.A. DE C.V. MEXICHEM COMPUESTOS S.A. DE C.V. RESIRENE S.A. DE C.V.</p>	<p>Unidades económicas dedicadas a la fabricación del Polietilén tereftalato PET, tipo de materia prima derivado del petróleo Provee materia prima a las productoras de preformas y botellas. El PET presenta propiedades de transparencia, tiene resistencia química, al calor, al ataque de polillas, bacterias y hongos, absorbe poca cantidad de agua, forma fibras fuertes y flexibles y no se ve afectado por ácidos ni gases atmosféricos (Tecnología del plástico, 2011).</p>	<p>Productores de preformas y botellas</p>
Z2	<p>Productor de preformas y botellas, clasificación SCIAN: 326160. De acuerdo con DENUE (2015) son 15 las principales empresas (251 y más empleados) dedicadas a dicha actividad económica GRAHAM PACKAGING PLASTIC PRODUCTS DE MEXICO S. DE R.L. DE C.V. THERMO FISHER SCIENTIFIC S. DE R.L. DE C.V. PLÁSTICOS ENVOLVENTES S.A. DE C.V.</p>	<p>Unidades económicas dedicadas al proceso de fabricación de botellas PET y PLA, proveyendo del insumo (botella) a las embotelladoras</p>	<p>Productores de fabricación de refrescos y otras bebidas no alcohólicas Productor de fabricación de resinas sintéticas Productor de fabricación de resinas a partir de plásticos reciclados</p>
Z3	<p>Productor de fabricación de refrescos y otras bebidas no alcohólicas, clasificación SCIAN:312111 Arca continental S.A.B de C.V. Bebidas Refrescantes de Nogales, S.A. de C.V. Bepensa S.A de C.V. Coca-Cola FEMSA S.A.B de C.V. Corporación del Fuerte S. de R.L. de C.V. Corporación RICA, S.A. de C.V. Embotelladora de Colima, S.A. de C.V. Embotelladora del Nayar, S.A. de C.V.</p>	<p>Unidades económicas dedicadas principalmente a la elaboración de bebidas carbonatadas y no carbonatadas, como refrescos, aguas mineralizadas, bebidas hidratantes, energizantes, bebidas con sabor a frutas y otras bebidas no alcohólicas (SCIAN, n/d) Éstas unidades económicas cuentan con un complejo sistema de canal de distribución para poner a disposición el producto a los consumidores</p>	<p>Productor de preformas y botellas Tiendas de autoservicio Tienditas Comercios ECOCE</p>

Jugos del Valle S.A.P.I de C.V.
 Santa Clara
 La costeña
 Embotelladora AGA del Centro, S.A. de C.V.
 Embotelladora AGA de México, S.A de C.V.
 Bonafot, Embotelladora Fersan, S.A de C.V.
 Grupo Herdez
 Grupo Jumex
 Nestlé de México
 Peñafiel Aguas Minerales
 Grupo Gerber S.A.B. de C.V.
 Compañía Topo Chico S.A de C.V.

Z4	Canal de distribución comercial Tiendas de autoservicio Tienditas Comercios	Ser el intermediario mediante el cual se mueven los productos o servicios desde el fabricante hasta el usuario o consumidor final.	Productores de fabricación de refrescos y otras bebidas no alcohólicas Consumidor/generador
Z5	Consumidor/generador son aquellas entidades domésticas, industriales e institucionales Sistema de gestión integral de residuos sólidos urbanos El sistema comprende: Sistema de barrido	Son los generadores de los residuos sólidos urbanos, RSU; es decir, son los propietarios o poseedores que desechan o eliminan materiales provenientes de la actividad doméstica, y de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, (productos que consumen y de sus envases, embalajes y empaques; Artículo 5º, fracción XXXIII, LGPGIR) Cuenta con el esquema e infraestructura de técnicas, tecnologías y programas de manejo acordes con objetivos y metas específicos de gerenciamiento de residuos sólidos, es decir, constituye una manera de gestionar los residuos con base en la triada del desarrollo sustentable (sociedad, ambiente y economía) bajo las premisas de preservación y	Sistema de barrido Sistema de recolección Separación desde la fuente* ECOCE Gobiernos estatales Gobierno federal SEMARNAT

	Sistema de recolección/separación desde la fuente	protección ambiental, de equidad y aceptabilidad social, complementadas por un sistema económico factible de implementar (OPDS n/d),	
	Plantas de selección		
	Estaciones de transferencia		
	Disposición final de RSU		
Z6	Sistema de barrido:	Se encarga mantener limpias y en condiciones estéticas los servicios públicos de la localidad (calles, parques, jardines, alcantarillado y drenaje entre otros; SEMARNAT, 2008)	Sistema de recolección
	i) manual		Consumidor/generador
	ii) mecánico		
Z7	Sistema de recolección:	“Tiene por objeto retirar los RSU de la fuente generadora (hogar, comercios, oficinas, mercados, rastros, etc.), a fin de concentrarlos en un punto de transferencia, centro de acopio para su proceso (reciclaje o tratamiento) o, de otra manera llevarlos directamente al sitio de disposición final. Al llevar a cabo un sistema de recolección es importante considerar si se va a establecer un sistema de recolección separada y definir la clasificación de los subproductos” (SEMARNAT, 2002, p.43)	Consumidor/generador
	i)Servicio municipal		Sistema de barrido
	ii)Particular		
	iii)Pepenadores		
		Por lo que lleva a cabo:	
		a) la planeación de los diferentes métodos de recolección	
		b) la gestión del sistema de transporte (vehículos recolectores de alta tecnificación, especializados, adoptados)	
		c) el establecimiento de horarios y	
		d) el diseño de rutas (SEMARNAT, 2008)	

Z8	Sistema de recolección desde la fuente	Facilita la recuperación de determinados materiales y permite su reincorporación al ciclo de producción y consumo, reduciendo la explotación de recursos naturales para la fabricación de la materia prima virgen (OPDS n/d)	Consumidor/generador son aquellas entidades domésticas, industriales e institucionales ECOCE Sistema de acopio- acondicionamiento
Z9	Estaciones de transferencia	Son instalaciones donde los residuos son traspasados de las unidades de recolección, desde los vehículos recolectores con el propósito de transportar una mayor cantidad de los mismos a un menor costo, con lo cual se logra una eficiencia global del sistema (SEMARNAT, 2008).	Sistema de recolección Sistema de recolección desde la fuente Plantas de selección
Z10	Plantas de selección	Éstas se encargan de la valorización, aprovechamiento, tratamiento recuperando los materiales reciclables. Los principales materiales recuperados son: Aluminio traste, macizo, chatarra, perfil, bote aluminio, bote ferroso, fierro, lámina metálica, cobre, alambre, botellas de refresco y cerveza, vidrio ámbar, transparente y verde, cartón, todo tipo de papel, periódico, PVC, PET, plástico rígido o nylon y vinil, entre otros (Secretaría de Obras y Servicios, n/d)	Sistema de recolección (transporte) Sistema de recolección desde la fuente (transporte) Estaciones de transferencia Disposición final Sistema de acopio- acondicionamiento
Z11	Rellenos sanitarios (disposición final de RSU)	Son espacios donde se disponen los RSU con estrictos procedimientos de operación y elementos de control, como los sistemas de impermeabilización, que impiden la contaminación del suelo y las aguas subterráneas y permiten la eliminación adecuada de gases y líquidos lixiviados (OPDS n/d)	Plantas de selección

Z12	Gobierno Federal	<p>Elaboración de leyes normas y reglamentos</p> <p>Asignación de recursos presupuestarios</p>	<p>SEMARNAT</p> <p>Entidades estatales</p> <p>Secretaria de Salud</p> <p>Secretaría de obras publicas</p> <p>Otras secretarias (la gestión de los residuos se llevará a cabo en función del ámbito; turismo industria, pesca, energía y minas, transporte, vivienda y otros)</p>
Z13	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT	<p>Tiene la capacidad de elaborar políticas, estrategias y planes y programas nacionales para el control ambiental, por lo que es entidad reguladora y auditora de la normativa ambiental</p> <p>Coordinador de programas nacionales. Así mismo, funge como instancia regulatoria de permisos ambientales (Oficina Panamericana de Salud, 2005)</p>	<p>Gobierno Federal</p> <p>Entidades estatales</p> <p>Organismos de participación y apoyo en materia de residuos sólidos.</p> <p>ECOCE</p>
Z14	Entidades estatales	<p>Son el apoyo a la gestión de residuos no peligrosos</p> <p>Fomento y creación de infraestructura</p> <p>Regulan el manejo de los residuos sólidos en sus respectivos ámbitos de intervención.</p>	<p>Entidades municipales</p> <p>Sistema integral de gestión de los residuos sólidos urbanos</p> <p>SEMARNAT</p>

Z15	Entidades municipales	Formulación de normativa local y control de saneamiento ambiental Gestión de los residuos sólidos urbanos Elaboración de planes operativos y financieros a largo plazo	Entidades Estatales Sistema de barrido Sistema de recolección Estaciones de transferencia Disposición final (rellenos sanitarios) Sistema de acopio- acondicionamiento Pepeña en recolección ECOCE
Z16	Pepeña en recolección	Realizar la separación y recolección generalmente manual de material reciclable en los tiraderos. (SEMARNAT, 2001)	INARE Consumidor/generador
Z17	Instituto Nacional de Recicladores A.C., (INARE México)	Fomento de exportación en material reciclable Promoción a la formalidad del sector en lo fiscal Creación de redes de colaboración industria-gobierno	Entidades Estatales Sistema de acopio- acondicionamiento Pepeña en recolección
Z18	Instituto Nacional de Energía y Cambio Climático (INECC)	Funge como entidad coordinadora y ejecutora de proyectos de investigación científica o tecnológica en temas ecológicos y de cambio climático. Por lo que su función es “coordinar y realizar estudios y proyectos de investigación científica o tecnológica con instituciones académicas, de investigación, públicas o privadas, nacionales o extranjeras en materia de cambio climático, protección al ambiente y preservación y restauración del equilibrio ecológico” (INECC, 2015)	Entidades estatales Entidades federales SEMARNAT
Z19	Red Mexicana de Manejo Ambiental de Residuos (Remexmar) en cada entidad federativa	Fortalecer las capacidades de gestión de municipios y estados para promover programas de minimización y manejo de residuos de manera integral e intersectorial. (SEMARNAT, 2001)	Entidades estatales Entidades municipales

Z20	Confederación Patronal de la República Mexicana (COPARMEX)	<p>Agrupar a empresarios de todos los sectores mediante afiliación voluntaria.</p> <p>Representa a las empresas afiliadas ante autoridades y organismos nacionales e internacionales.</p> <p>Mejora la competitividad de las empresas, facilitando recursos especializados en temas laboral, fiscal o legal.</p> <p>(Coparmex, 2015)</p>	<p>Productor de fabricación de resinas sintéticas</p> <p>Productores de preformas y botellas</p> <p>Productores de fabricación de refrescos y otras bebidas no alcohólicas</p> <p>Productores de fabricación de resinas a partir de plásticos reciclados</p>
Z21	Cooperación Técnica Alemana (GTZ) +RED GIRE SOL	<p>Homogeniza y actualiza el conocimiento y criterios sobre el manejo de residuos sólidos. Asimismo, grupa a los agentes involucrados en la gestión integral de residuos sólidos con el fin de promover la difusión de información sobre su manejo integral (Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de la República Federal de Alemania, 2009).</p>	<p>Entidades estatales</p> <p>Entidades municipales</p> <p>Sistema de gestión integral de residuos sólidos urbanos</p> <p>Sistema de recolección desde la fuente</p>
Z22	Fondo para Proyectos de Prevención de la Contaminación (FIPREV)	<p>Apoyar financieramente a empresas legalmente constituidas, mediante créditos con tasa preferencial para realizar estudios de impacto ambiental. (Funtec, n.d.)</p>	<p>Productor de fabricación de resinas sintéticas</p> <p>Productor de preformas y botellas</p> <p>Productor de fabricación de refrescos y otras bebidas no alcohólicas</p> <p>Productor de fabricación de resinas a partir de plásticos reciclados</p>
Z23	Centro Mexicano para la Producción más Limpia (CMP+L)	<p>Realizar investigación científica y aplicada para la industria nacional en materia de producción limpia (IPN, n.d.)</p>	

Z24	Consejo Nacional de Industrias Ecologistas (CONEICO)	<p>Fomenta y promover la cultura ecológica en procesos industriales.</p> <p>Participa en la elaboración, verificación y análisis de normas industriales.</p> <p>Colabora con universidades, institutos e industrias para promover el uso eficiente de recursos energéticos y/o naturales. (CONEICO, n.d.)</p>	<p>SEMARNAT INECC Generador Sistema de recolección desde la fuente</p>
Z25	Asociación Nacional de Industrias del Plástico Anipac AC	<p>Impulsa la comercialización, otorgando facilidades a las empresas socias. (Ej. Descuentos en espacios publicitarios.)</p> <p>Representatividad de intereses del sector ante organismos públicos y privados</p> <p>Proporciona capacitación sobre proceso administrativos y avances tecnológicos para incrementar la competitividad. (aniapac, n.d.)</p>	<p>Productor de fabricación de resinas sintéticas</p> <p>Productores de preformas y botellas</p> <p>Productores de fabricación de refrescos y otras bebidas no alcohólicas</p> <p>Productores de fabricación de resinas a partir de plásticos reciclados</p> <p>SEMARNAT</p>
Z26	Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA)	<p>Apoyar la cooperación entre los tres socios del TLCAN con relación a asuntos de impacto ecológico.</p> <p>Constituir un foro único para abordar temas sobre medio ambiente a escala regional.</p> <p>“Apoyar la cooperación entre los tres socios comerciales del TLCAN en la atención de los asuntos ambientales de preocupación común, con especial énfasis en los retos y oportunidades ambientales derivados del libre comercio de la región.” (CCA, n.d.)</p>	Gobierno Federal

Z27	Organismos de apoyo para la gestión de RSU BID, Banco Mundial, OPS/OMS, USAID, UNICEF, CEPAL, JICA, KfW, GTZ, AECI, la Federación Latinoamericana de Ciudades, Municipios y Asociaciones (FLACMA), Ciudades Unidas y Gobiernos Locales (UCLG por su sigla en inglés)	Organismos internacionales, multilaterales y bilaterales, que participan en varios niveles tanto en el financiamiento de proyectos de inversión como en soluciones técnicas, educativas, establecimiento de políticas públicas y apoyo directo a las municipalidades en el tema de manejo de residuos sólidos (Oficina Panamericana de Salud, 2005, p.24)	Gobierno Federal Entidades estatales Entidades municipales
Z28	ECOCE	Agrupar empresas del sector de Bebidas y Alimentos para impulsar una cultura ecológica de reciclaje y acopio de envases. Administrar el Plan de Recuperación de Envases y Empaques (SEMARNAT PM-ROTR-008-2013) Impulsar una cultura ecológica del reciclaje y promover el acopio masivo de envases mediante publicidad, sensibilización y programas dirigidos al público en general. Proporcionar seguimiento y participación de las empresas miembros en materia de acopio y reciclaje de PET (ECOCE, 2015)	SEMARNAT Productores de fabricación de refrescos y otras bebidas no alcohólicas Productores de fabricación de resinas a partir de plásticos reciclados Sistema de recolección desde la fuente Sistema de acopio-acondicionamiento Consumidor/generador
Z29	Sistema acopio-acondicionamiento	Este sistema está integrado por las 1989 unidades económicas (clasificación SCIAN; 434314) dedicadas al comercio al por mayor especializado de desechos de plástico para reciclaje.	Sistema de recolección desde la fuente Sistema de gestión integral de residuos sólidos urbanos Sistema de recolección (iii)

Z30	Productores de fabricación de resinas a partir de plásticos reciclados (clasificación SCIAN 325993) PetStar (BTB) IMER (BTB) CPR (BTB) Tecnología del reciclaje Greenpet Envases plásticos del centro Paktec Morphoplas Alen del Norte Procesadora Tecnológica de polímeros PET/ performance/IPISA Plásticos W/Xito/Petall Gran total de recicladores PET	Unidades económicas dedicadas principalmente a la fabricación de resinas a partir de plásticos reciclados (SCIAN, n.d.)	Sistema de recolección desde la fuente Sistema acopio-acondicionamiento Sistema de recolección (iii) pepenadores
-----	--	---	---

Nota: BTB significa que regresan a envases grado alimenticio (botella a botella)

Anexo 2. Descripción de los agentes e interrelaciones sistémicas en el esquema de Ecología Industrial para el reciclaje de los envases multicapa

Esquema de Ecología Industrial para el reciclaje de envases multicapa

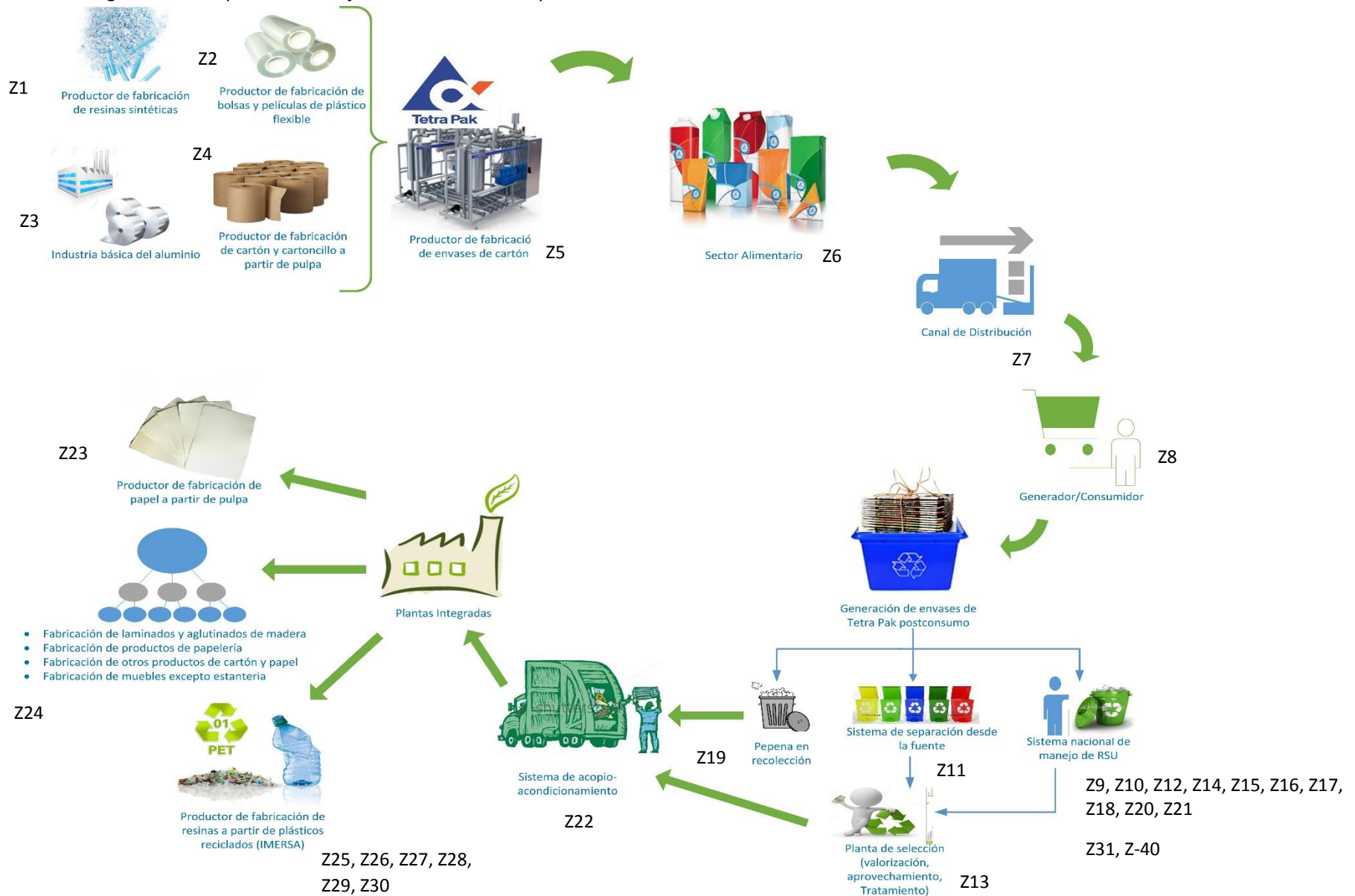


Tabla 17. Descripción de los agentes e interrelaciones sistémicas en el esquema de Ecología Industrial para el reciclaje de envases multicapa.

NOM	ACTOR	FUNCIONES	RELACIÓN
Z1	<p>Productor de fabricación de resinas sintéticas (clasificación SCIAN: 325211) C & J TECH MEXICO S.A. DE C.V. INDORAMA VENTURES POLYMERS MEXICO S. DE R.L. DE C.V. A SCHULMAN DE MEXICO S.A. DE C.V. BASF MEXICANA S.A. DE C.V. INDELPRO S.A. DE C.V. MEXICHEM RESINAS VINILICAS S.A. DE C.V. MEXICHEM COMPUESTOS S.A. DE C.V. RESIRENE S.A. DE C.V.</p>	<p>Unidades económicas dedicadas a la fabricación del Polietilén tereftalato PET, tipo de materia prima derivado del petróleo Provee materia prima a las productoras de preformas y botellas. El PET presenta propiedades de transparencia, tiene resistencia química, al calor, al ataque de polillas, bacterias y hongos, absorbe poca cantidad de agua, forma fibras fuertes y flexibles y no se ve afectado por ácidos ni gases atmosféricos (Tecnología del plástico, 2011).</p>	<p>Productor de fabricación de envases de cartón</p>
Z2	<p>Productor de fabricación de bolsas y películas de plástico flexible (Clasificación SCIAN: 326110) Se encontraron 40 unidades económicas dedicadas a la fabricación de bolsas y películas de plástico flexibles ALTOPRO LAMINACIONES TECNICAS PARA EMPAQUES S.A. DE C.V. POLY ENVASES DE MEXICO S.A. C.V. POLYCEL DE MEXICO ABA S.A. DE C.V. CARREDANA DE EMPAQUES S.A. DE C.V. FOL-MEX S.A. DE C.V. LOCUA S.A. DE C.V. PELICULAS PLASTICAS S.A. DE C.V. PLAMI S.A. DE C.V. PLASTINAL S.A. DE C.V. PLIANT DE MEXICO S.A. DE C.V. POLY RAFIA S.A. DE C.V. SEALED AIR DE MEXICO OPERATIONS S. DE R.L. DE C.V.</p>	<p>Unidades económicas dedicadas principalmente a la fabricación de bolsas y películas de plástico flexible para embalaje, y de laminados de plástico flexible sin soporte textil.</p>	<p>Productor de fabricación de envases de cartón Asociación Nacional de Industrias del Plástico Anipac AC</p>

Z3	<p>Industria básica del aluminio (Clasificación SCIAN: 331310) ALUMINIO DE BAJA CALIFORNIA S.A. DE C.V. HOWMET DE MEXICO S. DE R.L. DE C.V. WERNER LADDER DE MEXICO S. DE R.L. DE C.V. ALLTUB MEXICO S.A. DE C.V. ALMEXA ALUMINIO S.A. DE C.V. CUPRUM S.A. DE C.V. EXTRUSIONES METÁLICAS S.A. DE C.V. INDUSTRIA MEXICANA DEL ALUMINIO S.A. DE C.V. INDALUM S.A. DE C.V. VARMOXZ S.A. DE C.V.</p>	<p>Unidades económicas dedicadas principalmente a la refinación de alúmina, a la producción de aleaciones de aluminio y a la fabricación de productos de la laminación secundaria. Incluye la fabricación de papel de aluminio.</p>	<p>Productor de fabricación de envases de cartón</p>
Z4	<p>Productor de fabricación de cartón y cartoncillo a partir de pulpa (Clasificación SCIAN: 322132) CUAUTIPACK S.A. DE C.V. MOLINO LOS REYES PRODUCTORA DE PAPEL S.A. DE C.V. CARTONES PONDEROSA S.A. DE C.V.</p>	<p>Unidades económicas dedicadas principalmente a la fabricación de cartón y cartoncillo a partir de pulpa (de madera y/o de materiales reciclados) comprada.</p>	<p>Productor de fabricación de envases de cartón</p>
Z5	<p>Productor de fabricación de envases de cartón (Clasificación SCIAN: 322210) ENVASES ELOPAK S.A. DE C.V. ESTAPACK SMURFIT KAPPA MONTERREY CORRUGADOS GUADALUPE TETRA PAK QUERETARO SIG COMBIBLOC MÉXICO</p>	<p>Unidades económicas dedicadas principalmente a la fabricación de productos de cartón para empaque y embalaje, como cajas, botes, archiveros y cajoneras, carretes y tubos, y soportes de cartón para cajas y productos similares, a partir de cartón comprado.</p>	<p>Productor de fabricación de resinas sintéticas Industria básica del aluminio Productor de fabricación de bolsas y películas de plástico flexible Productor de fabricación de cartón y cartoncillo a partir de pulpa</p>

Z6	<p>SECTOR ALIMENTARIO</p> <p>Preparación y envasado de pescados y mariscos (clasificación SCIAN 311710)</p> <p>Conservación de frutas, verduras, guisos y otros alimentos preparados por procesos distintos a la congelación (clasificación SCIAN 31142)</p> <p>Productor de fabricación de leche y otros derivados lácteos (clasificación SCIAN 31151)</p> <p>Productor de fabricación de refrescos y otras bebidas no alcohólicas (clasificación SCIAN 312111)</p>	<p>Son unidades económicas del sector alimentario que por el tipo de producto final requiere de un empaque con características de asepsia, y con condiciones de vida de anaquel larga.</p>	<p>Productor de fabricación de envases de cartón</p> <p>Canal de distribución comercial</p>
Z7	<p>Canal de distribución comercial</p> <p>Tiendas de autoservicio</p> <p>Tienditas</p> <p>Comercios</p>	<p>Ser el intermediario mediante el cual se mueven los productos o servicios desde el fabricante hasta el usuario o consumidor final.</p>	<p>Sector alimentario</p> <p>Consumidor/generador</p>
Z8	<p>Consumidor/generador son aquellas entidades domésticas, industriales e institucionales</p>	<p>Son los generadores de los residuos sólidos urbanos, rsu; es decir, son los propietarios o poseedores que desechan o eliminan materiales provenientes de la actividad doméstica, y de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, (productos que consumen y de sus envases, embalajes y empaques; Artículo 5º, fracción XXXIII, LGPGIR)</p>	<p>Sistema de barrido</p> <p>Sistema de recolección</p> <p>Separación desde la fuente*</p> <p>ECOCE</p> <p>Junior League of Mexico City I.AP.</p>

	<p>Sistema de gestión integral de residuos sólidos urbanos El sistema comprende: Sistema de barrido Sistema de recolección/separación desde la fuente Plantas de selección Estaciones de transferencia Disposición final de rsu</p>	<p>Cuenta con el esquema e infraestructura de técnicas, tecnologías y programas de manejo acordes con objetivos y metas específicos de gerenciamiento de residuos sólidos, es decir, constituye una manera de gestionar los residuos con base en la triada del desarrollo sustentable (sociedad, ambiente y economía) bajo las premisas de preservación y protección ambiental, de equidad y aceptabilidad social, complementadas por un sistema económico factible de implementar (OPDS n/d),</p>	<p>Gobiernos estatales Gobierno federal SEMARNAT</p>
Z9	<p>Sistema de barrido: i) manual ii) mecánico</p>	<p>Se encarga mantener limpias y en condiciones estéticas los servicios públicos de la localidad (calles, parques, jardines, alcantarillado y drenaje entre otros; SEMARNAT, 2008)</p>	<p>Sistema de recolección Generador</p>
Z10	<p>Sistema de recolección: i)Servicio municipal ii)Particular iii)Pepenadores</p>	<p>“Tiene por objeto retirar los rsu de la fuente generadora (hogar, comercios, oficinas, mercados, rastros, etc.), a fin de concentrarlos en un punto de transferencia, centro de acopio para su proceso (reciclaje o tratamiento) o, de otra manera llevarlos directamente al sitio de disposición final. Al llevar a cabo un sistema de recolección es importante considerar si se va a establecer un sistema de recolección separada y definir la clasificación de los subproductos” (SEMARNAT, 2002, p.43) Por lo que lleva a cabo: a) la planeación de los diferentes métodos de recolección</p>	<p>Consumidor/generador Sistema de barrido</p>

		<p>b) la gestión del sistema de transporte (vehículos recolectores de alta tecnificación, especializados, adoptados)</p> <p>c) el establecimiento de horarios y</p> <p>d) el diseño de rutas (SEMARNAT, 2008)</p>	
Z11	Sistema de recolección desde la fuente	Facilita la recuperación de determinados materiales y permite su reincorporación al ciclo de producción y consumo, reduciendo la explotación de recursos naturales para la fabricación de la materia prima virgen (OPDS n/d)	Consumidor/generador son aquellas entidades domésticas, industriales e institucionales Sistema de acopio- acondicionamiento Junior League of Mexico City I.AP
Z12	Estaciones de transferencia	Son instalaciones donde los residuos son traspasados de las unidades de recolección, desde los vehículos recolectores con el propósito de transportar una mayor cantidad de los mismos a un menor costo, con lo cual se logra una eficiencia global del sistema (SEMARNAT, 2008).	Sistema de recolección Sistema de recolección desde la fuente Plantas de selección
Z13	Plantas de selección	Éstas se encargan de la valorización, aprovechamiento y tratamiento, recuperando los materiales reciclables. Los principales materiales recuperados son: Aluminio traste, macizo, chatarra, perfil, bote aluminio, bote ferroso, fierro, lámina metálica, cobre, alambre, botellas de refresco y cerveza, vidrio ámbar, transparente y verde, cartón, todo tipo de papel, periódico, PVC, PET, plástico rígido o nylon y vinyl, entre otros (Secretaría de Obras y Servicios, n/d)	Sistema de recolección (transporte) Sistema de recolección desde la fuente (transporte) Estaciones de transferencia Disposición final Sistema de acopio-acondicionamiento

Z14	Rellenos sanitarios (disposición final de rsu)	Son espacios donde se disponen los rsu con estrictos procedimientos de operación y elementos de control, como los sistemas de impermeabilización, que impiden la contaminación del suelo y las aguas subterráneas y permiten la eliminación adecuada de gases y líquidos lixiviados (OPDS n/d)	Plantas de selección
Z15	Gobierno Federal	Elaboración de leyes normas y reglamentos Asignación de recursos presupuestarios	SEMARNAT Entidades estatales Secretaria de Salud Secretaría de obras publicas Otras secretarias (la gestión de los residuos se llevará a cabo en función del ámbito; turismo industria, pesca, energía y minas, transporte, vivienda y otros)
Z16	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT	Tiene la capacidad de elaborar políticas, estrategias y planes y programas nacionales para el control ambiental, por lo que es entidad reguladora y auditora de la normativa ambiental Coordinador de programas nacionales. Así mismo, funge como instancia regulatoria de permisos ambientales (Oficina Panamericana de Salud, 2005)	Gobierno Federal Entidades estatales Organismos de participación y apoyo en materia de residuos sólidos. ECOCE Junior League of Mexico City I.AP
Z17	Entidades estatales	Son el apoyo a la gestión de residuos no peligrosos Fomento y creación de infraestructura Regulan el manejo de los residuos sólidos en sus respectivos ámbitos de intervención.	Entidades municipales Sistema integral de gestión de los residuos sólidos urbanos SEMARNAT

Z18	Entidades municipales	<p>Formulación de normativa local y control de saneamiento ambiental</p> <p>Gestión de los residuos sólidos urbanos</p> <p>Elaboración de planes operativos y financieros a largo plazo</p>	<p>Entidades Estatales</p> <p>Sistema de barrido</p> <p>Sistema de recolección</p> <p>Estaciones de transferencia</p> <p>Disposición final (rellenos sanitarios)</p> <p>Sistema de acopio- acondicionamiento</p> <p>Pepena en recolección</p> <p>ECOCE</p> <p>Junior League of Mexico City I.AP</p>
Z19	Pepena en recolección	<p>Realizar la separación y recolección generalmente manual de material reciclable en los tiraderos. (SEMARNAT, 2001)</p>	<p>INARE</p> <p>Consumidor/generador</p>
Z20	Junior League of Mexico City I.AP.	<p>Generación de programas de reciclaje involucrando todos los actores en la cadena.</p> <p>Involucrar actores no gubernamentales en el proceso de reciclado</p>	<p>Productor de fabricación de envases de cartón</p> <p>Entidades municipales</p> <p>SEMARNAT</p> <p>Consumidor/generador</p> <p>Sistema de recolección desde la fuente</p> <p>Sistema de acopio-acondicionamiento</p>
Z21	ECOCE	<p>Agrupar empresas del sector de Bebidas y Alimentos para impulsar una cultura ecológica de reciclaje y acopio de envases. Administrar el Plan de Recuperación de Envases y Empaques (SEMARNAT PM-ROTR-008-2013)</p> <p>Impulsar una cultura ecológica del reciclaje y promover el acopio masivo de envases mediante publicidad, sensibilización y programas dirigidos al público en general. Proporcionar seguimiento y participación de las empresas miembros en materia de acopio y reciclaje de PET (ECOCE, 2015)</p>	<p>SEMARNAT</p> <p>Sector Alimentario</p> <p>Sistema de recolección desde la fuente</p> <p>Sistema de acopio-acondicionamiento</p> <p>Industria Mexicana de Reciclaje S.A (IMERSA)</p>

Z22	Sistema acopio-acondicionamiento	Este sistema está integrado por las 1989 unidades económicas (clasificación SCIAN; 434314) dedicadas al comercio al por mayor especializado de desechos de plástico para reciclaje.	Sistema de recolección desde la fuente Sistema de gestión integral de residuos sólidos urbanos Pepena en recolección
Z23	Productor de fabricación de papel en plantas integradas (Clasificación SCIAN:322121) Grupo Empresarial Transforma S.A. de C.V. Celu-pack Recicladados de Papel y Celulosa Bio Pappel S.A.B. de C.V. REPAK MEXICO S.A. DE C.V.	Unidades económicas dedicadas principalmente a la fabricación de pulpa (de madera y de materiales reciclados), papel y productos de papel en plantas integradas	Productor de fabricación de envases de cartón Productor de fabricación de cartón y cartoncillo a partir de pulpa Sistema de recolección desde la fuente Sistema acopio-acondicionamiento Sistema de recolección (iii) pepenadores Pepena en recolección
Z24	Productor de fabricación de papel a partir de pulpa (Clasificación SCIAN:322122) SCA Mexico and Central America Kimberly-Clark de México S.A. de C.V. Fábrica de Papel San José S. A. de C. V.	Unidades económicas dedicadas principalmente a la fabricación de diferentes tipos de papel a partir de pulpa (de madera y de materiales reciclados) comprada.	Productor de fabricación de envases de cartón Productor de fabricación de cartón y cartoncillo a partir de pulpa Sistema de recolección desde la fuente Sistema acopio-acondicionamiento Sistema de recolección (iii) pepenadores Pepena en recolección
Z25	Industria Mexicana de Reciclaje S.A (IMERSA) (Productor de fabricación de resinas a partir de plásticos reciclados, clasificación SCIAN 325993)	Unidades económicas dedicadas principalmente a la fabricación de resinas a partir de plásticos reciclados	ECOCE Sistema de recolección desde la fuente Sistema acopio-acondicionamiento Asociación Nacional de Industrias del Plástico Anipac AC

Z26	<p>Productor de fabricación de laminados y aglutinados de madera (Clasificación SCIAN: 321210)</p> <p>66 unidades económicas dedicadas a la fabricación de laminados y aglutinados de madera</p>	<p>Unidades económicas dedicadas principalmente a la fabricación de laminados y aglutinados de madera.</p>	<p>Productor de fabricación de papel en plantas integradas</p>
Z27	<p>Productor de fabricación de productos de papelería (Clasificación SCIAN: 322230)</p> <p>767 unidades económicas dedicadas a la fabricación de productos de papelería</p>	<p>Unidades económicas dedicadas principalmente a la fabricación de productos de papelería, a partir de papel y cartón comprados.</p>	<p>Productor de fabricación de papel en plantas integradas</p> <p>Productor de fabricación de papel a partir de pulpa</p>
Z28	<p>Productor de fabricación de otros productos de cartón y papel (Clasificación SCIAN: 322299)</p> <p>3,576 unidades económicas dedicadas a la fabricación de otros productos de papel (cartón de huevo, filtros de papel, manualidades de cartón, entre otros)</p>	<p>Unidades económicas dedicadas a la fabricación de productos de cartón y papel moldeado, como cartón para huevo, manualidades de cartón a partir de cartón y papel comprados.</p>	<p>Productor de fabricación de papel en plantas integradas</p> <p>Productor de fabricación de papel a partir de pulpa</p>
Z29	<p>Productor de fabricación de muebles excepto estantería. (Clasificación SCIAN: 337110, y 337120)</p> <p>30,291 unidades económicas dedicadas a la fabricación de muebles, excepto estantería</p>	<p>Unidades económicas dedicadas principalmente a la fabricación de muebles</p>	<p>Productor de fabricación de papel en plantas integradas</p>
Z30	<p>Instituto Nacional de Recicladores A.C., (INARE México)</p>	<p>Fomento de exportación en material reciclable</p> <p>Promoción a la formalidad del sector en lo fiscal</p> <p>Creación de redes de colaboración industria-gobierno</p>	<p>Entidades Estatales</p> <p>Sistema de acopio-acondicionamiento</p> <p>Pepeña en recolección</p>

Z31	Instituto Nacional de Energía y Cambio Climático (INECC)	Funge como entidad coordinadora y ejecutora de proyectos de investigación científica o tecnológica en temas ecológicos y de cambio climático. Por lo que su función es “coordinar y realizar estudios y proyectos de investigación científica o tecnológica con instituciones académicas, de investigación, públicas o privadas, nacionales o extranjeras en materia de cambio climático, protección al ambiente y preservación y restauración del equilibrio ecológico” (INECC, 2015)	Entidades estatales Entidades federales SEMARNAT
Z32	Red Mexicana de Manejo Ambiental de Residuos (Remexmar) en cada entidad federativa	Fortalecer las capacidades de gestión de municipios y estados para promover programas de minimización y manejo de residuos de manera integral e intersectorial.(SEMARNAT, 2001)	Entidades estatales Entidades municipales
Z33	Confederación Patronal de la República Mexicana (COPARMEX)	Agrupar a empresarios de todos los sectores mediante afiliación voluntaria. Representa a las empresas afiliadas ante autoridades y organismos nacionales e internacionales. Mejora la competitividad de las empresas, facilitando recursos especializados en temas laboral, fiscal o legal. (Coparmex, 2015)	SECTOR ALIMENTARIO Productor de fabricación de resinas sintéticas Productor de fabricación de bolsas y películas de plástico flexible Industria básica del aluminio Productor de fabricación de cartón y cartoncillo a partir de pulpa Productor de fabricación de envases de cartón Productor de fabricación de papel en plantas integradas Productor de fabricación de papel a partir de pulpa Productores de fabricación de resinas a partir de plásticos reciclados Productor de fabricación de laminados y aglutinados de madera Productor de fabricación de productos de papelería

			<p>Productor de fabricación de otros productos de cartón y papel</p> <p>Productor de fabricación de muebles excepto estantería.</p>
Z34	Cooperación Técnica Alemana (GTZ) +RED GIRE SOL	<p>Homogeniza y actualiza el conocimiento y criterios sobre el manejo de residuos sólidos. Asimismo, agrupa a los agentes involucrados en la gestión integral de residuos sólidos con el fin de promover la difusión de información sobre su manejo integral.</p> <p>(Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de la República Federal de Alemania, 2009)</p>	<p>Entidades estatales</p> <p>Entidades municipales</p> <p>Sistema de gestión integral de residuos sólidos urbanos</p> <p>Sistema de recolección desde la fuente</p>
Z35	Fondo para Proyectos de Prevención de la Contaminación (FIPREV)	<p>Apoyar financieramente a empresas legalmente constituidas, mediante créditos con tasa preferencial para realizar estudios de impacto ambiental. (Funtec, n.d.)</p>	<p>Sector alimentario</p> <p>Productor de fabricación de resinas sintéticas</p> <p>Productor de fabricación de bolsas y películas de plástico flexible</p> <p>Industria básica del aluminio</p> <p>Productor de fabricación de cartón y cartoncillo a partir de pulpa</p> <p>Productor de fabricación de envases de cartón</p> <p>Productor de fabricación de papel en plantas integradas</p> <p>Productor de fabricación de papel a partir de pulpa</p> <p>Productores de fabricación de resinas a partir de plásticos reciclados</p> <p>Productor de fabricación de laminados y aglutinados de madera</p> <p>Productor de fabricación de productos de papelería</p> <p>Productor de fabricación de otros productos de cartón y papel</p>

			Productor de fabricación de muebles excepto estantería.
Z36	Centro Mexicano para la Producción más Limpia (CMP+L)	Realizar investigación científica y aplicada para la industria nacional en materia de producción limpia (IPN, n.d.)	
Z37	Consejo Nacional de Industrias Ecologistas (CONEICO)	Fomenta y promover la cultura ecológica en procesos industriales. Participa en la elaboración, verificación y análisis de normas industriales. Colabora con universidades, institutos e industrias para promover el uso eficiente de recursos energéticos y/o naturales. (CONEICO, n.d.)	SEMARNAT INECC Generador Sistema de recolección desde la fuente
Z38	Asociación Nacional de Industrias del Plástico Anipac AC	Impulsa la comercialización, otorgando facilidades a las empresas socias. (Ej. Descuentos en espacios publicitarios. Representatividad de intereses del sector ante organismos públicos y privados Proporciona capacitación sobre proceso administrativos y avances tecnológicos para incrementar la competitividad. (anipac, n.d.)	Productor de fabricación de resinas sintéticas Productores de fabricación de resinas a partir de plásticos reciclados SEMARNAT

Z39	Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA)	<p>Apoyar la cooperación entre los tres socios del TLCAN con relación a asuntos de impacto ecológico.</p> <p>Constituir un foro único para abordar temas sobre medio ambiente a escala regional.</p> <p>“Apoyar la cooperación entre los tres socios comerciales del TLCAN en la atención de los asuntos ambientales de preocupación común, con especial énfasis en los retos y oportunidades ambientales derivados del libre comercio de la región.”</p> <p>(CCA, n.d.)</p>	Entidad federal
Z40	Organismos de apoyo para la gestión de RSU BID, Banco Mundial, OPS/OMS, USAID, UNICEF, CEPAL, JICA, KfW, GTZ, AECI, la Federación Latinoamericana de Ciudades, Municipios y Asociaciones (FLACMA), Ciudades Unidas y Gobiernos Locales (UCLG por su sigla en inglés)	Organismos internacionales, multilaterales y bilaterales, que participan en varios niveles tanto en el financiamiento de proyectos de inversión como en soluciones técnicas, educativas, establecimiento de políticas públicas y apoyo directo a las municipalidades en el tema de manejo de residuos sólidos (Oficina Panamericana de Salud, 2005).	Entidad federal Entidades estatales Entidades municipales

Anexo 3. Indicadores de generación y manejo de residuos sólidos urbanos en la Ciudad de México

A continuación la tabla 18 presenta la cantidad de generación de residuos (toneladas al día) de todas las delegaciones, de estos indicadores se seleccionaron aquellas con mayor generación. El criterio de selección es porque aparentemente en estas delegaciones aparentemente habría mayor infraestructura para gestionar los residuos y la población de esa región tendría mayor conocimiento y participación en de la separación especializada. Las delegaciones seleccionadas fueron Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero e Iztapalapa (tabla 18).

Tabla 18. Indicadores de generación y manejo de residuos sólidos urbanos en la Ciudad de México al año 2013.

Delegación	Población total delegacional (habitantes)	Generación de residuos al día (ton/día)	Generación de residuos por habitante (kg/habitante/día)	Colonias que realizan recolección separada	Eficiencia de separación de los residuos (%)
Gustavo A. Madero	1,185,772	1,720	1.44	222	46
Azcapotzalco	414,711	517	1.25	111	43
Iztapalapa	1,815,786	2,256	1.24	290	56
Benito Juárez	385,439	684	1.77	56	43
Tláhuac	360,265	360	1.00	89	61
Álvaro Obregón	727,034	645	0.89	246	46
Cuauhtémoc	531,831	1,320	2.48	33	48
Miguel Hidalgo	372,889	804	2.16	89	51
Cuajimalpa de Morelos	186,391	177	0.95	45	55
Magdalena Contreras	239,086	251	1.05	52	78
Tlalpan	650,567	832	1.28	260	66
Milpa Alta	130,582	116	0.89	12	81
Venustiano Carranza	430,978	851	1.97	70	66
Iztacalco	384,326	469	1.22	38	52
Coyoacán	620,416	807	1.30	140	78
Xochimilco	415,007	440	1.06	90	59

Anexo 4. Cuestionario de percepción sobre la separación de los envases PET y multicapa

Fecha de aplicación: _____
 Lugar de aplicación _____
 Nombre del aplicador _____
 Folio de cuestionario _____

Instrucciones generales. El presente cuestionario forma parte de una tesis sobre innovación y cambio tecnológico, se compone de reactivos abiertos y de opción múltiple relacionados con cadenas productivas. Para el llenado de datos generales indicar con una "X" las respuestas que señala el encuestado.

Datos generales:

Sexo: masculino femenino Edad: _____ ¿Con cuántas personas vive? _____

Último grado de estudio:

a) primaria b) secundaria c) técnico d) bachillerato e) licenciatura f) posgrado

¿Qué actividad desarrolla? _____

¿En qué delegación o municipio vive?

Municipio _____

Álvaro Obregón	Quauhtémoc	Miguel Hidalgo	Xochimilco
Azcapotzalco	Gustavo A. Madero	Milpa Alta	
Benito Juárez	Iztacalco	Tláhuac	
Coyoacán	Iztapalapa	Tlalpan	
Guajimalpa de Morelos	Magdalena Contreras	Venustiano Carranza	

Separación

Instrucciones. De los reactivos 1, 3, 4 y 6 el encuestador deberá hacer las preguntas **SIN INDICAR** o **MENCIONAR las RESPUESTAS**, éstas son **EXCLUSIVAMENTE** para que el encuestador indique con una "X" las respuestas del encuestado

- ¿Qué problemas causa la basura que no se lleva a un lugar adecuado?
 Contaminación visual Contaminación
 Obstrucción del alcantarillado/inundaciones Focos de infección/plagas
 Otro _____
- ¿Sabe cuál es la basura reciclable? **SI** **NO** (si la respuesta es "NO" pase a la pregunta 9)
- ¿Qué separa?
 PET latas de aluminio
 Papel y cartón pilas, baterías
 TetraPak Otra _____
 Vidrio ninguna
- ¿A dónde los lleva? camión de la basura centro de acopio otro _____
- ¿Separa en casa? **SI** **NO**
- ¿En qué otro lugar lo hace?

Restaurantes	Centros comerciales
Centros de salud	Centros laborales
Espacios recreativos	Escuela
Otro _____	

- ¿Qué porcentaje de su comunidad considera que separa la basura? _____
 - ¿Cuántos miembros de su familia participan en la separación de los materiales reciclables? _____
 - ¿Ha recibido o visto información sobre la separación de la basura? **SI** **NO**
 (si la respuesta es "NO" pase a la pregunta 13)
 - ¿Dónde ha visto o recibido esta información? Vía pública TV radio internet
 - ¿Ha escuchado hablar de la empresa SUSTENTA? **SI** **NO** ¿A qué se dedica? _____
 - ¿Ha escuchado hablar de la empresa ECOCE? **SI** **NO** ¿A qué se dedica? _____
 - ¿Usted se beneficia de la separación de la basura? **SI** **NO**
 ¿Porqué? _____
-
- En su opinión, los botes de separación de basura que están distribuidos en la Ciudad de México son:
 Suficientes insuficientes
 Bien identificados mal identificados
 Bien distribuidos mal distribuidos
 - ¿Cuántos centros de acopio están ubicados cerca del lugar de donde desarrolla su trabajo, escuela, o en su domicilio? _____
 - Separar la basura:
 Toma mucho tiempo Toma poco tiempo
 Es difícil Es fácil
 - La información que hay para separar la basura es: mucha poca ninguna
 - Considera que la gente está motivada para separar la basura **SI** **NO**
 - ¿Sabe qué productos se fabrican con PET? _____
 - ¿Sabe qué productos se fabrican con Tetrapack? _____

Gracias por su colaboración

