

Del Residuo a la Riqueza: Aprovechando el Potencial de la Simbiosis Industrial para el Desarrollo Sostenible.

Introducción

La simbiosis industrial ofrece tanto beneficios económicos como ambientales. Los beneficios de la simbiosis industrial incluyen un bajo consumo de energía, ahorros de CO₂, reducción en el consumo de agua y una mínima cantidad de residuos para su eliminación^[1]. La simbiosis industrial puede desviar los residuos de los vertederos, evitar el uso de materiales vírgenes y reducir la contaminación en tierra, agua y aire^[2]. Las empresas pueden beneficiarse económicamente de la simbiosis industrial al vender o intercambiar residuos industriales y ahorrar costos en materias prima^[3]. La simbiosis industrial ahorra energía, reduce el consumo de agua y materiales, al mismo tiempo que beneficia al medio ambiente, la economía y la sociedad^{[4][5]}. Por lo tanto, la simbiosis industrial ofrece una solución sostenible para reducir los residuos y las emisiones de gases de efecto invernadero, al tiempo que mejora el rendimiento económico.

Descripción

Beneficios Económicos

Ahorro de costes

La simbiosis industrial se refiere al uso de recursos subutilizados de una empresa o sector por otra, lo que resulta en ahorros de costos y beneficios ambientales ^[4]. Los beneficios económicos de la simbiosis industrial incluyen reducciones en los costos de eliminación de residuos y en la compra de insumos, así como ingresos adicionales por el intercambio de residuos^{[1][2]}. Las empresas pueden ahorrar costos en materias primas, reducir gastos relacionados con la eliminación de residuos y ampliar su alcance en el mercado y los ingresos derivados de subproductos ^[2]. La simbiosis industrial también puede mejorar la rentabilidad y la competitividad al reducir el costo de los recursos ^[3]. Además de los beneficios económicos, la simbiosis industrial presenta importantes beneficios ambientales. Reduce la demanda de materiales y residuos, lo que conduce a un bajo consumo de energía, ahorros de CO₂ de alrededor de 250,000 toneladas al año, reducción de aproximadamente el 30% en el consumo de agua y emisiones tóxicas mínimas en el aire y el agua^{[3][4]}. Se evita el procesamiento de residuos, se evita el vertido en vertederos, se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y se ahorra una fracción de recursos (energía)^[4]. La simbiosis industrial brinda beneficios ambientales al menor costo en comparación con otros enfoques^[4]. La simbiosis industrial ofrece ganancias triples para las empresas a través de ahorros de costos, beneficios ambientales y ventajas sociales. Ahorra energía, reduce el consumo de agua y materiales al tiempo que minimiza la eliminación de residuos. Las empresas pueden beneficiarse al vender o intercambiar residuos industriales mientras reducen los gastos relacionados con la eliminación de residuos. La simbiosis industrial mejora la rentabilidad y la competitividad al reducir el costo de los recursos.

Mejora de la competitividad

La simbiosis industrial es un modelo de colaboración entre empresas que implica el intercambio de productos residuales y excedentes, como agua, energía o materiales ^[4]. Este modelo puede crear ventajas competitivas y mejorar el rendimiento ambiental y económico general de las empresas^[1]. La simbiosis industrial puede reducir el costo de los recursos, lo que lleva a un aumento en la rentabilidad y la competitividad de las empresas^[1]. También reduce la demanda de materiales y residuos, lo que presenta beneficios sustanciales para el medio ambiente^[1]. A nivel regional, la simbiosis industrial puede llevar a la innovación, la reducción de la demanda de

recursos (y, por lo tanto, del CO₂), la reducción de la dependencia de importaciones, el crecimiento y la resiliencia entre los socios involucrados y más allá^[2]. La cooperación de simbiosis puede reflejar asociaciones en las que las partes invierten conjuntamente en proyectos conjuntos para beneficio mutuo. Por ejemplo, dos empresas vecinas establecen una planta de tratamiento de aguas residuales común en lugar de individuales, lo que a menudo genera economías de escala^[2]. La simbiosis industrial puede reducir las emisiones de los conglomerados industriales al tiempo que impulsa un crecimiento económico e innovación más amplios. Ayuda a las empresas a alcanzar sus objetivos ambientales, como la reducción de la generación de residuos o las emisiones de gases de efecto invernadero^[3]. La simbiosis industrial involucra a industrias tradicionalmente separadas en un enfoque colectivo hacia la ventaja competitiva que implica el intercambio físico de materiales. Muchos la ven como un medio para escapar de la base reduccionista de enfoques históricos de "mando y control"^[5]. En conclusión, la simbiosis industrial tiene beneficios económicos en términos de mayor competitividad al reducir el costo de los recursos. También tiene beneficios sustanciales para el medio ambiente al reducir la demanda de materiales y residuos. A nivel regional, conduce a la innovación, la reducción de la demanda de recursos (y, por lo tanto, del CO₂), la reducción de la dependencia de importaciones, el crecimiento y la resiliencia entre los socios involucrados y más allá. La simbiosis industrial ayuda a las empresas a alcanzar sus objetivos ambientales, como la reducción de la generación de residuos o las emisiones de gases de efecto invernadero, al tiempo que reduce las emisiones de los conglomerados industriales.

Aumento de Ingresos

La simbiosis industrial ofrece muchos beneficios económicos a las empresas, incluidos ingresos adicionales derivados de subproductos, ahorro de costos en materias primas, reducción de gastos relacionados con la eliminación de residuos y expansión del alcance en el mercado^[1]. La simbiosis industrial puede aumentar la rentabilidad y la competitividad al reducir el costo de los recursos^[2]. Los principales socios en Kalundborg, Dinamarca, han estado compartiendo recursos desde la década de 1970 y a menudo se citan como la primera simbiosis industrial en funcionamiento en el mundo^[2]. Además de los beneficios económicos, la simbiosis industrial también ofrece importantes beneficios ambientales. Reduce la demanda de materiales y residuos y desvía los residuos de los vertederos, al mismo tiempo que evita el uso de materiales vírgenes^[4]. Estos beneficios ambientales se brindan al menor costo en comparación con otros enfoques^[4]. Sin embargo, existen desafíos para la implementación de la simbiosis industrial. La falta de confianza, la incertidumbre sobre los beneficios, la falta de conocimiento del concepto de simbiosis industrial y la falta de intercambio de información pueden obstaculizar su adopción^[5]. No obstante, la investigación ha demostrado que las empresas involucradas en la simbiosis industrial pueden obtener beneficios económicos, ambientales y sociales al compartir recursos, residuos e información^[3].

Innovación

La simbiosis industrial ofrece muchos beneficios económicos a las empresas, como la venta o el intercambio de residuos industriales, el ahorro en materias primas, la reducción de gastos relacionados con la eliminación de residuos y la ampliación del alcance en el mercado y los ingresos derivados de subproductos^[1]. La simbiosis industrial también puede dar lugar al surgimiento de empresas nuevas e innovadoras que aprovechan flujos industriales no utilizados de otra manera^[4]. Además, la simbiosis industrial puede reducir las emisiones de los conglomerados industriales al tiempo que impulsa un crecimiento económico e innovación más amplios^[3]. La asociación ideal de SI beneficia al medio ambiente, así como a la economía y la sociedad, al ahorrar energía, reducir el consumo de agua y materiales y minimizar la eliminación de residuos^[2]. Las plataformas digitales para la simbiosis industrial pueden ayudar a las empresas a participar en la economía circular mediante el desarrollo de modelos de negocios innovadores basados en el intercambio o la reutilización^[5]. Las simbiosis industriales deben construirse

principalmente sobre ganancias económicas y basarse en el interés y la participación de las empresas. La ganancia económica a largo plazo es esencial[4].

Beneficios Medioambientales

Reducción de residuos

La simbiosis industrial es una práctica en la que los residuos de una empresa se convierten en recursos para otra, lo que conduce a muchos beneficios ambientales [1][3]. La simbiosis industrial ayuda a desviar los residuos de los vertederos, reduce la contaminación en tierra, agua y aire y reduce las emisiones de gases de efecto invernadero [1][2][3]. También ayuda a evitar el uso de materiales vírgenes y la sobreexplotación de tierras y recursos hídricos [1][2]. La implementación de sistemas industriales circulares basados en el intercambio y la reutilización de recursos permite que las regiones y ciudades vecinas se beneficien de ecosistemas más verdes con menos presión sobre los recursos locales, economías regionales más fuertes y mayores oportunidades de empleo [2]. La simbiosis industrial puede ayudar a reducir las emisiones de dióxido de carbono sin comprometer el desarrollo económico [4]. Los parques industriales ecológicos promueven la eficiencia de recursos. El entorno quintesencial para la simbiosis industrial es entre fábricas que operan en estrecha proximidad en parques industriales ecológicos (PIE) [4]. Por ejemplo, la Iniciativa de Parque Industrial Ecológico de Corea del Sur ha generado \$554 millones en beneficios a partir de una inversión de \$520 millones en eficiencia energética, simbiosis industrial, gestión de residuos y otras mejoras respetuosas con el medio ambiente [4]. En resumen, la simbiosis industrial ofrece muchos beneficios ambientales, como la reducción de los costos de eliminación de residuos, la reducción de la contaminación en tierra, agua y aire, al tiempo que reduce las emisiones de gases de efecto invernadero. También ayuda a evitar el uso de materiales vírgenes y la sobreexplotación de tierras y recursos hídricos. La implementación de sistemas industriales circulares basados en el intercambio conduce a economías regionales más fuertes con menos presión sobre los recursos locales.

Conservación de Recursos

La simbiosis industrial es un sistema en el que los residuos de una empresa se convierten en recursos de otra empresa. Este sistema tiene muchos beneficios ambientales, como la reducción de la obtención de materias primas, el reciclaje de energía y agua y la reducción de los residuos que van a los vertederos [1]. La simbiosis industrial también desvía los residuos de los vertederos, reduce la contaminación en tierra, agua y aire y evita el uso de materiales vírgenes [2]. Los beneficios ambientales de la simbiosis industrial se pueden cuantificar mediante la medición de los cambios en el consumo de recursos naturales y las emisiones al aire y al agua [3][5]. La implementación de sistemas industriales circulares basados en el intercambio y la reutilización de recursos permite que las regiones y ciudades vecinas se beneficien de ecosistemas más verdes con menos presión sobre los recursos locales. Esto conduce al fortalecimiento de las economías regionales y a un mayor número de oportunidades de empleo [1]. La simbiosis industrial puede ayudar a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero del sector industrial, que representa el 30% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero. Por lo tanto, puede contribuir a cumplir con los requisitos del acuerdo de París [1]. En conclusión, la simbiosis industrial tiene muchos beneficios ambientales, como la conservación de recursos como la energía, el agua y las materias primas, al tiempo que reduce la contaminación en tierra, agua y aire. También ayuda a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero del sector industrial y contribuye a cumplir con los requisitos del acuerdo de París. La implementación de sistemas industriales circulares basados en el intercambio y la reutilización de recursos permite que las regiones y ciudades vecinas se beneficien de ecosistemas más verdes con menos presión sobre los recursos locales, lo que conduce al fortalecimiento de las economías regionales y a un mayor número de oportunidades de empleo.

Reducción en las emisiones de gases invernadero

La simbiosis industrial es el uso de recursos subutilizados de una empresa o sector por parte de otra, lo que resulta en mantener los recursos en uso productivo durante más tiempo [1]. La simbiosis industrial puede reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) mediante el ahorro en la entrada, el proceso, la energía, la eliminación y el transporte, así como la sustitución de combustibles[1]. Los beneficios ambientales de la simbiosis industrial se logran a un costo mínimo en comparación con otros enfoques[1]. Estudios han explorado el potencial de la simbiosis industrial para reducir las emisiones de GEI. Un estudio comparó la emisión de dióxido de carbono (CO₂) de un sistema de simbiosis industrial con la de un sistema de plantas independientes y encontró que el primero emitía menos CO₂[3]. Otro estudio demostró que las redes de simbiosis industrial de energía que integran tecnologías de energía renovable tienen el potencial de reducir significativamente las emisiones de GEI [5]. Los beneficios ambientales pueden incluir el ahorro de recursos y emisiones[4]. Por ejemplo, la escoria de acero se puede utilizar en la producción de cemento como sustituto del clínker, lo que reduce las emisiones de CO₂ de la producción de cemento[4]. También se ha explorado la posibilidad de acciones intersectoriales urbanas para la mitigación del carbono con beneficios locales para la salud en China como una forma de reducir las emisiones de GEI mediante la simbiosis industrial[4]. En conclusión, la simbiosis industrial tiene el potencial de reducir las emisiones de GEI mediante el ahorro en la entrada, el proceso, la energía, la eliminación y el transporte, así como la sustitución de combustibles. Los estudios han demostrado que la simbiosis industrial puede resultar en menos emisiones de CO₂ que las plantas independientes y que las redes de simbiosis industrial de energía que integran tecnologías de energía renovable pueden reducir significativamente las emisiones de GEI. Los beneficios ambientales pueden incluir el ahorro de recursos y emisiones.

Mejora de la calidad del aire y agua

La simbiosis industrial es un enfoque colaborativo para los problemas industria-ambiente que tiene como objetivo reducir el impacto ambiental de los flujos de materiales y energía mediante una mayor eficiencia de recursos a nivel de sistemas[2][3]. La simbiosis industrial tiene varios beneficios ambientales, como desviar los residuos de los vertederos, evitar el uso de materiales vírgenes y reducir la contaminación en tierra, agua y aire[1]. La simbiosis industrial puede mejorar la calidad del aire al reducir las emisiones de los procesos industriales. Por ejemplo, la incorporación de criterios de simbiosis industrial en el proceso de ubicación puede dar lugar a la cogeneración de vapor y electricidad, lo que reduce las emisiones de gases de efecto invernadero[4]. La simbiosis industrial también puede mejorar la calidad del agua al reducir la contaminación en los cuerpos de agua. Al reutilizar las aguas residuales en procesos industriales en lugar de verterlas en cuerpos de agua, la simbiosis industrial reduce la cantidad de contaminantes que ingresan en los cuerpos de agua[2]. En general, la simbiosis industrial es un enfoque eficaz para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible al tiempo que mejora la calidad del aire y del agua. Las relaciones simbióticas descritas anteriormente proporcionan beneficios ambientales que se han medido en diversos estudios[5].

Preservación de ecosistemas

La simbiosis industrial (SI) es un sistema en el que los residuos de una empresa se convierten en recursos para otra, y puede beneficiar al medio ambiente, la economía y la sociedad al ahorrar energía, reducir el consumo de agua y materiales, minimizar la eliminación de residuos y preservar el capital natural[1][2][3]. La SI también puede minimizar los riesgos en el sistema mediante una gestión adecuada[2]. La asociación ideal de SI beneficia al medio ambiente al reducir la contaminación y las emisiones de gases de efecto invernadero[4]. Los parques industriales ecológicos (PIE) son el entorno quintesencial para la simbiosis industrial. Las empresas que operan en estrecha proximidad en los PIE invierten en eficiencia energética, simbiosis industrial, gestión de residuos y otras mejoras respetuosas con el medio ambiente. Por ejemplo, la Iniciativa de Parque Industrial Ecológico de Corea del Sur generó \$554 millones en beneficios económicos

a partir de una inversión de \$520 millones en eficiencia energética y mejoras respetuosas con el medio ambiente[4]. Cuantificar los beneficios económicos y ambientales de las empresas ubicadas en la literatura de ecología industrial como "simbiosis industrial" involucra a empresas tradicionalmente competitivas en la colaboración para compartir recursos. Esta colaboración conduce a la reducción de los costos de producción y mejora el rendimiento ambiental[5].

Estudios de Caso y Ejemplos

La simbiosis industrial se refiere a una relación mutuamente beneficiosa entre dos o más empresas en la que los residuos o sub-productos de una empresa se utilizan como recursos por parte de otra. De esta manera, la simbiosis industrial promueve una economía circular y reduce los residuos, contribuyendo así a la sostenibilidad ambiental.

En los ejemplos que hemos recopilado, las empresas involucradas en la simbiosis industrial son CEMEX y Ecopetrol, así como ABI y DSM. CEMEX, una empresa de cemento, se ha asociado con Ecopetrol, una empresa petrolera, para crear una relación simbiótica. CEMEX utiliza materiales de desecho de las operaciones de perforación de petróleo de Ecopetrol, como el petróleo crudo y el lodo, como combustible para alimentar sus hornos de cemento. A cambio, Ecopetrol se beneficia de una solución de gestión de residuos más sostenible y costos reducidos de eliminación.

De manera similar, ABI, una empresa de bebidas, y DSM, una empresa bioquímica, han establecido una relación de simbiosis industrial. ABI proporciona sus residuos de cervecería, como los granos gastados y la levadura, a DSM, que los utiliza como materia prima para producir alimento para animales. Esto reduce los residuos y los costos de eliminación de ABI, al tiempo que proporciona a DSM una fuente de materias primas más sostenible.

Los beneficios económicos de la simbiosis industrial pueden ser sustanciales. Al reutilizar y reciclar residuos, las empresas pueden reducir sus costos de eliminación de residuos y materias primas. Además, la simbiosis industrial puede llevar a una mayor eficiencia y productividad, ya que las empresas trabajan juntas para optimizar su uso de recursos. Desde una perspectiva ambiental, la simbiosis industrial puede reducir la cantidad de residuos enviados a vertederos o incineradores, lo que a su vez reduce las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes.

En general, la simbiosis industrial ofrece una solución prometedora a los desafíos de la gestión de residuos y la agotamiento de recursos. A través de asociaciones como las de CEMEX y Ecopetrol, y ABI y DSM, las empresas pueden trabajar juntas para crear un futuro más sostenible.