

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES**



La contabilidad del metabolismo de la sociedad peruana, 1980 – 2019

Tesis para obtener el título profesional de Licenciada en Economía presentado  
por:

Maicelo Rubio, Yecenia del Carmen  
Paredes Ynfante, Heidi Liz

Asesor(es):

Silva Macher, Jose Carlos

Lima, 2024

## Informe de Similitud

Yo, Silva Macher, Jose Carlos, docente de la Facultad de Ciencias Sociales de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis/el trabajo de investigación titulado La contabilidad del metabolismo de la sociedad peruana, 1980 – 2019 del/de la autor (a)/ de los(as) autores(as) Maicelo Rubio, Yecenia del Carmen y Paredes Ynfante, Heidi Liz de constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 19%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 26/01/2024.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 29 de enero del 2024

Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: <u>Silva Macher, Jose Carlos</u>	
DNI: 07264986	Firma 
ORCID: 0000-0002-1119-1573	

## **Agradecimientos**

A nuestros padres, abuelos y hermanos quienes fueron el impulso e inspiración para realizar este proyecto.

A nuestros amigos por su constante apoyo y motivación para seguir adelante con este trabajo de tesis.

A nuestro asesor Jose Carlos Silva Macher por su paciencia, dedicación y enseñanza.

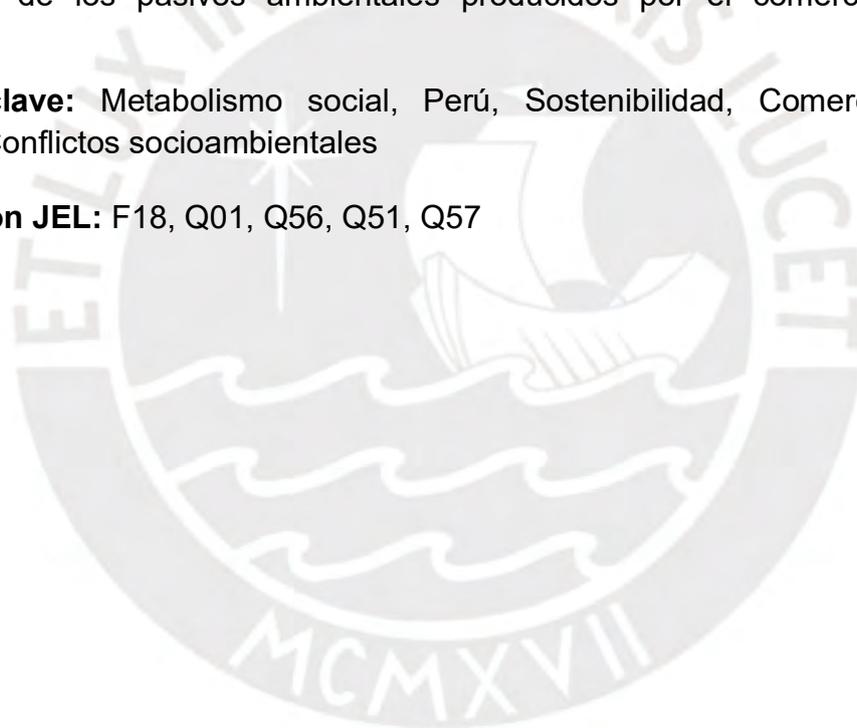


## Resumen

La presente investigación se enfoca en el estudio del impacto del extractivismo en la sostenibilidad del Perú durante los años 1980-2019. En este se propone que el país se ha caracterizado por generar déficits físicos, puesto que se ha exportado un mayor volumen de materiales a precios más bajos en relación a lo que se ha importado, que son productos con precios más elevados, generando mayor presión ambiental y dependencia a la demanda global, así como pérdidas en el bienestar reflejados en el aumento de conflictos socioambientales. El método utilizado en la presente investigación es la contabilidad de flujos materiales (MFA, "material flow accounting"), la cual forma parte del metabolismo social que considera a la economía como parte de un sistema más complejo y global en el cual ocurren intercambios continuos de materia y energía junto con la naturaleza. Así, se concluye que la extracción de materiales en Perú es mucho más acelerada de lo que el ecosistema puede asimilar. En el caso particular de la economía peruana, sus actividades productivas dependen físicamente de las importaciones de biomásas y combustibles fósiles, y de la extracción de minerales destinados a la exportación. Además, existe una ausencia de contabilidad de los pasivos ambientales producidos por el comercio ecológico desigual.

**Palabras clave:** Metabolismo social, Perú, Sostenibilidad, Comercio desigual ecológico, Conflictos socioambientales

**Clasificación JEL:** F18, Q01, Q56, Q51, Q57

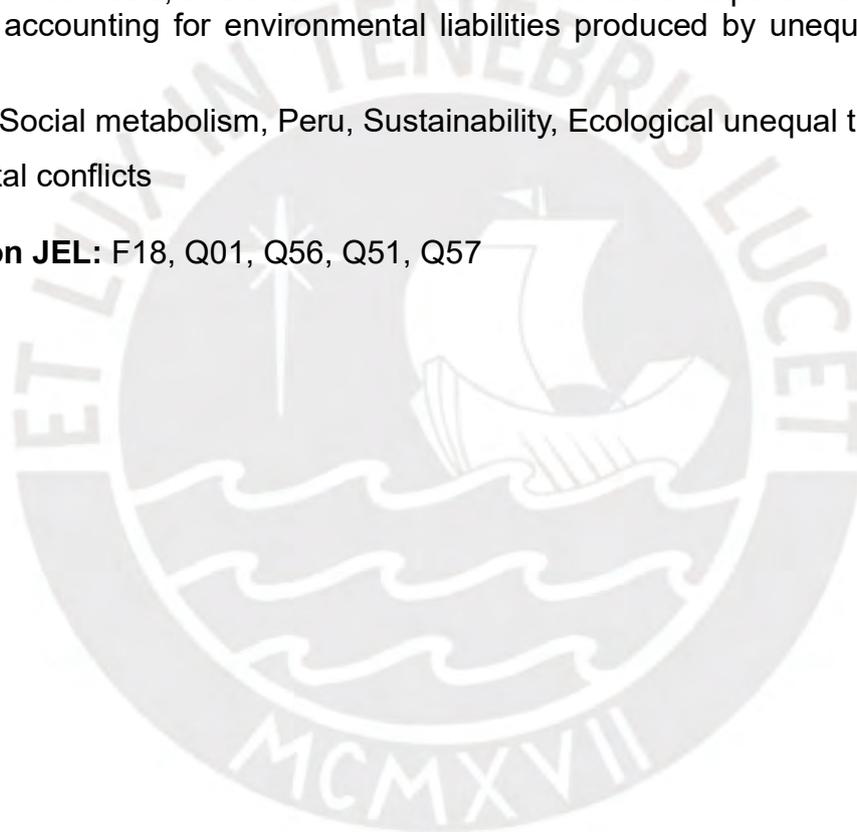


## **Abstract**

This research focuses on the study of the impact of extractivism on the sustainability of Peru around the years 1980-2019. It is proposed that the country has been characterized by generating physical deficits, since a greater volume of materials has been exported at lower prices in relation to what has been imported, which are products with higher prices, generating greater environmental pressure and dependence on global demand, as well as welfare losses reflected in the increase in socio-environmental conflicts. The method used in this research is material flow accounting (MFA), which is part of the social metabolism that considers the economy as part of a more complex and global system in which continuous exchanges happen of matter and energy together with nature. Thus, it is concluded that the extraction of materials in Peru is much faster than what the ecosystem can assimilate. In the particular case of the Peruvian economy, its productive activities physically depend on imports of biomass and fossil fuels, and on the extraction of minerals for export. In addition, there is a lack of accounting for environmental liabilities produced by unequal ecological trade.

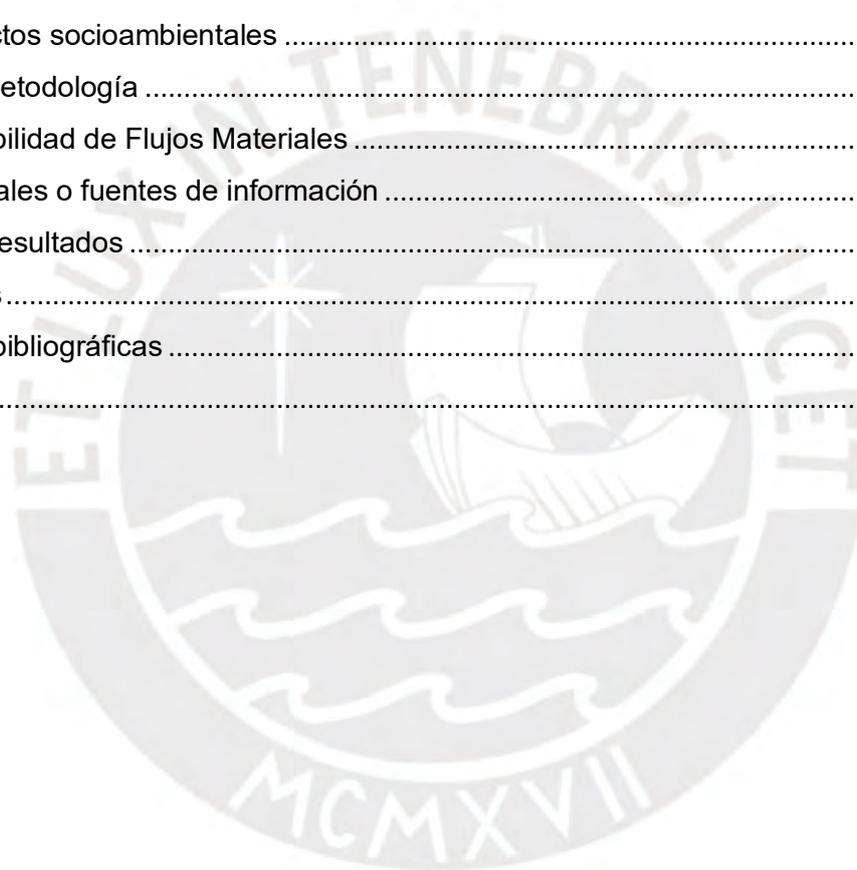
**Keywords:** Social metabolism, Peru, Sustainability, Ecological unequal trade, Socio-environmental conflicts

**Clasificación JEL:** F18, Q01, Q56, Q51, Q57



## Tabla de contenidos

Introducción .....	1
Capítulo 1. Marco teórico .....	3
1.1. Extractivismo .....	3
1.2. Economía ecológica y metabolismo social .....	5
1.3. Comercio internacional y medio ambiente .....	11
1.4. Sustentabilidad.....	13
Capítulo 2. Estado de la cuestión .....	15
2.1. Aplicación de la contabilidad de flujos materiales en América Latina .....	15
2.2. Conflictos socioambientales .....	18
Capítulo 3. Metodología .....	20
3.1. Contabilidad de Flujos Materiales .....	20
3.2. Materiales o fuentes de información .....	25
Capítulo 4. Resultados .....	26
Conclusiones .....	36
Referencias bibliográficas .....	41
ANEXOS .....	45



## Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de flujos materiales .....	23
Tabla 2. Indicadores.....	24
Tabla 3. Indicadores extensivos (miles de toneladas) .....	26
Tabla 4. Tipos de conflictos entre 1980-2020 .....	38



## Índice de figuras

Figura 1. Economía Ambiental: esquema de flujo circular del ingreso .....	6
Figura 2. Economía Ecológica: funcionamiento del circuito económico bajo flujos unidireccionales de energía y materiales.....	7
Figura 3. Esquema general de MFA en la economía .....	21
Figura 4. Extracción Doméstica del Perú 1980-2019 .....	27
Figura 5. Composición de la extracción doméstica .....	28
Figura 6. Exportaciones físicas del Perú 1980-2020 .....	29
Figura 7. Importaciones físicas de Perú 1980-2020 .....	29
Figura 8. Balanza comercial física Perú 1980 – 2019 .....	30
Figura 9. Balanza comercial física y monetaria .....	31
Figura 10. Productividad Material .....	32
Figura 11. Dependencia doméstica de recursos.....	33
Figura 12. Intensidad territorial .....	34
Figura 13: Flujos per cápita .....	34
Figura 14. Conflictos Perú 1980 – 2020 por décadas.....	37



## Introducción

El Perú se ha caracterizado por ser una economía extractivista, puesto que ha exportado grandes volúmenes de productos primarios, siendo en su mayoría, metales. Esta actividad ha traído beneficios económicos para el país y se ha incrementado durante la década de los 90s cuando se establecieron políticas neoliberales para promover la inversión privada. Si bien es cierto, el extractivismo ha generado crecimiento económico en términos monetarios, es importante evaluar cuál ha sido su impacto biofísico en la naturaleza, ya que la extracción desmesurada de recursos naturales pone en riesgo la disponibilidad de materiales y energía los cuales son esenciales para el funcionamiento de la economía. Asimismo, es importante mencionar que, en el caso peruano, los ingresos percibidos por grandes toneladas de materiales exportados son menores en comparación a los que se pagan por importar, lo cual genera mayor presión ambiental porque se requiere extraer mayor cantidad de materiales del ambiente aumentando la contaminación. En ese sentido, el presente trabajo analizará cuál ha sido el impacto del extractivismo en la sostenibilidad del Perú durante los años 1980 y 2019.

A partir de la revisión de la literatura, se propone que el extractivismo en el país se ha caracterizado por generar déficits físicos, puesto que se ha exportado un mayor volumen de materiales a precios más bajos en relación a lo que se ha importado, que son productos con precios más elevados, generando, como se mencionó en el párrafo anterior, mayor presión ambiental y dependencia a la demanda global, así como pérdidas en el bienestar reflejados en el aumento de conflictos socioambientales. En ese sentido, el extractivismo ha puesto en riesgo la sostenibilidad del Perú.

Esta investigación utilizará la metodología de contabilidad de flujos materiales (MFA, "material flow accounting"), la cual forma parte del metabolismo social, teoría que considera a la economía como parte de un sistema más complejo y global en el cual ocurren intercambios continuos de materia y energía junto con la naturaleza. Cabe resaltar que el método MFA utiliza unidades físicas de peso para contabilizar, por un lado, la extracción doméstica de recursos, que abarca la biomasa, los minerales, los combustibles fósiles y, por otro lado, los materiales exportados e importados, así como la balanza comercial física. De esta manera, se calcula

indicadores de flujos materiales que permiten hacer un análisis más completo de cómo las actividades económicas impactan en el medio ambiente en términos físicos.

El aporte empírico de este proyecto de investigación es contabilizar y actualizar los flujos materiales en términos físicos, cuyos datos pueden ser complementarios al sistema contable nacional permitiendo una mejor comprensión de la relación entre naturaleza y procesos económicos. Asimismo, proporciona información que permite entender cómo ha evolucionado la utilización de recursos naturales a lo largo de cuarenta años en el Perú. Las dos contribuciones son importantes para plantear políticas públicas y privadas con el fin de acercarse a una economía sostenible y crear nuevas condiciones para las futuras generaciones. Esto permitiría inferir implicancias en términos del grado de sustentabilidad del proceso de crecimiento económico recientemente experimentando a partir de la visibilización de las tensiones entre comercio internacional y ambiente (Peinado 2018, p.54). En adición, esta metodología es relativamente novedosa en la especialidad de Economía de la PUCP, ya que propone un nuevo enfoque a partir de la rama de la economía ecológica basado en un análisis más integral y completo. Además, según Martínez-Alier (2004), al ser un estudio de carácter histórico, es significativo debido a que el desarrollo de la sociedad se produce en un contexto de circunstancias naturales y al mismo tiempo esta sociedad también modifica a la naturaleza. Ello indica que tanto el ámbito social como el natural coexisten a través de un vínculo histórico que ha variado a lo largo de los años.

Esta investigación se encuentra organizada de la siguiente manera: en el capítulo 1 se explica el marco teórico, que aborda temas relacionados al extractivismo, la economía ecológica y el metabolismo social, el comercio internacional y medio ambiente, y la sustentabilidad. En el segundo capítulo se encuentra el estado de la cuestión que aborda la evolución de la balanza comercial del Perú a lo largo del período de estudio y los conflictos socioambientales. En el capítulo 3, se analiza la metodología y los datos, mientras que en el cuarto capítulo se presenta los resultados y la discusión del trabajo. Por último, se encuentran las conclusiones y recomendaciones.

## Capítulo 1. Marco teórico

### 1.1. Extractivismo

El fenómeno exportador de materias primas es parte importante de la historia económica del Perú, ya que se viene practicando desde hace siglos atrás, como es el caso de la minería en Potosí. Esta actividad sin mayor valor agregado ha sido impulsada por políticas públicas y reformas neoliberales, a partir de la década de los 90s con el fin de generar mayores ingresos monetarios al país. Pese a que esta expansión de la frontera extractiva ha producido mayores ingresos fiscales, no hay impacto significativo en el bienestar social, pues a medida que ha aumentado el extractivismo también se han incrementado los casos de conflictos socioambientales cerca a estas zonas (Sanborn y Dammert, 2013, p. 2) reflejando el descontento de las comunidades frente a este tipo de actividades.

Existen debates acerca de la importancia que tiene el extractivismo en América Latina, pues estas economías se caracterizan por ser primarias exportadoras y sus ingresos dependen de los precios internacionales. Por ello, para la presente investigación es necesario primero explicar el concepto de extractivismo ya que está directamente relacionado a la balanza física y monetaria de un país.

El extractivismo se refiere a un “tipo de apropiación de recursos naturales en grandes volúmenes y/o la alta intensidad, donde la mitad o más son exportados como materias primas, sin procesamiento industrial o procesamientos limitados” (Gudynas, 2018, p. 62). Es decir, no todo aprovechamiento de la naturaleza se puede clasificar como extractivista. Esta distinción resulta importante, puesto que antes se plantearon debates sobre considerar a cualquier tipo de apropiación de la naturaleza como extractivismo, lo que implicaría que un campesino que se dedica a la agricultura para su autoconsumo o para venderla localmente también sería extractivista, lo cual de acuerdo a esta definición no es cierto.

En el Perú se ha extraído especialmente minerales destinados a la exportación y lo que ha favorecido a esta tendencia ha sido la abundancia de recursos que hay, sin embargo, son no renovables, por lo tanto, en cualquier momento se agotarán y terminarán perjudicando la sostenibilidad de la economía, haciendo que se cumpla la

paradoja de la maldición de los recursos naturales, que indica que los países con grandes dotaciones de recursos provenientes de la naturaleza tienden a experimentar menor crecimiento y desarrollo económico en comparación con aquellos países que poseen menos de estos recursos.

Además, autores como Raquel Neyra (2019) y Damonte (2016), señalan argumentos por los cuales el extractivismo no siempre genera impactos positivos. En primer lugar, las empresas extraen grandes cantidades de material sin procesar ni manufacturar y para ello necesitan maquinaria importada de afuera de modo tal que no existe demanda por bienes locales. Este procesamiento y manufactura se hará en el país de la empresa al que se exporta y así se generará más empleo, es decir, el empleo no se va a producir en el país que soporta la extracción. En segundo lugar, una vez aprobado el proyecto, el Estado autoriza a las empresas la exploración y explotación sin ningún tipo de regulación. En tercer lugar, las empresas extractivas van a crear lobbies dentro del país víctima de extracción para asegurarse favores políticos, legales y tributarios, de tal manera que la extracción le sea facilitada, lo que implica que se debilite las estructuras de poder del Estado y esto favorece la corrupción, como es el caso de Lavajato y Odebrecht. Por último, la contaminación y la administración de los relaves y desechos los asume el Estado, estos efectos no se contabilizan por lo que no hay un pago por los pasivos ambientales. Por todo lo mencionado, se debe hacer un análisis profundo para ver si realmente conviene estas actividades porque si bien puede tener beneficios, las pérdidas o consecuencias negativas pueden ser mayores.

Se considera que es importante centrar nuestra atención no solo en una actividad que se base en apropiación intensiva de recursos, sino en una mirada más integral y amplia desde un campo que cada vez cobra más relevancia, que es el de la economía ecológica. En ese sentido, como señala Kozo Mayumi et al. (1998), se estudiaría a la economía en base a la teoría de flujos y fondos planteada por Georgescu-Roegen, en la cual se considera a la energía, materiales y desperdicios como flujos de entrada y salida en la economía, en comparación con la función de producción neoclásica que implica la sustitución entre los factores de producción y supone que un aumento en cualquier factor conlleva necesariamente a un aumento en el producto.

Asimismo, se podría pensar que las innovaciones tecnológicas producirían un uso más eficiente de los recursos naturales, sin embargo, se ha visto que un aumento en la eficiencia de los recursos conduce a un mayor uso de estos, en lugar de reducirlos. A esto se le conoce como la “paradoja de Jevons”. Por ello, en el estudio de Kozo Mayumi et al (1998), se concluye que las innovaciones tecnológicas se utilizan más para mejorar el nivel de vida de las personas manteniendo, en teoría, el mismo nivel de tasa de consumo de recursos naturales, cuando debería ser al contrario, es decir, disminuir la degradación ambiental manteniendo constante el estándar de vida de los seres humanos.

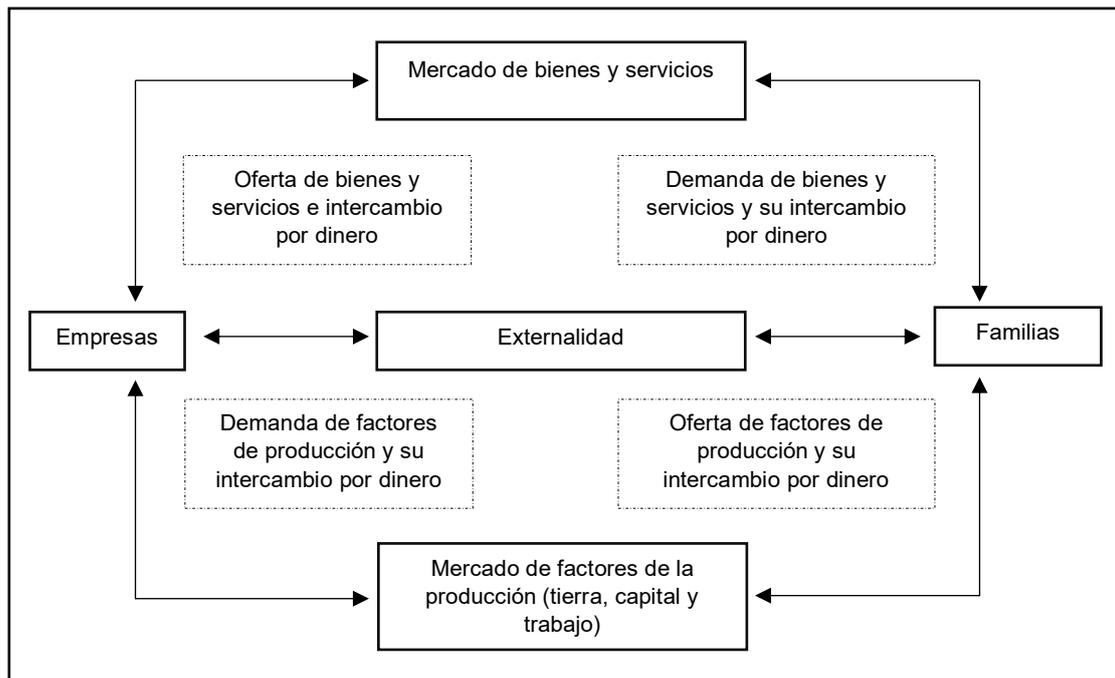
## **1.2. Economía ecológica y metabolismo social**

La economía es una ciencia social, conformada por diversas especialidades, cuyo fin es la gestión de recursos escasos para satisfacer las necesidades humanas. Según Joan Martínez-Alier (2008), esta comprende tres niveles; en primer lugar, se encuentra el nivel financiero, en el cual se espera que el crecimiento económico proporcione los medios suficientes para pagar intereses de deudas tanto en el sector público como en el privado. En segundo lugar, está el sistema productivo o la “economía real”, que comprende los procesos de consumo e inversión medidos a precios constantes. Estos dos niveles forman parte del Sistema Nacional Contable convencional, no obstante, hay un tercer nivel que se debería considerar que es la economía *real-real* propuesta por los economistas ecológicos, en el cual el crecimiento de los flujos de energía y materiales están determinados por factores económicos y sus límites físicos, proveyendo información del impacto ambiental que las actividades económicas generan.

Esta economía *real-real* o economía ecológica ha destacado en los últimos decenios en respuesta al agravamiento de las crisis que involucran temas ambientales, económicos, políticos, sociales y culturales. Joan Martínez-Alier (2004) sostiene que la economía convencional propone una serie de alternativas para explicar y solucionar dichas crisis; sin embargo, las problemáticas no parecen disminuir sino aumentar, especialmente, las relacionadas al medio ambiente. Por ejemplo, en esta área se ha hablado de modernización ecológica, de ecoeficiencia y de desarrollo sostenible; no obstante, el enfrentamiento entre crecimiento económico y conservación ambiental persiste. Por ello, desde la perspectiva de este autor, la

economía ecológica proporciona una nueva visión sistémica de la conexión entre la economía y el entorno natural. En otras palabras, se “ve a la economía como un subsistema de un ecosistema físico global y finito” (p. 37), como se puede observar en la Figura 2, contrario a lo que se muestra en la Figura 1, que es un sistema más “cerrado”, propuesto por la economía ambiental.

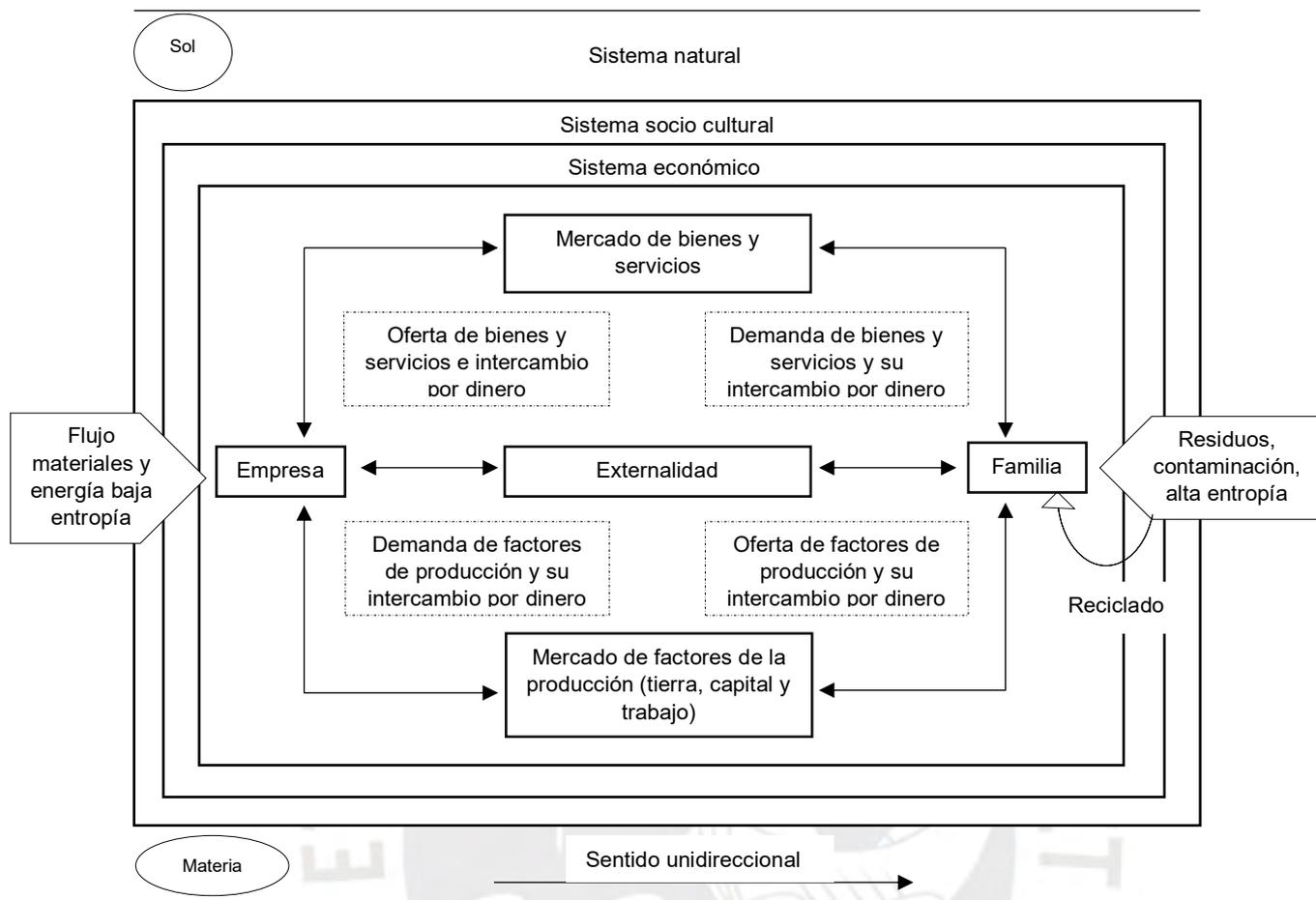
Figura 1. Economía Ambiental: esquema de flujo circular del ingreso



Fuente: Pengue (2009, p.42). Elaboración propia.

La Figura 1 muestra el diagrama circular de la economía. Se observa a las familias que son las que ofrecen al mercado los factores de producción (tierra, capital y trabajo) por dinero, y las empresas que son los que necesitan de estos factores para la producción de distintos bienes y servicios. De esta manera, las empresas ofrecen estos productos a diferentes mercados a cambio de una suma de dinero, mientras que las familias gastan el dinero que han recibido dentro del mercado para obtener bienes y servicios. “Así, increíblemente, funcionaría para la explicación económica, un ciclo de producción y transferencias en un perpetuum mobile que continuaría eternamente” (Pengue 2009, p. 41).

Figura 2. Economía Ecológica: funcionamiento del circuito económico bajo flujos unidireccionales de energía y materiales



Fuente: Pengue (2009, p. 43)

En la Figura 2 se observa el flujo circular del sistema económico planteado por la Economía Ecológica donde las familias y empresas demandan y ofertan bienes y servicios en el mercado, en el cual los procesos económicos están determinados por las dimensiones socioculturales y ambientales. Esto significa que todo el flujo del sistema económico, el sistema socio cultural, los flujos materiales y energía, los residuos y la materia, se encuentran dentro del sistema natural. Así, “la economía ecológica propone un flujo unidireccional de energía, cuya fuente original es el sol (que es el pilastre que da funcionamiento a la rueda económica) hasta una conversión final en energía no reutilizable o contaminación” (Pengue 2009, p. 42).

En adición, es importante señalar que la economía no es circular, sino entrópica. Martínez-Alier (2021) argumenta que “la economía circular implica que los recursos materiales podrían obtenerse cada vez más desde dentro de la economía, reduciendo el impacto ambiental al aumentar la reutilización y el reciclaje de

materiales”. No obstante, desde una perspectiva metabólica y biofísica esto no es posible debido a las leyes de la termodinámica. Así, “la economía requiere nuevos suministros de energía y materiales extraídos de las antiguas y nuevas fronteras de las mercancías y produce residuos contaminantes”. (Martínez-Alier, 2021, p. 1).

Convencionalmente se ha visto al sistema económico como un sistema cerrado que cuenta con flujos multidireccionales, movimientos de dinero y en *perpetuum mobile*, expresado en el “esquema de flujo circular del ingreso”. Entonces, al estudiar las cuestiones ambientales, se incorpora el concepto de externalidad, que se define como un costo no cobrado o no pagado. En cambio, bajo el punto de vista de la economía ecológica, se modifica el esquema del flujo circular de ingreso, ya que el sistema económico está inserto en un sistema sociocultural, el cual forma parte de un sistema natural. Es decir, el funcionamiento de la economía ahora se ve como un sistema abierto en el cual existe un flujo unidireccional de materiales y energía que van desde el medio ambiente al sistema económico (energía solar y la disponibilidad de la materia) y uno que va del sistema económico hacia el natural (calor disipado, energía degradada, residuos y contaminación) (Peinado, 2018, p. 56).

Así, de acuerdo a Azamar et. al (2021) y Martínez-Alier (2004), la economía ecológica se define como un campo de estudio transdisciplinario e interdisciplinario que analiza la insustentabilidad ecológica de la actividad económica. Bajo este esquema, los autores destacan que esta rama de la economía no solo fue creada para valorar monetariamente la naturaleza, sino con el fin de tener en cuenta la inconmensurabilidad de valores existentes en la relación del medio ambiente, economía y sociedad. Asimismo, resaltan que la principal contribución de la economía ecológica es el desarrollo de indicadores y clasificadores físicos de (in)sustentabilidad a través del metabolismo social; en otras palabras, contabiliza los flujos de materiales y energía requeridos para llevar a cabo los procesos económicos. También se cree que una ventaja de realizar análisis integrales y aplicar métodos de evaluación multidimensional y multicriterio, refuerza las capacidades y promueve la reflexión crítica correspondiente a la comprensión e interpretación de la relación entre naturaleza y ser humano.

Con referencia a los fundamentos biofísicos de la economía ecológica, Federico Aguilera y Vincent Alcántara (1994) mencionan que son tres. En primer lugar, la

Primera Ley de Termodinámica afirma que la materia y energía no se crean ni se destruyen solo se transforman, la cual refleja que es propio de los procesos de producción y consumo generar externalidades al medio ambiente, como lo es la contaminación, pero que la teoría convencional lo considera como algo ocasional, sesgando la percepción del impacto de la economía en la naturaleza. En segundo lugar, como explica Georgescu-Roegen (1971), la Ley de la Entropía o Segunda ley de Termodinámica postula que la disponibilidad de la materia para ser usada es lo que le da valor económico, del mismo modo, la materia o energía no disponible o ya consumida debería ser considerada, de acuerdo a la termodinámica, como residuo. Por último, otro fundamento biofísico que articula la economía ecológica presenta una doble vertiente. La primera está relacionada con la capacidad de asimilación de los ecosistemas, en la cual se sostiene que es imposible producir más residuos de los que el ecosistema puede asimilar, poniendo en riesgo su existencia y la vida humana. La segunda advierte la inviabilidad de la explotación de los sistemas biológicos que sobrepasan sus límites renovables, es decir, no se puede exceder su rendimiento sostenible (Daly, 1990), pues de lo contrario se estaría acabando con dichos sistemas e, indirectamente, con la humanidad.

Todo lo mencionado anteriormente demanda un “conocimiento profundo de la estructura y la forma en la que funcionan los ecosistemas naturales, los cuales son la base de la vida de los seres humanos y de las sociedades” (Farras, 1980). Es decir, para que la economía y la actividad humana puedan perdurar, es necesario tener claro el conocimiento sobre los límites físicos y conceptuales del ecosistema. De esta manera, los procesos económicos estarían regulados considerando los impactos ambientales, preservando la naturaleza y asegurando el futuro de las próximas generaciones.

Una vez explicado las principales características de la economía ecológica, los siguientes párrafos abordan el tema del metabolismo social, uno de los principales enfoques de este campo, que tiene como fin el análisis de la relación entre economía y medio ambiente, cuyos conceptos son importantes para la presente investigación.

La socióloga Marina Fischer-Kowalski (1998) ha investigado la historia del uso del concepto de “metabolismo”, en el que explica que este término ha sido utilizado indirectamente en varias disciplinas como la biología, la ecología, la antropología

cultural, la sociología y geografía social, es decir, este concepto fue aplicado en distintos sistemas sociales. Además, relata ejemplos sobre las diversas modificaciones del perfil metabólico en algunas sociedades; por ejemplo, en el caso de la utilización de ollas de barro y, posteriormente, las de metal, en el que ahora la extracción de arcilla es menor pero la de metales, mayor. Es así como va cambiando el perfil metabólico de las naciones, por ende, el entendimiento del metabolismo como un proceso material y energético dentro de la economía y sociedad, es un aporte que contribuye al debate sobre la sostenibilidad de las actividades económicas.

Para ello, se revisó a diversos autores en el campo de la ecología y biología, y luego se examinó el uso del concepto en las ciencias sociales. Primeramente, Purves et al. (1992, como se citó en Fischer-Kowalski, 1998) explica que “para sostener el proceso de vida, una célula típica realiza miles de reacciones bioquímicas cada segundo. La suma de todas las reacciones biológicas constituye el metabolismo. ¿Cuál es el propósito de esas reacciones del metabolismo? Las reacciones metabólicas convierten la materia prima, obtenida del medioambiente, en los bloques construidos de proteínas y otros componentes únicos al organismo” Es decir, las células llevan a cabo reacciones bioquímicas todo el tiempo, como el convertir materia prima, obtenida del medio ambiente, en bloques de proteína y otros compuestos importantes para el cuerpo, con la finalidad de su subsistencia. En síntesis, “el metabolismo es la totalidad de las reacciones bioquímicas en un ser vivo” (Fischer-Kowalski, 1998, p. 62).

Una vez estudiado el aspecto biológico y ecológico es importante para esta investigación analizar el aspecto social del metabolismo. En ese sentido, Fischer-Kowalski (1998), señala que el metabolismo de la sociedad no es más que la suma del metabolismo total de todos los miembros humanos, como organización, en busca de lograr su supervivencia. Este metabolismo requiere entradas de materiales del medio ambiente y devuelve estos materiales al medio ambiente de una forma diferente. Así, desde la perspectiva de los economistas ecológicos, el “sistema económico en un sentido biofísico, se considera como un organismo, que extrae del ambiente materiales y energía de alta calidad, para procesarlos, y posteriormente, devolverlos al ambiente bajo la forma de residuos de baja calidad” (Silva-Macher, 2007, p. 8).

Dicho de otra manera, empleando las palabras de la guía metodológica Eurostat (2018), la economía de una nación se encuentra en una relación de intercambio físico continuo y, al igual que el metabolismo de un organismo, su funcionamiento depende de la entrada y salida (intercambios externos) de materiales y energía. Además, el manual sugiere que el tamaño y la composición de este rendimiento físico determina el perfil metabólico del sistema económico y su impacto en el medio ambiente. A partir de este pensamiento se puede analizar temas como la relación entre comercio internacional y medio ambiente, y la sustentabilidad.

### **1.3. Comercio internacional y medio ambiente**

El comercio exterior se caracteriza por el intercambio de bienes que se da entre los países y por los beneficios monetarios que trae. La mayoría de las economías latinoamericanas tienen un carácter extractivista, “han sido exportadoras netas de productos primarios con poco valor añadido mientras que han tendido a importar bienes manufacturados a precios más elevados” (Russi et al., 2008; Williamson, 2011; West & Schandl, 2013, como se citó en Infante-Amate, 2020). Esto significa que los países se dedican en mayor medida a la exportación de materias primas dejando de lado a otras actividades económicas en las que se pueden especializar. Asimismo, tienden a exportar mayor volumen de productos a precios bajos, mientras que importan menor cantidad de estos a precios más altos. “Este patrón de especialización comercial tiene implicaciones negativas para el desarrollo económico, el medio ambiente y, en general, para el bienestar de los habitantes de la región” (Prebisch, 1981; Ross, 1999; Sachs & Warner, 2001; Williamson, 2011; Hornborg, 2012; Bértola & Ocampo, 2013, como se citó en Infante-Amate, 2020). Todo ello se refleja en el incremento de conflictos socioambientales que muestra el descontento de los habitantes que viven en zonas aledañas a campamentos mineros, ya que estos generan mucha contaminación y también perjudican, en gran medida, la salud de las personas.

Bajo una perspectiva de sostenibilidad, que se verá con profundidad en la siguiente sección, se debe considerar que existen dos corrientes: la sostenibilidad débil y fuerte. La sostenibilidad débil tiene “argumentos a favor de la liberalización del comercio, porque la competencia internacional, motiva el crecimiento económico, las economías de escala, y los avances tecnológicos, mejorando la ecoeficiencia del

sistema” (Silva-Macher, 2007, p. 25). Mientras que el paradigma de la sostenibilidad fuerte tiene una postura en contra del libre comercio porque pese a contar con mejoras de ecoeficiencia, las cantidades absolutas siempre aumentan con el incremento del comercio, produciendo mayor presión ambiental (p. 26). Es necesario hacer una evaluación con respecto a las consecuencias que trae el comercio, no solo pensar en los beneficios monetarios que genera sino también analizar el daño ambiental que hay de por medio, que va más allá de una compensación monetaria.

Además, otro concepto importante es el intercambio ecológicamente desigual. En este intercambio, “los países periféricos exportan bienes con un alto contenido de sus recursos naturales —en términos de materiales y energía— a cambio de bienes producidos en los países centrales que tienen un menor contenido de recursos naturales —y que por lo tanto implican una menor transferencia de materiales y energía” (Peinado, 2018, pp. 53-54). Por ejemplo, el caso de la gran explotación de minerales en el Perú y los otros países sudamericanos, a cambio de productos manufacturados importados de países desarrollados. Asimismo, el autor hace una comparación entre lo que es el intercambio desigual y el intercambio ecológicamente desigual. En el primero la clave eran los procesos de acumulación de capital manufacturado entre los países del centro y la periferia, mientras que en el segundo el eje de la desigualdad es la acumulación/ desacumulación de capital natural (p. 54). Es decir, en un intercambio desigual el medio ambiente no tiene relevancia ya que se da mayor importancia a los productos manufacturados, a diferencia del intercambio ecológicamente desigual.

El economista Guillermo Peinado señala que “la base filosófica del intercambio ecológicamente desigual es que los valores no son necesariamente precios, sino que cada operación de comercio internacional puede ser medida a través de otros instrumentos y, por lo tanto, mostrar otras dimensiones ocultas del fenómeno” (2018, p. 60). Esto es porque no todo puede ser valorizado en términos monetarios ya que no es una medida objetiva. La particularidad de ser independientes de la utilización de precios para la estandarización de bienes intrínsecamente diferentes también se puede lograr a través de los indicadores de los flujos de materiales y energía (Peinado, 2018, p. 59) que más adelante se verá para el caso peruano con la metodología de contabilidad de flujos materiales.

Así, por todo lo mencionado, el comercio internacional y su relación con el medio ambiente, que forma parte de los estudios de la Economía Ecológica y el metabolismo social, es relevante para la evaluación del impacto que tienen las actividades extractivas de una nación en su entorno natural con la finalidad de plantear políticas más integrales direccionadas al desarrollo sostenible del país. En esa línea, para un mejor entendimiento del marco teórico de esta investigación, en el siguiente apartado se abordará el tema de la sostenibilidad/sustentabilidad.

#### **1.4. Sustentabilidad**

“El desarrollo sostenible hace referencia a la capacidad que haya desarrollado el sistema humano para satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer los recursos y oportunidades para el crecimiento y desarrollo de las generaciones futuras” (Brundtland, 1989). Es decir, se refiere a un uso inteligente y cuidadoso de los recursos naturales en el presente para que las próximas generaciones aún puedan gozar de estos en el futuro. Sin embargo, José Naredo y Eric Gómez-Baggethun (2012) argumentan que antes de esta definición de “desarrollo sostenible”, existía el término “ecodesarrollo” que cuestionaba al modelo consumista y depredador de los países desarrollados. Ahora el término de desarrollo sostenible trasladaba la responsabilidad a los países pobres por la falta de conciencia ecologista y por los bajos niveles de crecimiento económico que no les permitía tener el avance tecnológico suficiente para un uso eficaz de los recursos naturales. Asimismo, los autores señalan que el modelo de desarrollo convencional es ambiguo pues solo se centra en una equidad intergeneracional sin tomar en cuenta los límites físicos del crecimiento económico.

La sostenibilidad tiene que ver sobre todo con el tamaño que la esfera de las actividades económicas representa en el total de la biosfera, esto es, con la “escala” del sistema económico. Y una buena forma de medir ese tamaño o «escala» en términos físicos normalmente pasa por contabilizar los flujos de energía y materiales que recorren la economía de un país, de modo que el afán por hacer operativa esa noción de “sostenibilidad” más allá de los simples indicadores monetarios, viene a abrir una etapa especialmente fértil para el conocimiento de las “bases materiales de las economías industriales”. (Carpintero, 2015, p. 113-114).

A lo largo de los años, se ha planteado el debate acerca de si la economía es un subsistema de la ecología o viceversa. La teoría neoclásica considera que el medio ambiente es una parte de la economía, una parte encargada de proveer flujos, recursos naturales y de recibir un flujo de residuos. Para incorporar el medio ambiente dentro de los modelos económicos de optimización lo que se necesita es valorar monetariamente todos estos flujos de recursos naturales que forman parte del proceso económico. Sin embargo, la valoración monetaria puede llegar a no ser una buena aproximación ya que no incluye el verdadero valor que debe tener un recurso o un flujo. En ese sentido, es necesario considerar a la economía como parte de la ecología, pues provee recursos naturales destinados a empresas o fábricas para ser transformados y vendidos en el mercado provocando un aumento en el consumo y presión ambiental.

Es importante recalcar que también hay estudios con respecto a lo que es la sustentabilidad débil y fuerte. “La primera reconoce la necesidad de promover un desarrollo que no destruya la base ecológica, y defiende la idea de que los impactos negativos ambientales pueden ser compensados por el crecimiento económico o resueltos por el desarrollo tecnológico” (Crespo-Marín y Pérez-Rincón, 2018). Es débil porque evade el problema del agotamiento de los recursos naturales, ya que supone que otras formas de capital se pueden sustituir. Por otro lado, “la sustentabilidad fuerte parte del hecho de considerar la imposibilidad de sustitución de muchas de las funciones y servicios ambientales, por lo cual considera que el capital creado por la sociedad y el capital natural más que sustituibles son complementarios” (Crespo-Marín y Pérez-Rincón, 2018). Para ello, es necesario tener en cuenta que existen leyes y límites dentro de la naturaleza que deben ser respetados, de lo contrario, se producirá un agotamiento de los recursos naturales que perjudicará a todos. Martínez-Alier (2009) también profundiza sobre los términos de sustentabilidad débil y fuerte. La sustentabilidad débil permite la sustitución del llamado “capital natural” por el manufacturado, mientras que la fuerte se refiere al mantenimiento de los recursos y servicios naturales físicos.

## **Capítulo 2. Estado de la cuestión**

### **2.1. Aplicación de la contabilidad de flujos materiales en América Latina**

En esta sección se muestran investigaciones que han utilizado la contabilidad de flujos materiales para analizar la correlación de los términos de intercambio con la balanza comercial física (PTB) y monetaria junto con la evolución del perfil metabólico para los países de América del Sur.

Samaniego et. al (2015) hizo una investigación sobre la evolución de los términos de intercambio comercial y las consecuencias en la balanza comercial física y monetaria en países de la región andina, que incluyó Ecuador, Colombia y Perú. En este señala que estructuralmente existe una relación de intercambio no favorable observado en dos aspectos, por un lado, encontró persistentes déficits físicos, lo cual significa que se exporta un mayor volumen de materiales con respecto a lo que se importa. Esto se debe a que las economías se dedican a la exportación de sus materias primas, una actividad que se practica desde hace épocas atrás. Por otro lado, la balanza comercial monetaria resulta contraproducente ya que conduce a un mayor endeudamiento y a una salida de reservas monetarias, lo que podría llevar a exportar cada vez más, generando mayores daños ambientales y elevando el descontento popular expresado a través de movimientos de justicia ambiental.

En adición, el artículo de Samaniego, Vallejo y Martínez-Alier (2017) es una extensión de la investigación presentada por los mismos autores en el año 2015, con la diferencia de que se incorporan dos países más que son Argentina y Brasil. De esta manera, en el estudio se plantea que la composición del comercio tuvo influencia en que los términos de intercambio no hayan cambiado en los países estudiados, pues para comprar productos importados se requiere el doble o triple de los ingresos generados por las exportaciones. Asimismo, se sostiene que el déficit en los flujos materiales, expresados en términos monetarios, no implica una balanza comercial positiva, por el contrario, se ha experimentado coincidencias en los déficits físicos y comerciales en los últimos años.

Agregando a lo anterior, los estudios realizados por Silva-Macher (2007) y Grettel Minaya (2018) centran su atención en la variación de los flujos materiales dentro de la economía peruana. Por un lado, se observa que Silva-Macher (2007)

examina principalmente el perfil metabólico del Perú entre los años 1980-2004 y encuentra que la extracción de recursos naturales se incrementó debido a los cambios estructurales que se dieron durante ese periodo. Por otro lado, Grettel Minaya (2018) se enfoca en la elaboración de la Curva de Kuznets Ambiental para el Perú. Esta teoría plantea que el crecimiento económico trae consigo grandes niveles de contaminación, sin embargo, a medida que crece la economía y los avances tecnológicos, estos problemas ambientales pueden ser reducidos una vez alcanzado el punto de inflexión. En el caso peruano, la autora confirma la relación directa entre crecimiento económico y contaminación y se menciona que la curva puede ser considerada como una fotografía de la estructura económica desde la dimensión del metabolismo social; no obstante, el análisis muestra que aún no se logra ese punto de inflexión, por ende, la presión ambiental sigue aumentando.

Asimismo, Crespo-Marín y Pérez-Rincón (2018) hacen un estudio sobre el metabolismo social en economías de la región andina y la centroamericana. Los autores analizan estos países a través de la metodología de la contabilidad de los flujos materiales. Ellos encuentran que la región andina, conformada por Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, es 9.4 veces más grande que la centroamericana, constituida por Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. Sin embargo, el tamaño de la economía es sólo 5.4 veces mayor. Algunos de sus resultados muestran que en ambas regiones se produce una materialización absoluta de la economía, ya que ambos aumentaron el uso y extracción de los recursos materiales.

Además, tanto la región andina como la centroamericana cambiaron su estructura metabólica debido a las políticas públicas, la dinámica económica y el marco internacional, lo que ha generado procesos de especialización productiva en el sector primario exportador. Cabe resaltar que, al especializarse tanto en una actividad, la minería en el caso del Perú, se deja de lado otras actividades que podrían contribuir al crecimiento económico y a la misma vez ser más sustentables. Estos cambios de estructura reflejan que la economía andina se caracteriza por ser más extractiva en comparación con la región centroamericana. También, hubo transiciones urbano-industriales de las regiones con dos importantes consecuencias socioambientales, primero, la seguridad alimentaria y, segundo, la necesidad de impulsar políticas

ambientales más activas para neutralizar efectos ecológicos de la minería y la extracción de energía fósil. Por último, la actividad económica de la región centroamericana produce dos veces más presión ambiental por kilómetro cuadrado en comparación con la región Andina (Pérez-Rincón y Crespo-Marín, 2018).

El trabajo de Infante-Amate et al. (2020) muestra el análisis del flujo total de materiales exportados e importados en las economías latinoamericanas desde principios del siglo XX hasta el año 2016. En el estudio se toman en cuenta 16 países del centro y sur de América Latina, en el que se aprecian como principales proveedores de productos diversificados y poco procesados, tales como metales, agrícolas, agropecuarios y combustibles fósiles al mercado internacional. Este estudio global concluye que los países de América Latina tienen una relación de intercambio desfavorable con el exterior, al ser exportador de materias primas e importador de productos manufacturados generando mayor contaminación en sus territorios para cubrir los precios de importaciones. Cabe resaltar que estos costos ambientales de por medio no son considerados en los precios de productos exportados.

El texto de Russi et. al (2018) estudia la evolución de flujos materiales en 4 países latinoamericanos: México, Chile, Perú y Ecuador. Para ello, se utiliza el modelo MFA y se analizan indicadores biofísicos, como la entrada directa de materiales, consumo directo de materiales, balanza comercial física, exportaciones e importaciones. En esa instancia, se encuentra que todos esos países a raíz de las reformas neoliberales a partir de los años 90s han intensificado la extracción de materias primas (biomasa, combustibles fósiles y metales). Asimismo, se plantea que los indicadores biofísicos muestran el deterioro de los términos de intercambio en estos países, puesto que los ingresos de los productos exportados no son suficientes para cubrir la demanda de los productos importados cayendo en mayor endeudamiento. Del mismo modo, el intensivo patrón metabólico basado en actividades extractivas produce no solo impactos en la naturaleza, sino también en la esfera social reflejados en incrementos de conflictos socioambientales.

## 2.2. Conflictos socioambientales

Los conflictos socioambientales son principalmente estudiados por la ecología política, sin embargo, para esta investigación también es importante mencionar que estos confrontamientos tienen vínculo con la economía ecológica puesto que estos se generan por el crecimiento y las variaciones en el metabolismo social. “Tales conflictos son a menudo concursos de valoración; los actores sociales de estos conflictos expresan valores que no pueden reducirse a la contabilidad económica” (Martínez-Alier, 2023, p. 12). Esto significa que las comunidades que viven cerca a zonas extractivas tienen una visión distinta a las grandes empresas. No es que sean ambientalistas, sino que valoran los recursos que la naturaleza provee, pues es su principal fuente de ingresos siendo necesarios para sobrevivir.

“Un conflicto ambiental se reconoce como la manifestación de las contradicciones sociales en la relación ser humano-naturaleza entre dos o más actores representados por comunidades, empresas privadas nacionales, extranjeras o el Estado, debido a una actividad humana que modifica la dinámica histórica de un lugar en relación al uso del ambiente” (Pérez-Rincón y Vargas Morales, 2016, p. 3). Estas actividades, que son en su mayoría extractivas, producen diferentes impactos en el estilo de vida de las comunidades perjudicando el agua, aire, suelo y la salud de los pobladores.

Bajo el argumento de generar mayor crecimiento o desarrollo económico a la sociedad, las grandes empresas son indiferentes al descontento que se genera en la población, el cual se ve reflejado en el aumento de movilizaciones sociales (marchas, denuncias, paros, huelgas y protestas) por conseguir justicia ambiental, buscando tener un medio ambiente sano y libre de contaminación capaz de proveer recursos para los agricultores. En ese sentido, Pérez-Rincón y Vargas Morales (2016) sostienen que las luchas se originan por la valoración de la naturaleza como proveedora de medios de vida y sustento para muchas comunidades.

Asimismo, Joan Martínez-Alier (2009) explica que este enfrentamiento entre comunidades y corporaciones es un problema de antaño ya que las actividades extractivas se realizan desde hace muchos años atrás. Ejemplo de ello es Huancavelica que proporcionaba azogue (mercurio) a Potosí en el siglo XVI y la plata que se explotaba en tiempos coloniales y poscoloniales (p. 86). En esa misma línea,

el autor relata problemas sobre la extracción del oro, señala que “el oro deja tras de sí enormes mochilas ecológicas y contaminación con mercurio o cianuro” (Martínez-Alier, 2009, p. 138). Este uso de cianuro contamina los peces, el agua y causa daños ecológicos para la población. Asimismo, se mencionan también casos como Cajamarca en el que la población es desplazada forzosamente de sus comunidades para favorecer a las compañías mineras vendiendo sus propiedades a unos pocos dólares.

Según el informe de la Defensoría del Pueblo (2019), para el año 2019 se reportaron 184 casos de conflictos a nivel nacional, siendo el 69% de estos de carácter socioambiental y, de este porcentaje, el 65.4% corresponde a conflictos vinculados a la minería y el 45.2% a conflictos sociales. Ancash fue la región que concentró la mayor cantidad de conflictos (21), seguida de Cusco (19) y Loreto (15). Cabe resaltar que Ancash es una región caracterizada por la fuerte presencia de actividad minera, “para el período 2007-2017, el 49.8% de la economía ancashina se concentró en el sector minero, una proporción largamente mayor al del promedio nacional (14.1%)” (IPE, 2018). Esto demuestra que no necesariamente la práctica del extractivismo se traduce en bienestar para la población, por el contrario, produce molestias.

Además, Raquel Neyra (2019) señala que la mayoría de los conflictos del país se desarrollan en la zona andina especialmente en las zonas más pobladas donde las personas tienen más facilidades para expresar sus disconformidades a través de protestas. Para llegar a estas conclusiones, la fuente principal utilizada por la autora fue el EJAtlas (<https://ejatlas.org/>) página en la que se puede encontrar diversos casos de conflictos socioambientales a nivel mundial agrupados por categorías, como deforestación, contaminación de agua, tierra y aire, y pérdida de biodiversidad.

### **Capítulo 3. Metodología**

Para el estudio del metabolismo social destacan un grupo pequeño de metodologías como el Análisis Integrado Multiescala del Metabolismo Social y Ecosistémico (MuSIASEM) y la Contabilidad de flujos materiales (MFA), el cual es utilizado como método principal de esta investigación. Según Julien-Francois Gerber y Armin Scheidel (2017), la diferencia entre estos dos modelos radica en que el objetivo del MFA es complementar los indicadores monetarios generales de las cuentas nacionales con indicadores biofísicos, mientras que el MuSIASEM busca integrar el enfoque de sistemas jerárquicos complejos en evaluaciones de sostenibilidad. Asimismo, el MFA caracteriza y compara las sociedades a través del espacio y tiempo, se centran en las tendencias a largo plazo y las transiciones históricas de las sociedades; el MuSIASEM, por su parte, se utiliza para diagnosticar y simular las economías a través del espacio y escala, se enfoca en las dimensiones biofísicas de las sociedades en relación con sus subsectores funcionales.

A continuación, se explicará a detalle el instrumento MFA, así como sus indicadores derivados. También se presenta las principales fuentes para la recopilación de datos y las limitaciones del trabajo.

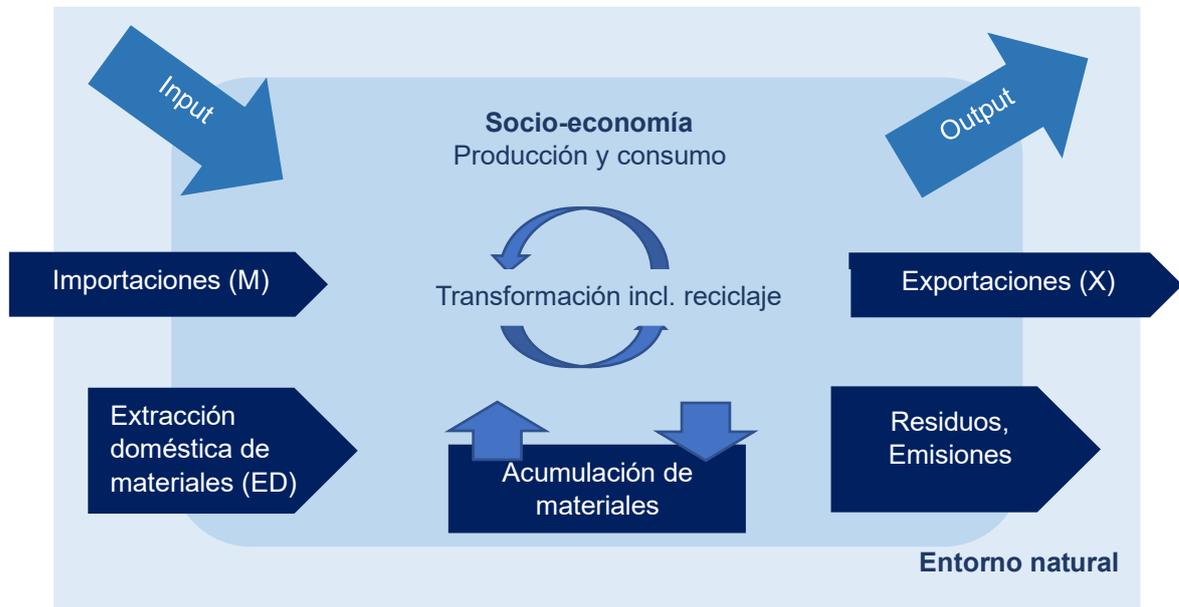
#### **3.1. Contabilidad de Flujos Materiales**

La contabilidad de flujos de materiales (MFA) permite analizar el metabolismo social de un territorio con indicadores agregados. Del mismo modo, revela la tendencia histórica en el uso de materiales. Ofrece indicadores estandarizados y comparables que provienen de un largo proceso de homogeneización y consolidación (Infante-Amate et al., 2020).

Según el Eurostat (2018), el sistema MFA registra las entradas y salidas de materiales de un proceso económico con el propósito de describir la interacción física de la economía nacional con la naturaleza y el resto del mundo. Los flujos engloban materiales sólidos, líquidos y gaseosos excepto flujos de agua y aire. A través del Sistema Estadístico Europeo se establece una guía metodológica para la recopilación de datos contando con una cobertura legal. Es conveniente enfatizar que, al igual que otras cuentas ambientales, el MFA tiene conceptos, principios y clasificaciones compatibles con las cuentas nacionales permitiendo el análisis integrado de temas

ambientales y económicos. La representación gráfica puede ser observada en la Figura 3.

Figura 3. Esquema general de MFA en la economía



Fuente: Adaptado de UNEP (2021)

En la Figura 3 el lado izquierdo representa la entrada de materiales (input) que son destinados al conjunto de actividades económicas realizadas en una sociedad; no obstante, estas son posibles pues el entorno natural es el principal suministrador de insumos. El input incluye las importaciones provenientes de otras economías y la extracción doméstica procedente de recursos nacionales. Una vez introducidas, forman parte del proceso de producción y consumo. El primero gasta energía y materiales generando bienes, residuos y emisiones (output). Una parte de lo producido son las exportaciones dirigidas a diversos países y otra forma parte de la acumulación de materiales. En esa línea, el proceso de consumo guarda relación con la producción, ya que no se produce si no hay demanda (Eurostat, 2018). Por lo tanto, el incremento acelerado de ambos, si se tiene en consideración los límites de la naturaleza, puede originar mayor presión ambiental.

De acuerdo con la guía metodológica diseñada por Eurostat (2018), los flujos físicos de materiales se pueden separar en categorías, clases, grupos y subgrupos de materiales. Como lo menciona el manual, las tres principales categorías para

caracterizar la extracción doméstica y las exportaciones e importaciones físicas se muestran en la Tabla 1.



Tabla 1. Clasificación de flujos materiales

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fuente</b>
<b>Biomasa</b>	Material orgánico extraído y consumido por las personas y el ganado	
Cultivos alimenticios	Toda la biomasa potencialmente comestible de las tierras de cultivo más los cultivos alimentarios comercializados.	FAOSTAT (2020)
Forraje	Todos los cultivos forrajeros incluyendo la cosecha de biomasa de los pastizales y la biomasa de pastoreo más los alimentos para ganado importados y exportados.	FAOSTAT (2020)
Animales	Todos los animales cazados o capturados sumado al ganado importado y exportado.	FAOSTAT (2020)
Madera	Toda madera comercializada y aprovechada para producción industrial.	FAOSTAT (2020)
<b>Combustibles fósiles</b>		
Carbón	Todos los tipos de carbón.	USGS (2020)
Petróleo	Todos los tipos de petróleo.	USGS (2020)
Gas natural	Todo tipo de gas natural.	USGS (2020)
Otros combustibles fósiles	Turba y todos los productos comercializados manufacturados predominantemente a partir de combustibles fósiles, como plásticos, productos farmacéuticos y fertilizantes nitrogenados.	USGS (2020)
<b>Minerales</b>		
Minerales metálicos	Minerales metálicos. En las importaciones y exportaciones también se consideran todos los productos a base de metales y los productos predominantemente provenientes de metales.	USGS (2020) INEI (2020) BCRP (2020)
Minerales industriales	Todos los minerales no metálicos utilizados predominantemente para procesos industriales (excluyendo combustibles fósiles)	USGS (2020) INEI (2020)
Minerales de construcción	Todos los minerales utilizados en la construcción.	USGS (2020) INEI (2020)
<b>Comercio internacional biofísico</b>	Importaciones y exportaciones en volúmenes físicos obtenidos por el COMTRADE	COMTRADE (2020)

Fuente: Adaptado de Crespo-Marín, Pérez-Rincón (2018) y Eurostat (2018)

Los indicadores del MFA se pueden clasificar como extensivos e intensivos. Como señala Silva-Macher (2007), el primero refleja cómo cambian los flujos de acuerdo al tamaño del sistema, mientras que el segundo es independiente de la magnitud de este. Estos indicadores se encuentran resumidos en la Tabla 2.

Tabla 2. Indicadores

Indicador	Abrev.	Cálculo	Descripción
Extracción doméstica de materiales	ED	-	Mide los flujos de materiales provenientes del medio ambiente nacional que ingresan, en términos físicos, al sistema económico para su posterior transformación o consumo directo. Se pueden convertir en productos o se acoplan a ellos, generalmente, tienen valor económico, es decir, son utilizados por la economía.
Entrada directa de materiales	DMI	ED + M	DMI calcula la entrada de todos los materiales que tienen valor económico y se utilizan en actividades de producción y consumo. DMI es igual a la suma de la extracción de material nacional (ED) y las importaciones (M).
Consumo doméstico de materiales	DMC	DMI – X	DMC mide la cantidad total de los flujos materiales empleados directamente en una economía, es decir, excluyendo los flujos indirectos. Se calcula como la diferencia de DMI y las exportaciones (X).
Balanza comercial Física	PTB	M – X	La balanza comercial física muestra el déficit o superávit del comercio internacional en términos físicos de una economía. PTB es igual a las importaciones(M) menos las exportaciones (X).
Productividad material		PBI/DMC	Se define como la relación entre el PBI y el DMC. Es un indicador del valor económico producido por una unidad de consumo material. Asimismo, con el tiempo, refleja si se logra desvincular el uso de materiales del crecimiento económico. También se le denomina eficiencia de los recursos.
Intensidad material		DMC/PBI	La intensidad material es el consumo de material necesario para producir una unidad de PBI.
Intensidad per cápita		ED/ población DMI/ población DMC/ población	Relación entre los flujos materiales extensivos y la población. Indicadores de la presión ambiental por habitante.
Intensidad territorial		ED o DMI / superficie total	Indica la escala física de la economía frente a su entorno natural. Se define como la relación de ED o DMI entre la superficie total del país o región.
Dependencia doméstica de recursos		ED/DMC	Es un indicador de la dependencia física del sistema económico respecto a la extracción doméstica de materiales.

Fuente: adaptado de Eurostat (2018), UNEP (2021) y Weisz et. al (2004)

### **3.2. Materiales o fuentes de información**

Para la presente investigación la base de datos ha sido recopilada de fuentes nacionales e internacionales consistentes con la guía metodológica de Eurostat (2001) y sus actualizaciones de 2013 y 2018. En el manual se distinguen tres principales categorías: biomasa, minerales y combustibles fósiles.

Por un lado, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) es una fuente confiable y reconocida que cuenta con estadísticas para el Perú y el resto del mundo desde 1980 siendo utilizada para la compilación de las subcategorías de biomasa. Por otro lado, para la selección de datos de la segunda categoría, minerales, se utilizó las estadísticas del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS), la información del Instituto Nacional de Estadística e Informática y del Banco Central de Reserva del Perú. Por otra parte, en el caso de combustibles fósiles se empleó las estadísticas de la Agencia Internacional de Energía (IEA). Por último, las exportaciones e importaciones peruanas en volúmenes físicos fueron obtenidas del repositorio estadístico oficial de UN Comtrade que brinda datos comerciales detallados a nivel mundial. Asimismo, es preciso señalar que la Clasificación Estándar de Comercio Internacional – Revisión 2 (SITC-Rev.2) fue empleada para clasificar todos los productos de acuerdo a las tres principales categorías.

Al construir la base de datos se encontró ciertas limitaciones. Por ejemplo, algunos datos no estaban completos durante periodos de hasta 3 años consecutivos, por lo que se tuvo que hacer una interpolación lineal para que los resultados no se vean alterados y sean consistentes.

## Capítulo 4. Resultados

En el presente capítulo se muestra los resultados cuantitativos de la contabilidad de flujos materiales (MFA) para el Perú entre los años 1980 - 2019. Primero, se expone los indicadores extensivos que incluye la extracción doméstica, la entrada directa de materiales, el consumo doméstico de materiales y la balanza física comercial. Luego, los indicadores intensivos relacionados con la población, superficie nacional y el producto bruto interno (PBI).

### Indicadores extensivos

Tabla 3. Indicadores extensivos (miles de toneladas)

Indicador	1980	1990	2000	2010	2019
<b>ED</b>	178.587	185.193	384.819	593.513	794.806
<b>Importaciones</b>	2.924	4.924	12.038	16.857	24.844
<b>Exportaciones</b>	10.438	10.083	15.380	26.931	25.508
<b>DMI</b>	181.511	190.117	396.857	610.370	819.650
<b>DMC</b>	171.073	180.034	381.477	583.439	794.142

Fuente: Elaboración propia

En general, la Tabla 3 muestra que durante el periodo de estudio los flujos de materiales se han incrementado notablemente. En otras palabras, la economía extrae cada vez más recursos del medio ambiente, por ende, aumenta también la presión ambiental. Esto se debe a los cambios estructurales que atravesó el Perú en los 90s y por la mayor apertura de la economía. Del mismo modo, la entrada directa de materiales, es decir la extracción junto con las importaciones, para los procesos productivos también ha aumentado decir del consumo directo de materiales. Cabe resaltar que hay similitud entre los datos de DMI, DMC y ED.

Figura 4. Extracción Doméstica del Perú 1980-2019

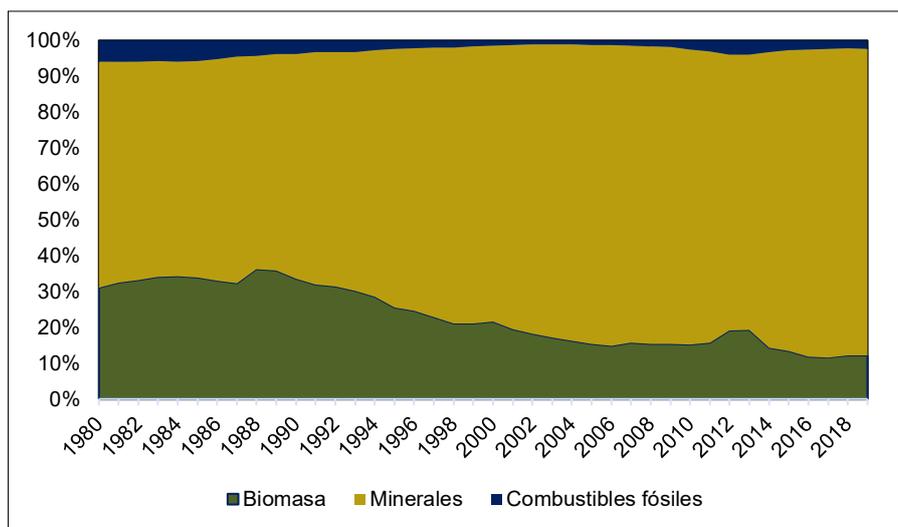


Fuente: FAOSTAT, USGS, IEA.

Elaboración propia.

En la Figura 4, a lo largo de los años de estudio se observa una tendencia creciente en la extracción de materiales del territorio nacional. Esta creció a una tasa promedio anual de 8,6% debido a las reformas neoliberales de la década de los noventa en la cual el crecimiento empezó a ser más pronunciado. Esta tendencia ha sido aproximadamente 4 veces más grande, pues en el año 1980 la explotación de materiales era de 178,5 millones de toneladas mientras que para el 2019 esta cifra ascendió a 794,8 millones de toneladas, reflejando así un aumento significativo en la actividad extractiva peruana. Sin embargo, entre los años 2011 y 2012 hubo una caída en la extracción debido al contexto internacional, pues los principales demandantes (China y países europeos) de los recursos peruanos se encontraban en crisis económica. Posteriormente, con la recuperación de dichas economías la tendencia en el uso de materiales siguió siendo creciente y acelerada.

Figura 5. Composición de la extracción doméstica



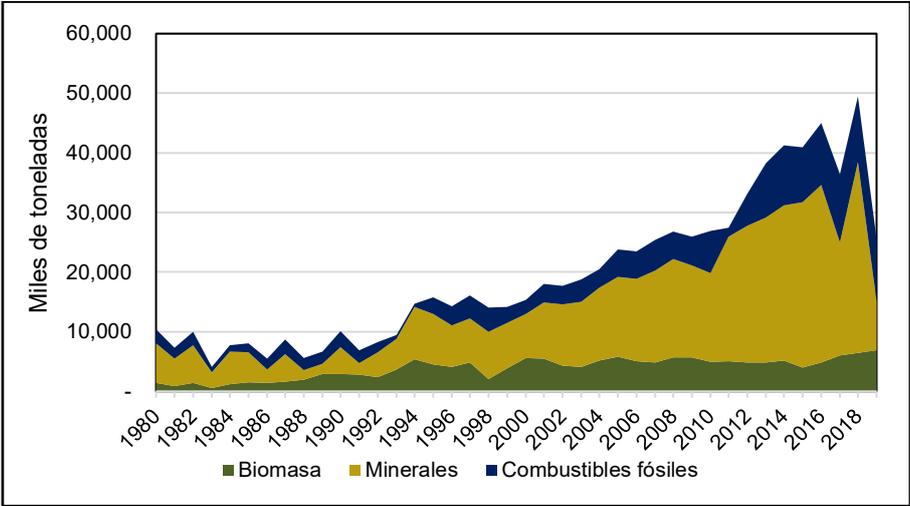
Fuente: FAOSTAT, USGS, IEA.

Elaboración propia.

La Figura 5 expone la composición y el tamaño de la extracción doméstica. Esta se encuentra compuesta por biomasa, minerales y combustibles fósiles. Es evidente que al inicio de los años de esta investigación el 30% de la composición del uso de los recursos pertenecía a la biomasa; sin embargo, con el paso de los años se ha reducido, siendo ahora aproximadamente el 10%. Por otro lado, los minerales eran 60% de la extracción al inicio de 1980, pero comienza a abarcar más de esta a partir del año 1990 con los cambios estructurales en la economía, los cuales promovían la industria minera, llegando así a ser el 80% aproximadamente de la extracción. En el caso de combustibles fósiles, también hubo transformaciones ya que ha disminuido su explotación nacional a lo largo de los años de estudio.

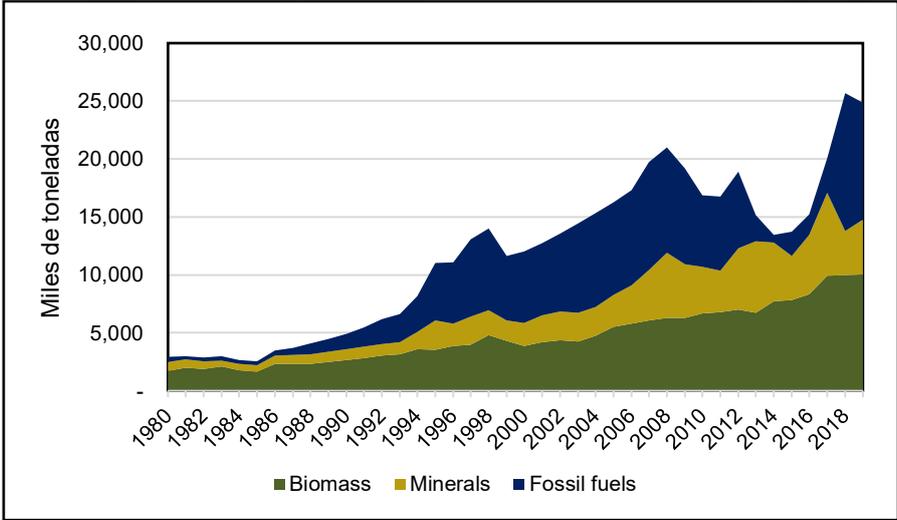
Dentro de la biomasa, los cultivos alimenticios y el forraje son las subcategorías que utilizan más recursos, ya que conforman entre el 79% y 85% de esta. Sin embargo, el porcentaje que ocupa cada una de ellas ha variado a lo largo del tiempo, pues, por un lado, en el año 1980 el primero representaba el 22% de la biomasa total y para el 2019 representó el 36%. Por otro lado, los cultivos forrajeros pasaron de ser el 57% de la biomasa en el 1980 a ser el 48% en el año 2019. Asimismo, en el caso de los minerales, han predominado la extracción de los minerales metálicos y los de construcción y, en el caso de los combustibles fósiles, la subcategoría predominante ha sido el petróleo.

Figura 6. Exportaciones físicas del Perú 1980-2020



Fuente: UN comtrade.

Figura 7. Importaciones físicas de Perú 1980-2020



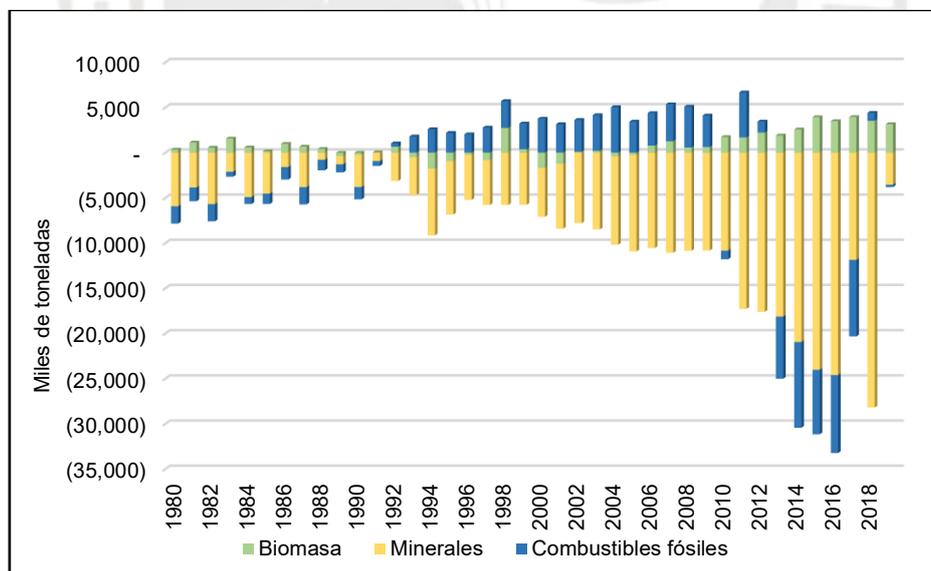
Fuente: UN comtrade.

Otro de los indicadores relacionados con el tamaño del sistema son las importaciones y exportaciones en volúmenes físicos. En la Figura 6, para el caso del Perú, se observa una clara diferencia en la composición del comercio, pues en lo que corresponde a la exportación predomina los minerales, específicamente los metálicos en comparación con los industriales y los de construcción, y tiende a incrementarse significativamente con el paso de los años. También, en el caso de los combustibles

fósiles, la subcategoría predominante ha sido el petróleo y sus derivados, mientras que en el caso de la biomasa fueron los animales, que incluye especialmente la harina de pescado, puesto que “es rica en proteínas y se utiliza para la alimentación de aves, cerdos, y ganado, así como para la industria de la acuicultura, especialmente en China, lo cual significa que el ser humano captura, procesa, y transporta peces para alimentar a otros peces, con todos los impactos ambientales que esta actividad genera” (Silva-Macher, 2007, p. 16).

Otro de los indicadores importantes para analizar es el de las importaciones físicas. Al observar la Figura 7, se concluye que el Perú importa en mayor medida productos correspondientes a la biomasa y combustibles fósiles. Esto se debe a que al dedicarse a la extracción de minerales no diversifican otras que pueden dinamizar la economía de manera sostenible, por lo tanto, dependen mucho de un solo tipo de material prima que puede agotarse ya que se trata de un recurso no renovable. En el caso de las importaciones, los productos que más contribuyen son los alimentos y el petróleo.

Figura 8. Balanza comercial física Perú 1980 – 2019

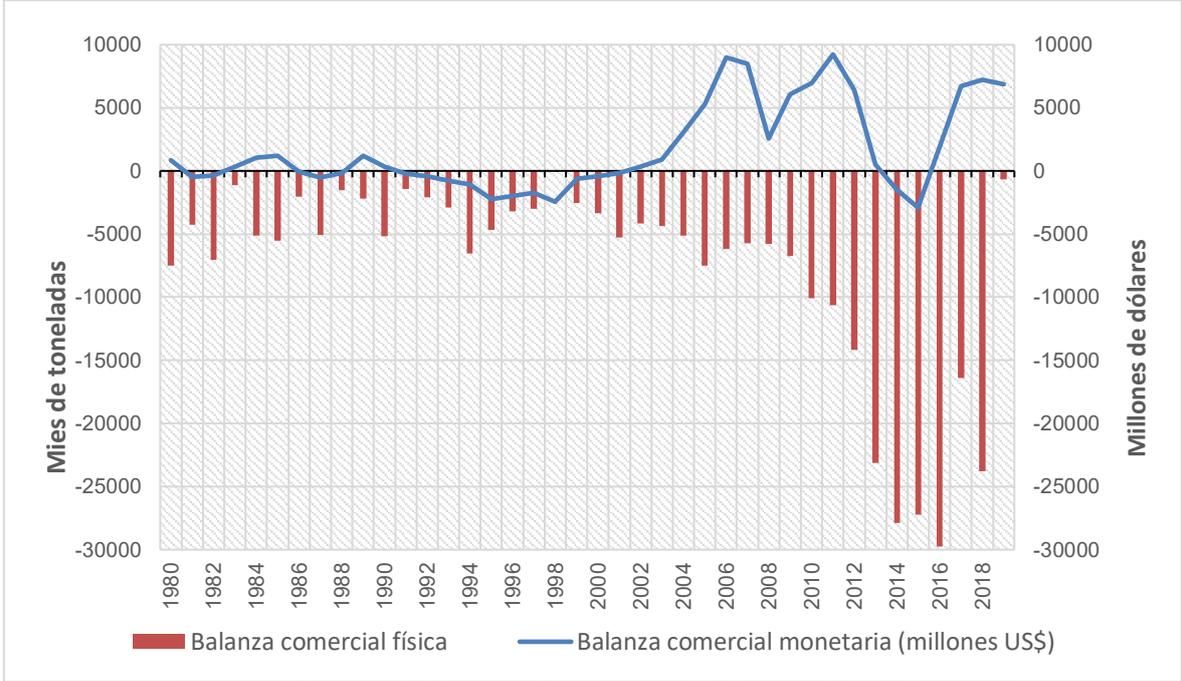


Fuente: UN Comtrade

En la Figura 8, se observa la balanza comercial física que calcula los déficits y superávits físicos de la economía. Para el caso peruano, se aprecia una balanza física deficitaria, puesto que las cantidades exportadas al mercado internacional son

mayores que las importadas, es decir, para llevar a cabo las actividades económicas se requiere de un esfuerzo biofísico superior. Asimismo, muestra que se exporta, en mayor medida, los minerales (color amarillo) y se importa más la biomasa y los combustibles fósiles. También, a partir del año 2014 hubo mayor salida al mercado internacional y las exportaciones han sido mayores.

Figura 9. Balanza comercial física y monetaria



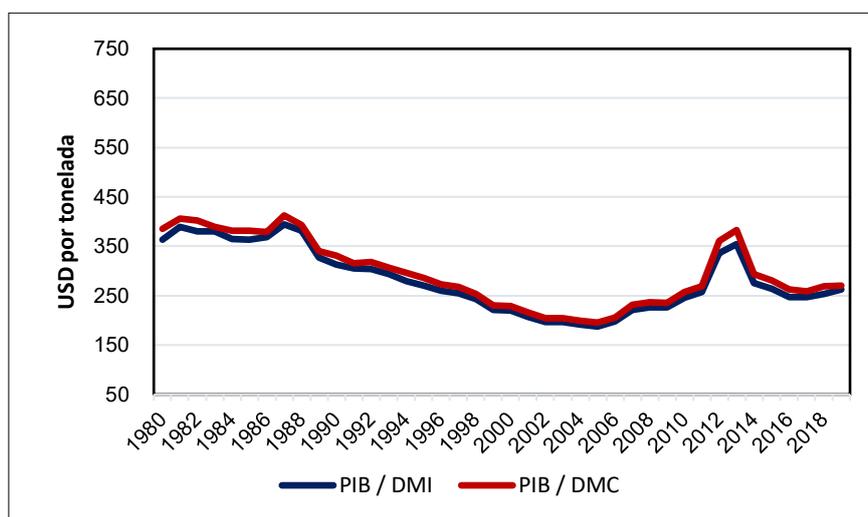
Fuente: BCRP. Elaboración propia

En la Figura 9, se observa de manera conjunta la balanza comercial tanto monetaria como física. Esta última es deficitaria pues se exporta mayores volúmenes de lo que se importa, mientras que la balanza monetaria genera superávits temporales, y a la vez, déficits en otros periodos. Cabe resaltar que para compensar los déficits monetarios que existen se necesita exportar cada vez más unidades físicas, como se ve en el año 2014 y 2015 en los que hubo déficits monetarios y se tuvo que exportar mayores cantidades a modo de compensación. Asimismo, una de las posibles razones por las que se ha incrementado la balanza comercial física puede ser debido a los tratados de libre comercio que se acordaron a lo largo del periodo de estudio.

### Indicadores intensivos

En esta sección se abordará los resultados de los indicadores intensivos, que son la productividad material, intensidad material, dependencia doméstica de recursos e intensidad territorial.

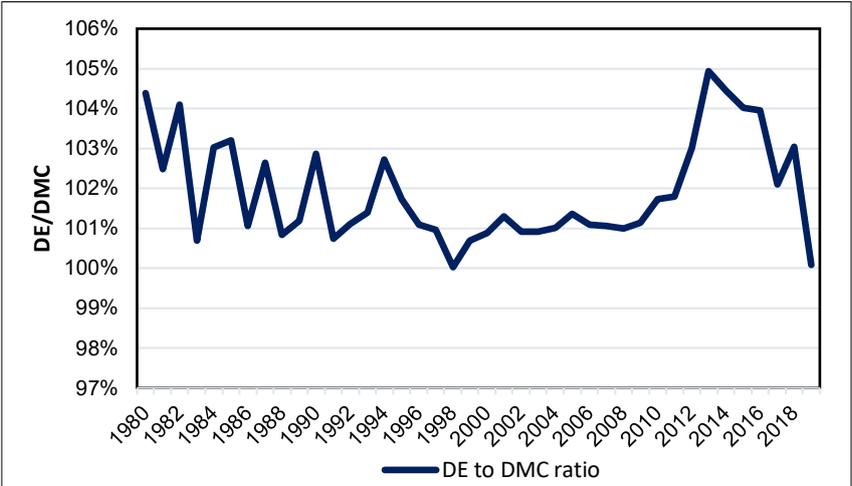
Figura 10. Productividad Material



Fuente: FAOSTAT, USGS, IEA, BCRP

En la Figura 10 se puede apreciar el resultado de la productividad material del Perú durante el periodo 1980 – 2019. Como se mencionó anteriormente, este indicador mide la relación entre el producto bruto interno (PBI) y la entrada directa de materiales (DMI) o el consumo doméstico de materiales (DMC) y es el opuesto de la intensidad material. Se observa una tendencia negativa en la eficiencia material desde el 1980 hasta el año 2005, lo cual indica que se obtuvo menos dólares por cada tonelada de material que ingresó al sistema. Es decir, en términos de intensidad material, se utilizó mayor cantidad de materia prima (kg/dólar) para obtener un producto mejor. Sin embargo, para los años 2011 y 2012 hubo una disminución en la extracción doméstica (Figura 4) y al compararla con la productividad material, se concluye que se utilizó menos recursos naturales para obtener una unidad monetaria.

Figura 11. Dependencia doméstica de recursos

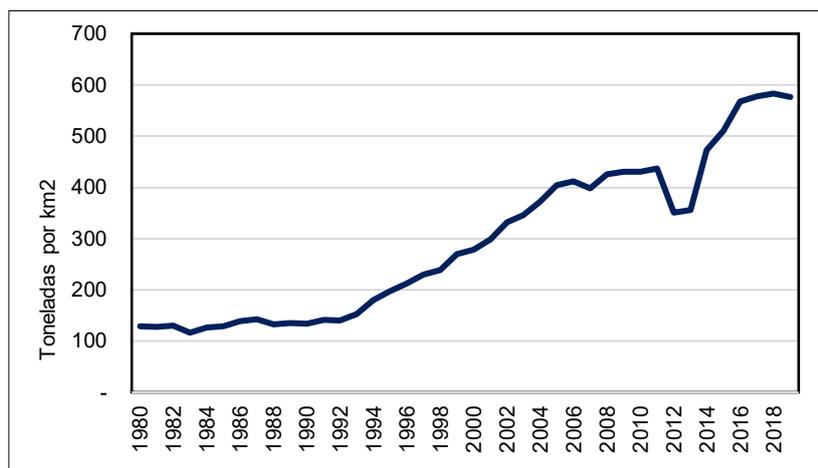


Fuente: FAOSTAT, USGS, IEA, BCRP

En la Figura 11, se indica cómo ha evolucionado la dependencia doméstica de recursos naturales, que permite satisfacer las actividades de producción y consumo dentro de la economía peruana. Se observa que hay constantes fluctuaciones durante los años 1980 – 2000, sin embargo, a partir del año 2002 estas fluctuaciones disminuyen para que en el año 2012 aumente significativamente hasta llegar a un 105%.

De acuerdo a los datos, el sistema económico peruano es dependiente de la extracción de recursos, ya que la dependencia de estos supera el 100% y entre las subcategorías estudiadas las que más resaltan son los alimentos, minerales metálicos y petróleo.

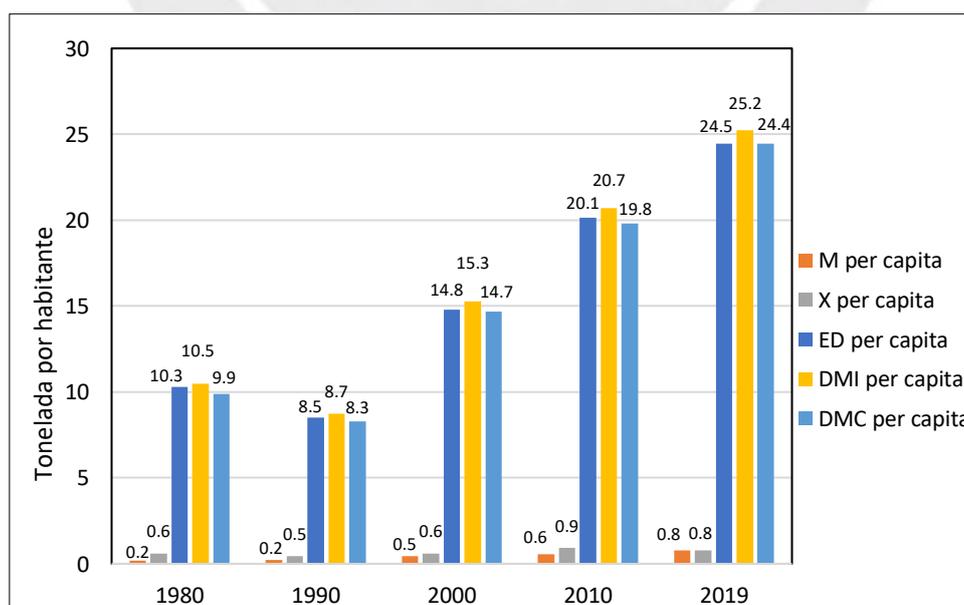
Figura 12. Intensidad territorial



Fuente: FAOSTAT, USGS, IEA, BCRP

Como se mencionó en líneas anteriores, la intensidad territorial mide la relación entre la escala física de la economía y su entorno natural. El Perú es un país que tiene una superficie de 1 379 999 km<sup>2</sup>. Para el año 1980, la intensidad por km<sup>2</sup> era de 129 t/km<sup>2</sup> y para el 2019 fue de 576 t/km<sup>2</sup>, es decir, 4 veces más aproximadamente. Así, se muestra que el territorio nacional ha usado cada vez más para la extracción de recursos y este puede llegar a ser un gran problema ya que muchas veces esta extracción no es regulada o no tiene una buena supervisión, lo cual implica que haya pérdida de biodiversidad.

Figura 13: Flujos per cápita



Fuente: FAOSTAT, USGS, IEA, BCR

En la Figura 13 se observa la evolución de los flujos per cápita por cada 10 años. En primera instancia, se muestra que las exportaciones e importaciones per cápita son las que registran menores toneladas, sin embargo, han aumentado a lo largo del periodo de estudio pasando las exportaciones de 0.6 t/hab en el 1980 a 0.8 t/hab en el 2019. Además, las subcategorías que dominaron en el año 1980 ha sido los animales (0.03 t/hab), especialmente debido a las exportaciones de la harina de pescado, los minerales metálicos (0.33 t/hab) y el petróleo (0.13 t/hab). Esto se ha mantenido para el año 2019, en el caso de ser los minerales metálicos (0.12 t/hab) y el petróleo (0.16 t/hab) las subcategorías que más se ha exportado de los minerales y combustibles fósiles, respectivamente. No obstante, ha variado para la biomasa, ya que ahora son los cultivos alimenticios los que dominan estas exportaciones (0.11 t/hab).

Ahora, para el caso de las importaciones, en el 1980 ha dominado los cultivos alimenticios (0.09 t/hab) en el caso de la biomasa, los minerales metálicos (0.03 t/hab) en el caso de los minerales y la importación del carbón y los productos derivados de fósiles (0.01 t/hab). Para el año 2019, la predominancia de la importación de cultivos alimenticios (0.23 t/hab) y minerales metálicos (0.1 t/hab) se ha mantenido a lo largo de los años. Sin embargo, para el caso de los combustibles fósiles, en el año 2019 se importó más el petróleo (0.27 t/hab). Cabe resaltar que las importaciones de minerales metálicos incluyen, en mayor medida, productos que son manufacturados que contienen estos minerales, mientras que en el caso de las exportaciones es más la materia prima sin procesar la que se exporta.

Con respecto al DMI per cápita, es el flujo que cuenta con mayores toneladas por habitante y se aprecia que ha sido ligeramente superior a la extracción doméstica, lo cual tiene sentido, puesto que la entrada directa de materiales está conformada por la extracción doméstica junto con las importaciones. Asimismo, se aprecia cómo pasó de ser 10,5 t/hab en el año 1980 a ser 25,2 t/hab en el 2019, casi 40 años después.

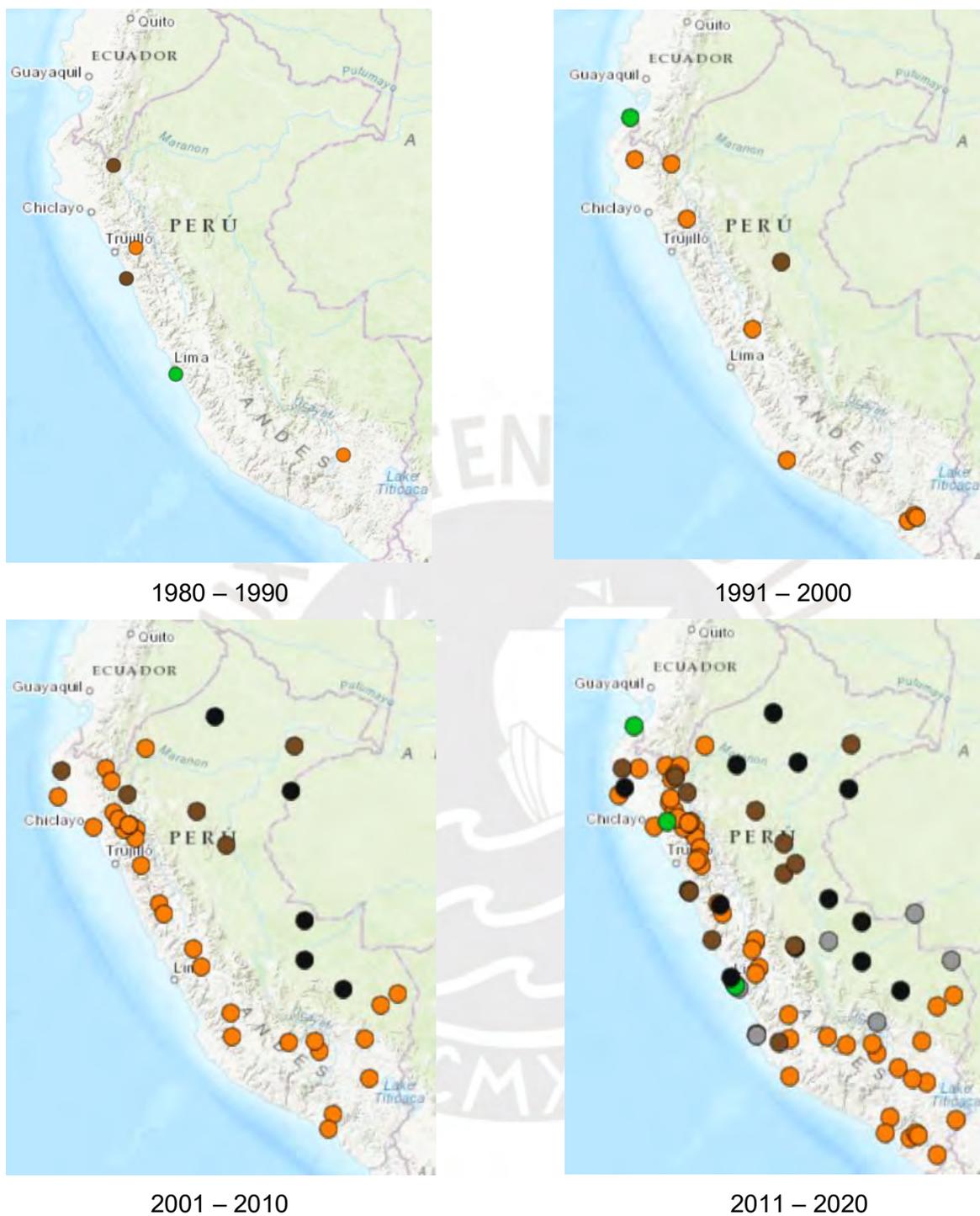
## Conclusiones

Para esta sección se relaciona los resultados de la contabilidad de flujos materiales del Perú junto con los conflictos socioambientales y el comercio ecológico desigual.

Una vez explicado los indicadores derivados del modelo MFA para el Perú entre los años 1980 y 2019, se confirma que este es un país exportador físico neto de minerales metálicos. Según Martínez-Alier (2004), el perfil metabólico de un país está relacionado con los conflictos socioambientales, lo cual se demuestra para el caso peruano pues su perfil se caracteriza por la predominancia de flujos minerales y la mayoría de los conflictos se deben a la actividad de la industria minera. Ello se observa en la Figura 14, en general, los conflictos correspondientes a la extracción de materia del medio ambiente, ya sea minerales u otra explotación, produce discusiones entre las comunidades aledañas y las empresas pues su extracción trae ingresos económicos para el país, pero a la vez se pierde biodiversidad o provoca contaminación afecta a estas poblaciones. En ese sentido, el enfrentamiento entre crecimiento y uso de recursos continuará si es que las alternativas de solución siguen basándose en un extremo, ya sea conservación total del medio ambiente o seguir con las industrias predatorias, cuyo fin principal es el económico.

Al analizar la asociación del perfil metabólico con los conflictos socioambientales para el caso peruano, a partir de la revisión del Atlas de Justicia Ambiental, se concluye que la característica primario-exportadora de país ha generado una serie de conflictos. Por ejemplo, la industria minera se desarrolló en los últimos 20 años, principalmente, en la costa y sierra peruana, y los conflictos relacionados a esta se encuentran ubicados en áreas geográficamente similares. Del mismo modo sucede con la industria de combustibles fósiles, cuya explotación se da en la selva peruana y cuyos conflictos empezaron a surgir en los últimos 20 años.

Figura 14. Conflictos Perú 1980 – 2020 por décadas



Fuente: Atlas de Justicia Ambiental (EJAtlas)

A continuación, se expone la Tabla 4, la cual incluye la evolución de los conflictos sociales que se han manifestado en las últimas cuatro décadas. Como se mencionaba anteriormente, la frecuencia más alta de conflictos está relacionado a la extracción de minerales, seguido de los combustibles fósiles y, luego, la gestión de

biomasa. Se observa que se pasa de tener 5 conflictos en la década de los 80s, de los cuales 2 eran por la extracción de minerales, a tener 86 conflictos durante los último 10 años de estudio, siendo 54 los casos por extracción de minerales. Así, se refleja que a medida que las actividades extractivas aumentan, los conflictos socioambientales también lo hacen.

Tabla 4. Tipos de conflictos entre 1980-2020

<b>Años del conflicto</b>	<b>Categorías de conflictos</b>	<b>Frecuencia</b>
1980 – 1990	Extracción de minerales y materiales de construcción	2
	Conflictos por biodiversidad/conservación	1
	Biomasa y conflictos por la tierra (gestión forestal, agrícola, pesquera y ganadera)	2
1991 – 2000	Extracción de minerales y materiales de construcción	8
	Conflictos por biodiversidad/conservación	1
	Biomasa y conflictos por la tierra (gestión forestal, agrícola, pesquera y ganadera)	1
2001 – 2010	Extracción de minerales y materiales de construcción	28
	Combustibles fósiles y Justicia climática/energética	5
	Biomasa y conflictos por la tierra (gestión forestal, agrícola, pesquera y ganadera)	5
2011 – 2020	Extracción de minerales y materiales de construcción	54
	Combustibles fósiles y Justicia climática/energética	12
	Biomasa y conflictos por la tierra (gestión forestal, agrícola, pesquera y ganadera)	11
	Pérdida de biodiversidad	3
	Infraestructura y ambiente construido	6

Fuente: Atlas de Justicia Ambiental ([www.ejatl.org](http://www.ejatl.org))

Por otro lado, como se mencionó anteriormente, el comercio de flujos materiales implica temas de extractivismo y presión ambiental, además de ello se habla de comercio desigual ecológico porque, como sostiene Barbara Göbel (2015), América Latina se caracteriza por ser la principal suministradora de insumos para la

economía mundial, cuyo volumen físico se ha intensificado en los últimos años. Sin embargo, menciona, al igual que Gudynas (2018) que son materias primas sin procesar que si bien han generado crecimiento económico al Perú, también ha perjudicado la sostenibilidad del país, ya que de las grandes cantidades de minerales que se extrae solo un pequeño porcentaje es el que se exporta, dejando los relaves y desechos generando mayor presión ambiental y pérdida de biodiversidad en el territorio nacional. Así, es desigual porque beneficia a los países desarrollados a los que se exporta, mientras que perjudica a las economías suministradoras como la peruana.

En conclusión, el extractivismo afectó la sostenibilidad del Perú, pues como se ha analizado los indicadores biofísicos, extensivos e intensivos, la extracción de materiales es mucho más acelerada de lo que el ecosistema puede asimilar. En el caso particular de la economía peruana, sus actividades productivas dependen físicamente de las importaciones de biomásas y combustibles fósiles, y de la extracción de minerales destinados a la exportación. Asimismo, existe una ausencia de contabilidad de los pasivos ambientales producidos por el comercio ecológico desigual, los cuales generan mayor presión ambiental y un aumento en los conflictos socioambientales. Por otro lado, la especialización en la exportación de materias primas hace que la economía dependa en gran medida del comercio internacional, lo cual puede hacer que caigamos en la paradoja de la maldición de los recursos naturales.

La reflexión crítica sobre esta problemática es importante para plantear nuevas políticas públicas y privadas, las cuáles deberían incluir análisis integrales considerando a la sociedad-naturaleza-economía como un sistema complejo, es decir, las medidas políticas no solo deben priorizar los valores económicos pues la sostenibilidad también implica conocer los límites del medio ambiente, además, ambos están vinculados con la humanidad. Por lo tanto, se recomienda mayor difusión de esos estudios para tener una visión más completa de lo que implica las actividades económicas que involucran la naturaleza, pues esta provee servicios ecosistémicos cuyos valores van más allá de una compensación monetaria.

Si bien es cierto los indicadores calculados en este trabajo de investigación sirven como una visión general del uso de recursos en el Perú en términos físicos, también permiten identificar las principales subcategorías que predominan en los indicadores de productividad e intensidad material. Por ello, se sugiere aplicar esta contabilidad para los departamentos que conforman el país, sobre todo en los lugares en los que predomina las actividades extractivas.



## Referencias bibliográficas

- Aguilera, F., y Alcántara, V. (1994). De la economía ambiental a la economía ecológica. In Centro de Investigación de la Paz-Ecosocial. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=IDEA.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=000286>
- Azamar, A., Silva-Macher, J. C., y Zuberan, F. (2021). Economía Ecológica Latinoamericana.
- Bértola, L., y Ocampo, J. A. (2013). The economic development of Latin America since independence. Oxford: Oxford University Press.
- Brundtland, G. H. (1989). Nuestro futuro común. <http://www.ecominga.uqam.ca/>
- Carpintero, O. (2015). El metabolismo de la economía española. Recursos naturales y huella ecológica (1955-2000).
- Cavalcanti, C. (2018). De la Economía Convencional a la Economía Ecológica: el significado de Nicholas Georgescu-Roegen y a Encíclica Laudato Si' del Papa Francisco. Gestión y Ambiente 21(supl.1), pp. 49-68.
- Crespo-Marín, Z. y Pérez-Rincón, M. (2018). El metabolismo social en las economías andinas y centroamericanas, 1970-2013.
- Daly, H. (1990), "Toward some operational principles of sustainable development", Ecological Economics, vol. 2, no 1, pp. 1-6.
- Daly, H. y Townsend, K. (1997). "Problemas con el libre comercio internacional".
- Damonte, G. (2016). Estado, gobierno y extractivismo en el Perú. En Morgan Quero (Coord.). *El Perú en los inicios del siglo XXI: cambios y continuidades desde las Ciencias Sociales* (pp. 13-28). México, DF: UNAM.
- Defensoría del Pueblo (2019). Reporte de conflictos sociales. Reporte N° 190. (<https://www.defensoria.gob.pe/la-defensoria-del-pueblo-registro-184-conflictos-sociales-al-mes-de-diciembre-2019/>)
- Environmental Justice Atlas (2022). EJAtlas – Global Atlas of Environmental Justice. ([www.ejatlas.org](http://www.ejatlas.org))
- Eurostat (2001). Economy-wide material flow accounts and derived indicators: A methodological guide. Luxemburg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Eurostat (2013). Economy-Wide Material Flow Accounts Handbook (EW – MFA)
- Eurostat (2018). Economy-Wide Material Flow Accounts Handbook.
- Farras, A. (1980). Bases ecológicas para una aproximación a la problemática del medio ambiente: Intervención en el Seminario sobre Ecología y Marxismo del Centre de Treball i

Documentació de Barcelona el 13 de març de 1979. *Mientras Tanto*, 5, 55–87. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/27819224>

FAO (2022). FAOSTAT 2006. FAO Statistical Databases: Agriculture, Fischer-Kowalskiies, and Forestry. Rome, Italy. (<http://faostat.fao.org>)

Fischer-Kowalski, M. (1998). *Society's Metabolism. The Intellectual History of Material Flow Analysis, Part I, 1860-1970*. *Journal of Industrial Ecology*, 2(1), 61-78.

Georgescu-Roegen, N. (1971). *The Entropy Law and the Economic Process*. Harvard University Press, Cambridge, MA.

Göbel, B. (2015). Extractivismo y desigualdades sociales. *Iberoamerica*, 58, 161–165.

Gudynas, E. (2018). "Extractivismo: el concepto, sus expresiones y sus múltiples violencias", *PAPELES de relaciones ecosociales y cambio global*, n° 143, pp. 61-70.

Hornborg, A. (2012). *Global ecology and unequal exchange: fetishism in a zero-sum world*. New York: Routledge.

IEA (2007). *Energy Statistics*. International Energy Agency (IEA), Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), Paris, France.

Infante-Amate, J; Urrego, A. & E. Tello (2020). Las Venas Abiertas de América Latina en la Era del Antropoceno: Un Estudio Biofísico del Comercio Exterior (1900 -2016). *Diálogos Revista Electrónica de Historia*, 21(2): 177-214. Julio-diciembre, 2020. ISSN: 1409-469X · San José, Costa Rica

Ross, M. L. (1999). The political economy of the resource curse. *World politics*, 51(2), 297-322.

Instituto Peruano de Economía (2018). *Minería en Ancash*. ([www.ipe.org.pe](http://www.ipe.org.pe))

Julien-Francois, G. y Scheidel, A. (2017). *In search of substantive economics: comparing today's two major sociometabolic approaches to the economy – MEFA and MuSIASEM*. *Ecological Economics*, 144(2018), 186-194.

Martínez-Alier, Joan. (2004). *El Ecologismo de Los Pobres: Conflictos Ambientales y Lenguajes de Valoración*. Icaria.

Martínez-Alier, Joan. (2008). *La crisis económica, vista desde la economía ecológica*. *Ecología política*, 36, 23-32.

Martínez-Alier, Joan. (2021). La brecha de la circularidad y el crecimiento de los movimientos mundiales por la justicia ambiental.

Martínez-Alier, Joan. (2023). A Barcelona School of Ecological Economics and Political Ecology en Villamayor-Tomas. *The Barcelona School of Ecological Economics and Political Ecology. A Companion in Honour of Joan Martinez-Alier*. (Vol. 8, pp. 9-19).

Mayumi, K., Giampietro, M. y Gowdy, J. (1998). Georgescu-Roeguen/Daly versus Solow/Sitiglitz Revisited. *Ecological Economics*, 27(1998), 115-117.

Minaya, G. (2018). *La curva de Kuznets Ambiental (CKA) basada en el indicador de Consumo Material Doméstico (CDM): Perú, 1970-2015*. [Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú].

Naredo, J. M. y Gómez-Baggethum, E. (2012). Economía verde: nueva reconciliación virtual entre ecología y economía. *Icaria*, 347-421.

Neyra, R. (2019). *Cambios en el metabolismo social y la generación de conflictos socioambientales en el Perú*. [Tesis doctoral, Universidad de Zaragoza].

Peinado, G. (2018). *Economía ecológica y comercio internacional: el intercambio ecológicamente desigual como visibilizador de los flujos ocultos del comercio internacional*. *Revista Economía*, 70(112), 53-69.

Pengue, W. (2009). *Fundamentos de Economía Ecológica. Bases teóricas e instrumentos para la resolución de los conflictos sociedad naturaleza*. Colección Ecología.

Pérez-Rincón, M. (2016). Análisis descriptivo de los conflictos ambientales en Perú.

Prebisch, R. (1981). *Capitalismo periférico. Crisis y transformación*. México: Fondo de Cultura Económica.

Russi, D., Gonzalez-Martinez, A. C., Silva-Macher, J. C., Giljum, S., Martínez-Alier, J. y Vallejo, M.C. (2008). Material flows in Latin America: a comparative analysis of Chile, Ecuador, Mexico, and Peru, 1980–2000. *Journal of Industrial Ecology*, 12(5-6), 704-720.

Sachs, J. D. y Warner, A. M. (2001). The curse of natural resources. *European economic review*, 45(4-6), 827-838.

Samaniego, P., Vallejo, M. y Martínez-Alier, J. (2015). Desequilibrios en la balanza comercial andina, ¿se ajustan biofísicamente? Accepted for publication in the *Journal of Industrial Ecology*.

Samaniego, P, Vallejo, M y Martínez-Alier, J. (2017). Commercial and biophysical deficits in South America, 1990–2013

Sanborn, C. y Dammert, J. L. (2013). *Extracción de recursos naturales, desarrollo económico e inclusión social: Perú*. Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico.

Social Ecology. (2002). *Handbook of physical accounting measuring bio-physical dimensions of socio-economic activities MFA - EFA - HANPP*.

Silva-Macher, J. C. (2007). *El peso de la economía peruana: Contabilidad de flujos de materiales en Perú 1980– 2004*. Universidad Autónoma de Barcelona, España.

UN Comtrade (2022). United Nations: Statistical Division. (<https://comtrade.un.org>)

UNEP. (2021). *The use of natural resources in the economy: A Global Manual on Economy Wide Material Flow Accounting*.

UNSTATS (2022). *Industrial Commodity Statistics Yearbook*. United Nations (<https://unstats.un.org>)

USGS (2022). *Minerals Yearbooks*. (<http://minerals.usgs.gov>)

Weisz, Helga, Amann, Christof, Eisenmenger, Nina, Krausmann, Fridolin, and Hubacek, Klaus (2004). Economy-wide Material Flow Accounts and Indicators of Resource Use for the EU: 1970-2001. Final report to Eurostat, contract no. Estat/B1/Contract Nr. 200241200002. Wien: IFF Social Ecology.

West, J. y Schandl, H. (2013). Material use and material efficiency in Latin America and the Caribbean. *Ecological Economics*, 94, 19-27.

Williamson, J. G. (2011). *Trade and poverty: when the Third World fell behind*. Cambridge, Massachusetts: MIT press.



## ANEXOS

### Anexo 1: Metodología para la construcción de indicadores de la Contabilidad de Flujos Materiales de Perú

En el anexo 1 se presenta el procedimiento seguido para la cuantificación de los datos de extracción doméstica, importaciones y exportaciones, agrupados en 11 categorías materiales. Cabe resaltar que para los métodos de cuantificación se ha utilizado las guías metodológicas Eurostat (2001), Eurostat (2013), Eurostat (2018) y UNEP (2021), al igual que sus respectivos anexos, pues de esta manera se tuvo más claridad para ubicar los materiales en las 11 subcategorías.

Extracción Doméstica																	
Categoría	Sub categoría	Descripción	Fuente														
Biomasa	Cultivos Alimenticios	Se descarga directamente la información correspondiente a producción primaria de alimentos obtenida a partir de tierras arables y cultivos permanentes.	<a href="http://faostat.fao.org">http://faostat.fao.org</a>														
	Forraje	<p>Para calcular el forraje total extraído se realizan dos cálculos:</p> <p>-Por el lado de demanda: Se descarga directamente la información correspondiente a número de cabezas de ganado. De estos animales domésticos, se seleccionan todos los rumiantes, y luego, se aplican los siguientes factores de conversión:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Rumiante</th> <th>Promedio de demanda diaria de alimentos (kg materia seca por cabeza)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vacas</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Ovejas</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Cabras</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Caballos</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>Asnos</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Mulas</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Auquénidos</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table> <p>-Por el lado de la oferta: Para completar la cuantificación de alimentos para ganado, a los resultados de pastoreo (grazing, en</p>		Rumiante	Promedio de demanda diaria de alimentos (kg materia seca por cabeza)	Vacas	9	Ovejas	1	Cabras	1	Caballos	11	Asnos	7	Mulas	7
Rumiante	Promedio de demanda diaria de alimentos (kg materia seca por cabeza)																
Vacas	9																
Ovejas	1																
Cabras	1																
Caballos	11																
Asnos	7																
Mulas	7																
Auquénidos	7																

		<p>inglés), se suman los subproductos de la producción de cosechas para alimentación humana. El presente estudio consideró los subproductos de maíz y arroz, aplicando los factores de conversión del estudio sobre México de González (2007), dada la compatibilidad con el Perú. Entonces se descarga directamente los datos de estos dos cultivos y aplican los siguientes factores de conversión.</p> <table border="1" data-bbox="630 627 1086 833"> <thead> <tr> <th>Cultivo</th> <th>TM de subproducto por TM de cosecha</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Arroz</td> <td>1,3</td> </tr> <tr> <td>Maíz</td> <td>1,9</td> </tr> </tbody> </table> <p>Entonces el resultado final resulta de la suma de pastoreo y subproductos.</p>	Cultivo	TM de subproducto por TM de cosecha	Arroz	1,3	Maíz	1,9	
Cultivo	TM de subproducto por TM de cosecha								
Arroz	1,3								
Maíz	1,9								
Animales		<p>Se descarga directamente la captura total de peces, para lo cual se tiene que considerar, tanto aguas marinas como aguas dentro del territorio, y para todos los grupos de especies marinas, que en inglés incluyen: Freshwater fishes, Diadromous fishes, Marine fishes, Crustaceans, and Molluscs.</p>							
Madera		<p>Se descarga directamente la información correspondiente a producción forestal tanto de coníferas como de no-coníferas (roundwood conifers, roundwood non-conifers, and wood fuel), estos datos aparecen en unidades de volumen, por lo tanto, se aplican los siguientes factores de conversión:</p> <table border="1" data-bbox="630 1675 1086 1818"> <thead> <tr> <th>Tipo de madera</th> <th>Toneladas por metro cúbico</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Coníferas</td> <td>0,75</td> </tr> <tr> <td>No-coníferas</td> <td>0,85</td> </tr> </tbody> </table> <p>Hay que resaltar que para el caso de Wood fuel el factor de conversión es el de madera no-coníferas.</p>	Tipo de madera	Toneladas por metro cúbico	Coníferas	0,75	No-coníferas	0,85	
Tipo de madera	Toneladas por metro cúbico								
Coníferas	0,75								
No-coníferas	0,85								

Minerales	Minerales de construcción	<p>A partir de la base de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática se descarga la información sobre producción de cemento. Luego, se aplican los factores de conversión del estudio González (2007), de la siguiente forma:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Item</th> <th>Factor de conversión</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Producción de hormigón</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Material de relleno</td> <td>2,5</td> </tr> </tbody> </table> <p>Finalmente, se suman ambas cantidades y se obtiene el total de arena y grava, el cual se suma a los demás materiales de construcción obtenidos a partir del USGS Minerals Yearbook.</p>	Item	Factor de conversión	Producción de hormigón	4	Material de relleno	2,5	<p><a href="http://minerals.usgs.gov">http://minerals.usgs.gov</a>  <a href="https://www.inei.gob.pe">https://www.inei.gob.pe</a>  <a href="http://www.minem.gob.pe">http://www.minem.gob.pe</a></p>												
	Item	Factor de conversión																			
	Producción de hormigón	4																			
Material de relleno	2,5																				
Minerales industriales	<p>A partir de las bases de datos del Minerals Yearbook de USGS, se descarga directamente la información correspondiente a los minerales industriales.</p>																				
Metales	<p>A partir de las bases de datos del Minerals Yearbook de USGS, se descarga directamente la información correspondiente a los minerales metálicos. Luego, se aplican los siguientes factores de conversión de UNSTATS (<a href="http://unstats.un.org">http://unstats.un.org</a>), que permiten obtener el contenido bruto (metal ores, en inglés), correspondiente al mineral extraído de la mina (Run-of-Mine, en inglés).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Metal</th> <th>Contenido fino de metal en el mineral extraído</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Antimonio</td> <td>9%</td> </tr> <tr> <td>Cobre</td> <td>0,8%</td> </tr> <tr> <td>Estaño</td> <td>0,3604%</td> </tr> <tr> <td>Hierro</td> <td>58%</td> </tr> <tr> <td>Molibdeno</td> <td>0,2%</td> </tr> <tr> <td>Oro</td> <td>0,0001%</td> </tr> <tr> <td>Plata</td> <td>0,03%</td> </tr> <tr> <td>Plomo</td> <td>8,75%</td> </tr> <tr> <td>Zinc</td> <td>12,2%</td> </tr> </tbody> </table>	Metal	Contenido fino de metal en el mineral extraído	Antimonio	9%	Cobre	0,8%	Estaño	0,3604%	Hierro	58%	Molibdeno	0,2%	Oro	0,0001%	Plata	0,03%	Plomo	8,75%	Zinc	12,2%
Metal	Contenido fino de metal en el mineral extraído																				
Antimonio	9%																				
Cobre	0,8%																				
Estaño	0,3604%																				
Hierro	58%																				
Molibdeno	0,2%																				
Oro	0,0001%																				
Plata	0,03%																				
Plomo	8,75%																				
Zinc	12,2%																				

		Los resultados obtenidos son consistentes con la información del Ministerio de Energía y Minas.	
Combustibles fósiles	Carbón	Los datos se descargan directamente del International Energy Agency. En este caso se realizó la conversión de TJ a miles de toneladas.	<a href="http://www.iea.org">http://www.iea.org</a>
	Petróleo		
	Gas natural		
	Otros combustibles fósiles		
Balanza comercial física	Exportaciones e Importaciones	Se descarga directamente la información correspondiente al peso de las importaciones y exportaciones del Perú con el resto del mundo. Luego, la amplia lista de productos agrupados siguiendo la clasificación SITC-Rev2, es posteriormente ordenada, código por código, en las 11 subcategorías de materiales.	<a href="https://comtrade.un.org/data/">https://comtrade.un.org/data/</a>

Fuente: Adaptado de Silva (2007)

