

## Resumen

El crecimiento expansivo de la Ciudad no se asemeja al desarrollo económico donde los aspectos socio-económicos, políticos y ecológicos forman un todo armónico. A manera de conciliar las áreas de desarrollo sustentable, la ecología industrial ha desarrollado conceptos e innovadoras prácticas industriales “de la cuna a la tumba (durante todo el ciclo de vida)”. Auto modelándose después de los ecosistemas naturales, la ecología industrial establece herramientas para optimizar el uso de recursos y reducir la cantidad de residuos generados en un enfoque de “circuito cerrado”. La simbiosis industrial es el ejemplo más concreto del concepto de ecología industrial.

**Palabras clave:** ecología industrial, ciclo de vida, simbiosis industrial, ecosistemas naturales, circuito cerrado.

## Abstract

The expansive growth of the city does not resemble the economic development where the socio-economic, political and ecological aspects form a harmonious whole. A way of reconciling sustainable development areas, industrial ecology has developed concepts and innovative industrial practices “cradle to grave (over the life cycle)”. Auto modeling itself after the natural ecosystems, industrial ecology provides tools to optimize the use of resources and reduce the amount of waste generated in a “closed-loop” approach. The industrial symbiosis is undoubtedly the most concrete example of the concept of industrial ecology.

**Keywords:** industrial ecology, life cycle, industrial symbiosis, natural ecosystems, closed circuit.

# POSIBILIDAD DE SIMBIOSIS INDUSTRIAL EN LA REGIÓN DE SAMALAYUCA

M.C. Jesús Rodarte Dávila, estudiante de Doctorado en Investigación. Maestría en Matemática/Informática Educativa Colegio de Chihuahua. [jj\\_rodarte@hotmail.com](mailto:jj_rodarte@hotmail.com) y [jrodarte@alumnos.colech.edu.mx](mailto:jrodarte@alumnos.colech.edu.mx)

Dr. Jorge Salas Plata Mendoza doctor en Ciencias Ambientales. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. [jsalasplata@gmail.com](mailto:jsalasplata@gmail.com) y [jsalas@uacj.mx](mailto:jsalas@uacj.mx)

Dra. Aida Yarira Reyes Escalante, doctora en Ciencias Administrativas. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. [yarizue@gmail.com](mailto:yarizue@gmail.com) y [aida.reyes@uacj.mx](mailto:aida.reyes@uacj.mx)

## Introducción

Simbiosis industrial (SI) es parte de la filosofía de la ecología industrial, se caracteriza por el intercambio físico colaborativo de materiales, energía, agua, y/o subproductos entre socios comerciales. El término Simbiosis Industrial fue acuñado para describir la situación en Kalundborg, Dinamarca, que se convirtió en un paradigma, cuando varios socios participantes, en un intento de reducir sus costos de producción y al mismo tiempo cumplir con la legislación local en materia ambiental, implementaron estrategias innovadoras de manejo de residuos y utilización de agua de manera más eficiente.

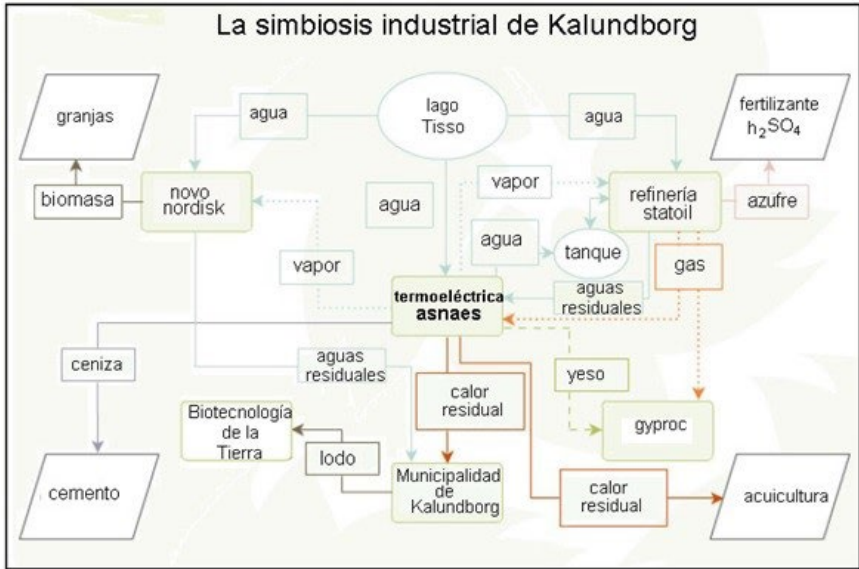


Figura 1 Paradigma Kalundborg. (Adaptado de: Industrial Symbiosis Institute, Kalundborg, Denmark) FUENTE: Relier Economie et Ecologie-2019 (Ferrari, 2013)

Se puede apreciar en la figura 1 que el flujo de agua, por ejemplo se maneja significativamente en cascada; la misma agua a diferentes temperaturas se puede utilizar como agua de enfriamiento (o por el contrario como calentamiento de agua, o agua de enjuague, etc.) por diferentes empresas. Industrias tradicionalmente separadas de un enfoque colectivo a la ventaja competitiva que implica intercambio físico de materiales, energía, agua y subproductos (Chertow, 2007)

- La simbiosis industrial consta de intercambios basados en el lugar entre las diferentes entidades que producen un beneficio colectivo mayor que la suma de los beneficios individuales que podrían lograrse actuando solos.

La idea, como sugiere la EI, es integrar a las empresas en la red de servicios, subproductos y flujos de energía que los harían dependientes positivamente hablando, el uno del otro. Esto conduciría a la creación de una entidad flexible que se comporte como un ecosistema, donde las salidas de cada uno se conviertan en las entradas del otro. Por lo tanto, resulta en un sistema cíclico donde no hay pérdidas de energía (Paul Hawken, 2008) y

donde los conceptos de “recursos” y “residuos” desaparecen. Entonces, es interesante analizar el concepto en sus características macroeconómicas, microeconómicas y ambientales.

El esquema planteado por Ravetz (Ravetz, 2006), llamado Agenda Ecológica Industrial Regional (AEIR) en el que el centro de intersección están las agendas de desarrollo regional, ecología industrial, evaluación del entorno empresarial y la innovación estratégica, además de haber sido probada en el Reino Unido, puede ser un esquema que se adopte a la región, con sus respectivas adecuaciones y sería de entrada un buen comienzo para lograr primeramente un balance entre los entornos empresariales y regionales en la medida que se adopte una agenda ecológica que vaya de la mano con la agenda de innovación estratégica (Ver Figura 2).



Figura 2 Agenda Ecológica Industrial Regional (adaptado de Ravetz,2013).  
 FUENTE: The Dynamics of Peri-Urbanization, Chapter 2 (Ravetz,2013)

## **A continuación se definen algunos conceptos relativos a la comunidad ecológica.**

Una comunidad ecológica está formada de una población que vive en el mismo lugar, y comprende una variedad diversa de especies, su número y su abundancia así como su interacción entre ellas generan mecanismos de sobrevivencia (resistencia) a los disturbios del medio ambiente. Los efectos sobre el flujo de energía y la estructura de una comunidad están determinados por especies dominantes debido a su abundancia o biomasa y por especies “clave” a pesar de su relativamente pequeña biomasa o abundancia. Una gran mayoría de ecologistas consideran que las comunidades son asociaciones dispersas de organismos que tienen requerimientos ambientales muy parecidos y esta es la razón de su convivencia. Este estilo de vida y el rol de los organismos en una comunidad es lo que se considera un “nicho ecológico”. Un nicho ecológico de organismos considera aspectos como el medio donde no es posible la vida, así como las características de los organismos vivos. Éste potencialmente se convierte en el nicho fundamental. La existencia de organismos en una comunidad, su interacción y el suministro y/o existencia de recursos generan efectos perjudiciales para unos y benéficos para otros.

## **La Biología y la simbiosis industrial**

La interacción simbiótica entre dos o más especies puede tener efectos benéficos, sin efectos o en el peor de los casos ser perjudicial para las especies involucradas en esta interacción. Los socios de una relación simbiótica, llamados “simbiontes”, pueden tomar tres formas diferentes: mutualismo, comensalismo y parasitismo. En el mutualismo ambos socios se benefician, en el comensalismo uno de los socios se beneficia y el otro o los demás no son afectados, y en el parasitismo uno de los socios se beneficia (parásito) y el otro (el anfitrión) es perjudicado.

## **La Ecología industrial**

La Ecología Industrial reúne las contribuciones de reconocidos especialistas en varias disciplinas, en un campo de estudio específico para revertir la generación de energía antropogénica y el flujo de materiales que provocan cambios desfavorables al medio ambiente, teniendo como escenarios los complejos industriales. Los procesos industriales ecológicamente bien

planeados no chocan con las políticas de una empresa determinada y pueden ser el complemento que requiere la industria local para ayudar a lograr un ciclo cerrado y autosustentable en la elaboración, empaquetamiento y reducción de costos de transporte de sus productos. La Ecología Industrial proporciona un fundamento para una industrialización sustentable, no solamente en la mejora de estrategias ambientales. Sus objetivos plantean una potencial reindustrialización en la economía regional, la cual ha perdido componentes importantes en su base industrial. Estos objetivos plantean también una nueva forma para el desarrollo industrial. “La esencia de la ecología Industrial es que ésta es la combinación de tecnología con sociedad, y esta combinación tiene muchas facetas y muchas implicaciones. El ecologista industrial necesita apreciar las interacciones entre el corporativo y sociedad, y entender algo de las interacciones de la actividad industrial con el medio ambiente. Sólo en este punto existe un marco lógico en el cual establecer metas y técnicas.” (Graedel, Allenby 2003). Bourg y Erkman consideran a la ecología industrial como el eje central de todos los campos de estudio, con el ingrediente adicional que significa un cuerpo emergente teórico, con herramientas y prácticas que la han convertido en una disciplina por derecho propio. Es también una fuente importante de conceptos para estudios interdisciplinarios, especialmente en la búsqueda de políticas y principios de gestión para la reducción antropogénica, el impacto ambiental y el desarrollo direccionado a lo largo de patrones sustentables. La Ecología Industrial se ha convertido en referente para describir los sistemas de producción y redes de consumo que tienen un impacto mínimo sobre el medio ambiente como un objetivo principal y de la expansión económica ambientalmente sostenible. Finalmente, la Ecología Industrial...”se define por el metabolismo de los materiales (el flujo de materiales a través de los sistemas industriales, incluyendo sus transformaciones durante el flujo), el uso de energía, mano de obra y de capital, y la aplicación de la información o el conocimiento”(Cervantes Torre-Marín, 2009). Una característica de los sistemas ecológicos es su evolución. La evolución de los sistemas industriales y el uso (y almacenaje) de los recursos se ven afectados por la introducción de las nuevas tecnologías, las decisiones tomadas en el diseño, las preferencias de los consumidores y la normatividad regulatoria.

## Contexto del problema

El acelerado crecimiento económico de Ciudad Juárez y los cada vez más graves problemas ambientales y sus efectos ecológicos, económicos y

sociales, motivan a formular propuestas consensuadas de agrupación de procesos industriales de una manera interactiva para recibir un provecho mutuo entre las empresas participantes, es decir una “simbiosis industrial”.

La dinámica asociativa y la presencia de instituciones puente plantean la posibilidad de generar simbiosis industriales a través de las cuales las empresas participantes se benefician con los subproductos de materia y energía de unas y otras, con el consiguiente mejoramiento del entorno físico.

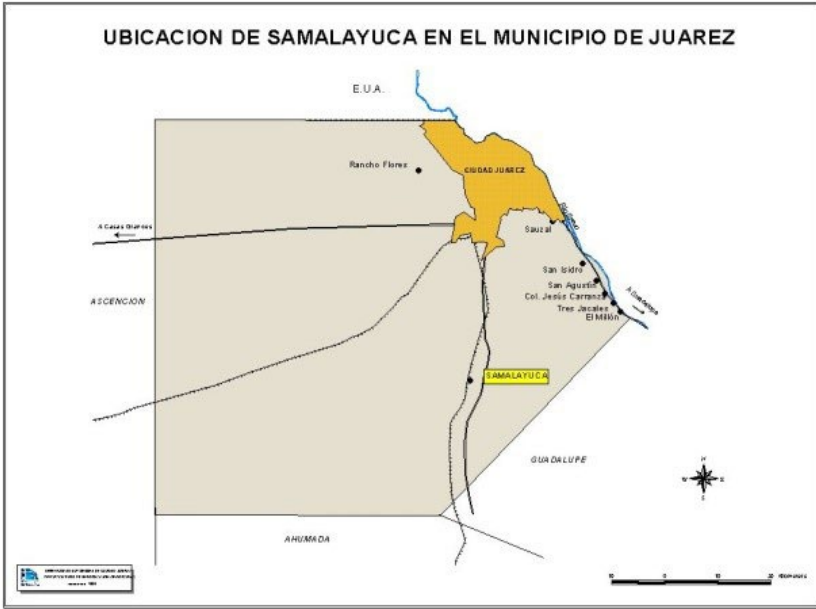
La existencia de una gran variedad de pequeñas y medianas empresas muchas de ellas ubicadas en la franja fronteriza y que por su ubicación y desarrollo económico son de gran importancia ya que genera empleos y mejora la economía, pero a su vez degrada el medio ambiente por el manejo no siempre eficiente de la energía y por la generación de residuos contaminantes, así como por el desperdicio de materiales sólidos, líquidos y gases. Esta situación da pauta para adquirir conocimientos que ayuden a hacer más eficiente los procesos industriales, reduciendo los costos de materia prima, ahorrando insumos y conservando los ecosistemas. No hay estudios que aborden el tema de la Simbiosis Industrial para la industria en nuestra comunidad.

## **Samalayuca**

El Municipio de Juárez tiene las características necesarias para desarrollar una organización tipo SI. Una región específica de este municipio es el sur, donde se ubican la Termoeléctrica de Samalayuca de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), el Grupo Cementos de Chihuahua (GCC), el poblado de Samalayuca, la empresa Biogás, la empresa Pasa, recolectora de basura, el relleno sanitario que depende del Gobierno Municipal. Sin embargo, debido a las barreras físicas y sociales mencionadas, muy poco se ha avanzado en una alianza simbiótica entre compañías que están en el lugar. Se parte del supuesto de que:

- Un sistema de SI mejorará la reutilización de residuos; reducirá el consumo de los recursos renovables o no renovables y evitará en parte las emisiones de CO<sub>2</sub>;
- Implementar un sistema de SI requiere estudiar las barreras y oportunidades que puedan surgir para superar dichas barreras con éxito;

- Varios lugares del área de estudio tienen el potencial de aceptar la propuesta de SI.



Mapa 1 Ubicación geográfica de Samalayuca. FUENTE: UACJ/Página de docentes (Almada, 1968)

## Antecedentes

La actividad industrial en todo el mundo no cesa de aumentar desde la revolución industrial del siglo XIX. Hasta hace cincuenta años, el mundo parecía no tener límites, y por lo tanto, podría producir y proveer recursos eternamente. Recientemente, las proyecciones de la investigación han permitido cuantificar posibilidades limitadas en términos de uso de los recursos energéticos no renovables (energía fósil especialmente). La industria representa aproximadamente 1/3 del consumo mundial de energía (International Energy Agency 2008).

Una consecuencia del uso masivo de energías fósiles es el calentamiento global, causado por la emisión de gases de efecto invernadero que retienen el calor del sol en la atmósfera. Una vez más, el sector de la industria es uno de los principales responsables de esto, junto con la industria del



transporte. Lo anterior significa que la industria está involucrada en un 17% aproximadamente de las emisiones de gases de efecto invernadero total y, de manera indirecta, en un 30% en la transformación de la energía primaria en energía final. (Rohde 2007). Según la Comisión Europea para las Estadísticas, el volumen global de residuos generados tiene su origen en los cuatro sectores económicos siguientes: agricultura, industria, construcción y servicios. En 2008, la industria y la construcción alcanzaron un volumen record de residuos generados del 90.7% de todos los residuos producidos por las actividades humanas (Comisión Europea Eurostat 2010).

## **Ecología Industrial el paradigma eco-industrial**

Hace cincuenta años, la conciencia del medio ambiente y de los impactos generados por las actividades humanas era limitada. No había restricciones legales. Por esto, había una gran necesidad de desarrollar las ciencias desde una perspectiva interdisciplinaria ambiental e industrial. La Ecología Industrial (EI) era una de ellas. La IE se presentó a principios de la década de 1970 (Erman 1997) con la idea de que las industrias debían reorganizar y comportarse como un ecosistema que deje de dañar el medio ambiente. La EI trata acerca de la comprensión de los sistemas industriales y cómo éstas tienen que interactuar para adaptarse a los ecosistemas regionales (Erman 1997).

La SI es una sub-disciplina de EI y se relaciona con los flujos de recursos entre las empresas. Puede ser vista como una aplicación práctica de los principios de IE (Harris 2007). El metabolismo industrial se compone de los materiales y los flujos de energía que se transfieren a través del sistema. La red de la SI se basa en información, flujos de energía y subproductos de las empresas involucradas. (R. M. Chertow, 2007) establece tres oportunidades que ofrecen incentivos para el intercambio de recursos:

- La primera oportunidad es reutilizar las aguas residuales o subproductos para ser transportado en tuberías de una empresa a otra
- La segunda oportunidad es compartir la infraestructura como los edificios.
- La tercera oportunidad es prestación conjunta de servicios entre las empresas.

## Perspectiva macroeconómica

- La SI es una respuesta a las preocupaciones ambientales en lo que respecta a la escasez de los materiales. La SI, permite, por la reutilización de subproductos, las aguas residuales o los flujos de energía saliente, reducir al mínimo la necesidad de extracción de materias primas y el uso de la electricidad. La SI también conduce a reducir en general las emisiones de gases de efecto invernadero. En efecto, mediante el intercambio de servicios, infraestructuras y eliminación de vertederos, el sistema de Kwinana (Australia) resultó en una disminución de 170,000 toneladas anuales de emisiones de CO<sub>2</sub> (Harris, 2007).
- Sobre una base económica, la formación de una red interdependiente de miembros crea una zona industrial diversificada y flexible que se adapta a los cambios del medio ambiente y de la legislación ambiental. Lo anterior produce un fenómeno de “clusterización” entre empresas (Wahl, 2008) que genera economías de escala. Estas economías de escala resultan de las externalidades positivas relacionadas con el tamaño del área industrial y ofrecen una amplia gama de oportunidades para las empresas participantes: un grupo de empleados calificados, una fuerza laboral móvil común y la posibilidad de intercambio de servicios y de infraestructuras, así como de sus costos. Por otra parte, la teoría del efecto red (ley de Metcalfe) sugiere que, cuando el número de empresas crece, también sube el número de posibles sinergias en forma geométrica. También crece la utilidad económica de estar en dicha red. Esta utilidad (valor) aumentará hasta un punto donde nuevas empresas decidirán unirse. Este aumento alimentará el círculo virtuoso de creación de valor. La SI puede combinar crecimiento económico y reducción de los impactos industriales en el medio ambiente.

## Perspectiva microeconómica

En cuanto a las empresas individuales, los resultados en términos de reducción de sus impactos sobre el medio ambiente son obvios. Al ser parte de un sistema, la empresa generalmente reorganiza su proceso de producción. Utiliza salidas de otra compañía y disminuye el uso de materias primas “Virgen”.

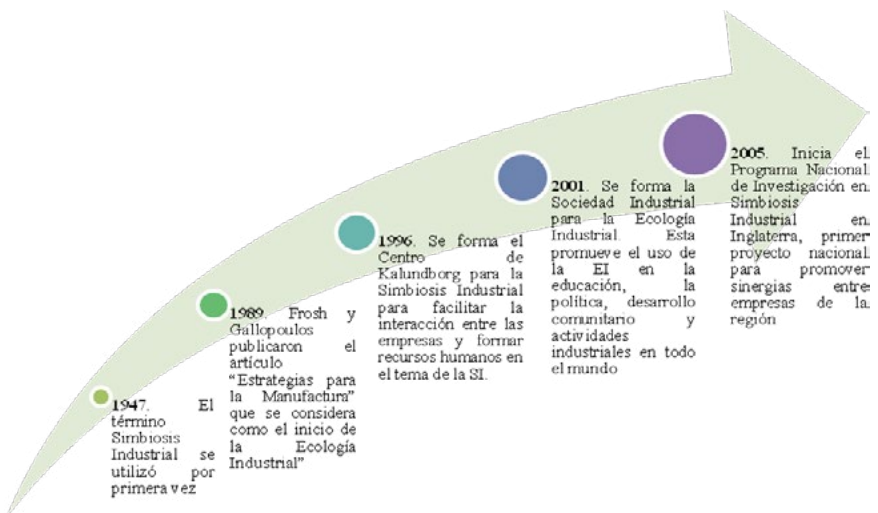
Antes los residuos de una empresa se depositaban en rellenos sanitarios,

contaminando el suelo y las aguas subterráneas, pero ahora otra empresa los utiliza.

En cuanto a la energía, la SI permite sinergias con base en el intercambio de los flujos de energía, evitando una pérdida muy fuerte de ésta relacionada con el efecto de alta entropía (segunda ley de la termodinámica formulada por Nicholas Roegen-Georgescu). La energía se produce una sola vez y luego se reutiliza. Lo anterior reduce la dependencia del sistema industrial de energías no renovables.

Desde una perspectiva económica, los argumentos son numerosos. Las empresas que componen este sistema son muy diferentes una de la otra. Aunque adopten un enfoque individual de mercados de sus propios productos, estas siguen estando colectivamente integradas y organizadas en sus medio ambiente. La SI tal vez termine en proporcionarles una ventaja competitiva en sus respectivos mercados. Transfiriendo sus residuos a los demás, la empresa evita costos de eliminación de dichos desechos. Este intercambio puede ser remunerado y contribuir a un aumento de los ingresos de la compañía. Es una situación de ganar-ganar. En la mayoría de los casos, es necesaria una reorganización del proceso de producción, que no necesariamente implica costos adicionales.

## Linea de tiempo en resumen de la evolución de simbiosis Industrial



## Metodología

Estudiar y entender a fondo las respuestas esperadas de los procesos de intervención de la industria sobre la naturaleza, así como el aprovechamiento que logrará tener la industria limitando el consumo de recursos primarios, pudiera generar un especie de mutualismo que vendría a ser el inicio de procesos, que paliarían enormemente el problema del uso excesivo de materia y energía.

A nivel organizacional y social, el método de recopilación de datos es diferente. Como el investigador/estudiante constituye una entidad externa a la esfera industrial, es apenas posible medir las interacciones (organizacionales o sociales) entre los actores (como sugiere el modelo) sin ser un actor de sí mismo. Por lo tanto, se ha decidido recopilar información directamente de actores industriales, de manera similar como se describiría en un primer paso. En esta perspectiva, un cuestionario ha sido creado y enviado a las empresas. Este último ha sido diseñado para esos datos cualitativos sobre la percepción de los demás negocios, cuestiones de transparencia empresarial, conciencia de la presión ambiental y los beneficios que se podrían evaluar.

Los procesos lineales de producción industrial aumentan el riesgo de preservación de los recursos naturales debido al daño irreversible al medio ambiente por una toma cada vez mayor de recursos y su conversión a residuos, limitando las funciones de asimilación de contaminantes y su rápida reconversión como materia útil. Esta discrepancia entre la emisión de contaminantes y residuos y la capacidad de regeneración del entorno natural, muestra una especial importancia el tener que limitar el consumo desproporcionado de los recursos naturales (Schmidt-Bleek, 2014).

Ante esta situación la SI se presenta como un concepto central en la literatura ecológica industrial, donde se describen las relaciones entre empresas geográficamente próximas que implican el intercambio de materiales residuales, el agua y la energía, y en el que se reutilicen los residuos de una industria para ser utilizados como materia prima. De esta manera se ataja la creciente generación de residuos y reduciendo con esto el creciente consumo de recursos naturales. Los modelos a estudiar apuntan principalmente a la reproducción que ofrece el paradigma “Kalundborg”.

En un ecosistema Industrial, como lo es el de Kalundborg (La Central Eléctrica de Asnaes, La Refinería de Statoil, Gyproc, Novo Nordisk)

(ver figura 1), la comunidad de industrias y sus procesos industriales se relacionan entre sí y se desarrollan en función de diversos procesos de fabricación en un mismo ambiente; en este esquema formal de organización los residuos de una industria, sirven de materia prima de la otra (Erkman, 2004).

La metodología se complementa con, una vez aplicado el modelo AEIR, la ubicación geográfica de las compañías, el inventario de sus productos de ensamble y subproductos de materia y energía y la relación de dichas empresas entre sí en cuanto a la viabilidad del uso de dichos excedentes. Se llevará a cabo una encuesta en las empresas y se realizarán entrevistas con gerentes de empresas maquiladoras para precisar la información y validar el modelo AEIR.

Tabla 1 Lista de las empresas del área de estudio, compañías dentro de un radio de 10 km de la empresa GCC. FUENTE: Elaboración propia en base al levantamiento de Bing Maps

Termoeléctrica de Samalayuca (Comisión Federal de Electricidad CFE)
Solvay Flúor México S.A. de C.V. (Antes Fluorex)
Planta de producción de Cemento (Cementos de Chihuahua-GCC)
Promotora Ambiental de la Laguna S.A. de C.V. (PASA)
Gobierno Municipal (Relleno Sanitario)
Biogás de Ciudad Juárez
Gobierno Municipal (Ejido Villa Luz-Samalayuca)
Petróleos Mexicanos Planta de almacenaje (Km-20)
Junta Municipal de Aguas y Saneamiento (JMAS)

Samalayuca a pesar de ser una zona desértica es un importante productor de hortalizas, cuenta con más de mil hectáreas que se dedican al cultivo de sandía, cebolla de rabo y redonda, rábanos, tomate chile chilaca, chile morrón, zanahoria pero su principal siembra es de calabacita (Rosas, 2012).

Los meses de julio y agosto es cuando hay mayor producción exportando

dos mil cajas de calabaza (7 tráileres [1] aprox.) diariamente al mercado de abastos de la ciudad de Hermosillo Sonora.

Según la versión del hoy Presidente Ejidal Armando Esparza, se llega a desechar hasta un tráiler diario, aprox. 18 Toneladas, de producto que no cumple con las características deseadas (peso, tamaño, “picada”, maltratada), que pudiera encontrarse estrategias para su procesamiento.

En Ciudad Juárez, la dirección de Ecología regula la eliminación de los desechos sólidos. Frutas y vegetales caídos, picados, maltratados se consideran residuos sólidos desde cuando son transportados desde el punto de descarga o área de embalaje (Hawkins, 2014).

## Una Posible aportación simbiótica de Samalayuca

Mientras que la composta de residuos orgánicos, como método ecológico y sostenible de luchar con un problema de los residuos orgánicos, es igualmente eficaz en pequeñas o grandes situaciones domésticas, agrícolas o industriales con los beneficios de un pequeño desembolso de capital comparativamente y costos bajos de trabajo y mantenimiento, no puede ser aplicable para cada situación, uno de los mejores métodos de tratar con los productos de desecho de una hortaliza, o empacadora de hortalizas es reducir la cantidad de material inservible a la empacadora (Baker, 2014).

### Tratamiento previo para evitar pérdidas

Incluye el procesamiento previo de frutas y verduras: blanqueo para inactivar enzimas y microorganismos, curado de raíces y tubérculos para prolongar la vida útil, tratamiento previo de los productos con temperaturas frías o altas y conservantes químicos para controlar plagas después de la cosecha. Almacenamiento del producto bajo condiciones controladas de temperatura y humedad relativa prolongará su perecibilidad y reduce el deterioro. Embalaje de productos en material adecuado mejora la apariencia de color y comercialización.

Con el esquilmo a través de un proceso relativamente sencillo, se puede producir pelets de biomasa, los cuales son pequeños cilindros comprimidos que representan un biocombustible para ser utilizado en temporadas frías en las huertas, evitando incineración de diesel, aceite, llantas y madera sin

1 Depende del tráiler, y normativas del país. Normalmente los contenedores de tren el máximo permitido es de 40000 lbs (18160Kg), los tráiler que van por carretera soportan las 30000 lbs (13620Kg). Si son sobre pesados no les son permitidos circular por medidas de seguridad.

la emanación de la misma cantidad de dióxido de carbono.

También con los residuos agrícolas mediante un proceso que si bien también es sencillo se requiere de una mayor inversión para generar composta.

## **Delimitación del ámbito de aplicación**

Un área de enfoque tuvo que definirse con el fin de determinar el alcance de la observación. Tenemos elegido el área industrial del sur del municipio de Juárez. De hecho, según un primer análisis duro de varias descripciones del caso es todo el mundo - especialmente - Kalundborg, esta zona parece tener similitud física. El área de estudio tiene el potencial para cubrir las necesidades en términos de experimentación. Esta se caracteriza por las actividades de manufactura pesada como la industria del cemento (GCC), producción de energía (Termoeléctrica de Samalayuca), y aunque no tiene un puerto marítimo, la ciudad de El Paso Texas, cumple este requisito.

Esta investigación dio lugar a un grupo de 6 empresas (ver tabla 1 y figura 4) que cumplan con los siguientes requisitos:

- Estar ubicado en la parte sur del Municipio de Juárez
- Al estar situado en un radio inferior a 10 km de la empresa GCC que es el centro de gravedad del área de estudio.
- Que esté en actividad económica en la actualidad
- Tener procesos de manufactura o agrícolas que usen insumos, y obtengan productos y residuos de materia y/o energía.

## Conclusión

Esta propuesta permitiría que al menos uno de los casos de simbiosis industrial pusiera ser realizable. Las personas lo hacen posible, hay que reconocer que este circuito circular también se aplica a recursos humanos a través del intercambio de conocimientos y servicios, intercambio de equipos, etc. Esto está claramente expresado en las entrevistas llevadas a cabo, permitiendo el desarrollo económico regional/local de la región sur del municipio de Juárez.

De llegarse a concretar de una manera real y razonable las propuestas hechas a los diversos sectores que conforman la economía de la región sur de ciudad Juárez, estaremos planteando las bases para un desarrollo socio económico sustentable.



## REFERENCIAS

- Almada, F. R. (1968). Historia, geografía y biografía chihuahuenses, Chihuahua, citado por R.Quintero (<http://docentes2.uacj.mx/rquinter/cronicas/samalayuca.htm>)
- Baker, A. N. & D. M. (2014). wormsdirect. The specialist worms website for fishing bait, composting, animal feeds, and gardening. Obtenida el 20 de Marzo, 2014, de <http://www.wormsdirectuk.co.uk/acatalog/benefits-of-recycling-and-composting.html>
- Cervantes Torre-Marín, G. S. G., R. Rodríguez Herrera, G. y Robles Martínez, F. (2009). Ecología industrial y desarrollo sustentable. *Revista de Ingeniería*, 13(1), 7.
- Chertow, M. R. (2007). “Uncovering” Industrial Symbiosis. *Journal of Industrial Ecology*, 11(1), 19.
- Eckman, S. (2004) Entreprise et Développement Durable - Ecologie Industrielle. Université de Lausanne, Isige Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris.
- Ferrari, R. (2013). Ecologie Industrielle. Retrieved January 15, 2013, from <http://www.fondation-2019.fr/le-saviez-vous/l%e2%80%99ecologie-industrielle/>
- Hawkins, L. (2014). Managing Fruit and Vegetable Waste. The University of Georgia, College of Agricultural & Environmental Sciences, Crop and Soil Sciences Department. Retrived March 19, 2014, from [http://www.caes.uga.edu/Publications/pubDetail.cfm?pk\\_ID=7882](http://www.caes.uga.edu/Publications/pubDetail.cfm?pk_ID=7882)
- Paul Hawken, L. H. L., Amory B. Lovins. (2008). *Natural Capitalism: Creating the next industrial revolution* (1st ed.). New York, USA: LITTLE, BROWN AND COMPANY.
- Ravetz, J. (2006). Regional industrial ecology and resource productivity to modelling and benchmarking. In S. R. Ken Green (Ed.), *Industrial Ecology and Spaces of Innovation*: Edward Elgar Publishing Limited, Glendsanda House.
- Rosas, J. R. (2012). Arranca tradicional Feria de Hortalizas en Samalayuca. Periódico de la Organización Editorial Mexicana “El Mexicano”. Retrived

August 17, 2012, from <http://www.oem.com.mx/elmexicano/notas/n2660732.htm>

Schmidt-Bleek, F. (2014). A Price Tag that Reflects the Ecological Cost of a Product – Learning More about Dr. Friedrich Schmidt-Bleek’s Material Input per (divided by) Unit Service (MIPS).Retrived August 26, 2014, from [http://www.sprinklernewz.us/rev\\_mips|schmidt.php](http://www.sprinklernewz.us/rev_mips|schmidt.php)