



NÚMERO

91

ISSN Impreso:

2007-1388

ISSN Electrónico:

2683-2623

VÉRTICE UNIVERSITARIO

Hermosillo, Sonora, México • Julio-Septiembre 2021 • Año 23



INDEXADA EN:



Universidad de Sonora, División de Ciencias Económicas y Administrativas.

Reserva de Derechos al Uso Exclusivo 04-2019-090613561000-203.

Indexada al Sistema Regional de información en línea para revistas científicas Latindex: Folio 14186

Indizada a la base Clase de la UNAM de Revistas Sociales y de Humanidades Latinoamericanas y del Caribe.

Indizada a Periódica Índice de Revistas Latinoamericanas de Ciencias.



VÉRTICE UNIVERSITARIO

Editora Responsable

Dra. Edna María Villarreal Peralta

Editora Adjunta

Dra. Lizbeth Salgado Beltrán

Comité Editorial

Dr. Miguel Ángel Vázquez Ruiz
Dr. Óscar Alfredo Erquizio Espinal
Dra. Carmen O. Bocanegra Gastélum
Dr. Roberto Ramírez Rodríguez
Dr. Arturo Robles Valencia
Dr. Joel Enrique Espejel Blanco
Dra. Dena María Jesús Camarena Gómez
Dra. María Elena Robles Baldenegro
Dr. Adolfo Esteban Arias Castañeda
Dr. Manuel Arturo Coronado García

Vértice Universitario

Revista arbitrada de la Universidad de Sonora.
División de Ciencias Económicas y Administrativas.
Indexada al Sistema Regional de información en línea para revistas científicas Latindex: Folio 14186.
Indizada a la base de Revistas Sociales y de Humanidades Latinoamericanas y del Caribe, Clase de la Universidad Nacional Autónoma de México.
Indizada a Periódica Índice de Revistas Latinoamericanas de Ciencias.
Indizada en Scielo México.

VÉRTICE UNIVERSITARIO Volumen 23, Número 91 (Julio-Septiembre) de 2021 es una publicación trimestral editada por la Universidad de Sonora, a través de la División de Ciencias Económicas y Administrativas. Blvd. Luis Encinas y Av. Rosales s/n, Col. Centro, C.P. 83000, Hermosillo, Sonora, México, Tel. 52(662) 259-21-66, www.revistavertice.uson.mx; vertice@unison.mx. Editora responsable: Dra. Edna María Villarreal Peralta. Editora adjunta: Dra. Lizbeth Salgado Beltrán. Editor invitado: Dr. Arturo Robles Valencia. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo 04-2021-08101385200-203, otorgada por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. ISSN: 2683-2623. Responsable de la última actualización de este número: Dra. Edna María Villarreal Peralta. Fecha de la última modificación: 30 de Agosto de 2021. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad de Sonora.

Distribuidor: Universidad de Sonora, Blvd. Luis Encinas y Av. Rosales s/n, Edificio 10), planta baja, Col. Centro. Hermosillo, Sonora, México.
Tel. 52(662) 259-21-66



Contenido

Investigación

La logística inversa en el manejo de los residuos de empaques y embalajes en el contexto del COVID-19..... 3
Reverse logistics in the management of packaging and packaging waste in the context of COVID-19
Zayyad Jesús Francisco Montes Castillo y María del Carmen Rodríguez López

Investigación

La minería sonorense, pieza clave en el cumplimiento de los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), en la agenda 2030 14
Sonoran mining, a key element in the fulfillment of the 17 Sustainable Development Goals (SDG), in the 2030 agenda
Autores: María Ananí Alegría Murrieta, Dr. Jorge I. León Balderrama y Dr. Rafael Cabanillas López

Diseño y portada: Universidad de Sonora.
Diseño de interiores: Andrés Abraham Elizalde García.
D.R. ©2020, Universidad de Sonora.

La logística inversa en el manejo de los residuos de empaques y embalajes en el contexto del COVID-19

Reverse logistics in the management of packaging and packaging waste in the context of COVID-19

Fecha de recepción:
16 Junio del 2021

Zayyad Jesús Francisco Montes Castillo ^{1*}
y María del Carmen Rodríguez López²

Fecha de aprobación:
24 Agosto del 2021

^{1*} Autor por correspondencia. Licenciado en Finanzas por la Universidad de Sonora. Estudiante del Posgrado de la Maestría en Aduanas, Logística y Negocios Internacionales, de la Universidad de Sonora. email: a207210477@unison.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6433-1058>

² Doctorado en Integración Económica. Profesora – Investigadora Titular B, Departamento de Economía, Universidad de Sonora, México. email: carmen.rodriguez@unison.mx.

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7614-5116>

Resumen

Los desafíos de logística inversa que actualmente enfrentan las empresas, derivados de la crisis sanitaria por COVID-19, son varios. No obstante, una práctica y característica de estos tiempos de confinamiento, ha sido el aumento del uso de empaques de plástico, debido a los protocolos y cuidados sanitarios. Esta situación impone un nuevo reto, ya que empaques y embalajes no podrán ser reciclados a la misma velocidad con que se utilizan y desechan, surgiendo la necesidad de modificar ciertas prácticas en pro del medio ambiente.

Así, la logística inversa proporciona el conocimiento para un eficiente y sustentable proceso de planificación y control del flujo de insumos y productos, desde el punto de consumo hasta el de origen (i.e. producción), para recuperar su valor. Por ello, el objetivo en este trabajo es realizar una revisión de la literatura de logística inversa para establecer su importancia como herramienta estratégica en el desarrollo de una actividad productiva enfocada a procesos más sustentables, de manera específica se pondrá énfasis en el manejo de los residuos de empaques y embalajes. El artículo discute conceptualizaciones de la logística inversa de empaques y embalajes, para reflexionar sobre la adopción de mejores prácticas en el manejo de estos residuos.

Palabras claves: Logística Inversa, residuos, reutilización, COVID-19.

Código JEL: Q57, M1, L60

Abstract

The reverse logistics challenges that firm currently face, derived from the health crisis due to COVID-19, are several. However, a practice and characteristic of these confinement times has been the increase in the use of plastic packaging, due to health care protocols and care. This situation imposes a new challenge, since packaging and packaging will not be able to be recycled at the same speed with which they are used and disposed of, arising the need to modify certain practices for the care of the environment.

Thus, reverse logistics provides the knowledge for an efficient and sustainable process of planning and controlling the flow of inputs and products, from the point of consumption to the origin (i.e., production), in order to recover its value. Therefore, the objective in this work is to carry out a review of the reverse logistics literature to establish its importance as a strategic tool in the development of a productive activity focused on more sustainable processes, specifically, emphasis will be placed on waste management of packaging and packaging. The article discusses conceptualizations of reverse packaging logistics, to reflect on the adoption of best practices in the management of these wastes.

JEL Codes: Q57, M1, L60

Keywords: Reverse logistics, waste, reuse, Covid-19.



Introducción

La logística inversa que es uno de los aspectos de la logística que más interés está provocando entre los profesionales e investigadores en las últimas décadas. Hace algunos años, la logística básicamente estaba relacionada con la gestión de la cadena de suministro de una empresa. Hoy en día, la definición de logística es mucho más amplia y se caracteriza por ser compleja, dinámica e incierta; en parte, porque el impacto de los estatutos económicos y medioambientales ha provocado un nuevo conjunto de problemas genéricos en la logística inversa (Bei y Linyan, 2005; Feal Vázquez, 2010).

Sin embargo, desde hace poco más de treinta años, las cadenas logísticas se han estado ajustando diligentemente, desde la materia prima hasta los clientes finales. Actualmente se acepta que la logística inversa es una competencia clave en las cadenas logísticas modernas y, como tal, debe de ser gestionada de forma adecuada (Ortega Mier, 2008). Los desafíos en este campo de la logística inversa han sido causados por el rápido desarrollo del comercio electrónico, el aumento de los minoristas en línea y similares, entre otros.

La competencia es más fuerte que nunca en la mayoría de los mercados, los ciclos de vida de los productos se han acortado y las condiciones comerciales cambian constantemente. Una vez más, las empresas soportan enormes pérdidas por los productos devueltos, debido a las políticas de devolución; es por ello que, para agregar valor, se debe mejorar las relaciones con los clientes y fortalecer las ventajas competitivas de la empresa, éstas deben encontrar formas de reducir el desperdicio y recuperar el valor de los productos utilizados para otros servicios públicos. Lo anterior ha obligado a las empresas a remodelar sus estrategias. Por ello, han emergido muchas temáticas nuevas como: Fabricación Global, Logística de Terceros, Alianzas, e-Logística y Empresas, aunque sean pequeñas o medianas. Todos estos retos hacen que la logística inversa sea un área de interés contemporáneo entre gestores e investigadores en este campo (Soto y Ramalhinho, 2002; Bei y Linyan, 2005).

En el contexto actual y tras la pandemia causada por el COVID-19, las dinámicas y procesos, tanto de la actividad económica como de la sociedad, se han visto afectados en diferentes dimensiones

y magnitudes; la logística en las empresas no ha sido la excepción. Sin embargo, no todas las consecuencias han significado afectaciones negativas; en el caso de la logística, ésta ha ganado importancia debido a los aumentos estratosféricos de las ventas en línea que, a pesar de brindar beneficios a la sociedad evitando la propagación del virus, se ha reflejado en un aumento sustantivo del uso de empaques y embalajes y, en consecuencia, de los residuos generados tras su desecho.

Para la logística inversa, esta situación involucra una difícil tarea: la de readaptar sus prácticas usuales a las normas y protocolos que traerá consigo el habituarse a “la nueva normalidad”. No obstante, debido al aumento de desechos (e.g. envases y empaques), el crear consciencia entre las empresas y motivarlas a implementar la logística inversa como actividad primordial, es una labor muy importante para el futuro de nuestra sociedad, derivado del beneficio al medio ambiente; además ésta permea, de manera positiva, en otros ámbitos como el económico y el social.

En consecuencia, el objetivo en este trabajo es realizar una revisión de la literatura de logística inversa para establecer su importancia como herramienta estratégica en el desarrollo de una actividad productiva enfocada a procesos más sustentables, de manera específica se pondrá énfasis en el manejo de los residuos de empaques y embalajes. Para ello, se analiza la evolución y el surgimiento del concepto de la logística inversa y logística verde; y se indagará de dónde emana las preocupaciones ambientales y los impulsos económicos. En un segundo apartado, se resaltan las diferencias entre la logística inversa y la logística avanzada tradicional, y las diferenciaciones con la logística verde. Posteriormente, en un tercer apartado, se plantea un primer acercamiento al aspecto de la logística inversa en la gestión de los residuos, a través de una cadena de suministro. Por último, se plantean los desafíos que enfrenta la logística inversa ante el contexto de COVID-19 y se presentan unas breves conclusiones.

Revisión de la literatura

Antecedentes de la logística inversa

Hace algunos años, la logística estaba relacionada, básicamente, con la gestión de la cadena de suministro



de una empresa. Hoy en día, la definición de logística es mucho más amplia. La logística moderna considera temas que pertenecen a decisiones que se producen en el ámbito de las políticas públicas locales, nacionales y también internacionales, como pueden ser las infraestructuras de transporte y las zonas de actividad logística (Feal Vázquez, 2010).

En lo que respecta al tema de la logística inversa, ésta ha recibido una creciente atención, especialmente en la última década y dada la confluencia de diversas situaciones.

De acuerdo con Fernández (2003) y Rahman y Subrayarian (2012), por un lado, existe una preocupación demostrable por los problemas ambientales y el desarrollo sostenible; y por el otro, las razones económicas también han tenido su contribución en esta creciente importancia de los temas de logística inversa, ya que es a través de los productos devueltos en donde las empresas tienen la posibilidad de recuperar tanto el material constitutivo, que ya no es necesario comprar en las mismas cantidades, como el valor añadido. Por tanto, ya sea que los ahorros provengan solo de los costos de compra de materiales o de los costos de materiales, mano de obra y gastos generales, respectivamente, las empresas pueden estar cada vez más interesadas en participar de manera eficiente a medida que la competencia del mercado reduce cada vez más los márgenes.

Ante este estado de cosas y, quizás, debido a su creciente importancia en el papel, el concepto de logística inversa no se ha mantenido claramente definido. De hecho, como sostienen varios autores (Fleischman, 2000; Mason, 2002; Soto y Ramalinho, 2002; Kivinen, 2002; Tan y Kumar, 2003), aún no existe un consenso sobre la definición de logística inversa que, en la práctica, sea ampliamente aceptado; debido, entre otros aspectos, a los amplios temas susceptibles de ser cubiertos por esta definición (e.g. actividades, productos, puntos de la cadena de suministro, etc.).

De acuerdo con la revisión de la literatura realizada, Quesada (2003) señala que los autores como Beckley y Logan (1948), Terry (1869) o Giultinian y Nwokoye (1975) ya habían prestado atención a los retornos, pero sin referirse a ellos como flujos de logística inversa. Murphy y Poist (1989) son algunos de los primeros autores en utilizar la logística inversa como tal; posteriormente, se utilizó el término *distribución inversa* como

equivalente. La terminología doble también se ha mantenido en algunos casos como en los trabajos de Barry et al. (1993), Carter y Ellram (1998) y Jayaraman et al. (2003).

Sin embargo, podemos decir que las primeras aportaciones al conocimiento sobre este tema se iniciaron en las décadas de 1960 y 1970 (Seitz y Wells, 2006). Uno de los estudios integrales en el campo de la logística inversa fue realizado por Kopicki et al. (1993). Estos autores observaron que, al implementar un programa con conciencia ambiental, las empresas suelen reflejar tres fases: reactiva, proactiva y búsqueda de valor. Así, las regulaciones de estándares ambientales, que recientemente se han introducido, generalmente obligan a las organizaciones a responder de manera reactiva. Es hasta la década de 1990 que se estudia con mayor profundidad la gestión de estos sistemas logísticos y el acuñamiento del término “Logística Inversa” (en inglés “reverse logistics” o “inverse logistics”) (Ortega Mier, 2008).

Así, las connotaciones de logística inversa se remontan a 1992; según el Consejo de Gestión Logística / Council of Logistics Management (CLM, por sus siglas en inglés) define la logística inversa a partir de “El papel de la logística en el reciclaje, eliminación de residuos y gestión de materiales peligrosos; [...] una perspectiva más amplia incluyó todo lo relacionado con las actividades logísticas realizadas en reducción de fuentes, reciclaje, sustitución, reutilización de materiales y eliminación (De Brito y Dekker, 2003:17).

Por tanto, y dada la corta historia de la Logística Inversa, así como lo recientes que son las investigaciones realizadas al respecto, parece normal que no exista, aún, una terminología común y generalmente aceptada.

¿Qué es la logística inversa?

Para ilustrar las diferentes acepciones que se pueden encontrar, se tendrán en cuenta las definiciones encontradas en la revisión de la literatura realizada para este trabajo y aquellas que se consideraron relevantes dentro de la temática de logística inversa. En este sentido se espera que esta revisión abone a este campo de investigación.

De acuerdo con el trabajo de Stock (1992), una de las primeras publicaciones en las que se hace

referencia a la logística inversa (editada por el CLM), se le relaciona con “el termino normalmente usado para referirse al papel de la logística en el reciclado, vertido de residuos y gestión de materiales peligrosos. Una perspectiva más amplia incluye todo lo relacionado con las actividades logísticas encaminadas a reducción de material, reciclado, sustitución y reutilización de materiales y residuos” (Ortega Mier, 2008:19).

Una definición similar es dada por Kopicki (1993), trabajo editado también por el CLM, de acuerdo con el autor la logística inversa “es un término que se refiere a las capacidades y actividades de la gestión logística involucradas en la reducción, gestión, y eliminación de materiales peligrosos o no, desde embalajes a productos finales. Incluye la distribución inversa, como se acaba de definir, la cual provoca el flujo de productos e información en dirección opuesta a las actividades logísticas normales” (Ortega Mier, 2008:19).

Por otro lado, Krikke (1998) define la logística inversa como la recolección, transporte, almacenamiento y procesamiento de productos desechados. En este sentido, Fleischmann (1997) dice que la logística inversa es un proceso que engloba las actividades logísticas desde productos usados que el usuario ya no necesita hasta productos que pueden volver a utilizarse en el mercado.

En Dowlathshahi (2000) la logística inversa se explica como un proceso en el que un fabricante acepta sistemáticamente productos o piezas previamente enviadas, desde el punto de adición para su posible reciclaje, remanufactura o eliminación. En el caso del trabajo de V. Daniel (2000), la logística inversa se define como la tarea de recuperar productos descartados (núcleos); puede incluir materiales de embalaje y envío y llevarlos de vuelta a un punto de recogida central para su reciclaje o remanufactura.

Kroon y Vrijens (1995) dicen que la Logística Inversa son las habilidades y actividades de gestión logística involucradas en la reducción, gestión y eliminación de residuos peligrosos o no peligrosos de envases y productos. Incluye distribución inversa, que hace que los bienes y la información fluyan en sentido contrario a las actividades logísticas normales. Finalmente, Rogers y Tibben-Lembke (1998) definen la logística inversa como el proceso de planificación, implementación y control del flujo eficiente y rentable de materias primas, inventario en proceso, productos terminados e información

similar desde el punto de consumo hasta el punto de origen con el fin de recuperar el valor o disposición adecuada.

Examinando los elementos de las diversas definiciones aquí presentadas, consideramos que la de Rogers y Tibben-Lembke (1998) es la más completa e incorpora las principales características de lo que actualmente se concibe como logística inversa.

¿Qué es la logística verde?

Un problema común cuando se habla de logística inversa es la confusión entre logística inversa y logística verde. La amenaza que existe por la escasez y deterioro de los recursos naturales ha hecho que las empresas sean más conscientes de la necesidad (i.e. obligación en el caso de algunos países) de desarrollar alternativas verdes o formas ecológicas de hacer negocios. por ello, el concepto de logística inversa es comúnmente confundido con el de logística verde. Por ejemplo, rediseñar el empaque para usar menos material o reducir la energía y la contaminación del transporte son actividades importantes, pero estas acciones podrían ubicarse mejor en el ámbito de la logística “verde”.

Si los bienes o insumos no se envían “al revés” (i.e. del punto de consumo al punto de origen de su producción), es probable que la actividad no sea una actividad de logística inversa. La confusión permanece en el hecho de que la mayoría de las actividades de logística inversa se encuentran dentro del área de logística verde (Soto y Ramalhinho, 2002).

De acuerdo con León, Zavala y Gálvez (2008), una manera que podría ayudar a establecer la relación entre la logística verde y la logística inversa es citar la definición de ambas prácticas, referenciadas en el ámbito académico y/o por practicantes de éstas. El hecho de no encontrar una definición explícita acerca de logística verde comprueba lo establecido por Murphy y Poist (2003) sobre la limitada literatura acerca de esta práctica; limitación que incluye el hecho de la ausencia de una definición formal acerca del término de logística verde.

Por su parte, Soto (2005) indica que la logística verde persigue los objetivos de: reutilización de contenedores, reciclaje de los materiales de embalaje, rediseño de los mismos embalajes,



utilización de menos materiales, reducción de energía y disminución de la contaminación respecto a la transportación de productos.

Finalmente, podemos decir que la logística verde está más relacionada con la logística tradicional que con la logística inversa; esta relación se da cuando se mide el impacto ambiental que se presenta durante el desarrollo de la logística tradicional y de esta medición surgen propuestas que buscan reducir dicho impacto. Al conseguir reducir los impactos se podrá presumir que la logística verde ayuda a la logística tradicional a completar sus tareas de manera eficiente, de acuerdo con los criterios ambientalistas que se pretendan conseguir.

En lo que respecta a la relación que guarda la logística verde con la logística inversa León et al. (2008) exponen lo siguiente:

1. La logística verde y logística inversa implican procesos mutuamente excluyentes.
2. La logística verde propone la reutilización de contenedores, así como el reciclado de los embalajes o materiales de éstos; tales propuestas son actividades que se han identificado dentro del ámbito de la logística inversa
3. La logística verde se plantea como una actividad de búsqueda del rediseño para minimizar el consumo de materiales, tanto en el producto final como en su embalaje. Así, uno de los resultados que se obtienen al desarrollar esta práctica de logística inversa es la generación de dicha información; por lo cual, podría afirmarse que, la logística inversa provee de dicha información a la logística verde, para el rediseño donde se pretende la minimización del consumo de materiales y de su embalaje.

Clasificación de la logística inversa para los productos de devolución o devolución

En cuanto a la clasificación para los productos de devolución o devolución en la logística inversa y utilizando el análisis realizado por Bei y Linyan (2005), encontramos que hay todo tipo de categorías de productos relacionados con el sistema de logística inversa, como bienes de consumo o industriales, residuos de construcción, residuos domésticos, embalajes, artículos de distribución,

subproductos de producción, equipos electrónicos, aparatos electrónicos, etc., (ver cuadro 1), se ofrece una clasificación general de los productos de devolución o devolución que ocurren con frecuencia en vista de los motivos de la devolución y las variedades de productos.

Del cuadro 1, podemos destacar los elementos más importantes y representativos: tratamiento de mercancías, productos, envases y embalajes, disminución en origen, es decir a través del ciclo de vida del producto tenemos que emplear y utilizar herramientas capaces de obtener la mínima cantidad posible de residuos, desechos y materiales no reciclables o recuperables. Es un nuevo compromiso ambiental en la cadena de abastecimiento lo cual propicia el desarrollo de una producción (o servicio) más limpia y consonante con mejores prácticas ambientales y producción.

La logística inversa y su relación con la gestión de los residuos a través de una cadena de suministros

Siendo que la logística inversa es un área de investigación relativamente nueva en la literatura, ésta puede encontrarse en base a otros términos, como, por ejemplo: logística de retorno, logística invertida, distribución inversa y retro logísticas. Es necesario observar que constantemente se confunde los términos de logística inversa y gestión de residuos, siendo que la última se refiere principalmente a la recolecta y procesamiento de productos o materiales que son depositados. Cuando nos referimos al término de residuo podemos entrar en consecuencias legales, por ejemplo, la regulación de la importación/exportación de residuos; mientras que la logística inversa se concentra en los flujos (directo e inverso), donde existe un cierto valor a ser recuperado de los productos y materiales y éstos pueden entrar en una nueva cadena productiva (Maquera, 2012).

Por tanto, podemos decir que, de acuerdo con la funcionalidad de la empresa, se pueden diferenciar 2 tipos de logística inversa:

1. Logística inversa de residuos: consiste en la recolección, reciclaje y tratamiento de los desechos generados por el producto final después de que es comercializado. Lo anterior, con la finalidad de reducir el impacto ambiental de dichos residuos, y también para cumplir con

Cuadro 1. Clasificación de la Logística reversa (LI)

Clasificación de LR	Fuerzas Dirigidas	Procesos	Productos-Casos Referenciados.	
Rendimientos de fabricación: Excedente de materia prima Residuos de producción /	Legislación Económica	Reciclaje / Reutilización Remanufactura	Chatarra férrea / Materiales farmacéuticos	Johnson, P. F. (1998). Managing Value in Reverse Logistics Systems, Logistics and Transportation Review, 34, 3, pags. 217-227
				Simon M G, Bee G, Moore P et al.(2001). Modeling of the Life Cycle of Products with Date Acquisition Features, Computers in Industry, 45, pags., 111-122
Devoluciones de distribuciones: Retira del mercado por problemas de seguridad / salud Ajuste de stock desactualizado / obsoleto B2B Devoluciones comerciales (productos)	Legislación Económica	Reciclaje/ Reparación / Reventa / Remanufactura	Monitor Consumidor Bienes industriales	Krikke, H. R., Van Harten, A. & Schuur, P. C.(1999) Business Case Roteb: Recovery Strategies for Monitors, Computers & Industrial Engineering, 36, 4, pags. 739-757
				Fleischmann, M. (2001).Reverse Logistics Network Structures and Design, ERIM Report Series Research in Management, ERS-2001-52-LIS, pags, 1-21
				Bartel T., (1995).Recycling Program for Toner Cartridges and OpticalPhotoconductors, Proceedings IEEE Symposium on Electronics and the Environment, Orlando Florida, pags, 225-228
Devoluciones después de la distribución Artículos de distribución usados	Economía (legislación)	Reutilizado/ Reciclaje	Pallets/ Embalage	Anderson, S., Browne, & M., Allen, J. (1999). Logistics Implications of the UK Packaging Waste Regulations, International Journal of Logistics: research and Applications, 2, 2 (1999), 129-145
				Duhaime, R., Riopé, I. D., & Langevin, A. (2000). Value Analysis and Optimization of Reusable Containers at Canada Post, Interface, 31, 3, pags, 3-15
B2C. Devoluciones comerciales de los clientes: Garantías de reembolso por nuevos productos <i>insatisfechos</i>	Economía (legislación)	Reventa/ Reutilizar	Ropa / Bienes comerciales	De Brito, M. P., & Dekker, R. (2003). Modeling Product Returns in Inventory Control – An Empirical Validation of General Assumptions, International Journal of Production Economics, 81-82, pags, 225-241
				Meyer, H. (1999). Many Happy Returns, The Journal of Business Strategy, 20, 4, pags.27-31
Devoluciones del servicio de los clientes: Demandas de actualización / reparación	Economía (legislación)	Reparación / recuperación	Máquinas/ Tablas de circuitos	Klausner, M., & Grimm, W. M, Hendrickson, (1998).Reuse of Electric Motors in Consumer Products, Design and Analysis of An Electronic Date Log. Journal of Industrial Ecology, 2, 2, pags, 89-102
				Diaz A, & Fu M C,(1997) Models for Multi-echelon Repairable Item Inventory Systems with Limited Repair Capacity, European Journal of Operational Research, 97, 3, pags, 480-492
Devoluciones posteriores al uso de los clientes: Devoluciones por fin de uso Devoluciones al final de la vida	Economía (legislación)	Remanufactura / Reciclaje	Aparato electrónico / Arena / Baterías / Alfombra	Simon, M. G, Bee, G., Moore, P., et al.,(2001). Modeling of the Life Cycle of Products with Date Acquisition Features, Computers in Industry, 45, (2001), 111-122
				Barros, A. I., Dekker, R. & Scholten, V. (1998). A Two-level Network for Recycling Sand: A Case Study, European Journal of Operational Research, 110, 2 pags., 199-215
				Louwers, D., Kip, B. J., Peter, S E. et al,(1999) A facility Location Allocation Model for Reusing Carpet Materials, Computers & Industrial Engineering, 36, 4, pags, 1-15

Fuente: Elaboración propia, adaptado en base a Bei, W. y Linyan, S. (2005:23)

el objetivo logístico de reutilizarlos para generar valor, nuevamente, a partir de éstos como materias primas, repuestos, etc.

- Logística inversa de devoluciones: consiste en retornar el producto desde el cliente final hasta el centro de origen. Esto puede ser causado por insatisfacción del cliente, entrega errónea, producto defectuoso, entre otros motivos. De manera particular, la logística inversa de devoluciones es la que está más relacionada con la operatividad de los e-commerces¹ (ECOMMERCE, 2021).

En este sentido, la logística inversa se articula con la gestión de los residuos (e.g. envases, embalajes

¹ A nivel mundial, los compradores devuelven un promedio de US\$642,6 mil millones en mercancías cada año lo cual reduce los márgenes de ganancias y aumenta los costos logísticos en las empresas. En este sentido, el proceso de logística inversa y sus costos de transporte y otros asociados por la devolución de pedidos es todo un complejo desafío para el 83% de los minoristas en América Latina (ECOMMERCE, 2021).

y residuos peligrosos), mediante las opciones de reprocesamiento más usadas en la industria como la remanufactura y el reciclaje (Dowlatsahi, 2005). La remanufactura es el proceso por el cual los productos usados se reparan como nuevos, mientras que el reciclaje es un proceso para recuperar contenidos de los productos usados sin conservar la identidad de sus componentes. Estas opciones de reprocesamiento vinculan la logística inversa con el desarrollo sostenible, si se asume que la sociedad debería utilizar todo el valor que tienen los productos (de Brito y Dekker, 2004).

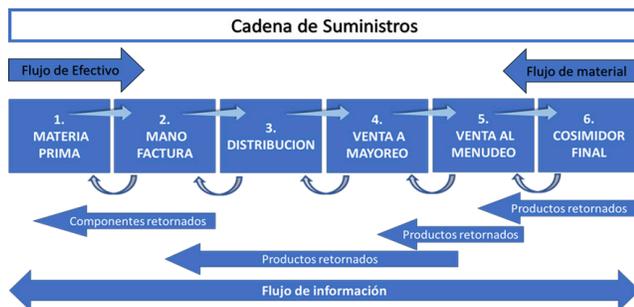
Por otra parte, en las guías de American Production and Inventory Control Society (APICS, por sus siglas en inglés) en su Certified in Logistics, Transportation and Distribution (CLTD, por sus siglas en inglés) se señala que una cadena de suministro completa tiene que contar con un proceso de logística inversa que se



dedique al regreso de los productos y materiales con el propósito de: retornar, reparar, remanufacturar y/o reciclar (APICS, 2019). Esta tarea comienza desde la planeación y el control del proceso de movimiento de mercancía desde el punto en el que se consume hasta su regreso al punto de origen para su disposición y formar parte de cualquiera de los procesos antes mencionados.

Esta propuesta de APICS se considera integral ya que diseña una sólida conceptualización y análisis de la información actual donde vincula el concepto de cadena de suministro con logística inversa, dando relevancia a esta última e indicando los aspectos mínimos del proceso, quedando claro que existen esquemas simples, de mediana y de alta complejidad en la medida del tamaño de la organización que se refiera ya que cada una cuenta con distintos procesos de transformación y manufacturación. Por otra parte, APICS es una guía de capital humano y formación política de logística inversa para las organizaciones (ver figura 1).

Figura 1. Flujo de una cadena de suministro con logística inversa



Fuente: tomado de APICS CSCP Learning System (2016).

Es necesario mencionar que existen distintos procesos de transformación de residuos, de acuerdo con Reverse Logistics Asociación (2002), a saber:

- a) Retorno de productos que fueron rechazados por el cliente final o sobrantes de inventarios por fin del ciclo de vida.
- b) Retorno para reutilización de envases, empaques, embalajes y unidades de manejo para su acondicionamiento y reutilización.
- c) Reutilización de materiales para procesos donde se pueden reutilizar en el mismo.
- d) Reacondicionamiento de productos rechazados por defecto, donde pueden ser reacondicionados para su venta.

- e) Manejo de residuos y desechos que se envían a recicladoras y lugares especializados para procesarlos por su peligrosidad.
- f) Manejo de residuos para su destrucción y disposición final.
- g) Manejo de materiales reciclados sustitutivos que reducen el uso de material vigente, que implica innovación y mejoras en el diseño del producto.

Al conocer los distintos procesos de transformación, es necesario especificar que este artículo se centra únicamente en el retorno para reutilización de envases, empaques, embalajes y unidades de manejo para su acondicionamiento y reutilización; siendo este proceso de relevancia para los autores dado el impacto al medio ambiente que puede causar el no realizar este proceso.

En cuanto a la funcionalidad de la aplicación de la logística inversa en las empresas, la cual se divide en tres aspectos conocidos como: Triple Línea de Fondo / Triple Bottom Line (TBL, por sus siglas en inglés). Este enfoque es utilizado en los negocios sustentables que buscan medir el impacto económico, social y ambiental de las actividades de una organización con la intención de aportar valor a sus accionistas (APICS, 2019).

Las acciones implementadas bajo el TBL están directamente relacionadas con la logística inversa, ya que las soluciones económicas, ambientales y sociales generadas bajo esta ideología, tienden a ser procesos de ahorro, reciclaje y reutilización de materiales e insumos y producto terminado que es justamente el objetivo de la LI en la empresa. En cuanto a las funciones de la logística inversa en las empresas basados en el TBL estas se dividen en:

1. **Económica:** consiste en el ahorro de capital y la mejora de productos con base al canibalismo, recuperación de valor de envases, empaques, embalajes y unidades de reciclaje. Todo esto impulsado por la implementación de nuevas tecnologías, inversiones en procesos eco friendly dirigidos a la eficiencia de recursos y reducción de costos, la implementación de políticas ambientales que deben de incluir ahorro de energía en edificios y transportes, la reducción de emisiones de carbono, disminuir los desperdicios en productos de oficina como el papel y promover la interacción entre compañías sustentables y el consumo de productos

ecológicos tanto en cliente como en proveedores (APIC, 2019).

- Ambiental:** se derivan de la protección a la salud, el medio ambiente y consideraciones del manejo y procesamiento de residuos, y está en constante observación de organizaciones de medio ambiente enfocadas en la cadena de suministro y su aprovechamiento en procesos ambientales de manufactura y el movimiento de materia prima y producto terminado (APICS, 2019).
- Responsabilidad social,** son impulsadas por entidades no gubernamentales y consumidores apoyados en su poder de compra, que buscan productos más seguros y amigables con el medio ambiente. Las organizaciones de protección ambiental de inclinación social se encargan de crear políticas y programas que contribuyen a la sociedad. Estas asociaciones se encargan de crear sentido de responsabilidad social, a través del promover los aciertos y las fallas de las prácticas laborales del capital humano dentro de la empresa; un ejemplo de esto son las empresas con la etiqueta de Socialmente Responsables que se les otorga mediante las buenas prácticas laborales ambientales (APICS, 2019) (ver figura 2).

Figura 2. Diagrama de TBL



Fuente: APICS CLTD Learning System, (2019).

En cuanto a la implementación del proceso y de acuerdo con Reverse Logistics Association, se estima que, en 2013, el total del volumen de productos devueltos osciló entre US\$150 y US\$200 billones de dólares estadounidenses. En otro reporte, proveniente de Aberdeen Group, empresa dedicada a la recopilación y análisis de datos sobre el comportamiento del consumidor en más de 200 sectores, se comunica que la empresa promedio

invierte entre 9 y 14 por ciento del total de sus ingresos en el proceso de logística inversa, esto nos indica que practicar la LI no representa un alto costo y que es factible su implementación dentro de cualquier empresa. Sin embargo, el dato más sorprendente es que el 45 por ciento de las compañías existentes, no implementan una estrategia de LI de manera sistemática y eficiente del regreso de los productos (APICS, 2019). Con esto, se puede concluir que aun en estos días, muchas empresas aun no cuentan con el conocimiento de los beneficios y ventajas que ofrece la reversa en la cadena de suministro.

Logística inversa en el contexto de COVID-19

Tras la pandemia causada por el virus SARS-COV₂, varios sectores económicos y de la sociedad, si no es que, en su totalidad, se han visto afectados y la logística en las empresas no ha sido la excepción. Sin embargo, no todas las consecuencias han sido negativas, la logística ha ganado importancia dado el aumento de las ventas en línea. En este escenario, la cantidad de empaque y embalaje utilizado y desechado pone a las empresas frente a un gran reto: crear una consciencia ambiental (sumado al de adaptarse a “la nueva normalidad”) la cual requiere el uso de la logística inversa. A continuación, se mencionan algunos datos estadísticos relevantes sobre el tema emitidos por varios autores.

Las cifras indican que, durante esta pandemia, aproximadamente el 65 por ciento del plástico utilizado para la fabricación de mascarillas, guantes y botellas de desinfectante para manos se convertirán en desechos que causarán un daño grave a la ecología y la economía (UNCTAD, 2020). En cuanto al uso cotidiano de plástico para empaques y embalajes durante la pandemia, se calcula que menos del 10 por ciento se reciclará y más del 70 por ciento llegará a afectar directamente al medio ambiente permaneciendo en calles y mares; el virus SARS-COV₂ puede sobrevivir en superficies plásticas hasta tres días, repercutiendo en el aumento del uso de plástico de un solo uso trayendo como consecuencia un alza en los desechos de embalajes y empaques (ONU, 2021).

En este contexto, el incremento de compras en línea ha sido de casi el 90 por ciento y ha provocado un incremento en la generación de residuos sólidos (e.g. cajas de cartón, embalajes, protectores de



unicel y plástico, materiales de alto costo ambiental) que oscila entre el 40 y 60 por ciento (AMVO, 2020). Así, el aumento en las compras en línea ha causado un incremento proporcional en las devoluciones. A consecuencia del bloqueo logístico entre varios países y al interior de algunos de éstos, ha habido una interrupción en la logística inversa que causará en el futuro un efecto de “cuello de botella” conforme se liberen gradualmente las cadenas logísticas; incluso, algunas empresas han optado por simplemente suspender algunas de sus políticas de devoluciones como medida económica y de salud (Kirve, 2020).

De acuerdo con la empresa especializada en logística inversa goTRG, se han creado nuevos protocolos de salud en la cadena de suministro, para prevenir la propagación del virus, tales como: la desinfección y limpieza de los artículos devueltos. Los almacenes son lugares donde la seguridad de los trabajadores es de gran importancia, por ello deben seguirse las medidas y recomendaciones de seguridad de los gobiernos y deben establecerse los procedimientos correspondientes; adicionalmente se ha producido una reasignación de trabajadores de las tiendas a los almacenes para manejar la carga de trabajo de manera eficiente. Lo anterior es causa de que la eficiencia, dentro de la logística inversa, se vea afectada más en esas empresas que carecen de recursos económicos y tecnológicos para cubrir las medidas sanitarias pertinentes o sustituir personal por tecnología en sus procesos de la cadena de suministro (goTRG, 2021).

Así, se ha visto casos donde empresas que practicaban y fomentaban la práctica de reutilizar botellas y bolsas de plástico, se vean en la necesidad de suspenderla. Tal es el caso de la cadena comercial Starbucks que, a tan solo una semana de saberse el primer caso estadounidense de una persona infectada por el virus SARS-COV₂, prohibió temporalmente el relleno de termos y tazas de café reutilizables (Plastics Technology México, 2020).

Tras estos hechos, es necesario generar y plantear propuestas y nuevos métodos de readaptación que permitan el aumento de la adopción y reactivación de la logística inversa. Crear propuestas ya sea de carácter público o privado, generadas por el gobierno o cámaras de comercio, que incentive a las pequeñas, medianas y grandes empresas a la aplicación de métodos sustentables, que causen una menor repercusión en el daño al medio ambiente, tomando en cuenta el escenario de “la nueva normalidad” y sus consecuencias sanitarias.

Algunos procesos se empiezan a plantear por las grandes empresas y los líderes en logística a nivel mundial. Si bien no todos los procedimientos pueden ser aplicados y adaptados a las empresas por cuestiones económicas y otros factores, es importante tenerlas en cuenta para, a partir de ellas, plantear estrategias que ayuden a las buenas prácticas de logística inversa, sin exponer la salud del personal que ejecuta este proceso. Aquí algunos procedimientos implementados:

- a) **Seguimiento de las políticas de los gobiernos:** es importante que la población y empresas posean conocimiento para la implementación sobre las políticas públicas que, en materia de prevención de contagios de la COVID-19, recomiendan los organismos gubernamentales (Kirve, 2020).
- b) **Crear políticas más flexibles de devoluciones:** con el fin evitar las aglomeraciones de devoluciones, se deben de crear políticas con un mayor período de tiempo de devolución y que no se genere la presión por devolver el producto de inmediato, esto permite que los artículos devueltos lleguen de forma parcial. Ejemplo de estas políticas son las implementadas por Walmart y Amazon, que permiten que el consumidor se quede con la mercancía aun cuando se le reembolse el dinero de la compra (Kirve, 2020).
- c) **Contratar a empresas de logística de terceros (3PL):** este tipo de empresas ofrecen servicios de logística inversa a empresas grandes y pequeñas. Se encargan de dar solución a los problemas de transporte y almacenamiento; estas empresas pueden manejar las devoluciones y llevarlas de regreso a un almacén u otro sitio de reabastecimiento, ofrecer gestión de la cadena de suministro y del inventario, gestionar los reembolsos de los clientes, entre otras medidas (goTRG, 2021).
- d) **Devoluciones sin fricción:** así se le llama al proceso en el que, a partir de un software, se automatiza la devolución y el cambio de los productos, brindando a los compradores una experiencia de autoservicio perfecta o permitiendo a los clientes elegir entre varias opciones convenientes para realizar una devolución a través de la aplicación Happy Returns (Happy Returns, 2021).
- e) **Adoptar una plataforma de comercio electrónico totalmente integrada:** tal como



lo hace Amazon que, a través de este tipo de sistema, permite administrar las terminales en un solo servidor de tienda, disminuyendo el contacto entre individuos y las devoluciones de “tamaño o producto incorrecto” (NCR, 2021).

Para lo anterior se requiere: sensibilizar al empresario, un programa de formación para el recurso humano en la cadena de suministro y un compromiso social de las instituciones de educación superior para aportar conocimientos sobre el tema, formar perfiles con competencias suficientes para desempeñarse en estos contextos. Por otra parte, los gobiernos deben apoyar financiando programas de logística inversa y promover y fomentar el compromiso de desarrollo social, económico y ambiental; así como también hacer cumplir los acuerdos y tratados internacionales y nacionales ya aprobados. Recordemos que la logística inversa de residuos de embalajes y empaques en tiempos de COVID-19 es un fenómeno complejo que requiere de colaboración de los diferentes sectores para su avance.

Conclusiones

Con la revisión de la literatura se puede concluir que la logística inversa está teniendo una mayor relevancia en estos tiempos de COVID-19. Actualmente, los nuevos desafíos que enfrentan las empresas en relación con la logística inversa son varios, tales como alta incertidumbre del suministro en tiempo, cantidad y calidad.

Por otra parte, en cuanto al aumento de la cantidad de los residuos, de los productos devueltos o refabricados, y de otros flujos inversos, estos fenómenos están generando una nueva problemática, que años atrás no tenía tanta importancia o, en caso de tenerla, su relevancia era mucho menor. Esta situación está llevando a la publicación de numerosas leyes o decretos por parte de distintos gobiernos (e.g. local, nacional o supranacional) y la aparición de numerosas empresas que tratan de resolver los problemas relacionados a la logística inversa.

De ahí que, resulte fundamental el continuar con la investigación de estos procesos, sobre todo los referentes en la gestión de productos o materiales que regresan a la cadena de suministro y que tienen asociados impactos ambientales, los cuales representan un reto para ésta. Así, para enfrentar

estos retos, existen estrategias como la logística inversa que integra una serie de operaciones para valorizar los residuos y/o disponerlos adecuadamente. No obstante, será necesario rediseñar y crear propuestas que vayan acordes a los protocolos sanitarios, a los usos y las costumbres que se implementan a partir de “la nueva normalidad”. Estas propuestas deberán permitir, promover y alentar a las empresas a la adopción de la logística inversa de empaques y embalajes, conjuntando las normas existentes con las necesidades actuales.

Bibliografía citada

- AMVO. (2020). Impacto COVID-19 en Venta Online México. Recuperado en: <https://www.amvo.org.mx/estudios/reporte-5-0-impacto-covid-19-en-venta-online-mexico/>
- APICS. (2019). Reverse Logistics and Sustainability. En CLTD. Certified in Logistics, Transportation and Distribution. Chicago: ASCM
- Barry, J.; Girard, G.; Perras, C. (1993). Logistics planning shifts into reverse. *Journal of European Business*, 5(1), 34-38.
- Bei, W.; Linyan, S. (2005). A review of reverse logistics. *Applied Sciences*, 7(1), 16-29.
- Beckley, D.K.; Logan, W.B. (1948). *The retail salesperson at work*. Gregg publishing, New York, NY.
- Carter, C.R.; Ellram, L. M. (1998). Reverse Logistics: A review of the literature and framework for future investigation. *Journal of Business Logistics*, 19(1), 85-102.
- De Brito, M.P.; Dekker, R. (2003). A Framework for Reverse Logistics, Serie de informes ERIM Research in Management, ERS-2003-045-LIS, (2003), 1-25
- De León, V. R.; Rio, D. Z.; Choy, J. G. (2008). Una revisión del proceso de la logística inversa y su relación con la logística verde. *Revista Ingeniería Industrial*, 7(2), 8.
- Dowlatshahi, S. (2000). Developing a theory of Reverse Logistics. *Interfaces*, 30(3), 143-155.
- ECOMMERCE. (2021). *Logística inversa en la cadena de suministro: qué es, tipos y ejemplos*. Recuperado de: <https://www.beetrack.com/es/blog/logistica-inversa-cadena-suministro>
- Feal Vázquez, J. (2008). *Logística inversa*. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3346655>
- Fernández, I. (2003). Household waste collection: a case study. LOADO'2003. Proceedings of the Congress.
- Fleischmann, M. (2000). *Quantitative models for Reverse Logistics*. SpringerVerlag.
- Giulianian, J.P.; Nwokoye, N.G. (1975). Developing distribution channels and systems in the emerging recycling industries. *International Journal of Physical Distribution*, 6(1), 28-38.



- goTRG. (2021). *Retail's Greatest Innovator: COVID-19*. Recuperado de: <https://www.gotrg.com/post/retails-greatest-innovator-covid-19>
- Happy Returns. (2021). *¿Por qué resolver devoluciones ahora mismo?* Recuperado de: <https://happyreturns.com/>
- Kirve, P. (2020). La tecnología y la seguridad son necesarias para la logística inversa en medio de la pandemia de COVID-19. En *Supply & Demand Chain Executive*. Recuperado de: <https://www.sdexec.com/software-technology/article/21198852/allied-market-research-technology-and-safety-is-necessary-for-reverse-logistics-amid-covid19-pandemic>
- NCR. (2021). *Transform and simplify your store's IT management*. Recuperado de: <https://www.ncr.com/retail/software-defined-store>
- Kivinen, P. (2002). *Value added logistical support service. Part 2. Outsourcing process of spare part logistics in metal industry*. Research report 138. Lappeenranta University of Technology, Department of Industrial Engineering and Management.
- Kopicki, R.; Berg, J.; Legg, M.J.; Dasappa, L.; Maggioni, C. V. (1993). *Reuse and V Recycling: Reverse Logistics Opportunities*. Council of Logistics Management, Oak Brook, IL.
- Krikke, H.R.; Harten, A.; Schuur, P.C. (1999). Business case Roteb: recovery strategies for monitors. *Computers and Industrial Engineering*, 36(4), 739-757.
- Kroon L.; Vrijens G. (1995). Returnable containers: an example of Reverse Logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 25(2), 56-68.
- Maquera, G. (2012). *Logística verde e Inversa, Responsabilidad Universitaria Socioambiental Corporativa y Productividad*. Recuperado en: <https://dialnet.unirioja.es>
- Mason, S. (2002). Backward progress: turning the negative perception of reverse logistics into happy returns. *IIE solutions*, 42(8), 42-46.
- Murphy, P.R.; Poist, R.F. (1989). Management of logistical retromovements: an empirical analysis of literature suggestions. *Journal of Transportations Research Forum*, 29(1), 177-184.
- Seitz, M.A.; Wells, P.E. (2006). Challenging the implementation of corporate sustainability: the case of automotive engine remanufacturing. *Business Process Management Journal*, 12(6), 822-836.
- ONU. (2021). *Noticias ONU*. Recuperado de: <https://news.un.org/es/story/2021/03/1490302>
- Ortega Mier, M.A. (2008). *Utilización de métodos cuantitativos para el análisis de problemas de localización en logística inversa*. TESIS DOCTORAL, Ingeniero Industrial por la Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de: http://oa.upm.es/1738/1/MIGUEL_ANGEL_ORTEGA_MIER.pdf
- Peña, C.; Torres, P.; Vidal, C.; Marmolejo, L. (2013). La logística de reversa y su relación con la gestión integral y sostenible de residuos sólidos en sectores productivos. *Entramado*, 9(1), 226-238.
- Plastics Technology México. (2020). *Plastics Technology México*. Recuperado de: <https://www.pt-mexico.com/articulos/plasticos-y-coronavirus-el-resurgir-de-la-industria>
- Quesada, I. F. (2003). The concept of reverse logistics. A review of literature. In *Annual Conference for Nordic Researchers in Logistics (NOFOMA 03)* (pp. 1-15). Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Isabel-Quesada-2/publication/252429818_THE_CONCEPT_OF_REVERSE_LOGISTICS_A_REVIEW_OF_LITERATURE/links/0c960539cad59bf525000000/THE-CONCEPT-OF-REVERSE-LOGISTICS-A-REVIEW-OF-LITERATURE.pdf
- Reverse Logistics Assosiation. (2002). *RLA*. Recuperado de: <https://rla.org/site/about#history>
- Rogers, D.S.; Tibben-Lembke, R.S. (1999). *Going backwards: Reverse Logistics trends and practices*. Reverse Logistics Executive Council, Pittsburgh, P.A.
- Seltz, M. A.; WELLS, P. E. (2006) Challenging the implementation of corporate sustainability: The case of automotive engine remanufacturing. *Business Process Management Journal*, 12(6), 822-836.
- Soto, J.P.; Ramalhinho, H. (2002). A Recoverable Production Planning Model. Grupo de Recerca en Logística Empresarial Barcelona España. Working paper # 3, pp. 1-39. Recuperado de: <https://repositori.upf.edu/bitstream/handle/10230/1164/636.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (04/mayo/2021)
- Tan, A.; Kumar, A. (2003). Operaciones de logística inversa en Asia-Pacífico Región realizada por empresas con sede en Singapur: un estudio empírico. *Conrad Research Review*, 2(1), 25-48.
- Terry, S.H. (1869). *The retailer's manual*. Jennings Brothers, Newark, reprinted by B. Earl
- Puckett Fund for Retail Education, Guinn, New York, NY (1967).
- UNCTAD. (2020). *La marea de plástico causada por el COVID-19 también es un peligro para la economía y la naturaleza*. Recuperado de: <https://news.un.org/es/story/2020/07/1478011>
- V. Daniel, R.; Guide, Jr.; Vadyanathan, J.; Rajesh Srivanatava; Benton, W.C. (2000). Supply-Chain Management for Recoverable Manufacturing Systems. *NFORMS Journal on Applied Analytics*, 30 (3) 125-142.
- Wee Kwan Tan, A.; Shin Yu, W.; Arun, K. (2003). Improving the performance of a computer company in supporting its reverse logistics operations in the Asia-Pacific region. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 33(1), 59-74.



INVESTIGACIÓN

La minería sonorense, pieza clave en el cumplimiento de los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), en la agenda 2030

Sonoran mining, a key element in the fulfillment of the 17 Sustainable Development Goals (SDG), in the 2030 agenda.

Fecha de recepción:
09 Junio del 2021

Autores: María Ananí Alegría Murrieta^{1*}, Dr. Jorge I. León Balderrama²,
Dr. Rafael Cabanillas López³

Fecha de aprobación:
18 Agosto del 2021

- ^{1*} Autor por correspondencia. Estudiante de Doctorado en Desarrollo Regional del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD), Maestría en ciencias de Administración Industrial del Centro de Enseñanza Técnica y Superior (CETYS Universidad) en Tijuana, Baja California. email: anani.alegría@estudiantes.ciad.mx.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0817-3251>
- ² Doctor en Ciencias Sociales por la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), profesor-investigador titular en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD), donde es actualmente el Coordinador del Área de Desarrollo Regional. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) nivel 1. email: jleon@ciad.mx.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5550-6162>
- ³ Doctor en Ingeniería por la Universidad Autónoma de México (UNAM), Profesor-investigador titular C, adscrito al departamento de Ingeniería química y metalurgia de la Universidad de Sonora. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) nivel 1. email: rafael.cabanillas@unison.mx.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0739-3348>

Resumen

En los últimos años, el concepto de desarrollo sostenible (DS), se ha fortalecido, desde su primera descripción adoptada por la Comisión Brundland en el año 1987; recientemente los 195 Miembros de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), aprobaron un documento titulado “Transformar Nuestro Mundo: La Agenda 2030, para el Desarrollo Sostenible (ODS)”, los cuales estarán vigentes durante los años del 2015 al 2030.

El crecimiento y desarrollo económico, social y ambiental, se ven impactados por varias actividades económicas como lo es la minería, y estos no solo en lo local, estos trascienden fronteras, claramente dichos impactos pueden aprovecharse para crear nuevas infraestructuras, nuevas tecnologías y oportunidades en relación con la fuerza de trabajo, destacando que esta industria tiene la oportunidad y el potencial necesario para contribuir positivamente en el logro de los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), en la nueva agenda 2030; el objetivo de este artículo se centran en describir y analizar el impacto de los 17 ODS, desde el apartado o sección “Desarrollo Económico”, específicamente los ODS 8, 9 y 12, en la minería de oro del estado de

Sonora, con énfasis en la región de Caborca, Sonora, México, en el período de 2008 al 2018.

Palabras claves: economía ambiental, desarrollo sostenible, minería, ODS

Códigos JEL: L72, Q01, Q32 y Q43

Abstract

In recent years, the concept of sustainable development (SD) has been strengthened, since its first description adopted by the Brundland Commission in 1987; Recently, the 195 Members of the United Nations (UN) approved a document entitled “Transforming Our World: The 2030 Agenda, for Sustainable Development (ODS)”, which will be in force during the years 2015 to 2030. Economic, social and environmental growth and development are impacted by various economic activities such as mining, and these not only locally, they transcend borders, clearly these impacts can be used to create new infrastructures, new technologies and opportunities in relationship with the workforce, highlighting that this industry has the opportunity and the necessary potential to contribute positively to the achievement of the



INVESTIGACIÓN

La minería sonorense, pieza clave en el cumplimiento de los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), en la agenda 2030

Sonoran mining, a key element in the fulfillment of the 17 Sustainable Development Goals (SDG), in the 2030 agenda.

Fecha de recepción:
09 Junio del 2021

Autores: María Ananí Alegría Murrieta^{1*}, Dr. Jorge I. León Balderrama²,
Dr. Rafael Cabanillas López³

Fecha de aprobación:
18 Agosto del 2021

- ^{1*} Autor por correspondencia. Estudiante de Doctorado en Desarrollo Regional del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD), Maestría en ciencias de Administración Industrial del Centro de Enseñanza Técnica y Superior (CETYS Universidad) en Tijuana, Baja California. email: anani.alegría@estudiantes.ciad.mx.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0817-3251>
- ² Doctor en Ciencias Sociales por la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), profesor-investigador titular en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD), donde es actualmente el Coordinador del Área de Desarrollo Regional. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) nivel 1. email: jleon@ciad.mx.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5550-6162>
- ³ Doctor en Ingeniería por la Universidad Autónoma de México (UNAM), Profesor-investigador titular C, adscrito al departamento de Ingeniería química y metalurgia de la Universidad de Sonora. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) nivel 1. email: rafael.cabanillas@unison.mx.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0739-3348>

Resumen

En los últimos años, el concepto de desarrollo sostenible (DS), se ha fortalecido, desde su primera descripción adoptada por la Comisión Brundtland en el año 1987; recientemente los 195 Miembros de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), aprobaron un documento titulado “Transformar Nuestro Mundo: La Agenda 2030, para el Desarrollo Sostenible (ODS)”, los cuales estarán vigentes durante los años del 2015 al 2030.

El crecimiento y desarrollo económico, social y ambiental, se ven impactados por varias actividades económicas como lo es la minería, y estos no solo en lo local, estos trascienden fronteras, claramente dichos impactos pueden aprovecharse para crear nuevas infraestructuras, nuevas tecnologías y oportunidades en relación con la fuerza de trabajo, destacando que esta industria tiene la oportunidad y el potencial necesario para contribuir positivamente en el logro de los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), en la nueva agenda 2030; el objetivo de este artículo se centran en describir y analizar el impacto de los 17 ODS, desde el apartado o sección “Desarrollo Económico”, específicamente los ODS 8, 9 y 12, en la minería de oro del estado de

Sonora, con énfasis en la región de Caborca, Sonora, México, en el período de 2008 al 2018.

Palabras claves: economía ambiental, desarrollo sostenible, minería, ODS

Códigos JEL: L72, Q01, Q32 y Q43

Abstract

In recent years, the concept of sustainable development (SD) has been strengthened, since its first description adopted by the Brundtland Commission in 1987; Recently, the 195 Members of the United Nations (UN) approved a document entitled “Transforming Our World: The 2030 Agenda, for Sustainable Development (ODS)”, which will be in force during the years 2015 to 2030. Economic, social and environmental growth and development are impacted by various economic activities such as mining, and these not only locally, they transcend borders, clearly these impacts can be used to create new infrastructures, new technologies and opportunities in relationship with the workforce, highlighting that this industry has the opportunity and the necessary potential to contribute positively to the achievement of the



17 Sustainable Development Goals (SDG), in the new 2030 agenda; The objective of this article is to describe and analyze the impact of the 17 SDGs, from the “Economic Development” section or section, specifically SDG 8, 9 and 12, in gold mining in the state of Sonora, with emphasis on the region of Caborca, Sonora, Mexico, in the period from 2008 to 2018.

Keywords: environmental economics, regional development, mining, SDG

JEL codes: L72, Q01, Q32 and Q43

Introducción

Con el avance de los años, la sociedad y la ciencia unen esfuerzos en aras de concientizar y divulgar acciones que ayuden a modificar y reducir los efectos del cambio climático en nuestro planeta, llevándonos a una profunda reflexión y debate en el estudio de los temas que relacionan las actividades económicas y el medio ambiente, esta relación se sustenta del argumento de que el origen de los problemas ambientales provienen del crecimiento de cualquier actividad económica, dando como resultado emisiones contaminantes, una de las actividades económicas primarias como lo es la minería, es generadora de una gran demanda de los recursos naturales, siendo la mayoría de estos recursos no renovables, afectando a los activos ambientales, ya que el haber productivo de bienes y/o servicios genera impactos en la calidad del medio ambiente. (Escalante R., et. al, 2005). De ahí la importancia del estudio entre la relación de las actividades económicas y el desarrollo sostenible de una región sean prioritarios para el mundo entero, siendo plasmados en la nueva agenda 2030, los nuevos 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS).

I. La minería y su relación en el cumplimiento de los 17 ODS, en la Agenda 2030.

Uno de los sectores industriales con mayor proyección internacional es sin duda la minería, esta actividad económica, se centra en la remoción de los metales en la tierra ya sea en mediana y gran escala, al ser estos recursos no renovables, existen controversias, donde se argumenta que esta actividad se contraponen con los principios de la sostenibilidad, pero a su vez la minería contribuye enormemente a la prosperidad y el bienestar de la

sociedad actual y el de las generaciones futuras. (Orellana J., 2016).

Una propuesta para el logro del Desarrollo Sostenible (DS) en el contexto minero, es la descrita por Jenkins y Yakovleva, en el año 2006, donde la sostenibilidad es alcanzable si se cumplen tres aspectos fundamentales como:

1. El agotamiento de los recursos minerales, al ser extraídos, estos pueden ser compensados por una generación nueva en su uso capital, y que sea de beneficio para de las presentes y las futuras generaciones.
2. No debe de ser un problema futuro, el agotamiento de lo minerales, debido a que muchos metales y minerales no combustibles pueden ser recuperados al ser reciclados y son utilizados nuevamente.
3. Al descubrirse nuevos yacimientos minerales, aunado al avance tecnológico, permitirán una mejora en la recuperación, siendo así que el desarrollo sostenible se aplique desde y para la minería. (Jenkins *et. al*, 2006).

Algunas de las acciones para el cumplimiento del Desarrollo Sostenible y los ODS, dentro de la “Agenda 20-30”, expresan la importancia de la minería en la renovación del compromiso de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) por cumplir con la reducción de la “Huella de Carbono” o del “Dióxido de Carbono” (CO₂), y los gases asociados a las afectaciones que inciden en el cambio climático del mundo, reforzando así un plan de acción mundial a favor de la inclusión social, la sostenibilidad ambiental y el desarrollo económico, la importancia de la participación del sector industrial minero es vital en el cumplimiento de los 17 ODS, por tal motivo se han desarrollado varios protocolos y documentos internacionales, que buscan fortalecer la sostenibilidad minera, como lo son:

- *El “Proyecto Minería Minerales y Desarrollo Sostenible” (MMDS), describe el cumplimiento de los compromisos pactados por la Agenda 21, definiendo objetivos a corto, mediano y largo plazo en este sector.*
- *El Seminario Regional “Minería para un futuro bajo en Carbono: Oportunidades y desafíos para el Desarrollo Sostenible”, celebrada los días 4 y 5 de junio de 2018, en la sede de la CEPAL, Santiago de Chile, destacando el vínculo entre el sector minero y los retos que inciden en*

el cambio climático, en el sentido de que la minería representa un elemento fundamental en la mitigación del gases efecto invernadero, asociados con el cambio climático.

- El Foro Económico Mundial, en conjunto con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el Columbia Center on Sustainable Investment y la Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible, sostienen que la minería a gran escala, tienen todo el potencial para desempeñar un papel muy importante y crítico en la correlación de los ODS, mediante el uso de las buenas prácticas en la industria.

El compendio final de todas estas propuestas, es el informe de “Cartografía de la minería en relación con los ODS”, aludiendo a que la minería tiene una repercusión con potencial local, regional y nacional sobre el desarrollo y el crecimiento económico, pudiéndose aprovechar para crear nuevas infraestructuras, nuevas tecnologías y oportunidades en relación con la fuerza de trabajo, surgiendo una aproximación y una propuesta, de cómo la minería en sus operaciones de negocio, debe identificar las oportunidades, responsabilidades y sus funciones a través de los 17 ODS, siendo necesaria cada vez más la colaboración de los gobiernos, las comunidades, la sociedad civil y otros asociados para lograr los ODS, esta propuesta resumida en un atlas, se interpreta como un modelo para este sector de económico, persiguiendo los siguientes resultados:

1. Mejorar la comprensión sobre la relación existente entre los ODS y la minería.
2. Concienciar sobre las oportunidades y los retos que plantean los ODS a la minería y sus partes interesadas, así como sobre la manera de abordarlos en la reducción de la huella de Carbono.
3. Establecer un diálogo y una colaboración entre múltiples partes interesadas para lograr los ODS.

Algunos de los aspectos expresados en PNUMA, afirman que la mayoría de los materiales extraídos por la minería, son la materia prima de una infinidad de procesos productivos industriales los cuales son esenciales para generar nuevas tecnologías, o para contribuir en los procesos ya conocidos en la actualidad, acordando que la minería como actividad económica puede influir de una manera

positiva o negativa, para el logro y el cumplimiento de los 17 ODS, facilitando las oportunidades de empleo digno, de desarrollo empresarial y de la generación o el incremento de los ingresos fiscales en las localidades donde se instaura, esta estrecha relación entre la minería y el cumplimiento de los 17 ODS, es expresada en la ilustración desarrollada por la ONU, mostrando la intervención de cada objetivo y el impacto en esta actividad, para que con la implementación de estas acciones se garantice el poder reducir la huella de carbono al igual que la huella hídrica en la industria minera.

Ilustración 1. Objetivos temáticos de los 17 objetivos del desarrollo sostenible.

Principales esferas temáticas de la minería y los ODS



Fuente de información: Cartografía de la minería en relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible recuperada de: https://irpcdn.multiscreensite.com/be6d1d56/files/uploaded/Mapping_Mining_SDGs_An_Atlas-Spanish-FINAL-cover.pdf, consultada el día 5 de junio de 2019.

La minería, ha estado realizando avances considerables en la mitigación y en la gestión de la reducción del Dióxido de Carbono (CO₂), así como en los efectos y riesgos intrínsecos de esta actividad, dichas acciones han servido para reducir la degradación ambiental, el desplazamiento de poblaciones, y las acentuaciones de desigualdad económica, mediante mejores prácticas de sostenibilidad, en las tres esferas del desarrollo sostenible, como: la gestión de consecuencias ambientales y sociales, protección a la salud de sus trabajadores, garantía de la eficiencia energética, incorporación de nuevas tecnologías amigables con el medio ambiente, respeto y apoyo a los derechos humano, dando estas adecuaciones un giro en la



contribución positiva para el cumplimiento de los 17 ODS, destacando que el éxito de estas acciones, medidas y oportunidades dependerán totalmente de: “el contexto social, político, económico, así como de él recurso mineral en cuestión, en sus diversas fases de exploración, desarrollo, extracción o cierre y de las aportaciones efectuadas por las comunidades locales y las restantes partes interesadas mediante el diálogo”. Cepal, Minería para un futuro bajo en Carbono, 2020.

Los 17 ODS, se describen principalmente en las tres esferas del DS, de la siguiente forma:

A. Sostenibilidad ambiental: Aquí están agrupadas todas las actividades mineras que suelen tener alguna consecuencia en la tierra, en el agua, el clima, la flora y la fauna, recursos de los cuales dependemos. La primera conjunción de objetivos se da entre los ODS 6 (agua limpia y saneamiento) y el ODS 15 (vida de ecosistemas silvestres), debido a que la construcción de una mina exige el acceso a la tierra o subsuelo así como a los recursos hídricos, lo que conlleva efectos sobre la tierra y los recursos naturales. Y la siguiente conjunción se da entre el ODS 7 (energía asequible y no contaminante) y ODS 13 (acción por el clima): la gran cantidad de energía, que exige la minería, y la generación de polvos, se debe medir y ofrecer la oportunidad de aumentar la eficiencia energética.

B. Inclusión social: En este apartado, se contemplan las posibles consecuencias positivas y negativas importantes aportadas por la minería para las comunidades locales, al generar oportunidades y problemas relacionados con los medios de subsistencia y los derechos humanos. La relación entre los objetivos ODS 1 (Fin de la pobreza), el ODS 5 (igualdad de género) y ODS 10 (reducción de las desigualdades): describen el haber de la minería como una generación a gran volumen de oportunidades empresariales, empleos locales, así como grandes ingresos a través de pagos de impuestos, regalías y dividendos, donde los gobiernos pueden invertir en desarrollo económico o social. Y la ODS 16 (paz, justicia e instituciones sólidas): mencionando como la minería puede ayudar a la creación de sociedades pacíficas y consolidar el estado de derecho mediante la prevención y la solución de conflictos entre las empresas y las comunidades locales.

C. Desarrollo económico: En este apartado se analiza la repercusión de la minería, en el potencial de economía se puede analizar desde el carácter local, regional y nacional sobre el desarrollo y el crecimiento económico, lo cual puede aprovecharse para crear nuevas infraestructuras, nuevas tecnologías y oportunidades en relación con la fuerza de trabajo. Donde los objetivos ODS 8 (trabajo decente y crecimiento económico): al generar nuevas oportunidades económicas para los ciudadanos, y desarrollar proveedores de servicios o las nuevas economías locales vinculadas a la mina. La ODS 9 (industria, innovación e infraestructura) y ODS 12 (producción y consumo responsable): la minería puede ayudar a impulsar la diversificación y el desarrollo económicos a través de sus beneficios económicos directos e indirectos y del fomento de la construcción de nuevas infraestructuras en la comunicación, en el transporte, suministros de agua y energía.

Para México, la minería con mayor proyección internacional es aquella donde están agrupados los minerales metálicos oro, plata, cobre, generando el mayor número de ingresos, con una derrama de 153,044.3 millones de pesos, representando el 80.5% del total nacional, (Instituto Nacional de Estadístico y Geografía INEGI, 2014). La tabla 1, muestra el número de kilogramos producidos por este grupo de minerales mexicanos en los últimos 12 años.

Tabla 1: Producción minera expresada en kilogramos (Kg), para los años 2006, 2010 y 2018 para México.

	2006	2010	2018
Oro	38,961.31	79,375.50	141,140.00
Plata	2,969,845.00	4,410,749.00	7,243,250.00
Cobre	334,129,000.00	270,136,000.00	677,161,000.15

Fuente de elaboración: Propia con datos del Anuario de la minería ampliada, Servicio Geológico Mexicano, SGM. (versiones 2007, 2011 y 2019).

En parte estos avances en la productividad extractiva de la minería mexicana, se deben a las modificaciones y el uso de aplicaciones con nuevas tecnologías en el minado, principalmente a cielo abierto (tajo abierto), las cuales han permitido explotar grandes depósitos de tierra al mismo tiempo, dando paso a una minería industrializada, centrándose en la extracción de metales a gran escala, incorporando la lixiviación en pilas y la utilización de tecnologías metalúrgicas con menores costos y mayor

rendimiento (Cárdenas J, 2013). El tipo de minado a tajo abierto, tiene impactos ambientales notorios, afectando directamente la flora, fauna, así como las emisiones constantes de gases y polvos, siendo el agua el factor más alarmante, ya que los estados del noroeste donde se encuentran ubicados estos mega proyectos, son estados que cuentan con la menor cantidad de este vital líquido, menos del 30% del resto del territorio nacional, convirtiéndose en un futuro incierto (Cárdenas J, 2013). Esta nueva “gran minería, minería industrial o mega minería”, no ha sido definida en la Ley Minera, ni en sus reglamentos, solo están definidos la minería con capacidades pequeñas y medianas, se podría decir que la minería con capacidad mayor a las 2,000 toneladas diarias de extracción en su procesamiento es una mega minería (Armendáriz, E., 2016), (Reglamento Ley Minera art. 9-II). Grandes mineras que su participación es fundamental en el cumplimiento de los 17 ODS y la reducción de CO₂ es muy significativa su participación.

2. Los objetivos del desarrollo económico, en la Agenda 20-30, una aproximación del cumplimiento en la minería sonorense.

Como se mencionó anteriormente, para fines descriptivos en este artículo se analizarán las características y aproximaciones del sector económico o del desarrollo económico del DS, los cuales son incorporados en las metas planteadas en los 17 ODS, considerando los datos de la minería de oro sonorense en los rubros de:

- Aportación al PIB estatal.
- La producción extractiva anual.
- Generación de empleos a nivel estatal, directos.
- Generación de cadenas de proveeduría.
- Número de municipios participantes.

Incorporándolos en el cumplimiento de los tres objetivos el ODS8, ODS 9 y el ODS 12, los cuales se definen y se desarrollan a continuación:

1. El ODS 8: trabajo decente y crecimiento económico: *la orientación de este objetivo es la de generar las condiciones necesarias para lograr un crecimiento económico sostenible e inclusivo, así como la creación de empleo. Se centra en eliminar el trabajo infantil, en proteger los derechos laborales, promover el crecimiento*

económico mediante la garantía de oportunidades y un trabajo decente para todo y todas.

La contribución de la minería sonorense en este objetivo, puede ser analizada y medida con varios datos, uno de ellos es el aumento en la generación de empleos directos, debido al crecimiento industrial minero en Sonora, que cada año genera más y mejores empleos, tan solo en el año 2016 se contaba con una fuerza laboral directa de 15,988 y dos años después se contaban con un poco más de 20,000 y un poco más de 80,000 empleos indirectos, de acuerdo la información publicada por la Secretaría de Economía del Gobierno del Estado de Sonora (SE Sonora), en el año 2019.

Otro valor que mide el crecimiento económico, es el Producto Interno Bruto (PIB), donde se observa un incremento considerable, en el año 2008 el estado contaba con una aportación de la minería en un 4%, alcanzando el 17% para el 2018, para este mismo año, el volumen de la capacidad extractiva en oro, alcanzó casi los 40,000 kilogramos, contando con un valor en la producción de un poco más de 32 mil 393 millones de pesos de acuerdo a las cifras del SGM, dicho valor también es retomado por el artículo publicado por el Observatorio de Conflictos Minero de América Latina (OCMAL): “Oro en Sonora: Mineras muy ricas, pueblos muy pobres”, afirman que los kilogramos de oro extraídos por los proyectos mineros sonorense en el año 2018, tiene su equivalencia a él peso de 17.7 autos pick up marca Ford modelo 150, acabados totalmente en oro sólido y contando con una pureza no menor al 98.7%. (Gutiérrez F. 2019).

La tabla 2, muestra el incremento de la fuerza laboral directa y las aportaciones del PIB, en tres distintas etapas de tiempo, tomando como base la información de Bracamontes A. Et al. (1997), y del SGM del año 2017, para Sonora.

Tabla 2. *Crecimiento económico aportado por la minería sonorense en los años de 1970, 1990 y 2016.*

	1970	1990	2016
PIBE	4.6%	8.7%	17%
Fuerza Laboral directa	4,266	13,486	15,988

Fuente de elaboración: Propia de acuerdo con los datos proporcionados por Bracamontes A. (1997) y al anuario estadístico del SGM 2017.

Sin duda un cambio de paradigma y que refuerza el cumplimiento de este objetivo es la contratación y



la participación femenina en la minería sonorense, como ejemplo la unidad minera productora de oro, “La Herradura” ubicada en el municipio de Caborca, en el año 2018 contaba con el 33% de mano de obra femenina en su proceso productivo, un total de 266 mujeres. (Fresnillo, Plc, 2019).

La tabla 3, enlista el total de municipios sonorenses que participaron en la extracción de oro en el periodo del 2008 al 2018, la cual nos puede dar una idea más clara del avance en la productividad minera sonorense, los datos que se muestran son del Instituto Nacional de Estadística Geografía (INEGI), del Servicio Geológico Mexicano (SGM) y de la Cámara Minera de México (CAMIMEX), en las aportaciones de la extracción de otro, el valor de producción anal expresado en kilogramos y el valor de venta.

Tabla 3. Participación total de municipios sonorenses en la extracción de oro, su producción total en kilogramos, valor de la producción en miles de dólares para el periodo 2008 al 2018.

Año	Total de municipios	Producción Total en Kg	Valor de producción miles de Dólares
2008	9	12,229.60	\$273,938.17
2009	10	14,630.40	\$410,031.98
2010	10	17,561.50	\$549,262.13
2011	10	22,539.10	\$887,484.49
2012	8	27,560.00	\$1,524,916.75
2013	9	30,002.90	\$1,609,763.26
2014	12	35,364.10	\$1,604,294.55
2015	12	34,926.00	\$1,421,127.16
2016	9	49,591.50	\$1,588,593.74
2017	13	47,412.30	\$1,902,392.37
2018	11	42,290.40	\$1,767,582.25

Fuente de elaboración: Propia, en base a información de los anuarios del SGM, de CAMIMEX en el periodo del 2008 al 2018, para el estado de Sonora.

Los 13 municipios participantes en la extracción de oro en el año 2019, se muestran en la tabla 4, y son los datos reportados en ejercicio fiscal del año 2019, alcanzando una suma de 47,412.3 kg.

Tabla 4. Aportación Anual por nombre de municipios y su aportación de Kg.

Municipio	Producción en Kg
Caborca	20,796.60
Sahuaripa	8,406.90
Altar	6,128.00
Santa Ana	3,125.00
Cucurpe	3,579.00
Banamichi	1,513.00
Cananea	1,439.40
La Colorada	1,147.00
Magdalena	693.10
Álamos	6,218.00
Santa Ana	303.00
Nacozari de García	272.80
Hermosillo	9.10

Fuente de información: Propia de acuerdo a la información al anuario estadístico del SGM 2019 y CAMIMEX 2019.

Como se puede observar Caborca es el municipio con mayor participación en la extracción de oro, representando el 44% del total en el estado, cuenta con tres unidades mineras pertenecientes al grupo Fresnillo Plc, la producción de oro para este municipio paso de 6,084.60kg, en el año 2008 a triplicar su cantidad en tan sólo 10 años. La tabla 5 expresa estos valores, para el periodo del 2008 al 2018.

Tabla 5. Productividad extractiva de oro, del municipio de

Caborca, Sonora, en el periodo 2008-2018.

Año	Producción en Kg
2008	6,084.60
2009	6,810.60
2010	8,115.60
2011	12,446.00
2012	15,314.00
2013	15,160.00
2014	15,322.10
2015	15,532.20
2016	25,257.00
2017	20,796.00
2018	19,293.90

Fuente de elaboración: Elaboración propia basada en los datos del Anuario Estadístico de la Cámara Minera de México (CAMIMEX), para los años 2008 al 2018. Recuperado de: https://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/informacion_sectorial/mineria/anuario_2009.pdf

II. ODS 9: industria, innovación e infraestructura, este objetivo define las infraestructura de transporte, suministro de agua y energía, tecnología y las comunicaciones. Generando sociedades dinámicas y resilientes.

El grado de adaptación de la minería en este objetivo, se aprecia desde los accesos principalmente vía terrestre, a la principal unidad minera, “La Herradura”, es la mina más importante a nivel estatal y nacional por ser el primer productor de este mineral, “La Herradura”, está ubicada a 120 km al noroeste de la ciudad, al estar ubicada en las cercanías del municipio de Caborca, se cuenta con varias ruta de acarreo de materiales siendo el principal proveedor la empresa sonorenses Construplan, la cual tiene un contrato por 7 años para el acarreo el cual es más de 3 millones de toneladas mensuales, además de la contratación de 1,500 empleados indirectos los cuales están relacionados con la proveeduría del municipio.

Dentro del Manifiesto de Impacto Ambiental (MIA), realizado por este grupo minero, el año de 2008, para la autorización de la ampliación, se observa que la gestión del agua, así como los estudios de

las superficies y subterráneas, son realizados por la Comisión Nacional del Agua (CNA), siendo la instancia administrativa encargada, se localiza el proyecto con el nombre de Cuenca Río Sonoyta 2, que cuenta con una superficie de 274,340 km², la cual fue definida como base. Contando con un área estimada de 1,167 hectáreas, las cuáles fueron divididas en planta de proceso, caminos para transporte y acarreo, patios de lixiviación, almacenes de explosivos, talleres y estación de combustibles, oficinas y estacionamiento. Muchos de los avances en el desarrollo de este municipio se deben en parte a las aportaciones de impuesto “Fondo minero” (Fondo para el Desarrollo Regional Sustentable de Estado y Municipios Mineros), desde el año 2014, las aportaciones económicas en miles de pesos que se ha sido invertido como parte de la remediación de los impactos ambientales y sociales en el DS de la región donde la mina se instaura, un ejemplo de esto son los proyectos aprobados para el mejoramiento del municipio en el ejercicio fiscal del año 2019 para Caborca, los cuales se describen en la tabla 6.

Para el cumplimiento del ODS 9, el grupo Fresnillo Plc, contribuye y cumple, en el municipio de Caborca, planes de estatutos y lineamientos adecuados a los tiempos modernos y con objetivos

Tabla 6. Proyectos aprobados por el fondo Minero para el ejercicio del año 2019, expresada en pesos mexicanos

Mejoramiento y/o rehabilitación en Pavimentación	Rehabilitación de pozos/ infraestructura hidráulica	Rehabilitación en Alumbrado público	Rehabilitación en infraestructura educativa	Rehabilitación unidades deportivas/ Parques/jardines
\$2,616,193.00	1,409,398.84	\$6,194,054.93	\$4,145,075.00	\$1,695,308.00
\$8,176,365.00	\$468,173.00	320,991.00		7,931,034.00
\$7,020,116.00	\$2,667,389.00	\$356,822.00		5,387,938.00
\$2,040,162.00	\$881,127.00	\$483,791.00		\$5,679,914.00
\$3,695,384.00	1,701,504.00			\$6,842,878.00
\$5,196,600.00	\$3,334,546.00			33,920,628.00
1,975,624.00				4,551,718.40
\$42,125,439.00				
42,931,366.00				
\$26,290,270.00				
18,759,124.00				
\$42,909,825.00				
\$203,736,468.00	10,462,137.84	\$7,355,658.93	\$4,145,075.00	\$66,009,418.40

Fuente de elaboración: Elaboración propia basada en los datos de la SEDATU, Recuperado de: <https://www.gob.mx/sedatu/acciones-y-programas/fondo-minero-para-el-desarrollo-regional-sustentable>

fijos en la reducción de CO₂ los cuales son publicados en las páginas de acceso público hacia una minería sostenible:

...“ Fresnillo, plc es una empresa dedicada a la exploración, extracción y procesamiento de minerales, que está comprometida con la prevención de la contaminación, y busca garantizar un ambiente seguro y saludable para su personal, mantener buenas relaciones con las comunidades vecinas, cumplir con requisitos regulatorios y legales, y mejorar continuamente nuestros procesos productivos a través de un sistema de gestión integrado. Como una de las principales empresas de metales preciosos, nos esforzamos por llevar a cabo todas nuestras operaciones de una manera sostenible. Nuestro objetivo es limitar el impacto ambiental de nuestras operaciones en todo su ciclo de vida minimizando el uso de recursos no renovables e invirtiendo en conservación. El cuidado del medio ambiente es fundamental para la aceptación social de los proyectos mineros. Monitoreamos continuamente el desempeño y respuesta de la administración con respecto a desafíos ambientales que se presenten. Nuestra filosofía operativa es administrar el riesgo ambiental y mitigar nuestro impacto durante el ciclo de vida de una mina. Los sistemas de administración ambiental del Grupo abarcan desde la fase de exploración, pasando por el desarrollo y operación de la mina, hasta el cierre y restauración. A lo largo de nuestra larga experiencia en el sector minero, hemos identificado cinco aspectos ambientales principales en los que nuestras operaciones tienen impacto y, por lo tanto, requieren control y mitigación:

Energía: Reducir el consumo unitario de energía.

Agua: Reducir el consumo unitario de agua dulce mediante la reutilización de la misma

Emisiones: Contener polvos y minimizar las emisiones de CO₂ unitarias de fuentes de energía indirectas.

Desechos/materiales peligrosos: Maximizar la tasa de reutilización de materiales peligrosos y garantizar su contención adecuada...”

Publicando recientemente en su sitio web, que para el año 2020 y 2021, el 40% de la energía utilizada, provendrá de fuentes de energías limpias (www.fresnillo.com)

III, ODS 12: producción y consumo responsable, en este objetivo, mide el significado de poder hacer más y mejores cosas, con menos recursos, involucrando las cadenas de suministro relacionadas con la producción y el consumo en todo el mundo.

El cómo producir más mineral con menos recursos, es uno de los retos prioritarios de minería en estos tiempos y ha quedado claro en los puntos anteriores, donde se muestra el aumento anual la productividad en Sonora y en el municipio de Caborca, el cuál es apoyada por la proveeduría sonorenses desarrollando cadenas de suministro locales, las cuales se congregan, se certifican y se integran desde el año 2014 en el Clúster Minero, en sus inicios contaban con 105 proveedores locales y nacionales y para el año 2019 existían 149 proveedores. Algunos de los retos para la proveeduría minera pueden ser alineados en la siguiente ilustración 2.

Ilustración 2. Retos actuales de las empresas entorno a la cadena de suministros



Fuente de información: “Liderazgo y diferenciación en la cadena de suministros” recuperada de: <https://www.esan.edu.pe/conexion/actualidad/2017/07/17/liderazgo-y-diferenciacion-en-la-cadena-de-suministros/> consultada el día 18 de septiembre de 2019.

Y esta proveeduría debe de apoyar a la constante y creciente demanda por los minerales, debido a la incorporación en varios procesos productivos, pero ahora estos avances y demandas deben empatarse para lograr un futuro bajo en emisiones de carbono, modificando los patrones actuales de producción y consumo de energéticos y es aquí donde empieza un punto de partida para las empresas mineras que estén intentando armonizar sus operaciones con los ODS, relacionando la inclusión social, la sostenibilidad ambiental y el desarrollo económico.

Otro punto muy importante que aporta al cumplimiento de objetivo, es el premio de “Empresa Socialmente Responsable” (ESR), que desde hace



más de 16 años consecutivos el Grupo Fresnillo Plc, lo recibe como reconcomiendo a cargo del Centro Mexicano para la Filantropía (Cemefi). (Arvizu E. y Velázquez L., 2019).

Conclusiones

La minería desde una perspectiva analítica y económica ha permitido que se desarrollen instrumentos económicos para la prevención y el tratamiento de los impactos ambientales, reduciendo con esto el deterioro que trae consigo esta actividad productiva, ya que al ser generados por los procesos de producción y por el consumo de bienes, es necesario equilibrar los objetivos ambientales, económicos y de tipo social. (Charles K, 2001), este balance tan buscado y necesario para la remediación de las externalidades, son sustentadas por diversos indicadores que los cuales son analizados y presentados desde la economía ambiental, sumándose a los esfuerzos presentados por los acuerdos de la ONU y asentados en la Agenda 2030, donde se reconoce la importancia que juega la minería en el cumplimiento de estos, los cuales están encaminados a reducir la huella de carbono, la huella hídrica entre otros.

El desafío que vive México y nuestro estado, en el cumplimiento de los 17 ODS en la minería, se vuelve más complejo, debiendo intensificar los esfuerzos para una mayor participación y diálogo con el resto de los sectores industriales, los gobiernos, centros educativos y las comunidades locales donde la minería se instaura. Quedando pendientes varias tareas por resolver como por ejemplo: la armonización de los impuestos sobre la renta de la minería, debido al reciente cambio en la disposición del Fondo Minero, por el gobierno federal, el cual debería de usarse también para el impulsar la economía local ya que parte de los minerales extraídos puedan sumarse a algunas cadenas de producción en la localidad, otra tarea para la minería sonorense es tener datos fehacientes de las emisiones de los gases efecto invernadero que se generan en las industrias mineras, para después tener escenarios precisos y dar soluciones en la reducción de la huella de carbono, emitidos por el alto consumo de combustibles fósiles.

Se debe pensar en lograr un desarrollo económico, ambiental y social desde lo local, hacia lo nacional, logrando que los impuestos generados por las

compañías mineras, realmente sean de utilidad en las comunidades mineras sonorenses, desarrollando comunidades sostenibles en las tres esferas del DS; a medida que se descentralice y se profesionalicen las acciones para la asignación de los recursos y la ejecución de las tareas pertinentes, se podrá facilitar la formación de grupos estables y profesionales que sirvan como espacios neutrales para el diálogo, la solución de conflictos y la asignación de los recursos, generados por los impuestos para la remediación de las externalidades ocasionadas por la minería sonorense, que tanta falta nos hace.

Bibliografía y fuentes de información consultadas

- Armendariz Elisa Jeanneht "Áreas Naturales Protegidas y Minería en México" Tesis Doctoral. La Paz, Baja California Sur, (2016), consultada el 8 de marzo de 2018, recuperada de: https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/50/1/armendariz_e.pdf
- Arvizu-Armenta, Ernestina, & Velázquez-Contreras, Lorenia. (2019). Responsabilidad social empresarial: distintivos, prácticas y procesos del sector minero en Sonora, México. *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 29(54), e19786. Epub 30 de abril de 2020. <https://doi.org/10.24836/es.v29i54.786>
- Bracamontes Sierra, A., Lara Enríquez, B. y Borbón Almada, M. (1997). "El desarrollo de la industria minera sonorense: el retorno a la producción de metales preciosos" *Región y Sociedad*. VIII (XIII). Hermosillo: Colegio de Sonora. Pp. 45-60.
- Cárdenas, Jaime. (2013). La minería en México: despojo a la nación. *Cuestiones constitucionales*, (28), 35-74. Recuperado en 05 de octubre de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-91932013000100002&lng=es&tlng=es.
- CEPAL (Naciones Unidas). Informe para la decimotava sesión de la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Santiago de Chile: CEPAL. El desarrollo sostenible en América latina y el caribe: tendencias, avances y desafíos en materia de consumo y producción sostenibles, minería, transporte, productos químicos y gestión de residuos. Consultada el 13 de abril de 2020. Recuperado: http://www.un.org/esa/dsd/csd/csd_pdfs/csd https://www.un.org/esa/dsd/csd/csd_pdfs/csd-18/rims/LatinAmericaCarib-DocumentoPreliminarRIMLAC.pdf.



- CEPAL (Naciones Unidas), “Los ejes centrales para el desarrollo de una minera” consultada el 28 de febrero de 2018, recuperado de: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/6306-ejes-centrales-desarrollo-mineria-sostenible>.
- CEPAL (Naciones Unidas), “Minería para un futuro bajo en Carbono: Oportunidades y desafíos para el desarrollo sostenible”, consultada el 9 de enero de 2020, recuperado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44584/1/S1900199_es.pdf
- Díaz-Duque, José & Gutiérrez, Carlos & Díaz, Jose & Sal, A.. (2013). Propuesta metodológica para desarrollar los análisis y evaluaciones del desarrollo sostenible. Consultada el día 6 de septiembre 2019, recuperada de: https://www.researchgate.net/publication/304750734_Propuesta_metodologica_para_desarrollar_los_analisis_y_evaluaciones_del_desarrollo_sostenible/citation/download
- Díaz Lazo, Joel H. “Indicadores ambientales en una minería sostenible.” Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas, vol. 22, no. 43, 2019, p. 37+. Gale OneFile: Informe Académico, . Accessed 2 abr. 2020.
- Escalante Roberto y Catalán Alonso (2005), “Economía ambiental: una revisión temática y bibliografía actual”, consultada en febrero 2018, recuperada de <http://www.economia.unam.mx/publicaciones/reseconinforma/pdfs/333/10ESCALANTE.pdf>.
- Fresnillo, PLC “Estudio de impacto ambiental”, junio 2008, consultada el 27 de febrero 2018, recuperado de: <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/son/estudios/2008/26SO2008MD059.pdf>
- Fondo Minero – Fondo para el Desarrollo Regional Sustentable de Estado y Municipios Mineros, consultada el 12 de noviembre de 2019, recuperado de: <https://www.gob.mx/sedatu/acciones-y-programas/fondo-minero-para-el-desarrollo-regional-sustentable> <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/439146/Sonora.pdf>
- Gutiérrez Fernando, “Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina (OCMAL), Especial: Oro en Sonora, mineras muy ricas... pueblos muy pobres. Autor: Fernando Gutiérrez R. Dossier Político. Consultado el 28 noviembre, 2019 recuperada de: <https://www.ocmal.org/especial-oro-en-sonora-mineras-muy-ricas-pueblos-muy-pobres/>
- Indicadores básicos del desempeño ambiental en México, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Gobierno de México. Consultado el 16 de febrero de 2018 Recuperado de: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores14/conjuntob/00_conjunto/introduccion.html
- Jenkins, H., & Yakovleva, N. (2006). Corporate social responsibility in the mining industry: exploring trends in social and environmental disclosure. *Journal of Cleaner Production*, 14(3-4), 271-284. doi: 10.1016/j.jclepro.2004.10.004
- Ley Minera, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de junio de 1992, VIGENTE, última revisión publicada DOF 11-08-2014, consultada el 6 de diciembre de 2016, recuperada de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/151_110814.pdf
- Orellana Peña, J. (2016). Evaluación del impacto social, económico y ambiental de la explotación de una empresa minera en las aldeas de San Andrés, San Miguel y Azacualpa, La unión, Copán, Honduras, marzo de 2015 a febrero 2016. *Revista Ciencia Tecnología*, (18), 153-169. <https://doi.org/10.5377/rct.voi18.3001> <https://www.camjol.info/index.php/RCT/article/view/3001>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) “17 Objetivos de desarrollo sostenible”, 2019, consultada el 21 mayo de 2020 recuperada de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/> y de <https://www.onu.org.mx/agenda-2030/objetivos-del-desarrollo-sostenible/>
- Servicio Geológico Mexicano (2016) “*Reporte Panorama Minero del Estado de Sonora, diciembre 2016*”, consultada el 9 de marzo de 2017, Recuperado de: <http://www.sgm.gob.mx/pdfs/SONORA.pdf>, http://www.sgm.gob.mx/productos/pdf/Anuario_2006.pdf http://www.sgm.gob.mx/productos/pdf/Anuario_2018_Edicion_2019.pdf
- Valadez Rodríguez Alfredo (2017). La Jornada “Auge de minería depredadora y contaminante en México. Consultada el 28 de agosto de 2018. Recuperado de: <https://www.jornada.com.mx/2017/08/28/estados/025n1est>
- Wierenga Marlies, 2003, Brief Introduction to Environmental Economics, consultado el día 20 de octubre de 2018, recuperado de: <https://www.elaw.org/es/content/brief-introduction-environmental-economics>.