



**Producción más Limpia
en el ámbito del Sistema:
Ecología Industrial como Herramienta para la
Planificación del Desarrollo. (Casos en India)**

Suren ERKMAN y Ramesh RAMASWAMY
Institute for Communication and Analysis of Science and Technology (ICAST)
Ginebra y Bangalore.

Traducido por: Ramón Pastor (AmbiNET)

www.ambinet.org
Ecología Industrial
Valencia, 477 – 1-3
Barcelona 08013 (España)
infoweb@ambinet.org



UNEP' s 6th International High-level Seminar on Cleaner Production

Montréal, Canada ~ October 16-17, 2000

Producción más Limpia en el ámbito del Sistema: Ecología Industrial como Herramienta para la Planificación del Desarrollo. (Casos en India)

Suren ERKMAN y Ramesh RAMASWAMY, Institute for Communication and Analysis of Science and Technology (ICAST), Ginebra y Bangalore.

Septiembre 2000

TRADUCCIÓN: Ramon Pastor, rpastor@ambinet.org

CONTACTO: AmbiNET, C/ Valencia, 477, 08013-Barcelona (España)

INTRODUCCIÓN

Los gobiernos, generalmente, han abordado los temas medioambientales de una forma sectorial y compartimentada. Esto se percibe claramente en la estrategia clásica de tratamiento de final de tubería (end of pipe) para el tratamiento de la contaminación, que ha demostrado ser muy útil pero no adecuada a largo plazo para la gestión eficiente de los recursos en un contexto de población creciente con unas aspiraciones económicas también crecientes. En contraste, la Producción más limpia (P + L =Cleaner Production), dado que aborda estos temas de un modo preventivo, representa un progreso importante. Hoy, sin embargo, P+L y Eco-Eficiencia siguen apuntando, principalmente hacia procesos industriales particulares y hacia la estrategia empresarial dentro de determinadas compañías [1]. Así, podría pensarse en ir algo más allá e intentar aplicar P + L al nivel de un cluster de diversas compañías o en el ámbito una zona industrial o, incluso en el ámbito de una región entera – en otras palabras, aplicar P + L a todo el ámbito de un sistema. Desde hace unos pocos años, esta postura emergente ha sido conocida con el nombre de “Ecología Industrial”.

La Ecología Industrial trata de observar el sistema industrial como una entidad completa. La E.I. no se dirige sólo a los temas de contaminación y medio ambiente sino que asigna igual importancia a las tecnologías, la economía de los procesos, interrelación entre negocios, financiación, política gubernamental general y el abanico completo de asuntos que intervienen en la gestión de las empresas comerciales. Como tal, la Ecología Industrial puede aportar un marco conceptual y ser una herramienta importante en el proceso de planificación del desarrollo económico. También la E.I. puede ofrecer opciones que son efectivas no solo para la protección del medio ambiente, sino también para optimizar el uso de los recursos escasos [2].

ECOLOGÍA INDUSTRIAL EN POCAS PALABRAS

La Ecología Industrial explora la asunción de que los sistemas industriales pueden contemplarse como un cierto tipo de ecosistema. Después de todo, el sistema industrial, al igual que los ecosistemas naturales, puede describirse como una distribución particular de flujos de materiales, energía e información (Ejemplo: genética). Además, todo el sistema industrial descansa sobre recursos y servicios ofrecidos por la Biosfera, de la que no puede dissociarse [3-4].

A fin de evitar confusiones, nos gustaría especificar lo que en este artículo se quiere decir al hablar de “Metabolismo Industrial” y de “Ecología Industrial”.

“Metabolismo Industrial” es el conjunto de flujos de materiales y energía que circulan por el sistema industrial. Se estudia mediante un enfoque esencialmente analítico y descriptivo (básicamente una aplicación de balances de principios del balance de materiales) dirigidos a la comprensión de la circulación de los flujos de materiales y energía ligados a la actividad humana, desde la extracción inicial hasta su inevitable reintegración (tarde o temprano) al conjunto de ciclos biogeoquímicos.

La “Ecología Industrial” va más allá. La idea es comprender primero como funciona el sistema industrial, como esta regulado y su interacción con la Biosfera. Entonces, basándonos en lo que sabemos sobre los ecosistemas determinar como podría reestructurarse para hacerlo compatible con la forma en la que funcionan los ecosistemas.

Hasta ahora, no hay una definición estándar de Ecología Industrial, pero cualesquiera que sena las definiciones, todos los autores están básicamente de acuerdo en, al menos, tres elementos clave de la perspectiva de Metabolismo / Ecología Industrial:

- a) es una visión sistèmica, global e integrada de todos los componentes de la economía industrial y sus relaciones con la Biosfera
- b) enfatiza el sustrato biológico de las actividades humanas, Ej. : los complejos patrones de los flujos de materiales en el interior (y hacia el exterior) del sistema industrial, en contraste con las posturas actuales que, mayoritariamente, consideran la economía desde el punto de vista de unidades monetarias abstractas o, alternativamente en flujos de energía
- c) toma en consideración la dinámica tecnológica, Ej. : la evolución a largo plazo (la trayectoria tecnológica) de los grupos de tecnologías clave como un elemento crucial (pero no exclusivo) para la transición del insostenible sistema industrial actual a un ecosistema industrial viable.

La Ecología Industrial ha sido manifiestamente intuitiva durante un largo tiempo. A lo largo de los últimos treinta años los diversos intentos aislados de definirla han sido usualmente infructuosos. La expresión volvió a emerger a principios de la década de 1990, inicialmente entre un grupo de ingenieros industriales conectados con la “*National Academy of Engineering*” de los Estados Unidos de América. Hoy en día, el concepto progresa con un vigor sin precedentes [5-9].

HACIA UNA ECOLOGÍA INDUSTRIAL APLICADA

El primer paso dado para poner la “Ecología Industrial” en práctica es el estudio del Metabolismo Industrial, esto es, la realización de estudios de flujos de materiales y energía. Este abordaje analítico puede mostrar como se utilizan efectivamente los recursos materiales y energéticos a través de todos los sectores de actividad socio-económica. Esto ayuda a comprender los puntos y a identificar las áreas prioritarias de acción. Por lo tanto, los estudios de Metabolismo Industrial deberían ser uno de los elementos críticos en el proceso de planificación de un país en vías de desarrollo.

Muchos estudios previos de flujos de materiales han sido dirigidos hacia el control y seguimiento de contaminantes específicos, usualmente metales pesados o ciertos productos químicos (PCB, pesticidas, etc.). También, los pocos estudios que se han concentrado en los flujos totales de material se han realizado, casi exclusivamente, en países ya desarrollados [10-13].

Se ha prestado mucha atención al modelo de simbiosis industrial de Kalundborg (Dinamarca), donde un conjunto de enormes instalaciones industriales han desarrollado un sistema efectivo para optimizar sus recursos materiales y energéticos [14]. Kalundborg puede ser observado también como un ejemplo exitoso de minimización de la contaminación y de optimización del uso de diversos recursos por parte de un complejo industrial [15].

No hay duda de que el modelo de Kalundborg ha inspirado fructíferamente las ideas recientes de gestión ambiental de los polígonos industriales y de las redes ecoindustriales [16-19]. Sin embargo, también se da un reconocimiento creciente de que es necesario mirar más allá de Kalundborg. Esto

es especialmente cierto en lo referente a la implantación de la Ecología Industrial en los países en vías de desarrollo, donde el patrón (trama-estructura) industrial es muy diferente al de Kalundborg.

ECOLOGÍA INDUSTRIAL EN EL CONTEXTO DE LOS PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO: NUESTRA EXPERIENCIA HINDÚ.

En un intento de probar y adaptar la metodología del Metabolismo industrial en el contexto de un país en vías de desarrollo, los autores de este artículo han realizado diversos estudios en India. El propósito era el desarrollo y prueba de un marco conceptual amplio para la planificación de estrategias de desarrollo, en países en vías de desarrollo, que utilizasen los principios y conceptos básicos extraídos de la Ecología Industrial.

Nuestro trabajo en India se ha basado en las siguientes premisas:

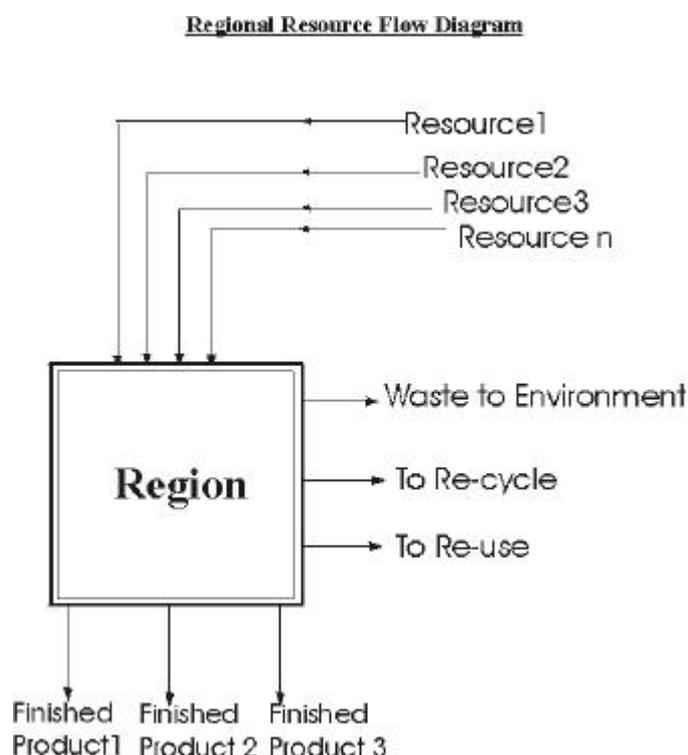
1. "Lo obvio se puede medir y lo que se puede medir se puede gestionar bien". Los países en vías de desarrollo se caracterizan por contar con un enorme "sector informal", cuya magnitud no resulta evidente a primera vista. Por ejemplo, en lugar de grandes fábricas, como se pueden ver en un país en vías de desarrollo, millones de empresas pequeñas e individuales contribuyen sustancialmente a la economía de los países en vías de desarrollo. El consumo colectivo de materiales (y el problema resultante de la contaminación y de los residuos) en este "sector informal" es mucho más grande que en el sector formal. Sin embargo, dado que el sector formal es el que sí resulta evidente, todas las medidas y planes de acción están restringidas en el sector formal, dejando fuera la gran –y difícil de medir- parte del sector informal.

Por lo tanto, se necesitan nuevas formas de "medir" -que incluyan el sector informal- para evaluar el estado ambiental y de ahí, la calidad de la vida, en los países en vías de desarrollo. En este contexto son necesarias, además, nuevas herramientas que ayuden en una nueva valoración, a partir de la cual se puedan planificar y ejecutar nuevas estrategias de desarrollo. Las herramientas deben ser lo suficientemente precisas para una buena toma de decisiones y las acciones tienen que ser lo suficientemente rápidas para que la estrategia tenga el impacto adecuado.

2. Los asuntos ambientales están muy ligados a la productividad de los recursos escasos – cuanto más pobre sea la utilización del recurso, mayor es el volumen de residuos. En los países en vías de desarrollo, donde los recursos son escasos, el tema de los recursos necesarios para la supervivencia diaria, se torna más importante que la preocupación por el futuro del planeta. Una utilización más eficiente de los recursos, por otra parte, daría como resultado una mayor competitividad y una mejora en las relaciones entre la industria y la comunidad.

A fin de tener una buena idea del flujo de materiales, en resumen, nuestro esfuerzo ha sido cotejar y presentar los datos como se muestra en la Figura 1 (abajo). La esencia del procedimiento es dividir la actividad económica de una región en segmentos homogéneos específicos y estudiar el flujo de materiales entre cada uno de ellos. El flujo de materiales a través de cada segmento se integra para observar el flujo de materiales a través de toda región. Presentando los datos de esta manera se destaca la importancia relativa de los diferentes recursos materiales y energéticos en la región, lo que debiera ayudar a las agencias de desarrollo a establecer prioridades a la hora de planificar sus tareas.

Figura 1



Los “cabos sueltos” en los flujos de materiales deberían ser muy obvios y darían una indicación inmediata de los recursos infrautilizados, que actualmente son convertidos en residuo. Basándose en esto, los planificadores podrían encontrar caminos para minimizar dichos residuos o para que dichos residuos pudieran ser utilizados por otra empresa existente en la región [o por otra nueva actividad iniciada para dar uso a esos recursos despreciados] con otra finalidad productiva.

ESTUDIOS DE CASO EN INDIA Y CONCEPTOS

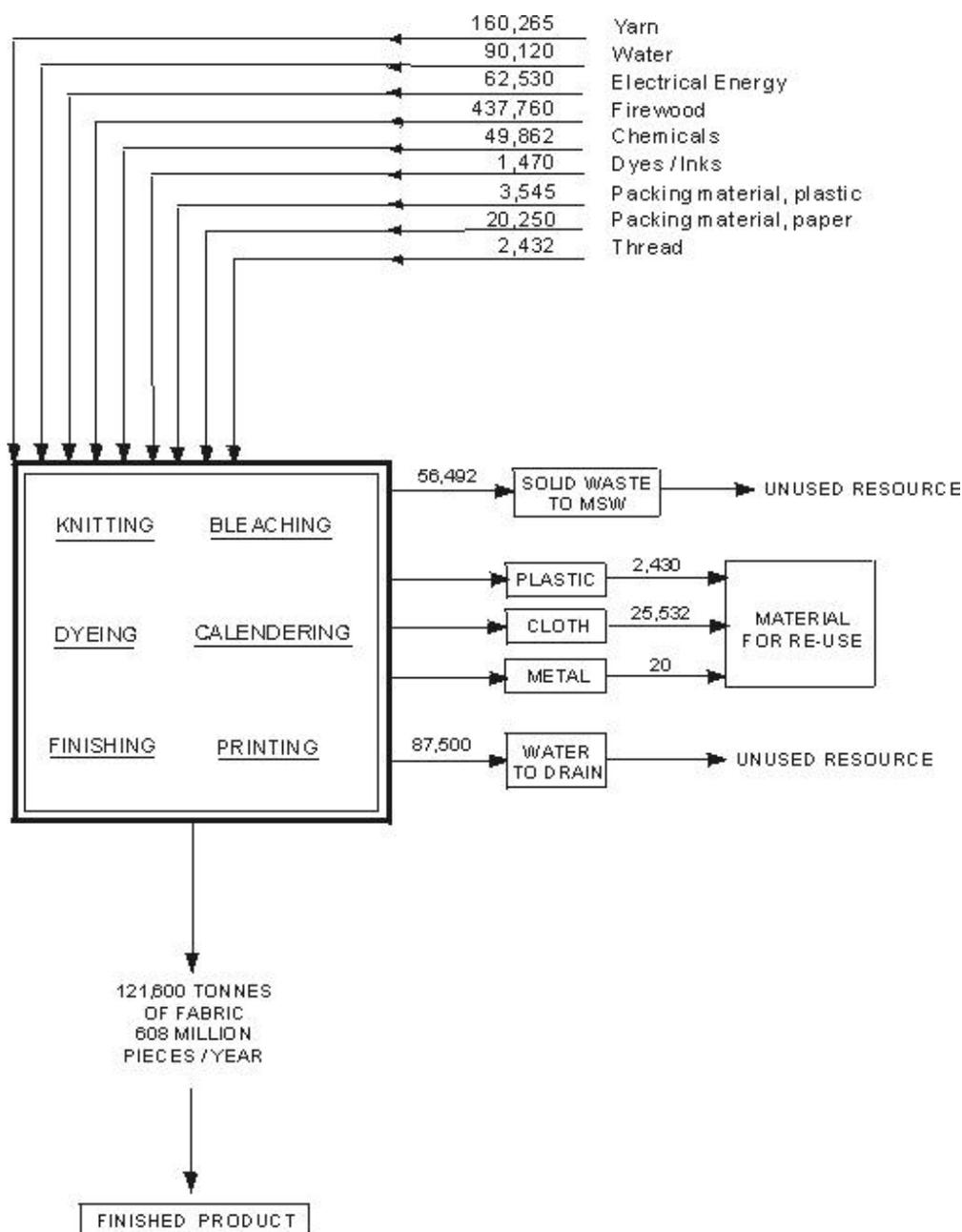
Al estructurar este artículo, hemos escogido presentar primero lo esencial de los estudios de caso que hemos desarrollado y presentar luego los conceptos e ideas que se han derivado de dichos casos. Para este artículo hemos escogido cuatro casos prácticos que se presentarán con todo lujo de detalles en el libro que publicaremos pronto (20). Cada caso ilustra ya sea un formato para el análisis o una opción estratégica específica que ha surgido como resultado del estudio del flujo de un recurso particular.

Caso: Ciudad de Tiripur

Se realizó un Análisis de Flujo de Recursos (AFR) para la ciudad de Tiripur, en el sur de India, que se mostró como un ejemplo de la forma en que puede usarse de forma efectiva un Análisis Regional de Flujo de Recursos. La Figura 2 muestra el AFR para Tiripur.

Tiripur es uno de los principales centros de producción de género de punto de algodón. La ciudad se encuentra en el sur de India y tiene una población aproximada de 300,000. Las pequeñas empresas de la ciudad (unas 4,000) se especializan en las diferentes etapas del proceso de manufactura de las prendas. El valor consolidado de la producción en la ciudad es de, aproximadamente, 718 millones de euros. Buena parte de la producción se destina a la exportación, aportando unas valiosas divisas a la economía local.

Figura 2: Análisis de Flujo de Recursos en Tiripur (unidades: Agua – 1000L/día, electricidad – 1000kWh/año, otros – Toneladas / año)



El agua es un recurso escaso en el área y el procesado húmedo de los tejidos ha acabado inutilizando los acuíferos. Se usa mucha sal en el proceso de tinción y el agua residual del proceso (90 millones de litros /día) presenta una elevada salinidad y está contaminada con variedad de productos químicos. Dado que apenas hay fuentes de agua en las proximidades, el agua se transporta en camiones desde los pozos (a punto de ser contaminados) a distancias de hasta 50 Km, lo que representa un coste enorme. Está en marcha un enorme proyecto de 30 millones de euros para tratar las aguas residuales en una Depuradora Central. Después de un tratamiento tan caro el agua seguirá sin ser utilizable, ya que no se ha incluido ningún sistema de desalinización de las aguas residuales.

Se llevó a cabo un AFR detallado en la ciudad. Sólo cuando se agruparon las cifras fue cuando los industriales se percataron de que, colectivamente, gastaban anualmente más de 7 millones de euros en la compra de agua y que, además, el coste anual de mantenimiento de la planta depuradora de aguas residuales representaría una carga enorme. Las cifras consolidadas demostraron rápidamente que el agua podía reciclarse de forma provechosa. Basándose en el estudio, un inversor privado desarrolló un sistema de reciclaje de agua que podía instalarse en cada unidad de tinción. El sistema de recuperación utilizaba el calor residual de las calderas de vapor de las propias unidades de tinción (que ya funcionaban). Este sistema tiene un coste relativamente bajo y está ganando popularidad en la ciudad.

El Segundo resultado fue que el estudio evidenció el hecho de que el valor calorífico de los residuos sólidos (basura) era alto ya que contenía gran cantidad de fibras textiles y de residuos de papel y cartón. La basura podría utilizarse para reemplazar, al menos en parte, las 500,000 toneladas de leña de madera (recurso escaso) que se utilizan en la ciudad (en India, existe gran preocupación por la rápida deforestación). Ya que el uso de leña se distribuye entre cerca de 1,200 puntos, no resultaba evidente que la cantidad total de madera utilizada fuese tan grande. Se está considerando seriamente la posibilidad de instalar una central de generación de vapor (necesitado por varias empresas) a fin de reducir el consumo de leña.

Caso: Fundiciones en Haora

La Ecología Industrial suele discutirse en el contexto de una relación simbiótica entre diferentes unidades industriales en una región. De aquí que la preparación de un caso de Ecología Industrial sobre las fundiciones en una región necesitare un proceso mental diferente. Mientras se desarrolla un estudio de Ecología Industrial de las fundiciones, resulta primordial observar los procesos directamente relacionados con las fundiciones. Sin embargo, esta necesidad no es un factor limitante y resulta útil para observar las otras actividades que se desarrollan en la región. Las interrelaciones entre actividades diferentes en la región pueden tener implicaciones de largo alcance sobre las opciones de estrategia para los recursos disponibles (Ver Figura 3).

Existen cerca de 500 fundiciones en Haora, un suburbio de la ciudad de Calcuta, al este de India La contaminación atmosférica proveniente de las fundiciones ha sido fuente de preocupación. Las autoridades de control de la contaminación han estado insistiendo en la necesidad de que las fundiciones instalen sistemas de control de la contaminación para mitigar la polución. La pobre salud de la industria de ingeniería en la región del este ha afectado la salud financiera de las fundiciones de esta área, que ahora subsisten gracias a la fabricación de productos de bajo valor añadido como tapas para boca-hombre.

Se ha desarrollado una nueva tecnología para utilizar Gas Natural en las fundiciones (El coque, usado hasta hoy es la principal causa de contaminación de las fundiciones) y se puede esperar que las autoridades insistan en que las fundiciones utilicen esta tecnología para eliminar el problema de la contaminación.. Sin embargo, ya que el Gas Natural no se encuentra disponible en la región, el uso de esta nueva tecnología podría aumentar el coste de producción y las fundiciones dejarían de ser competitivas.

Un estudio detallado de las fundiciones y la región mostró que la industria podría adaptar la nueva tecnología para usar gases de horno de coque en lugar de Gas Natural. Dado que la región este es un importante centro productor de carbón y dado que hay muchos hornos de coque independientes, el gas de horno de coque es fácilmente disponible (y a menudo desechado) en la región. Según un estudio económico a realizar, las fundiciones podrían trasladarse a las proximidades de los hornos de coque o bien los gases de dichos hornos podrían transportarse hasta las fundiciones.

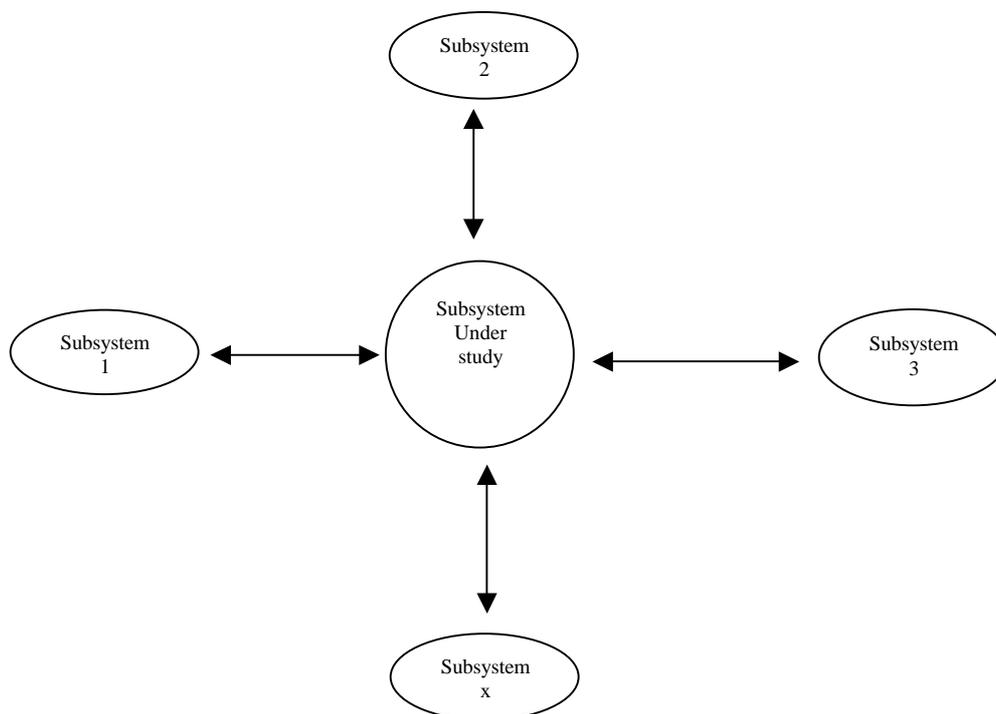


Figura 3: Interrelaciones entre subsistemas industriales en una región

Caso: Industria del Cuero en Tamil Nadu

Este caso tiene por intención resaltar la opción de la reubicación estratégica de un segmento de la industria para asegurar su supervivencia a largo plazo.

Tamil Nadu, un estado al sur de India, es el primer centro de procesamiento de cuero en India. El agua es extremadamente escasa en Tamil Nadu. La industria del cuero ha florecido en la región durante décadas. Su crecimiento ha sido posible gracias al hecho de que Madrás fue uno de los mayores centros comerciales durante la dominación inglesa de India. La tenería es la mayor fuente de divisas extranjeras y muy importante para la economía del estado. El cumplimiento estricto de la normativa medioambiental en los países desarrollados también ha ayudado a crecer la industria del cuero local, dado que los compradores en los países desarrollados prefieren abastecerse de pieles curtidas de la India. El cumplimiento de la estricta normativa medioambiental ha convertido el procesamiento de la piel en el mundo desarrollado en algo muy caro.

La industria del cuero (que está formada por miles de pequeñas industrias) es una importante consumidora de agua, ya que cada tonelada de curtido necesita de 30 a 50.000 litros de agua para el procesamiento. Este es un importante volumen de agua, ya que la media de disponibilidad de agua per cápita para los asentamientos humanos en India se estima alrededor de 30 litros por día. La industria ha estado bajo presión de las autoridades de control de la contaminación y muchas se han apuntado a la central depuradora de aguas residuales. El agua continúa siendo no utilizable después del tratamiento ya que es muy salina. El lodo del tratamiento de agua (estimado en 250 Kg./1000Kg de piel procesada) continúa siendo un problema. El lodo se vierte sin ningún cuidado y los contaminantes percolan a los acuíferos. La industria ha menudo compra agua en camiones a un elevado coste

Un estudio detallado en el contexto de la ecología industrial ayudó a la redefinición del problema. Hasta el momento, el problema había sido tratado como un asunto de prevención de la contaminación, en que los efluentes no cumplían las especificaciones dictaminadas por las autoridades de control de la contaminación. Se han realizado muchos estudios académicos para garantizar que la calidad de los efluentes “se acercara lo más posible” a la normativa.

Sin embargo, el problema es mucho más serio. La industria utiliza un recurso (agua) del que la región es muy deficitaria. También contamina las aguas subterráneas de la región, lo que causa serios daños a la población, ya que les priva de un agua que necesitan desesperadamente. La industria se ha estado apoyando en la lentitud de los procesos judiciales en India para sobrevivir. Sin embargo, no tardará demasiado el momento en que la presión social lleve a la industria a un parón.

A largo plazo será necesario encontrar una solución. Una de las opciones que debiera considerarse en un contexto de Ecología Industrial sería la reubicación de toda la industria del cuero a lo largo de la costa, de donde se podría obtener agua de mar, desalinizarla para el uso industrial, tratar las aguas residuales de proceso y verter el agua salina tratada de nuevo al mar. La desalinización es un proceso costoso. A fin de reducir el coste de desalinización, sería posible montar una central termoeléctrica y usar el calor residual para la desalinización. Los lodos del proceso también podrían incinerarse y la energía ser utilizada en el proceso de desalinización. (Figura 4).

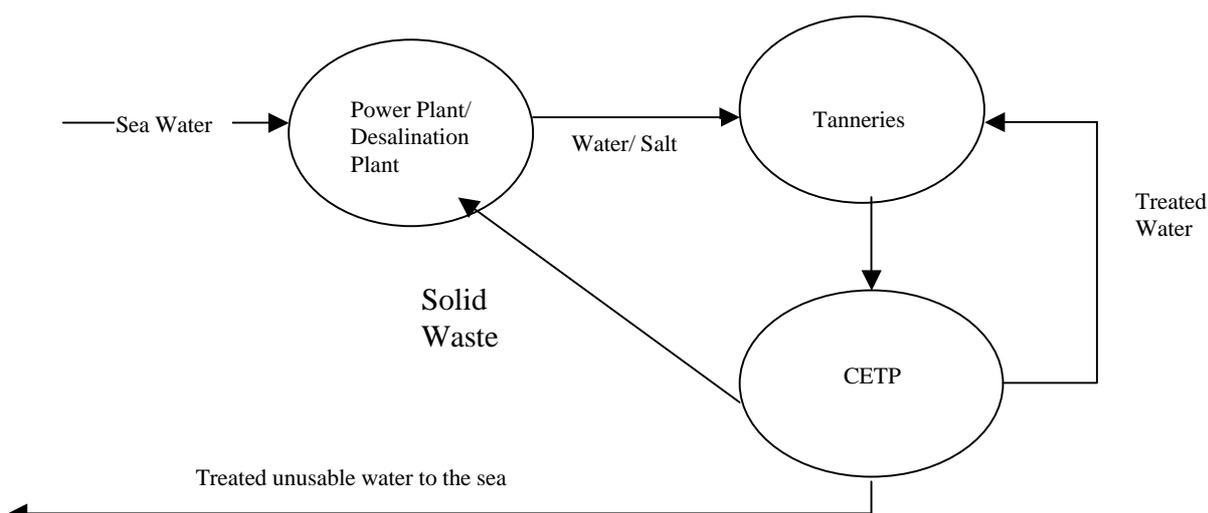


Figura 4: Imagen conceptual: Sistema ideal alrededor de la industria del cuero

Caso: Seshasayee Paper and Board Ltd.

Este caso ilustra la estrategia de crecimiento adoptado por una corporación empresarial gracias a la cual, la mayoría de los residuos de una actividad se utilizaron como material prima para otra actividad.

La compañía inició un Molino de papel hace algunos años. A fin de asegurarse un suministro estable de materias primas, se instaló un molino de azúcar. Los residuos del molino de azúcar (bagazo) se utilizó como material prima para la elaboración de papel. Las melazas, otro residuo del Molino azucarero, se utilizaron en una destilería para la producción de alcohol etílico. Para asegurar un suministro estable de caña de azúcar, la compañía se interesó por el cultivo de la caña mediante la organización de los cultivadores de caña en la región. La empresa selló con los campesinos acuerdos a largo plazo para comprar su producción y, a cambio, asumió la

responsabilidad de suministrar el agua. Parte del agua suministrada para el cultivo era el agua residual de los procesos de fabricación. La papelera también usó el “jugo del bagazo” (un residuo posterior a la fabricación de papel) y otros combustibles de origen agrícola generados en la región como fuente de energía. Este ejemplo podría verse como un Eco-Complejo Agro-Industrial. El diagrama de la Figura 5 representa un Eco-Complejo azucarero.

ECO SUGAR COMPLEX

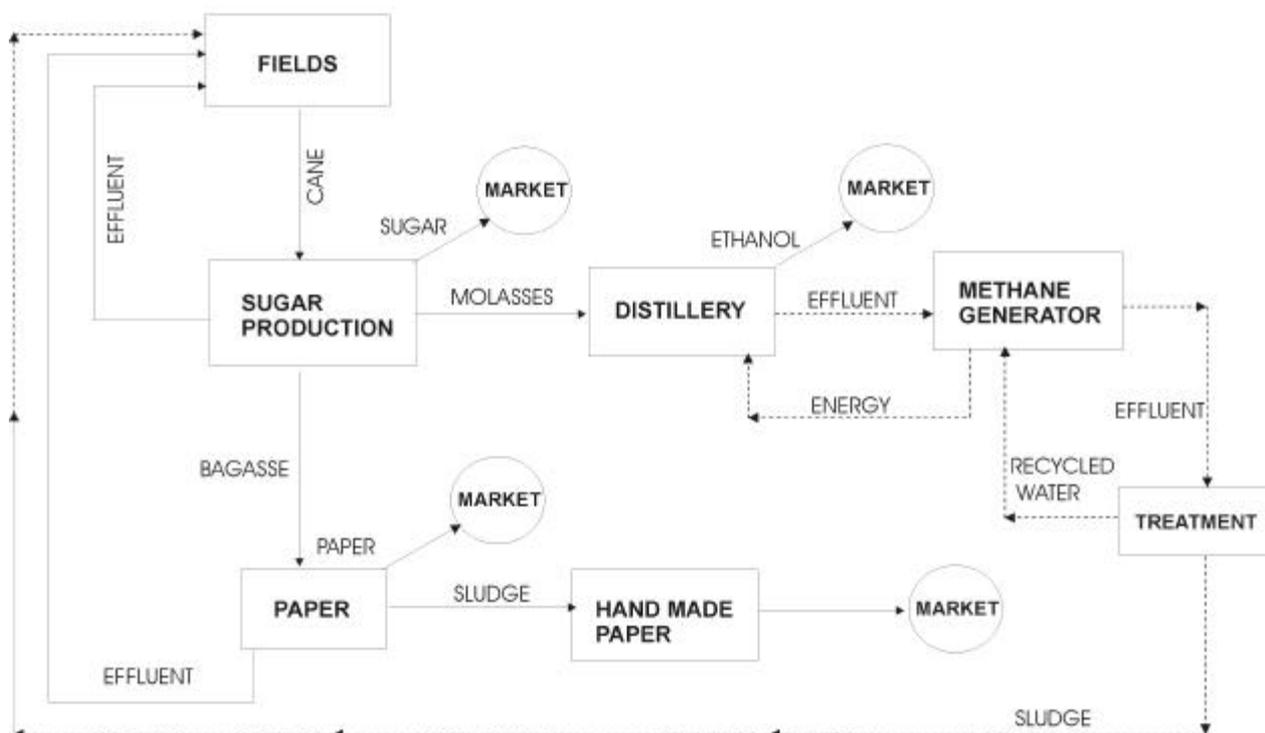


Figura 5

CONCEPTOS DERIVADOS DEL TRABAJO DE CAMPO EN INDIA: NUEVOS PLANTEAMIENTOS PARA LA PLANIFICACIÓN DEL DESARROLLO.

Desde esta nueva perspectiva, los planteamientos para la planificación del desarrollo en un sistema socio-económico concreto (ciudad, provincia, estado, región o país claramente definido) podrían involucrar:

- Analizar el “flujo de recursos” a través del sistema
- Redefinir temas desde el ángulo de los “recursos”
- Fijar prioridades de acción e identificar aquellos recursos cuyos usos requieran atención inmediata.
- Un análisis detallado de la utilización de los recursos identificados como críticos.
- Preparar un plan estratégico para optimizar el uso de los recursos seleccionados.

Análisis de Flujo de Materiales (Material Flow Analysis)

En el ámbito de la planificación del desarrollo, especialmente cuando el objetivo es la optimización del uso de recursos escasos, se puede utilizar el Análisis de Flujo de Materiales (AFM) como "Análisis de Flujo de Recursos" (AFR).

El análisis del flujo de materiales y energía usados en un sistema económico, que incluye la cantidad de recursos usados, la forma en que se usan y el impacto de su uso sobre el entorno local podría formar la piedra angular de la planificación. Un análisis del flujo de recursos podría generar criterios sobre cuya base una agencia de desarrollo podría planificar los trabajos de desarrollo en la región.

En la Figura 6 se presenta un posible marco dentro del cual se pueden discutir estos asuntos. El propósito de la ilustración es representar gráficamente el "flujo" de recursos en el sistema socioeconómico. Se ha incluido el suelo como un recurso importante de forma específica cuyo "flujo" o uso por diferentes sectores económicos necesita un examen cuidadoso y crítico a la vista de la elevada densidad de población en muchos países en vías de desarrollo y, en consecuencia, su elevada demanda por parte de los diferentes sectores de la economía.

Uno de los objetivos de un plan de desarrollo basado en los recursos podría ser, simplemente, asegurar que se optimiza el flujo total de recursos, particularmente de los recursos escasos o aquellos cuya eliminación es peligrosa. Esto puede lograrse en las siguientes formas:

- eliminando el uso de dichos recursos,
- reduciendo el uso de dichos recursos mediante el uso de materiales más ligeros o más benignos que permitan desarrollar la misma función,
- reciclando los residuos de forma que se obtenga muchas veces la misma cantidad de recursos para cumplir esa función antes de ser vertidos al medio ambiente, aumentando así la productividad de los recursos,
- substituyéndolos por otro recurso cuya eficiencia sea mejor y, por tanto, se minimice su uso y el consiguiente vertido de residuos al entorno,
- Substituyéndolos por otro recurso cuya disponibilidad sea "interminable" (al menos desde una perspectiva humana), como son la energía solar o eólica.

Mientras se plantea el tema en el ámbito de un país en vías de desarrollo, es necesario abordar tres apartados de forma separada:

- La cantidad total de recursos
- El método de uso de los recursos
- El impacto del uso y el vertido de los recursos en la población y el ecosistema locales.

Cantidad total de recursos:

Aunque el consumo de recursos por cápita sea mucho mayor en un país desarrollado como EEUU que en un país en vías de desarrollo como India, el tamaño total de la población en India convierte las cifras de consumo de recurso en suficientemente grandes como para preocuparse. En segundo lugar, las cantidades de los diferentes recursos usadas en una economía con escasez de recursos debería contemplarse como una porción de la disponibilidad total del recurso en la región.

Métodos de uso de los recursos:

El modo en que se utilizan los diferentes recursos en un país en vías de desarrollo es muy diferente al modo de utilización de los mismos recursos en un país desarrollado. Con mucha frecuencia, los modos de uso adoptados en los países en vías de desarrollo para los materiales y productos para el hogar, la agricultura o la industria, son caducos y generan un volumen notable de residuos. Siendo además procesos de operación de pequeña escala, resulta aún más difícil adoptar nuevos métodos que, a menudo, requieren de bastante capital.

El uso de esos recursos, también está muy disperso por un gran número de puntos, lo que dificulta su control. Por ejemplo, en muchas partes de la India se utiliza carbón como combustible en hogares, en bastantes micro empresas y también en grandes compañías. Puesto que el número de puntos de utilización de carbón es demasiado largo, cualquier intento de monitorear el uso de carbón es muy complejo.

Fia. 6: Flujo de recursos en un sistema económico

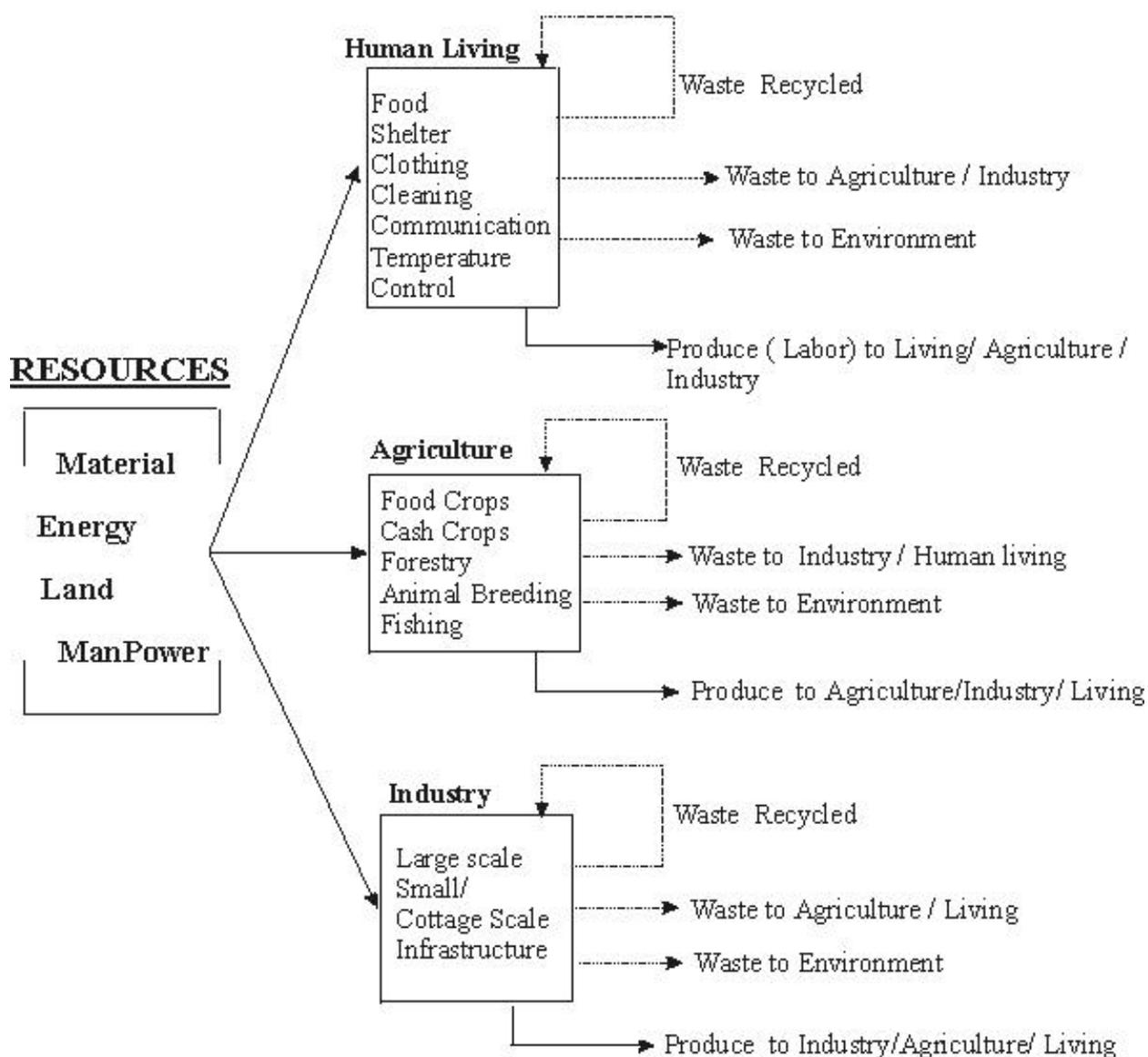


Figura 6

Impacto sobre el Medio Ambiente Global:

El impacto del uso y vertido de materiales en un país en vías de desarrollo, puede ser completamente distinto del generado en un país desarrollado. Esto es, parcialmente, causa de una menor concienciación en los temas de salud, sistemas legales (elaboración y control del cumplimiento de las leyes) inadecuados y ausencia de una estructura civil / cívica adecuada.

Análisis Regional de Flujo de Recursos (ARFR = RRFA)

Tal y como se mencionó anteriormente, para comprender el flujo de recursos en una región concreta, resultaría muy útil la presentación de un diagrama de Flujo Regional de recursos como el mostrado en la Figura 1. Este diagrama mostraría claridad las cantidades de entrada de recursos seleccionada y la salida de los mismos para la región. Ya sea como residuos para otras regiones geográficas donde sean reprocesados o como residuos vertidos al medio ambiente, además de los productos "exportados" para venta y consumo.

Un diagrama como el descrito facilitaría una contabilidad cuantitativa y detallada de los flujos de los diferentes residuos en el área. Sin dicho análisis, a menudo resulta difícil obtener una idea rápida de cuáles son los asuntos de interés para el área. Esto es particularmente cierto en un país en vías de desarrollo donde muchos de los recursos son utilizados por un amplio grupo de empresas, pequeñas y medianas o en domicilios particulares. Puesto que el uso de dichos recursos está distribuido por un amplio número de puntos, el consumo de los residuos no siempre resulta evidente. Por ejemplo, resulta más fácil estimar el volumen de residuos en un gran vertedero que estimar los residuos sólidos urbanos (RSU) recogidos en una ciudad, aunque cuando se recojen, los RSU pueden llegar a ser el doble de voluminosos como todo el vertedero.

Es necesario establecer prioridades para actuar, desde el punto de vista de un fondo para el desarrollo, el primer paso podría ser la preparación de un Diagrama Regional de Flujo de Recursos. Esto indicaría con claridad los recursos que son significativos para la región. Dado que las cifras de consumo de todos los recursos están claramente cuantificados, resultará fácil evaluar la importancia relativa de cualquier recurso en la región.

Sobre cada recurso que entra en la región, las únicas preguntas que deben hacerse son:

1. "¿Se trata de un recurso escaso en la región?"
2. "¿Es previsible que la disponibilidad de recurso llegue a ser un problema en el futuro?"
3. "¿Es posible que el uso de este recurso cause daños a otro recurso (p.e.: paisaje)?"
4. "¿Dónde se aprovecha mejor el recurso? ¿En el ámbito de estudio? ¿O puede tener un mejor uso en otra parte?"

El caso del "cluster" industrial de Tirupur, antes explicado sirve de ejemplo del uso de este método como herramienta de planificación.

Redefiniendo Problemas

Una vez que se dispone de un análisis cuantitativo de los "flujos" de diferentes recursos en la región, se hace necesario redefinir el problema desde la perspectiva del consumo de recursos. Por ejemplo, se dice a menudo que el efluente líquido de una industria determinada no cumple con los requisitos de vertido. El mismo tema podría redefinirse para decir que la industria está utilizando agua (que puede ser un recurso escaso) y que el efluente de la industria está degradando otro recurso en la región (puede ser el suelo, o las aguas subterráneas por ejemplo). La razón para dicha redefinición es que si el efluente no está afectando a otro recurso en la región no tiene demasiadas consecuencias y, por tanto, no se trata de un problema prioritario. Sin embargo, si el recurso que está utilizando la industria es un recurso escaso, y si la industria está dañando a otro recurso escaso en la región, necesita atención inmediata. De aquí que los problemas deban verse como específicos de una ubicación determinada.

El ejemplo de la industria de tinción del cuero en Tamil Nadu resalta este asunto. El caso es también ilustrativo de cómo la redefinición de un problema puede hacer cambiar el planteamiento básico en la planificación del desarrollo.

Fijando Prioridades:

Basándonos en el estudio de un Diagrama de Flujos de Recursos Regional es posible identificar los recursos y asignar prioridades para aquellos que requieran una atención más detallada.

Si es necesario trasladar el análisis de los flujos de recursos regionales a un plan de acción, es necesario establecer prioridades para la acción. Si se va a iniciar la acción, los aspectos que es necesario estudiar son:

- ¿Es necesaria la acción?
- ¿Qué sector, en particular, requiere esa acción?
- ¿Es posible la acción?
- Las consecuencias de cualquier acción.

Mientras se establecen prioridades, es necesario colocar primero aquellas áreas donde la acción produzca resultados. De aquí que los resultados indicados en un Diagrama de Flujo de Recursos Regional deba leerse (interpretarse) en conjunción con otros muchos factores. Algunos factores a tener en cuenta son:

1. La Política Gubernamental y el marco legal
2. La facilidad de disponer de diferentes materiales en la región
3. La importancia relativa de la producción regional para el estado / país
4. La sensibilidad del precio de la producción de la región
5. Salud financiera de la Industria
6. El sistema impositivo y el sistema de financiación empresarial
7. El coste de producción de los negocios y la importancia relativa del coste de diferentes materiales en la operación
8. La inversión en incremento de la capacidad de producción, las economías de escala y el coste relativo de la prevención o el tratamiento de la contaminación
9. El nivel tecnológico y la actitud para la aceptación de nuevas tecnologías
10. Las interrelaciones entre las diferentes entidades económicas / empresariales en la región y el rol de los líderes de opinión, que podrían influenciar el cambio
11. La sociedad y su influencia en la economía del área, incluyendo la presencia de ecologistas activistas, la actitud de los trabajadores, la ética del trabajo, etc.
12. La relación de las empresas con la comunidad.

Mapa de Utilización de Recursos [MUR - RUM]

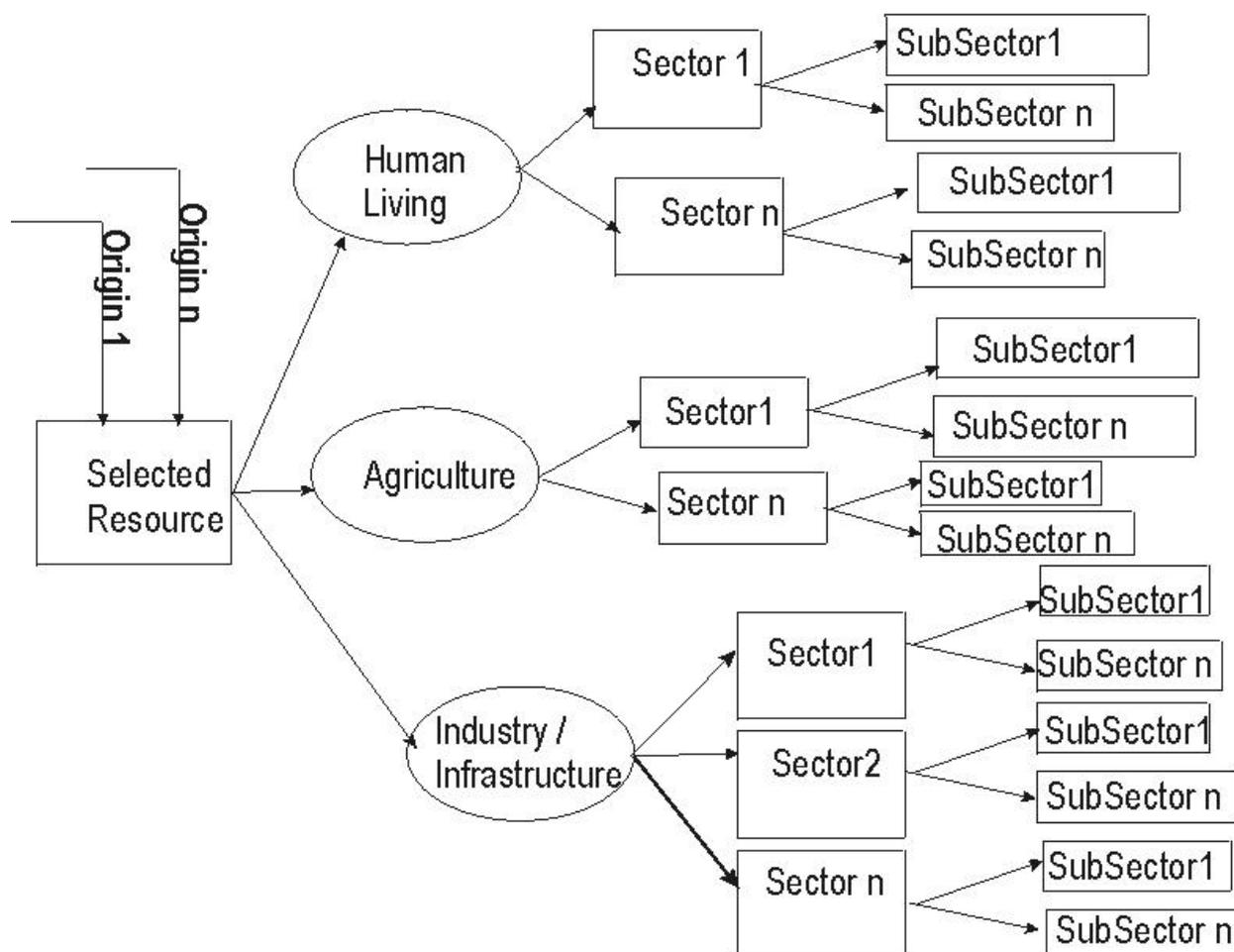
Una vez establecidas las prioridades y seleccionados los recursos para un escrutinio más detallado es necesario analizar con mayor detalle la forma en que se utiliza ese recurso en particular, que ha sido seleccionado como una prioridad, en la región identificada. Las preguntas que debemos respondernos son:

- ¿Quiénes son los que están utilizando el recurso?
- ¿Puede optimizarse ese uso?
- ¿Pueden, los usuarios, encontrar una solución alternativa?
- ¿Puede complementarse el recurso de una forma mejor (p.ej: técnicas de cultivo de agua)?
- ¿Es posible desplazar a los usuarios a otro sistema u a otra región.

La preparación de un Mapa de Utilización de Recursos del estilo del representado en Figura 7 podría aportar un marco coherente para responder esas preguntas.

Es importante comprender, en la medida de lo posible, el comportamiento de cada categoría de usuarios del recurso, para qué lo usan y cuanto utilizan. La comprensión de eso podría utilizarse de forma efectiva para planificar la estrategia y optimizar el uso de un determinado recurso.

Figura 7: Mapa de Utilización de Recursos.



Cualquier Plan de Gestión Estratégico de Gestión de recursos necesita tener en cuenta los siguientes elementos:

1. Una muy clara definición de los objetivos
2. Opciones posibles para alcanzar el objetivo
3. Planes de acción opcionales
4. El coste de evaluación de cada plan de acción y calendario
5. Consecuencias / resultados probables de cada opción
6. Evaluación de opciones
7. Selección de un plan de acción específico.
8. Establecer objetivos delimitados en el tiempo
9. Estableciendo un sistema para la evolución de los objetivos.

Las cifras generadas a través del Análisis Regional de Flujo de Recursos y del Mapa de Utilización de Recursos pueden ser útiles para llegar a una clara definición de objetivos. Lo que resultaría realmente interesante en el contexto de la Ecología Industrial sería discutir el tipo de opciones de estrategia que se generan en este proceso.

Opciones Estratégicas Posibles

1. Utilizar Recursos, Actualmente Desechados (Cerrar el Ciclo de Materiales)

El estudio de la Figura 1 (Diagrama Regional de Flujo de Recursos), de una idea de la cantidad de recursos diferentes que se colocan en el medio ambiente para una región geográfica determinada. Estos datos podrían utilizarse para desarrollar nuevas actividades económicas, o para acometer un desarrollo industrial que hicieran uso de esos “deshechos”. Como se dijo anteriormente, especialmente en los países en vías de desarrollo, ya que el uso de los diferentes materiales se extiende en una capa delgada por muchos puntos, los recursos despreciados no resultan, muchas veces, evidentes (como se mostró en el caso de la industria textil en Tirupur).

Existe otro ejemplo de la ciudad de Chennai en la India Sur. La acción emprendida desde la administración local es un ejemplo de cómo se identifican los residuos y se canalizan como recurso hacia otras actividades económicas. Se ha solicitado a algunas de las industrias que reciclen las aguas residuales de la ciudad para cubrir sus necesidades de agua. Esto ha resuelto parcialmente el problema del tratamiento de las aguas residuales al mismo tiempo que abordado el suministro de agua para cubrir las necesidades de la industria. El coste de la depuración de agua ha sido internalizado en las operaciones de la industria.

2. Planificación de Actividades Económicas Integradas en un “Ciclo Cerrado de Materiales”

Si se planifica una nueva zona o un nuevo polígono industrial, puede ser factible la planificación de los tipos de industria que se incorporan de forma que los residuos de una unidad sean la materia prima de otra. De esta forma las industrias individuales ubicadas en este cluster se convierten en socios en un ciclo “quasi-cerrado”. Se intenta replicar el modelo de Kalundborg en los Polígonos o las Redes Eco-Industriales (EIP / EIN).

3. Reducción o Eliminación del Uso de Recursos Seleccionados como Críticos

La reducción del consumo de recursos puede abordarse desde el cambio tecnológico o desde el incremento de la eficiencia utilizando la misma tecnología. Un buen ejemplo del cambio de tecnología para eliminar el uso de ciertos materiales es la industria de Cloro-Álcali. Esta actividad ha ido cambiando paulatinamente desde la tecnología de electrodo de mercurio hasta una mejor tecnología basada en membranas. Esto no solo ha eliminado el uso de mercurio, sino que se ha demostrado que resulta más rentable. De forma similar, los programas de minimización de residuos podrían utilizarse para alcanzar objetivos claramente definidos para la región objeto del trabajo-estudio.

4. Reciclaje de los Materiales para Usarlos en el Mismo Sector

Una industria podría reciclar sus propios materiales, lo que les permitiría reducir su consumo de recursos. La generación de metano a partir de los residuos en una destilería para completar los requisitos energéticos de la actividad es un buen ejemplo de este método. El Gobierno de India ha hecho obligatorio para las destilerías la instalación de plantas de generación de metano para minimizar las necesidades de suministro de energía para este tipo de industria.

5. Reubicación Estratégica de Industrias que Utilizan Recursos Críticos

Fundamentalmente por razones históricas, muchas industrias crecen en áreas donde sus requisitos de recursos son bastante incompatibles con la disponibilidad de recursos en la región. Muy a menudo, ya que los recursos no tienen los precios fijados sobre base racional alguna (más allá de la capacidad de la ciudadanía para pagar), la industria continua sobreviviendo. En ese caso, puede ser necesario reubicar las industrias de tal manera que puedan encontrar una nueva fuente de dicho recurso para satisfacer sus necesidades.

Conclusiones

Sentimos que los estudios de caso presentados anteriormente, así como los conceptos metodológicos derivados de ellos, ofrecen una variedad de perspectivas para los “policy makers”:

- Esta metodología esta orientada a permitir a los países en vías de desarrollo plasmar en un mapa los flujos de materiales a través de todo su sistema económico. Esto mostrará cuales son los recursos críticos.
- A partir de dicho modelo, los cabos sueltos resultan muy obvios y proporcionan una indicación inmediata de los recursos no utilizados o infrautilizados.
- En casos específicos, esta información puede utilizarse para planificar complejos industriales integrados.
- Esta metodología es relevante para varias escalas: local, regional y nacional.
- Este tipo de estudios de diferentes grupos de actividad pueden integrarse para facilitar una imagen general de los flujos de materiales en una región. Basándose en esto, los planificadores pueden considerar la promoción de industrias en sectores específicos de forma tal que se optimice el flujo de los recursos críticos.
- La información y el conocimiento obtenido del análisis de flujo de materiales puede usarse como herramienta para la planificación del desarrollo socioeconómico. Una herramienta así puede ser de utilidad tanto para gobiernos regionales, locales o para agencias internacionales de desarrollo e instituciones financieras.

Finalmente, desde el punto de vista empresarial, estos estudios de caso sirven a dos propósitos. Primero, pueden ofrecer nuevas opciones a las industrias que se hallan bajo presión de las autoridades gubernamentales encargadas del control de la contaminación. Segundo, pueden mostrar a las empresas la imagen general y hacerlas conscientes de la cantidad total de materiales utilizados en un “cluster”, una zona industrial o en una región. Ya que un gran número de pequeños fabricantes usa estos materiales, una agregación como la aquí mostrada, puede ser reveladora y puede convertirse en un catalizador para la acción. Y aún más importante, esos datos pueden hacer patentes nuevas oportunidades de negocio. Además el conocimiento de las oportunidades para una mejor utilización de los recursos podría convertirse en algo interesante para las compañías en el contexto de la globalización y de una competencia creciente por parte de los países vecinos.

TRADUCCIÓN: Ramon Pastor (Enero 2002)



C/ Valencia, 477, 08013-Barcelona (España)
info@ambinet.org

REFERENCIAS

- (1) United Nations Environment Programme and World Business Council for Sustainable Development: Cleaner Production and Eco-efficiency - Complementary Approaches to Sustainable Development. UNEP / WBCSD, 1998.
- (2) Allenby, Braden R.: Industrial Ecology - Policy Framework and Implementation. Englewood Cliffs, N.J., Prentice Hall, Inc., 1999.
- (3) Allenby, Braden R. and William E. Cooper: Understanding Industrial Ecology from a Biological Systems Perspective. Total Quality Environmental Management. Vol. 3, N° 3, pp. 343-354, 1994.
- (4) Graedel, Thomas E.: On the Concept of Industrial Ecology. Palo Alto, CA, Annual Review of Energy and the Environment, Vol. 21, pp. 69-98, 1996.
- (5) Frosch, Robert A. and Nicholas E. Gallopoulos: Strategies for Manufacturing. Scientific American, Vol. 261, No. 3, pp. 94-102, September 1989 (Special Issue on «Managing Planet Earth»).
- (6) Allenby, Braden R. and Deanna J. Richards(eds.): The Greening of Industrial Ecosystems. Washington, D.C., National Academy Press, 1994.
- (7) Frosch, Robert A.: Toward the End of Waste: Reflections on a New Ecology of Industry. In: Technological Trajectories and the Human Environment, edited by J. H. Ausubel and H. D. Langford. Washington, DC, National Academy Press, 1997.
- (8) Ayres, Robert U. and Leslie W. Ayres: Industrial Ecology. Towards Closing the Materials Cycle. Cheltenham, UK, Edward Elgar, 1996.
- (9) Erkman, Suren: Industrial Ecology: An Historical View. Journal of Cleaner Production, Vol. 5, N° 1-2, pp. 1-10, 1997.
- (10) Baccini, P. and P. H. Brunner : Metabolism of the Anthroposphere. Berlin, Springer Verlag, 1991.
- (11) Brunner, Peter H. and Paul Baccini : Regional Material Management and Environmental Protection. Waste Management & Research, Vol. 10, pp. 203-212, 1992.
- (12) Stigliani, William and Stefan Anderberg: Industrial metabolism at the regional level: The Rhine Basin. In: Industrial metabolism: Restructuring for sustainable development, edited by R. U. Ayres and U. E. Simonis. Tokyo, United Nations University Press, 1994.
- (13) Adriaanse A. et alia : Resource Flows: The Material Basis of Industrial Economies. Washington, DC, World Resources Institute, 1997.
- (14) Gertler, Nicholas and John R. Ehrenfeld : Industrial Ecology in Practice. The Evolution of Interdependence at Kalundborg. Journal of Industrial Ecology, Vol. 1, N° 1, pp. 67-79, 1997.
- (15) Nemerow, Nelson L. : Zero Pollution for Industry. Waste Minimization Through Industrial Complexes. New York, John Wiley & Sons, 1995.
- (16) UNEP : The Environmental Management of Industrial Estates. UNEP-DTIE Technical Report N° 39, Paris, 1997.
- (17) Fritz Balkau : Managing Environmental Issues in Industrial Estates: An Application of Industrial Ecology, August 1997. Source: www.uneptie.org/ipman/papestat.html.
- (18) Ray Côté and Fritz Balkau : Environmental Management Systems for Industrial Estates - A Discussion Paper, April 1999. Source: www.uneptie.org/ipman/emspap.html.
- (19) Ernest A. Lowe, Steven R. Moran and Douglas B. Holmes : Eco-Industrial Parks - A Handbook for Local Development Teams. Oakland, CA, Indigo Development, 1998. (<http://www.indigodev.com>)
- (20) Erkman, Suren and Ramesh Ramaswamy: Industrial Ecology as a Tool for Development Planning. Case Studies in India. New Delhi and Paris: Sterling Publishers, forthcoming (2001).