

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES



La Curva de Kuznets Ambiental (CKA) basada en
el Indicador de Consumo Material Doméstico
(CDM): Perú, 1970-2015

Tesis para optar el título de Licenciada en Economía
que presenta:

Gretell Aurora Minaya Flórez

Asesor: PhD. Jose Carlos Silva Macher

Febrero, 2018

RESUMEN

Existen diferentes métodos como indicadores para explicar cómo es la relación entre el medio ambiente y crecimiento económico. Sin embargo, en el Perú existe poca evidencia empírica a nivel de país respecto a este tema. La propuesta de la presente investigación es estimar esta relación a través de la Curva de Kuznets Ambiental (CKA) en base al indicador de Consumo Doméstico Material (CDM). La hipótesis que propone la CKA es que a medida que aumenta el desarrollo económico existirá un punto en el que la presión ambiental descenderá. Este estudio utiliza el CDM porque es un indicador de presión ambiental que aproxima la cantidad de uso de recursos naturales que son transformados en una economía. Luego de estimar la relación para el período 1970-2015, se concluye que la relación entre los ingresos y la contaminación ambiental aun es positiva debido a la estructura primario exportadora y de servicios de la economía peruana.

Palabras clave: crecimiento económico, medio ambiente, contaminación, curva de Kuznets ambiental, consumo doméstico material, recursos naturales.

JEL: O44, Q56

ABSTRACT

There are many methods like indicators that explain the relation between the environment and economic growth. Nevertheless, in Peru there is little empirical evidence at the country level regarding this issue. The proposal of the present investigation is to estimate this relationship through the Environmental Kuznets Curve (CKA) based on the Domestic Material Consumption (CDM) indicator. The hypothesis proposed by the CKA is that as economic development increases, there will be a point at which the environmental pressure will decrease. This study uses the CDM because it is an indicator of environmental pressure that approximates the amount of use of natural resources that are transformed into an economy. After estimating the relationship for the period 1970-2015, it is concluded that the relationship between income and environmental pollution is still positive due to the primary export and service structure of the Peruvian economy.

Key words: economic growth, environment, pollution, Environmental Kuznets Curve, Domestic Material Consumption, natural resources.

“La contaminación del planeta es sólo un reflejo exterior de una contaminación psíquica interna: millones de personas andan inconscientes sin asumir la responsabilidad de su espacio interior”.

Eckhart Tolle

*Para mis padres, Juan y Ana,
mis tíos, Miguel y Mery,
quienes siempre me ayudaron en este camino,
y para mis antepasados,
quienes tuvieron un modelo más conectado con la Tierra
y con la vida que habita en ella
y, además, con menos plástico.*

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	6
2.	JUSTIFICACIÓN.....	7
3.	ESTADO DEL ARTE	9
4.	MARCO TEÓRICO.....	11
4.1	Metabolismo Social.....	11
4.2	Cuentas de flujos materiales.....	12
4.3	Indicadores de flujos materiales	13
4.4	Curva de Kuznets.....	15
4.5	Curva de Kuznets Ambiental (CKA)	16
4.6	Curva de Kuznets Ambiental basada en el Indicador de Consumo Doméstico Material (CKA-CDM).....	19
5.	METODOLOGÍA.....	21
6.	DATOS Y HECHOS ESTILIZADOS.....	22
6.1	Datos	22
6.2	Hechos Estilizados de la Economía Peruana	23
7.	ANÁLISIS DE INDICADORES DE FLUJO DE MATERIALES.....	25
7.1	Extracción doméstica	26
7.2	Importaciones, Exportaciones y Balance Físico Comercial	30
7.3	Consumo Doméstico Material.....	31
7.4	Intensidad Productiva	33
8.	RESULTADOS DE LA ESTIMACION.....	34
9.	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES FINALES	39
	BIBLIOGRAFÍA.....	45
	ANEXOS	54

Índice de Figuras

Figura 1. Esquema general de flujos materiales en la economía.....	12
Figura 2. Curva de Kuznets Ambiental	16
Figura 3. Evolución de la CKA a través de diferentes estados de la actividad económica.....	17
Figura 4. Efectos de escala, de composición de actividad económica y de cambio tecnológico.....	19
Figura 5. Patrones de CKA.....	22
Figura 6. Evolución del PBI Perú, 1970-2015 (mill. S/ de 2007)	24
Figura 7. Evolución del PBI por sectores, 1970-2015.....	24
Figura 8. Crecimiento poblacional y PBI per cápita, Perú (1970-2015)	25
Figura 9. Extracción Doméstica Perú 1970-2015	27
Figura 10. Composición de Extracción Doméstica de la economía peruana en el período 1970-2015	28
Figura 11. Evolución de exportaciones e importaciones Perú 1976-2015 (mil. de ton.).....	30
Figura 12. Balance Físico Comercial, Perú, 1976-2015 (Miles de Ton)	31
Figura 13. Ingreso Doméstico Material Perú, 1970-2015	31
Figura 14. Consumo Doméstico Material Perú, 1970-2015(% de participación).....	32
Figura 15. CDM per cápita, Perú, 1970-2015	33
Figura 16. Intensidad Material (CDM/PBI), Perú 1970-2015	34
Figura 17. Curva de Kuznets Ambiental (PBI - CDM), Perú, 1970-2015	35
Figura 18. Curva de Kuznets Ambiental (PBI per cápita - CDM), Perú, 1970-2015.....	37

Índice de tablas

Tabla 1. Extracción Doméstica	13
Tabla 2. Indicadores Extensivos de Flujo de Materiales, Perú 1970-2015 (millones de toneladas). 26	
Tabla 3. Indicadores de flujos de materiales Perú 1970-2015 (Miles de ton.)	29
Tabla 4. Resultados de estimación de CKA con la variable ingreso	36
Tabla 5. Resultados de estimación de CKA-CDM con la variable ingreso per cápita	37

1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático es una realidad. A partir de la mitad del siglo XX, la temperatura promedio anual del planeta ha ido incrementando (PNUD 2013). La IPCC (2014), señala que este fenómeno es producido esencialmente por la actividad humana, pues tanto la actividad económica como el crecimiento son las principales causas de contaminación de este último siglo. Sin embargo, la polución del medio ambiente tiene diferentes dimensiones. Las diversas actividades del hombre no solo contaminan a través de emisiones atmosféricas, sino que también producen basura y efluentes líquidos que se desechan a la naturaleza. Desde la rama de economía ecológica, la economía es analizada desde su perfil metabólico, en el cual, el sistema económico transforma los recursos naturales y la energía para producir los bienes que consumimos y desechos que tarde o temprano se acumulan en el medio ambiente (Martínez Alíer y Roca 2013). Por lo tanto, a mayor uso de recursos naturales y energía por la economía, mayor es la contaminación que se genera en sus diferentes formas.

No obstante, existe la evidencia empírica de la Curva de Kuznets Ambiental (CKA), la cual, plantea que a medida que aumenta el crecimiento económico, la contaminación empezará a descender luego de alcanzar cierto punto, por lo que la relación entre estas dos variables tendría una forma de U invertida. Esto se podría deber a cambios en la escala, estructura y nivel tecnológico de la economía (Panayutuo 2003).

Esta investigación busca aportar al debate sobre esta relación entre el crecimiento económico y el medio ambiente para el caso peruano. Por tanto, la pregunta que busca responder es la siguiente: ¿El crecimiento económico reduce la presión sobre el medio ambiente en el largo plazo en el Perú? La respuesta a esta pregunta se realizará a través de la estimación de Curva de Kuznets Ambiental (CKA). Esta estimación utilizará como indicador de contaminación el Consumo Doméstico de Materiales (CDM) que es propuesto desde la economía ecológica. Este indicador es una aproximación de residuos generados en una economía medida en toneladas. De esta forma, el CDM representa a aquellos recursos naturales que salieron luego de su transformación por el sistema económico.

Por tanto, la investigación tiene el objetivo principal de estimar la CKA en base a las variables de ingreso y el CDM para Perú en el período de 1970-2015. Para conseguir este objetivo, se plantea los siguientes objetivos específicos:

- Revisar el marco teórico de CDM y CKA
- Hallar el indicador de CDM para el Perú en el período de 1970-2015
- Describir los hechos estilizados de la economía peruana a partir del análisis de sus ingresos y de su perfil metabólico para el período de 1970-2015

La hipótesis que se plantea para el caso peruano es que el ingreso y el Indicador de Consumo Doméstico Material (CDM) de la economía mantendrían una relación positiva en el período analizado, por consiguiente, la relación que plantea CKA aún no sería visible. Este resultado se debe a la tendencia de estos indicadores de crecimiento económico y contaminación medida en estos términos, así como, a la estructura primario exportadora y de servicios de la economía peruana. Además, el resultado refleja la primera Ley de Termodinámica, la cual, propone que la materia y la energía no se crean, ni se destruyen, solo se transforman. Significa que si entran materiales al sistema económico (i.e. CDM) éstos no desaparecen, sino que se transforman, tanto en bienes como en residuos que salen del sistema económico.

La estructura de la investigación es la siguiente: primero, se explicará el estado del arte y el marco teórico; segundo, se explicará el aspecto metodológico; tercero, se revisará los hechos estilizados y el análisis de flujo de materiales para Perú; cuarto, se estimará la CKA en base a la CDM para Perú y por último, se presentará una discusión y las conclusiones finales. Esta investigación amplia los estudios de economía ecológica de Russi et al. (2008) y de González et al. (2010) sobre derivación de indicadores de Flujos de Materiales para los años 1970-1980 y 2000-2015 y estimación de la CKA, respectivamente, para el caso de países en desarrollo como el Perú.

2. JUSTIFICACIÓN

La importancia de CKA-CDM radica en dos dimensiones, la académica y dimensión social. Por la parte académica, la relación teórica entre el crecimiento económico y degradación ambiental es compleja y los estudios utilizan diferentes enfoques como técnicas para estimarlas. Teóricamente, el enfoque de la economía ecológica el indicador CDM es respaldado por el concepto de metabolismo social planteado por Ayres y Kneese (1969) y las relaciones entre la termodinámica y proceso económico por Georgescu Roegen (1971, 1986). Ayres y Kneese (1969) plantean que hay flujos de energía y materiales que entran y salen del proceso económico dentro del medio

ambiente físico. Es por eso, que la termodinámica puede explicar cómo el proceso económico influye en el ambiente; según la primera ley, los flujos se transforman a través del proceso económico, no se eliminan, y según la segunda ley de entropía, el proceso económico modifica irreversiblemente el medio ambiente. Por esta razón, es elemental visualizar el vínculo entre economía y medio ambiente.

En la literatura no encontramos antecedentes de estimación de la CKA-CDM para el Perú. González et al. (2010) estiman esta relación para la economía española para 1980-2000, Carpintero (2015) la estima para el mismo país para un período más largo 1950-2000. Auci y Vignani (2013) estiman la CKA-CDM para toda la Unión Europea en datos panel para 2000-2010. Además, Vehmas et al. (2007) estiman la CKA usando otros indicadores de flujos materiales para los países de la Unión Europea.

Esta investigación tiene dos diferencias sustanciales respecto a otras. Primero, la contaminación medida por el CDM estima el flujo de materiales de una economía, a diferencia de otras estimaciones utilizan otros indicadores como el flujo de emisiones (Roberts y Grimes (1997), Abdullah y Ansuategi (2011), Catalán (2014)), lo cual, representaría un avance ya que las cuentas de flujos materiales evidencian de forma física el impacto del sistema económico sobre el medio ambiente. Segundo, la estimación de CKA-CDM podría mostrar el efecto de políticas orientadas específicamente al manejo sostenible de residuos sólidos que afectan el medio ambiente (Auci y Vignani 2013).

Por otra parte, es socialmente relevante analizar el vínculo de la CKA en base a la CDM porque dada la importancia de alcanzar las Metas de Desarrollo Sostenible para el 2030 planteadas por las Naciones Unidas (Naciones Unidas 2015a) y del Acuerdo de la COP 21(Naciones Unidas 2015b), es necesario para el Perú utilizar indicadores reconocidos a nivel internacional y establecer políticas orientadas a la reducción o mitigación de los diferentes flujos de contaminación para avanzar hacia un desarrollo sostenible y una economía baja en carbono. Además, es relevante el fomento a la investigación multidisciplinaria que permita visualizar esta relación compleja y sistémica entre la actividad humana y el medio ambiente en el entorno peruano, tanto el análisis de flujo de materiales como el análisis multi-escala del metabolismo de la sociedad y ecosistema representan dos herramientas propuestas por la economía ecológica para este tipo de investigaciones (Gerber y Scheidel 2018). Incorporar la perspectiva ecológica en la investigación económica peruana sobre patrones de consumo y producción podría generar instrumentos que permitan al Perú orientarse

hacia un desarrollo que considera las restricciones biológicas del planeta como el agotamiento de recursos naturales y el cambio climático para garantizar el bienestar de las generaciones futuras.

3. ESTADO DEL ARTE

La hipótesis de la CKA basada en el CDM proviene de dos corrientes de la literatura económica, la corriente de economía ecológica que se basa en el concepto de metabolismo social, donde, el proceso económico es dependiente del medio ambiente físico y de la corriente de literatura econométrica que modela el vínculo entre el crecimiento económico y el medio ambiente.

Por el lado de la economía ecológica, conceptualmente el metabolismo social es planteado por Georgescu Roegen (1986, 1971), Ayres y Simonis (1994) y Carpintero (2005). Estos autores proponen que la economía no está aislada del medio ambiente, sino que depende de este. La economía es vista como un subsistema que transforma los recursos naturales (materia y energía) obtenidos del medio ambiente en bienes y desperdicios que son depositados nuevamente en la naturaleza, de modo que los desperdicios pueden tener forma de emisiones atmosféricas, efluentes líquidos y residuos sólidos. Debido a que la economía es representada como un subsistema dentro de uno más complejo, entonces, ella está restringida a las mismas leyes que lo rigen, a las leyes de la termodinámica.

Metodológicamente, el concepto de metabolismo social se concreta de diversas maneras, como los métodos de cuentas de flujos de materiales, el uso de energía, el HANPP (apropiación humana de la producción primaria neta en biomasa) y el agua virtual (Martínez Alier 2011). La metodología de Flujos Materiales es una de las más usadas en los países de la Unión Europea y OECD ya que la utilizan para controlar la eficiencia de recursos de cada país (UNEP, 2015). Esta metodología evalúa una serie de indicadores que dan indicios de sostenibilidad en el uso de recursos, entre de estos indicadores está el indicador de Consumo Doméstico Material (CDM).

Existe el desarrollo incipiente de una literatura sobre el análisis de flujos materiales y el indicador CDM para países en desarrollo. En el caso de América Latina, algunas aplicaciones se realizaron por Russi et al. (2007) para Chile, Ecuador, México y Perú para el periodo 1980-2000, por Vallejo (2009) para el caso de andino, y por último, en el UNEP (2013) la aplicó para los 20 países de América Latina para el periodo de 1970-2008. Asimismo, en el caso de Asia, el UNEP (2015) realizó un estudio similar incluyendo en el estudio el uso de energía, agua y emisiones.

Por el lado de la literatura econométrica evaluando la relación entre la economía y el ambiente, la discusión gira en torno a la existencia y especificación de la llamada Curva Ambiental de Kuznets.

Kuznets (1955) propone que existe una relación entre el crecimiento económico y la desigualdad, esta relación es conocida como la hipótesis de Kuznets que plantea que luego de pasar un umbral en el crecimiento económico, la desigualdad en ingresos descendería. Esta misma hipótesis se traslada al plano ambiental, empezando con Panayotou (1993) que fue el primero en inferir que esta hipótesis podría aplicarse en el análisis de la relación crecimiento económico-medioambiente, luego Grossman y Krueger (1995) estiman esta relación para varios tipos de emisiones y desperdicios como arsénico, coliformes fecales, mercurio, etc., en el caso del NAFTA. Estudios similares se hicieron utilizando, generalmente, como indicador de calidad ambiental las emisiones de CO₂ como es el caso de Catalán (2014) que estima la relación para 144 países.

Sin embargo, varios autores afirman que la relación que plantea la CKA representa una “caja negra” debido a que las relaciones entre crecimiento económico-medio ambiente no se muestran claras. Por ejemplo, Panayotou (1997) plantea que se debe tomar en cuenta otras relaciones que si pueden ser canales directos como el efecto institucional o de políticas, así como la estructura, escala de la actividad económica y los factores de oferta y demanda. Asimismo, Orihuela (2013) respalda esta posición y propone que la forma en la el desarrollo económico afecta la calidad ambiental es condicional a las características ecológicas, cognitivas y políticas. Por otra parte, Neumayer (2000) sostiene que el crecimiento económico no es la causa ni la solución a los problemas medioambientales, la calidad ambiental puede ser mejorada sin importar que haya crecimiento económico o no.

Respecto a los resultados, Van Alstine y Neumayer (2009) luego de hacer una revisión a varios estudios concluyen que la relación crecimiento económico y medioambiente puede seguir 3 tipos de patrones (la tendencia de U invertida planteada por la CKA, un patrón directo y un patrón inverso). Sin embargo, Catalán (2014) observa que para EEUU este patrón tendría de forma de N. Paraskevopoulos (2009) plantea que si la CKA tiene esta forma de N, entonces el crecimiento económico no representaría una solución a la contaminación ambiental.

Finalmente, Carpintero (2005) y Bruyn y Opschoor (1997) plantean que la hipótesis CKA puede explicar la hipótesis de la “desmaterialización” de una economía si se aproxima el deterioro ambiental a través de las cuentas de flujos materiales. La hipótesis de la desmaterialización es entendida como la disminución de residuos ante mayor crecimiento económico. González (2010) y Carpintero (2005) estiman la CKA utilizando el Indicador de Consumo Doméstico Material (CDM) como parte de estudios de flujos materiales para la economía de España. Además, Vehmas y otros (2006) estiman la CKA usando otro indicador de Entradas Domésticas Materiales (EDM).

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Metabolismo Social

El concepto de metabolismo social se puede rastrear desde Geddes (1884), él sugiere que existe una necesidad académica de estudiar los flujos de energía y materia que recorren el sistema socioeconómico y conforman su metabolismo particular.

La palabra metabolismo viene del origen griego “*metabolé*” que significa “cambio”. En el campo de la biología, se puede comprender que metabolismo es aquella cualidad que poseen los organismos vivos para transformar los recursos a través de un proceso químico. Geddes (1884) propone esta perspectiva de economía física que se encargaría del estudio del funcionamiento económico de las sociedades visto como una máquina procesa materia integrándola - desintegrándola y disipa energía.

Esta perspectiva es adoptada por la rama de la economía ecológica representada por Nicholas Georgescu Roegen, Herman Daly, o Kenneth Boulding. Ellos retoman la metáfora biológica que alude al sistema económico como un organismo vivo del cual es posible estudiar metabolismo. De esta forma, la economía es un subsistema concreto dentro de otro más general que es la biosfera y, por lo tanto, los procesos de producción y consumo no pueden estar exentos de las leyes que gobiernan el funcionamiento de la propia biosfera.

Particularmente, Georgescu Roegen (1971) concretiza todo este concepto en un sistema de flujos y fondos, de esta forma, plantea que el sistema económico puede identificarse como un receptor de *inputs* y un excretor de *outputs*. Los *inputs* son los recursos naturales en forma de materia o energía y los *outputs* son los recursos transformados en bienes y residuos. Asimismo, este sistema económico es parte de uno mayor que es la biósfera y es regido por las leyes que la gobiernan que son las leyes de la termodinámica.

Figuroa (2014) describe estas leyes dentro de esta misma perspectiva, la primera es el principio de conservación y la segunda es la ley de entropía. El principio de conservación establece que es imposible que la materia o energía se eliminen, estas solo se transforman. La ley de entropía contextualizada explica que los procesos económicos tienen impactos irreversibles sobre el medio ambiente.

La primera ley de termodinámica garantiza que el total de *inputs* que entran al sistema económico es igual a la suma de *outputs* que salen de él, entonces, es posible plantear un “balance de

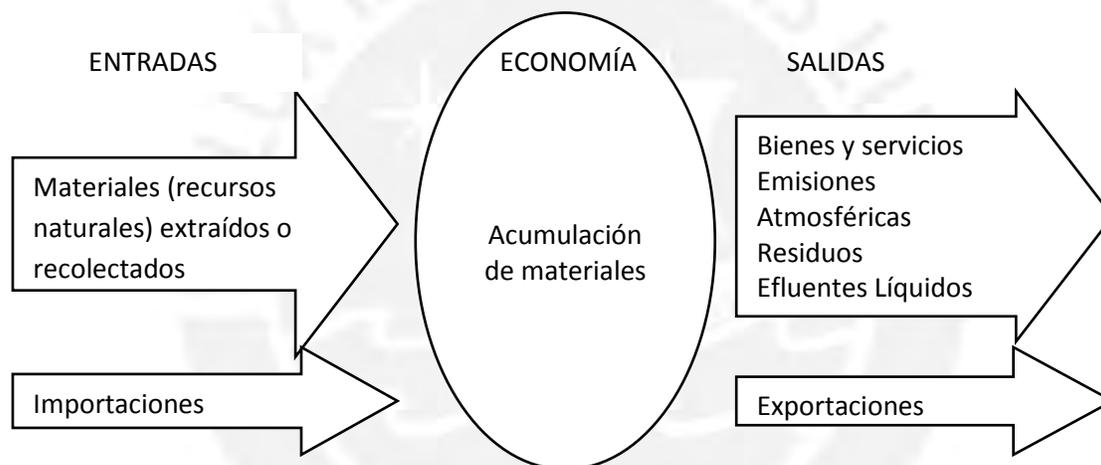
materiales” para estudiar los flujos involucrados, así como del impacto generado por los residuos vertidos a la biosfera (Carpintero 2005)

4.2 Cuentas de flujos materiales

El concepto de la cuenta de flujos materiales se basa en la primera ley de termodinámica que es el principio de conservación de la materia. Ayres y Kneese (1969) elaboran el primer análisis a nivel nacional para la economía Estadounidense para el período 1963-1965 apelando a esta primera Ley.

Desde este enfoque, entonces, se describe al proceso económico como un subsistema que utiliza *inputs* físicos para procesarlos en *outputs*, estos *outputs* pueden ser productos vendidos a otras economías o desechados al medio natural, este proceso puede ser explicado en el siguiente gráfico.

Figura 1. Esquema general de flujos materiales en la economía



Fuente: Adaptado de Instituto Nacional de Estadística España (INE: 2013)

Los inputs son bienes obtenidos directamente de los recursos naturales o bienes intermedios y los outputs son tanto productos, como emisiones atmosféricas, efluentes líquidos y residuos materiales obtenidos luego del proceso económico. Estas son cuentas medidas en toneladas y su objetivo es medir la extracción, transformación, consumo y salida final de elementos materiales. Esta metodología ha tenido un gran desarrollo en los últimos 20 años, la Unión Europea y el PNUMA la utilizan para controlar el nivel de eficiencia de recursos y sostenibilidad de sus economías, el mayor logro ha sido su armonización y la obtención de un manual de aplicación general de la Unión Europea (EUROSTAT 2001) que hace comparable la información entre países.

4.3 Indicadores de flujos materiales

A través del análisis de flujo de materiales se puede derivar cuatro tipos de indicadores, el indicador de Extracción doméstica (ED), de Entrada directa material (EDM), de Consumo Doméstico Material (CDM) y de Balance de Comercio Internacional en Términos físicos (BCF). De acuerdo con González (2008), a continuación se explicará cómo se obtiene cada indicador:

- ❖ Extracción doméstica (ED): cuantifica los materiales extraídos en el territorio nacional medidos en toneladas. Este indicador no contabiliza agua ni aire y está altamente relacionado a las actividades de industrias primarias, hace referencia al paso de la transformación de recursos naturales a bienes. Se construye con tres categorías de materiales y es descompuesto en 12 subcategorías descritas en la siguiente tabla:

Tabla 1. Extracción Doméstica

Categorías	Subcategorías	Descripción
Biomasa	Cultivos para alimentación humana	Biomasa comestible todas las tierras de cultivo. Todos los bienes y productos finales comercializados obtenidos de la agricultura están comprendidos en exportaciones e importaciones.
	Cultivos y pastos para forraje	Toda la biomasa de las tierras de cultivo, pastos permanentes y derivados que alimentan al ganado. En las exportaciones e importaciones todo el forraje comercializado es comprendido.
	Animales	Biomasa derivada de la caza y de la pesca. En las exportaciones e importaciones, todos los animales comercializados son comprendidos.
	Silvicultura	Madera cultivada para productos industriales y leña. En importaciones y exportaciones lo siguiente está incluido: madera cosechada, productos forestales, productos basados en madera como el papel corchos y productos como instrumentos musicales.
	Otras Biomasa	Fibras y otros productos no madereros. En exportaciones e importaciones se consideran los productos de fibra como ropa y otros productos donde predomina la biomasa como fertilizantes.

Combustibles Fósiles	Carbón	Todo tipo de carbón, petróleo y gas natural.
	Petróleo	
	Gas Natural	
	Otros fósiles	Turba. En importaciones y exportaciones se considera todos los productos manufacturados provenientes de combustibles fósiles tales como plásticos, farmacéuticos y fertilizantes de nitrógeno.
Minerales	Minerales no metálicos	Todos los minerales no metálicos usados predominantemente en procesos industriales y en construcción (excluyendo a los combustibles fósiles).
	Minerales Metálicos	Todos los minerales metálicos. En importaciones y exportaciones son incluidos todos los metales, derivados y productos predominantemente metálicos.

Fuente: Adaptado de González (2008)

- ❖ Entrada directa material (EDM): calcula todos los ingresos de recursos que entran en una economía y que tienen un valor económico. Se obtiene sumando la extracción doméstica (ED) y las importaciones (M) en toneladas. Es una medida del ingreso material de un sistema económico usado para producir valor agregado.

$$EDM = ED + M$$

- ❖ Balance del comercio internacional en términos físicos (BCF): indica el comercio de materias primas y bienes finales medidos en términos materiales. Se obtiene de la resta de las importaciones (M) menos las exportaciones (X), ambas en unidades de masa (TON). Esta definición es inversa al balance de comercio monetario debido a que los flujos de dinero y bienes físicos se mueven en direcciones opuestas en las transacciones económicas.

$$BCF = M - X$$

- ❖ Consumo Doméstico Material (CDM): mide el consumo directo de materiales asociado al proceso de producción y consumo de una economía. Se obtiene a través de la suma de la extracción doméstica (ED) más las importaciones (M) menos las exportaciones (X), en toneladas. Conceptualmente este indicador puede considerarse como un equivalente del PIB en términos físicos. El término “consumo” se refiere al consumo aparente y no al consumo final

$$CDM = ED + M - X$$

O también:

$$CDM = ED + BCF$$

Este indicador también puede interpretarse como un indicador que mide el equivalente de residuos de una economía debido a que todos los materiales producidos luego del proceso económico tarde o temprano perderán su utilidad.

- ❖ Intensidad de Consumo Material: Este indicador se puede obtener analizando el consumo doméstico de materiales por unidad de producción en términos del PBI. Se representa a través de la siguiente ecuación:

$$Intensidad\ material = \frac{CDM}{PBI}$$

Mientras menor sea el indicador, menos residuos de recursos naturales por unidad de PBI se utilizan. Sin embargo, Giampietro (2011) encuentra, en el caso del indicador de intensidad energética (Uso de Energía Total/PBI), que el valor del indicador de un país industrializado puede coincidir con el mismo valor que un país no-industrializado. Es por eso, que para un mayor análisis del metabolismo social, la corriente de economía ecológica recomienda un análisis multi-escala del metabolismo social.

4.4 Curva de Kuznets

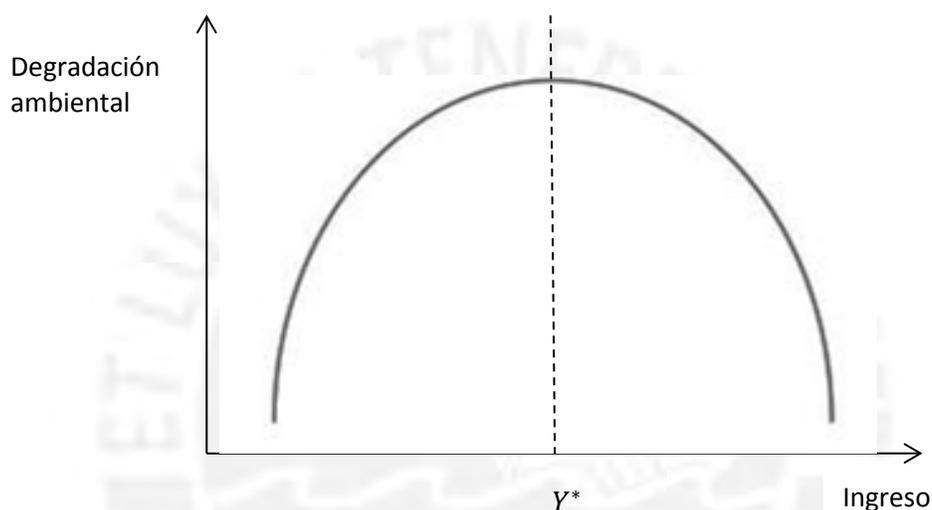
La hipótesis de Kuznets propone que existe una relación de U invertida entre el nivel de desigualdad y el desarrollo económico, es decir, plantea que la económica de un país o región existe una primera etapa, en la cual, la desigualdad de ingresos es baja, luego una etapa posterior de crecimiento en donde surge una mayor brecha distributiva para que finalmente, en la última etapa, donde la desigualdad desciende asociada a un mayor crecimiento económico. Kuznets

(1955) ejemplificó esta regularidad empírica con datos para el Reino Unido, los Estados Unidos, Puerto Rico, India y Ceylan.

4.5 Curva de Kuznets Ambiental (CKA)

La hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental (CKA), al igual que la Curva de Kuznets propone que la relación crecimiento económico- deterioro medio ambiental tiene forma de U invertida, es decir, que en un principio a medida que el crecimiento económico aumenta la contaminación tiene la misma tendencia, sin embargo, luego de un umbral máximo, el nivel de contaminación comienza a descender sin que deje de crecer el ingreso, como se muestra en el siguiente gráfico.

Figura 2. Curva de Kuznets Ambiental



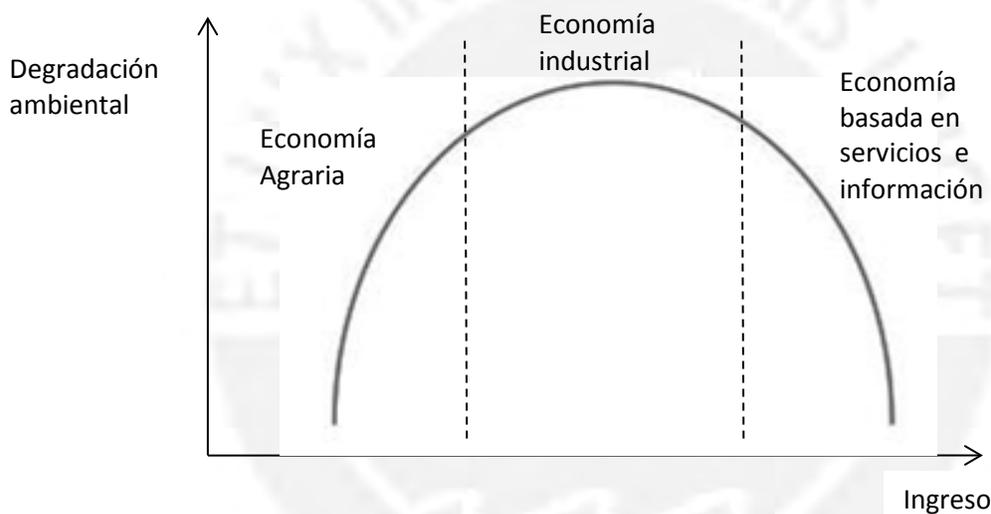
Fuente: Paraskevopoulos (2009)

Esta hipótesis intuitivamente plantea que a corto plazo el crecimiento económico genera un mayor deterioro ambiental, sin embargo a largo plazo, el crecimiento económico es beneficioso y es requisito para la mejora de la calidad del medio ambiente. Existen muchos factores que pueden explicar que el crecimiento económico provoca ese efecto positivo sobre la calidad ambiental. Además, de acuerdo con González (2006) tanto Holanda como Dinamarca evidencian estar en el último tramo de la curva.

De acuerdo con Paraskevopoulos (2009) existen dos causas principales responsables de la forma de la CKA. La primera está relacionada a historia de los países de altos ingresos y las tendencias económicas que estos países siguieron para lograr el crecimiento y la segunda hace referencia al cambio de preferencia de los individuos que demandan mayor calidad ambiental a medida que aumenta el crecimiento económico.

Por una parte, su historia y las tendencias económicas que siguieron los países de altos ingresos se basa en el cambio de estructura de su economía. Primero, se basaba en la agricultura, en la cual, no se causa grandes cambios en el medio ambiente, luego de la revolución industrial produjo que la actividad económica se convirtiera en más contaminadora, por último, en las últimas décadas, los países de altos ingresos se movieron de actividades tradicionales a actividades relacionadas a servicios e información. Esto dio como resultado la reducción de la degradación ambiental. Las actividades industriales generan contaminación a través de dos factores principales, los subproductos nocivos de las actividades de producción y el aumento del consumo de los recursos naturales. El descenso de la degradación ambiental debido al cambio de estructura de la actividad económica se puede ver en el siguiente gráfico.

Figura 3. Evolución de la CKA a través de diferentes estados de la actividad económica.



Fuente: Paraskevopoulos (2009)

Sin embargo, esta explicación se contrapone a los efectos del comercio cuando se toma en cuenta a los países en desarrollo. Los países de altos ingresos pueden exportar las actividades contaminadoras a los países en vías de desarrollo a través de los procesos de *outsourcing* y *offshore* de empresas transnacionales, es decir, a través del rompimiento de las cadenas de valor los países en desarrollo pueden tener procesos productivos industrializados contaminantes. Esta es una relación llamada en la literatura como *pollution haven hypothesis*.

Por otra parte, la segunda causa del aumento de la calidad ambiental luego del crecimiento económico está relacionada al cambio de preferencias de los consumidores, en la cual, demandan una mayor calidad ambiental. De acuerdo con Van Alstine y Neumayer (2009), la calidad ambiental puede ser vista como un bien normal o incluso un bien de lujo, por lo tanto, su

demanda aumenta ante un aumento de ingresos, este es el efecto ingreso de la microeconomía neoclásica. Mientras la economía pase el umbral Y^* de crecimiento económico, la preferencia en los consumidores cambia. Un punto debe ser señalado, estos cambios en preferencias ocurre no sólo a nivel privado sino también a nivel público, de este modo, las nuevas preferencias son expresadas en la presión política sobre los gobiernos por mayor calidad ambiental (Paraskevopoulos 2009). Sin embargo, Martínez Alier y Roca (2013) critican esta visión, ya que señalan que no necesariamente el crecimiento económico causa la mejora del medio ambiente. Además, establecen claramente que en el caso de recursos naturales, apuntan explícitamente que “es la riqueza y no la pobreza la causa principal del agotamiento de recursos” (Martínez Alier y Roca 2013: 482). Es decir, existe una mayor extracción de recursos causada por el crecimiento económico.

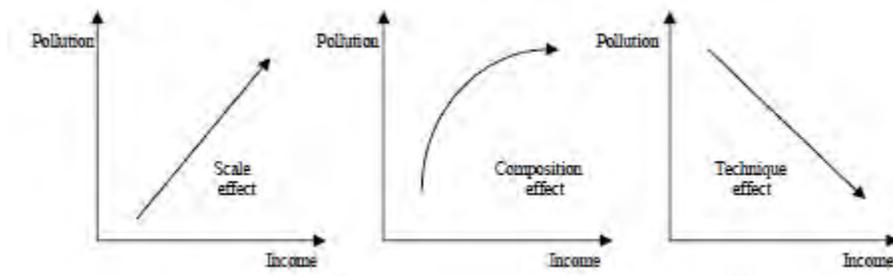
Asimismo, Panayotuo (1997) explica que hay 3 determinantes que explican la calidad ambiental, la escala de la actividad económica, la estructura de la actividad económica y factores de oferta y demanda. Los dos primeros generan contaminación, sin embargo, los últimos, son influenciados por el ingreso y cambio tecnológico que dirigen la reducción de contaminación.

Panayotuo (2003) explica estos tres efectos que afectan la calidad ambiental de la siguiente forma:

- ❖ El punto de inflexión donde la contaminación desciende es el resultado de que las poblaciones con mayores ingresos y progresistas valoran con mayor intensidad el medio ambiente más limpio y poniendo así en marcha las medidas institucionales y no institucionales que afectan a este.
- ❖ La contaminación aumenta en la fase inicial de la industrialización de un país debido a la instalación de industrias rudimentarias, ineficientes y contaminantes. Cuando la industrialización es lo suficientemente avanzada, las industrias de servicios se adquieren cierto protagonismo, lo que provoca cierta reducción de la contaminación.
- ❖ En la etapa de industrialización, existe un efecto de escala que produce aumentos en la contaminación. Además a lo largo de la trayectoria, las empresas cambian de ser contaminantes a ser menos contaminantes, este es el resultado del efecto composición o estructura de la actividad económica. Por último, el efecto tecnológico entra en juego cuando las empresas maduras invierten en equipos que tienen menos efectos en la calidad ambiental.

Se puede ver estos tres efectos sobre la calidad ambiental en la figura 4.

Figura 4. Efectos de escala, de composición de actividad económica y de cambio tecnológico



Fuente: Paraskevopoulos (2009)

No obstante, el efecto del cambio tecnológico podría ser ambiguo. Van Alstine y Neumayer (2009) argumentan que la introducción de nuevas tecnologías menos contaminantes puede causar una reducción de contaminación por unidad de producción, sin embargo, en niveles absolutos la contaminación podría aumentar a medida que aumenta la producción y el crecimiento económico. En conclusión, la CKA plantea que la relación ingresos-medioambiente puede seguir una tendencia de U invertida. Tres determinantes principales explican el aumento de la calidad ambiental, la estructura y escala de la actividad económica, el cambio de preferencias y el cambio tecnológico. Estos argumentos tienen críticas, sin embargo, una crítica que va más allá de la preocupación del crecimiento económico es la que incorpora el concepto de metabolismo social. El proceso económico transforma los recursos naturales y provoca degradación ambiental. Esta hipótesis es avalada por Martínez Alier y Roca (2013) ya que señalan que la riqueza económica es la causa del agotamiento de recursos. Según Van Alstine y Neumayer (2009) los argumentos que provienen de la teoría económica neoclásica no responden a este enfoque. Sin embargo, relacionar otros indicadores de deterioro ambiental que sugiere la economía ecológica como es el agotamiento de recursos con el nivel de ingreso puede proporcionar algunas luces sobre la calidad del medio ambiente en los últimos años.

4.6 Curva de Kuznets Ambiental basada en el Indicador de Consumo Doméstico Material (CKA-CDM)

La mayoría de estudios sobre la Curva de Kuznets Ambiental (CKA) utilizan la emisión de gases de efecto invernadero como determinante del deterioro ambiental. Como se mencionó, los estudios pioneros de Panayotou (1997) y Grossman & Krueger (1995) evidenciaron la relación entre los ingresos y las emisiones de SO^2 y CO^2 , respectivamente, estas estimaciones analizaban los procesos de “descarbonización” de una economía.

Sin embargo, el sistema económico es estudiado por otras disciplinas como la ecología, por tanto, la relación entre el medio ambiente y crecimiento se ha estado revisando en otros términos en los últimos años. De acuerdo con Carpintero (2005), entre finales de los 70 y el informe Brundtland de 1987, algunos teóricos, tanto, ecologistas, economistas e ingenieros discutieron una alternativa de para medir la sostenibilidad, esta se enfocaba en medir la reducción del consumo de insumos materiales y energía por producto, a este proceso se le llamo desmaterialización de la economía. Otros autores como Cleveland y Ruth (1998) plantean que desmaterialización es producida cuando se reduce la demanda de residuos por producto, de esta forma, no sólo se busca utilizar menos insumos por la producción de un bien, sino también generar menos desechos en total.

La hipótesis de la desmaterialización es definida, en general, como la disminución de intensidad de la demanda uso de recursos materiales y energía por unidad de PBI. Este proceso también se le identifica en la literatura ecológica convencional como desacoplamiento material o desconexión entre el crecimiento económico y los recursos naturales. El proceso de desacoplamiento debería ocurrir en países con mayores ingresos luego de haber superado el punto de inflexión mientras que los países con menores ingresos estarían en la fase ascendente de su consumo de recursos naturales (González et al. 2010). Un supuesto que está detrás de este enfoque es asumir que todos los residuos impactan el ambiente de la misma forma, sin embargo, en la realidad algunos residuos provocan mayores impactos ambientales que otros, por ejemplo, los desechos tóxicos que tienen efectos casi irreversibles en el ambiente. Por lo tanto, este concepto de desmaterialización puede relacionarse de manera directa con la sostenibilidad debido a que está asociado a la eficiencia en recursos naturales respecto a la producción y consumo de una economía. No obstante, otra rama de la economía ecológica es crítica a la desmaterialización ya que no incorpora en el análisis el actuar de las leyes de la termodinámica en el medio ambiente, esta rama pertenece a la corriente de Georgescu-Roegen (1971).

Una forma de testear la hipótesis de la desmaterialización en un sentido más profundo, de acuerdo con Carpintero (2005), es evidenciar empíricamente una Curva de Kuznets Ambiental (CKA) utilizando como indicador de deterioro ambiental el Consumo Doméstico Material (CDM). De esta forma, siguiendo el concepto de metabolismo social y metodología de flujos materiales, un *output* que puede ser considerado como determinante de calidad ambiental es la cantidad residuos generados por la economía. Por consiguiente, la degradación ambiental podría medirse en términos de residuos depositados en el medio ambiente, del mismo modo que las emisiones atmosféricas. Este tipo de perspectiva CKA-CDM, también lo desarrollan Bruyn y Opschoor (1997).

Ellos plantean que se puede observar la misma relación de U invertida entre crecimiento económico y degradación ambiental medida en términos de residuos, para esto utilizan como proxy de residuos el Consumo Doméstico Material (CDM). Asimismo, Vehmas y otros (2007) utilizan los otros indicadores de flujos de materiales para medir la misma relación para los países de la Unión Europea para el periodo de 1980-2000. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que la desmaterialización puede ser un mito. Dejar de extraer recursos naturales para reutilizar los que ya están en el sistema económico puede generar un abaratamiento en los costos debido al mayor reciclaje, lo cual, induciría a generar un mayor uso que devendría a explotar nuevamente los recursos (Martínez Alier 2015).

5. METODOLOGÍA

Para estimar empíricamente la relación entre los ingresos y el medio ambiente, se utilizará el modelo propuesto por Van Alstine y Neumayer (2009). Ellos, luego hacer una revisión detallada de varios estudios de CKA, proponen este modelo simple que toma en cuenta los efectos fijos de cada país y generaliza las varias medidas de contaminación (emisiones de CO₂, SO₂, coliformes fecales, etc.) en una variable de deterioro ambiental. Para esta investigación se utilizará como *proxy* de deterioro ambiental el indicador de Consumo Doméstico Material (CDM).

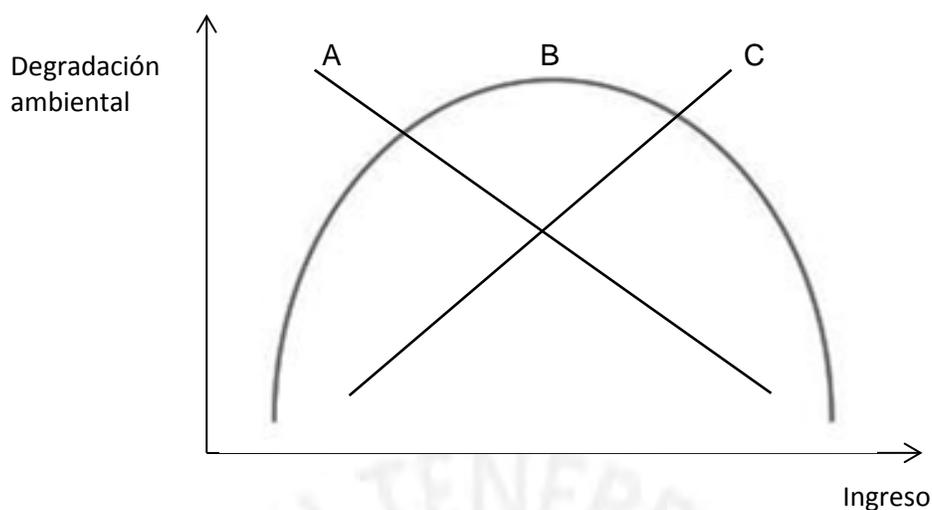
De esta forma, las estimaciones obtenidas testearan la hipótesis que plantea la CKA que sugiere que a mediano o largo plazo, la relación entre la contaminación y el crecimiento económico tendrá forma de U invertida, es decir, que ante mayores ingresos los países hay una reducción de los impactos ambientales. Además, al estimar la relación CKA-CDM se testea la hipótesis de la desmaterialización o desacoplamiento material sugerido por la rama de la economía ecológica, que al igual que la CKA, plantea que ante mayores ingresos, se reducirá el consumo de materiales. Según Van Alstine y Neumayer (2009), la mayoría de estudios de CKA utilizan la ecuación básica de la siguiente forma:

$$E_{it} = \delta Y_{it} + \phi(Y_{it})^2 + \varepsilon_{it}$$

Donde E denota el indicador medio ambiental, ya sea per cápita o en forma de concentraciones. Y denota el ingreso per cápita o solo ingreso (Ece 2013), t e i se refieren a año y país respectivamente.

Respecto a la interpretación de los resultados, de acuerdo con los autores, se pueden ver tres diferentes patrones en la estimación de la CKA para un determinado país; los patrones son A, B y C, como se observa en la siguiente figura.

Figura 5. Patrones de CKA



Fuente: Van Alstine y Neumayer (2009)

En la ecuación si δ es negativo y estadísticamente significativo y ϕ es estadísticamente insignificante, se obtiene el patrón A que explicaría que a mayores ingresos, menor degradación ambiental.

Si δ es positivo y estadísticamente significativo y ϕ es estadísticamente insignificante se obtiene el patrón C. Este patrón muestra un deterioro constante del medio ambiente mientras el ingreso va aumentando, esta parte representa la primera fase de CKA antes de llegar al punto de inflexión.

El patrón B, muestra δ positivo y ϕ negativo, ambos, estadísticamente significativos. En este patrón, el máximo punto de nivel per cápita es obtenido a través de la siguiente ecuación: $Y^* = (-\delta/2\phi)$. Este patrón representaría una CKA con todas sus tres fases, la creciente, la presencia del punto de inflexión y la fase decreciente.

6. DATOS Y HECHOS ESTILIZADOS

6.1 Datos

Para la investigación se utilizará las series de ingresos per cápita y Consumo Doméstico Material de la economía peruana para el periodo de 1970-2015. Por una parte, los datos del PBI son obtenidos del Banco Central de Reserva del Perú. Por otra parte, se construye la serie del indicador de Consumo Doméstico Material para este periodo en base a la metodología planteada por el anexo metodológico (Anexo 1). Esta versión metodológica toma de referencia la guía de EUROSTAT (2001), la construcción del CDM incorpora la realización de los indicadores detallados en la tabla 1 en base a datos históricos de la Organización de las Naciones Unidas para la

Alimentación y la Agricultura (FAO), del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) y de la Agencia Internacional de Energía (IEA). Asimismo, para obtener el indicador de balance comercial físico se construye en base de las series de importaciones y exportaciones de COMTRADE.

6.2 Hechos Estilizados de la Economía Peruana

La economía peruana atravesó tres grandes fases a partir de 1950 hasta la actualidad (Dancourt 1999). La primera etapa comprende desde 1950 a 1975 caracterizada por un rápido crecimiento interrumpido por recesiones breves. De acuerdo con Dancourt (1999), esta etapa tuvo una estrategia casi primaria exportadora pura.

La segunda etapa, entre 1976-1990, es caracterizada por un estancamiento de larga duración de auges y recesiones continuas que desembocaron en una hiperinflación en 1988. El modelo primario exportador trató de ser reemplazado desde el Estado por el modelo de Industrialización por Sustitución de Importaciones (ISI). Este modelo buscaba industrializar a la economía incentivando el crecimiento del sector manufacturero. La política económica se caracterizó por la protección del mercado interno y el intervencionismo estatal. Este primer modelo es alterado en 1979, año donde se abre la economía el mercado al exterior.

Sin embargo, a pesar de todos los esfuerzos de mantener los vestigios del modelo, su final se materializó en el colapso económico de los ochenta. Hausmann (2007) sostiene que luego de este periodo no hubo una transformación estructural en la economía peruana.

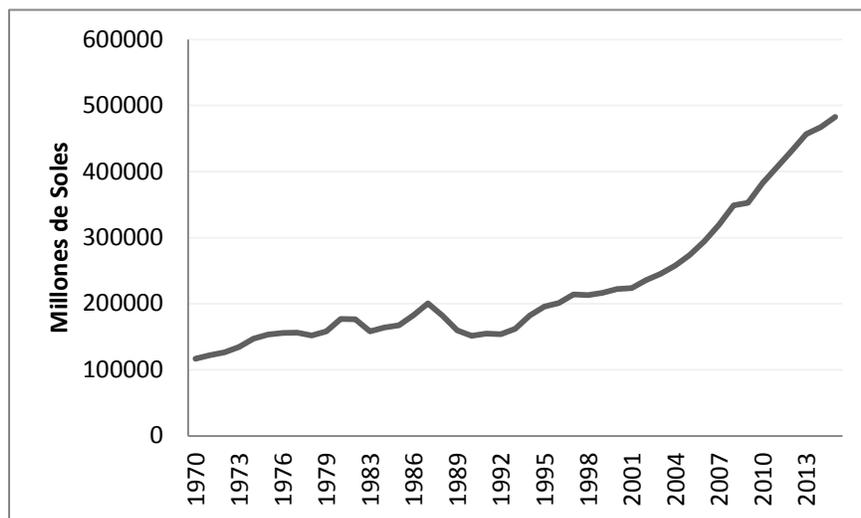
La última etapa es comprendida entre 1991 hasta la actualidad. Esta etapa es regida por un periodo de crecimiento continuo del PBI que comenzó con la aplicación de reformas estructurales planteadas por el Consenso de Washington. Este ajuste estructural de corte neoliberal planteó la desintervención del Estado en todos los sectores para darle libertad al mercado. Si bien tuvo un efecto estabilizador macroeconómico, también tuvo carácter de reprimarizador de los sectores productivos.

De esta forma, el sector primario exportador tradicional, en el que el país tiene ventajas naturales, y el sector de servicios no transables, como construcción y comercio, se vieron favorecidos (Jiménez 2000) y se expandieron a partir de la década de los noventa.

En resumen, la economía peruana ha tenido un crecimiento notable los últimos 45 años. Los ingresos aumentaron de cien millones anuales registrados en 1970 a cerca de quinientos millones de soles anuales para el 2015. La tasa de crecimiento fue mayor a 3.3% anual en este período. En la siguiente figura se puede ver que hasta la segunda fase, el crecimiento fue moderado, sin embargo, a partir de la década de 1990 se aceleró. De acuerdo con Mendoza (2013), el contexto

internacional fue un determinante clave para este crecimiento, es por eso que por favorables términos de intercambio y aumento de inversiones hubo aumento en los ingresos. Por otra parte, otro determinante clave para explicar el crecimiento de los últimos años fue la adopción de políticas contra-cíclicas, sobretodo, ante la última crisis.

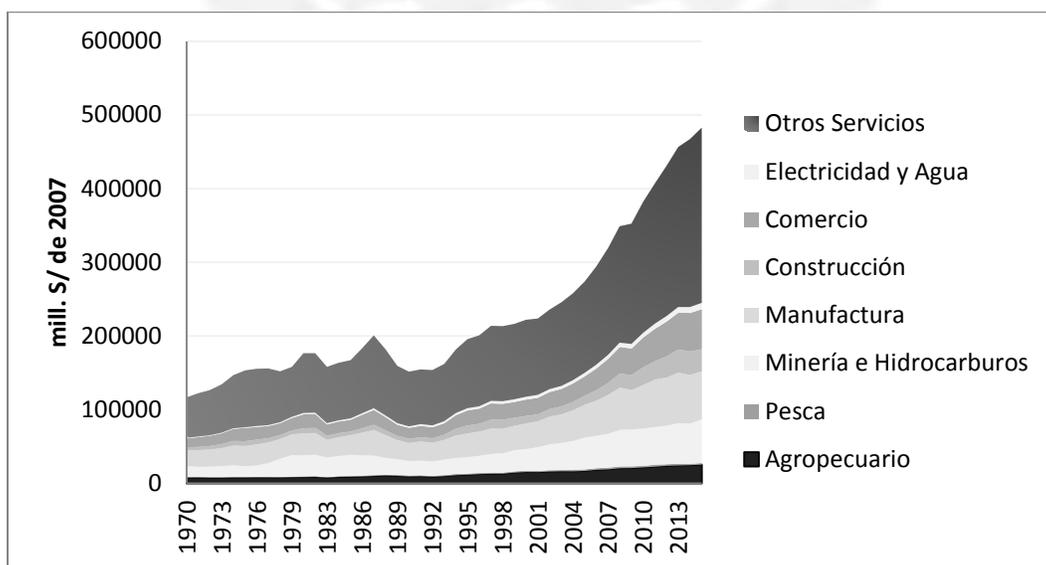
Figura 6. Evolución del PBI Perú, 1970-2015 (mill. S/ de 2007)



Fuente: BCRP (2017)

Detalladamente, en el gráfico siguiente se puede ver que los sectores que crecieron más fueron el de servicios, minería e hidrocarburos, manufactura y comercio a partir de la década de los 90'. Asimismo, se puede ver la aceleración a partir del 2000, donde el comercio, la minería y la manufactura ampliaron su participación en la composición del PBI.

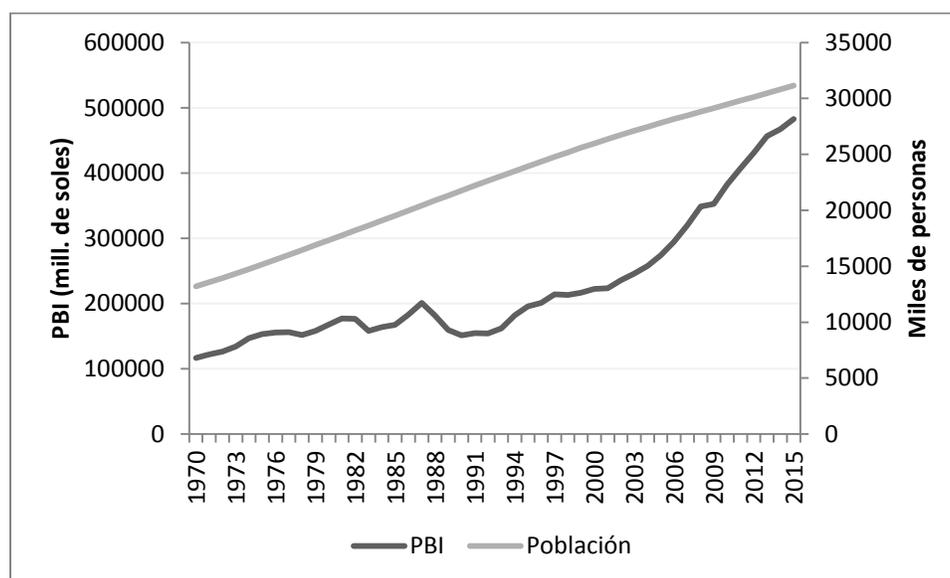
Figura 7. Evolución del PBI por sectores, 1970-2015



Fuente: BCRP (2017)

Complementariamente, se puede ver en el siguiente gráfico el crecimiento poblacional y el crecimiento del PBI per cápita en los últimos 45 años. La tasa de crecimiento promedio del PBI per cápita fue de 1.4% anual y la tasa de crecimiento poblacional fue de 1.9%, es decir, creció a un mayor ritmo que el PBI per cápita. En este periodo, la población prácticamente se duplicó en 100%, para el 2015 se estima la población llegó a ser de 30 millones peruanos. Asimismo, se puede ver que hubo un estancamiento hasta el 2006 del PBI per cápita, año en el cual, se aumentó las unidades de producción económica por cabeza.

Figura 8. Crecimiento poblacional y PBI per cápita, Perú (1970-2015)



Fuente: BCRP (2017)

7. ANALISIS DE INDICADORES DE FLUJO DE MATERIALES

En la siguiente parte se muestra los resultados cuantitativos respecto a los indicadores de la metodología de flujo de materiales. Se explicará la evolución de los indicadores llamados extensivos por la rama de la economía ecológica que son aquellos que dependen del tamaño del sistema económico. Asimismo, se verá la evolución de un indicador "intensivo" que refleja la desmaterialización de la economía de una forma diferente a la evidencia empírica de la Curva de Kuznets Ambiental.

Tabla 2. Indicadores Extensivos de Flujo de Materiales, Perú 1970-2015 (millones de toneladas)

Indicador	1970	1980	1990	2000	2010	2014	2015*
ED	148.5	181.4	188.6	396.6	595.2	659.0	675.5
M	0.0	1.5	2.8*	8.9	18.7	22.2	23.6
X	0.0	9.3	7.4*	10.5	25.9	36.5	39.5
BFC	0.0	-7.9	-4.7	-1.6	-7.2	-14.3	-15.9
CDM	148.5	173.5	183.9	395.0	588.0	644.8	659.6
IDM	148.5	182.8	191.4	405.6	613.9	681.2	699.1

Fuentes: FAOSTAT, USGS, IEA. Elaboración: propia

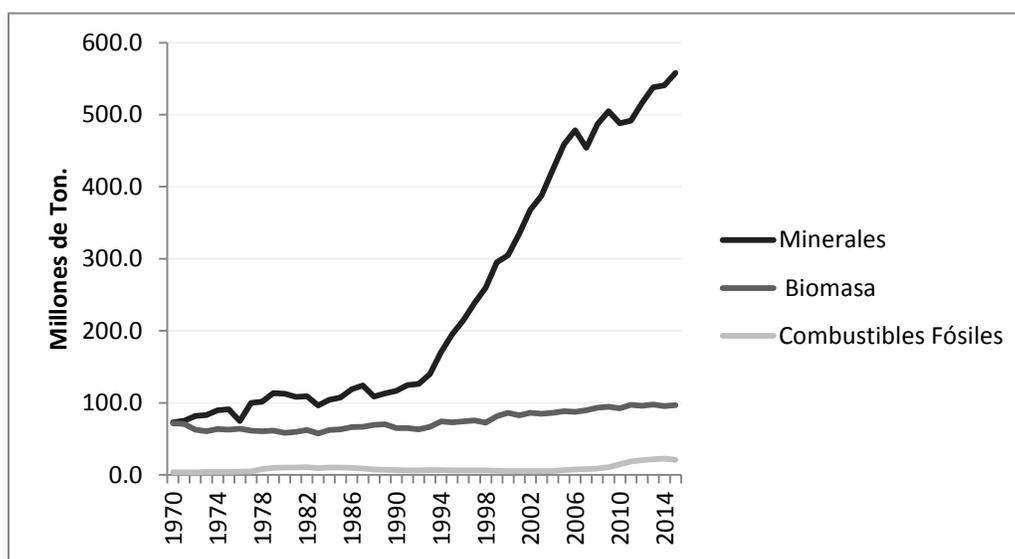
(*): Estimado

Indicadores extensivos

7.1 Extracción doméstica

De acuerdo con Kuramoto y Glave (2002) la economía peruana está basada en la extracción de materias primas. En los últimos 45 años, se puede ver en el siguiente gráfico que los tres indicadores de extracción doméstica aumentaron en diversas proporciones su consumo. El primero, la extracción de minerales aumentó a una tasa de 5% promedio anual en el periodo de 1970-2015. Tuvo cambios en dos puntos importantes en el tiempo, en los cuales, aumentó el volumen de extracción de minerales, que mantuvo su tendencia positiva. En el periodo de 1970 a 1991 este indicador creció a 2%, sin embargo, a partir de 1993 hasta el 2007, la tasa de crecimiento aumentó a 8% promedio anual. Este aumento se relaciona con el ajuste estructural neoliberal inspirado en el Consenso de Washington que cambió la estructura de la propiedad, los precios relativos, el papel del Estado y la cultura económica (Gonzales de Olarte: 2015). A causa de este cambio de estructura, la economía peruana se consolidó en el sector primario exportador basado en la extracción de recursos naturales y, además, de desarrollándose en el sector de servicios. Por esta razón, en el gráfico se puede observar que a partir de la década de los 90's aumenta la extracción de minerales progresivamente.

Figura 9. Extracción Doméstica Perú 1970-2015



Fuentes: FAOSTAT, USGS, IEA. Elaboración: propia

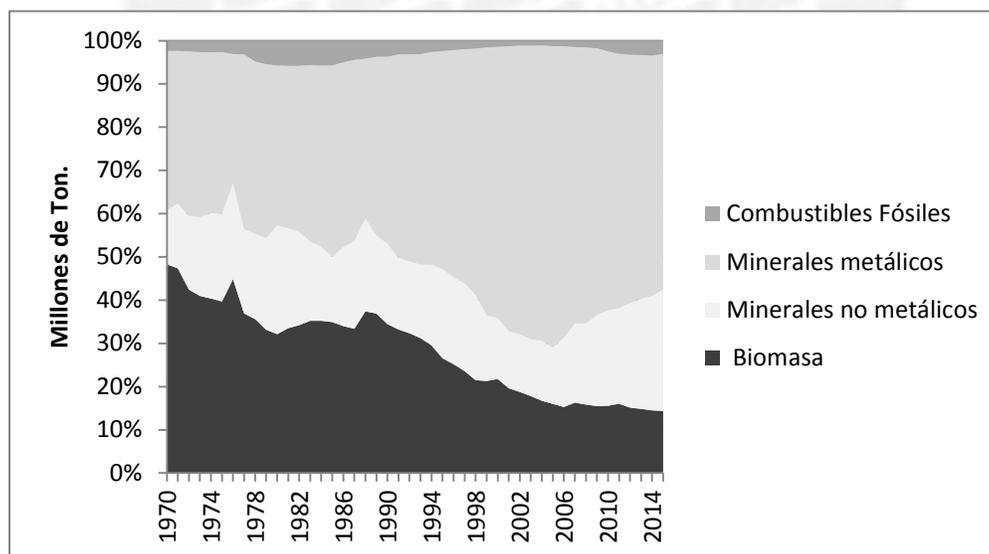
Luego del 2008, la tasa de crecimiento se redujo a 3% anual hasta el 2015. El aumento del precio internacional de los metales, en especial el del cobre, dinamizó el sector minero desde la década del 2000 hasta el 2007, a partir de la crisis del 2007-2008, donde, los términos de intercambio empezaron a ser menos favorables en este rubro. Se debe considerar que la extracción de metales genera gran cantidad de residuos, de acuerdo con Silva Macher (2007), luego del proceso de refinamiento y concentración solo el 0.03 % del material extraído es exportado, el resto, o sea más que el 95% de extracción son pasivos ambientales que permanecen en el país generando mayor contaminación dado que este tipo de residuos tiene mayor impacto en el ambiente (González: 2010).

El segundo indicador de extracción doméstica, la biomasa, evolucionó con menor varianza este periodo. La biomasa es un indicador agregado de los alimentos, animales, alimento para animales, madera entre otros que se consume en una economía medido en toneladas. El indicador creció a una tasa promedio de 0.7% anual en el periodo 1970-2015. En la década de los de 1970 tuvo un decrecimiento de -2.1% promedio anual hasta 1980, debido a la reforma agraria que desarticuló la producción en el sector agrario provocando que haya un desabastecimiento de productos alimenticios (INEI 1997). A partir de 1980, el indicador empezó a crecer a una tasa anual de 1% hasta 1992 por la desestabilización económica del país. A partir de 1993 hasta el 2015, el indicador tuvo un ritmo de crecimiento mayor con una tasa promedio anual 1.9% por el cambio de estructura en la economía.

El tercer indicador de extracción de combustibles fósiles tuvo una tasa promedio de crecimiento anual de 3.9% en este período. En el periodo de 1970-2004 la tasa fue de 1.4% promedio anual. No obstante, aumentó estrepitosamente en el 2005, año en el que se empezó la extracción masiva de gas natural, de tal forma, que el crecimiento de la extracción de combustibles fósiles fue 11.8% promedio anual en el período 2005-2015.

Por último, se presentará en la siguiente figura la participación de los indicadores que componen la Extracción Doméstica (ED) en porcentajes, para la realización de un mejor análisis se divide el indicador de minerales en metálicos y no metálicos. En un principio, en 1970 el indicador de Biomasa poseía cerca del 48% de participación de extracción doméstica, la extracción de minerales poseía 49% (10% minerales no metálicos y 39% minerales metálicos) y la participación de los combustibles fósiles era menor 5%. Sin embargo para el 2015, la extracción de minerales aumentó su volumen, de tal modo, que su participación en la composición aumentó 40% más en los últimos 45 años. El caso de los minerales metálicos es el más resaltante, pues aumentó su participación en la composición del ED en 15% para el 2015 y representa el casi la mitad de la ED de los últimos 45 años. Asimismo, los minerales no metálicos (industriales y construcción) también aumentaron su participación casi en 15% más para el 2015. En cambio, el porcentaje de participación de la biomasa se redujo en 30% y el de combustibles fósiles se mantuvo menor 10% en los últimos años.

Figura 10. Composición de Extracción Doméstica de la economía peruana en el período 1970-2015



Fuentes: FAOSTAT, USGS, IEA. Elaboración: propia

Por consiguiente, la extracción de minerales aumentó en 661% más para el 2015 en comparación de su valor en 1970. Asimismo, a lo largo de este período, la extracción de este tipo de recursos tomó mayor participación en la composición del indicador de ED ocupando cerca del 80% para el

2015 y provocando la reducción de la participación del indicador de Biomasa. Estos mismos cambios se pueden observar en la siguiente tabla resumen donde se ve claramente el aumento significativo de la extracción de minerales de construcción y metálicos, el aumento progresivo de la extracción de alimentos, alimentos para el ganado y otra biomasa, sin embargo, un decrecimiento del consumo de animales. Por último, se puede observar un aumento progresivo de la extracción de combustibles fósiles. En total, la extracción doméstica aumentó en 355% más comparando su valor en el año 1970 con el 2015, es decir, a lo largo de estos 45 años, el consumo de recursos naturales aumentó cerca de 400%.

Tabla 3. Indicadores de flujos de materiales Perú 1970-2015 (Miles de ton.)

Extracción Doméstica (ED)	1970	1980	1990	2000	2010	2014	2015*
Alimentos	15448.4	12212.4	13668.0	21559.4	28827.5	32409.6	33683.5*
Alimento para ganado	35537.8	31855.7	32387.4	39563.8	45891.5	45817.9	46324.7*
Animales	12483.2	2708.4	6868.8	10655.6	4300.3	3571.5	3218.2*
Madera	8182.0	11426.0	11992.4	14504.3	13623.4	13741.3	13736.8
Otra biomasa	98.3	87.0	78.3	51.6	23.2	45.8	44.4
Minerales de construcción	17909.8	43796.4	34160.6	55485.3	128848.4	172801.6	188156*
Minerales industriales	612.9	1706.9	882.5	567.0	2633.9	1546.7	1697.3*
Minerales metálicos	54716.5	67128.8	81516.2	248625.3	356489.2	366372.0	367797*
Carbón	33	29	68	12	62	148	170
Petróleo	3167	9956	6547	5177	6908	9404	7963
Gas Natural	350	449	407	444	7624	13161	12684
Otros combustibles fósiles	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL (miles de ton.)	148538.4	181354.8	188576.1	396645.7	595231.4	659019.3	675476.5

Fuentes: FAOSTAT, USGS, IEA. Elaboración: propia

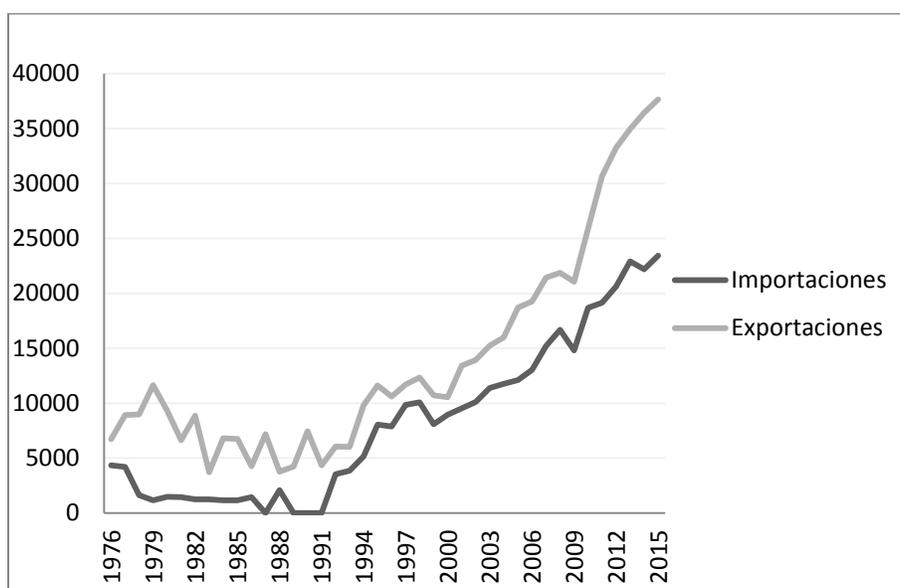
*: datos estimados

Luego de la revisión de cada uno de los indicadores de extracción de recursos naturales a lo largo del periodo de 1970-2015, se puede concluir que la economía del país empezó a especializarse en el sector primario exportador, es por eso, que a partir del Consenso de Washington la extracción de minerales aumentó a gran escala en términos físicos. Del mismo modo, los otros dos indicadores de biomasa y combustibles fósiles aumentaron a lo largo de este tiempo, sin embargo, se debe tener en cuenta que el impacto de la extracción de biomasa sobre el ambiente es menor y diferente a comparación del impacto de la extracción de minerales y combustibles fósiles que genera un mayor daño sobre la naturaleza (González 2010).

7.2 Importaciones, Exportaciones y Balance Físico Comercial

En el siguiente gráfico se puede observar la evolución de las exportaciones e importaciones del Perú para el período de 1976 hasta el 2015 en miles de toneladas. Del mismo modo, como se explicó en el indicador anterior, hay quiebre en las series a partir de la década de los 90's debido a la reforma estructural neoliberal. Para esa década el país se abrió al comercio exterior con nuevas reglas de juego marcadas por el Consenso de Washington, por eso, desde los 90's se puede ver que hay un aumento continuo de flujos comerciales que se estancaron en las dos crisis, la crisis asiática de 1998 y la crisis del 2008, pero siguieron su tendencia creciente hasta el 2015.

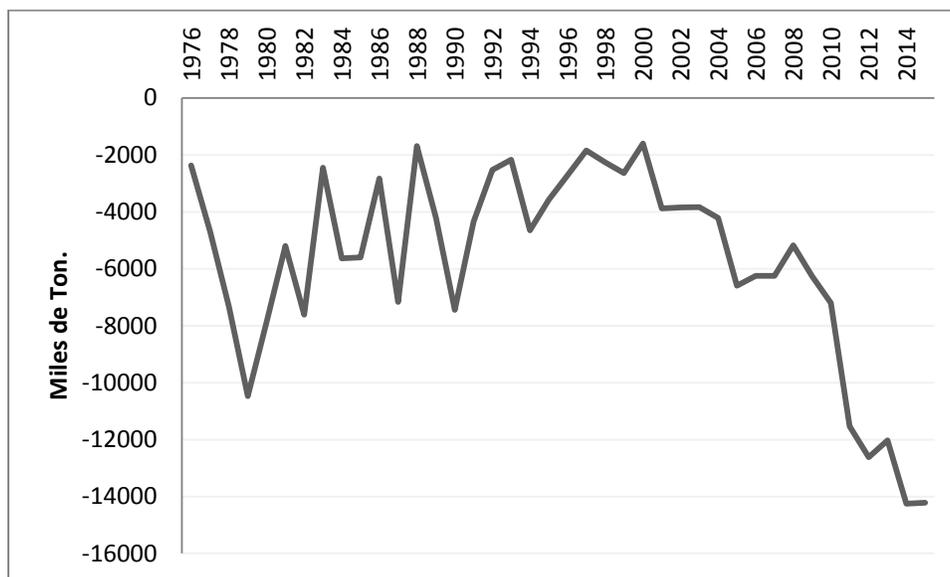
Figura 11. Evolución de exportaciones e importaciones Perú 1976-2015 (mil. de ton.)



Fuente: COMTRADE Elaboración: propia

El balance físico comercial es medido a través de la diferencia entre importaciones y exportaciones, este indicador muestra en términos físicos cuantas toneladas derivadas de los flujos comerciales se quedan en el territorio nacional en caso de ser positivo. De acuerdo al siguiente gráfico, se puede ver que hubo variaciones en el balance de los flujos comerciales físicos hasta el 2000. Sin embargo, a partir de la década del 2000, se observa que el Perú generó más toneladas en exportaciones que importaciones, es por eso que hay un déficit comercial físico desde ese año hasta el 2015.

Figura 12. Balance Físico Comercial, Perú, 1976-2015 (Miles de Ton)



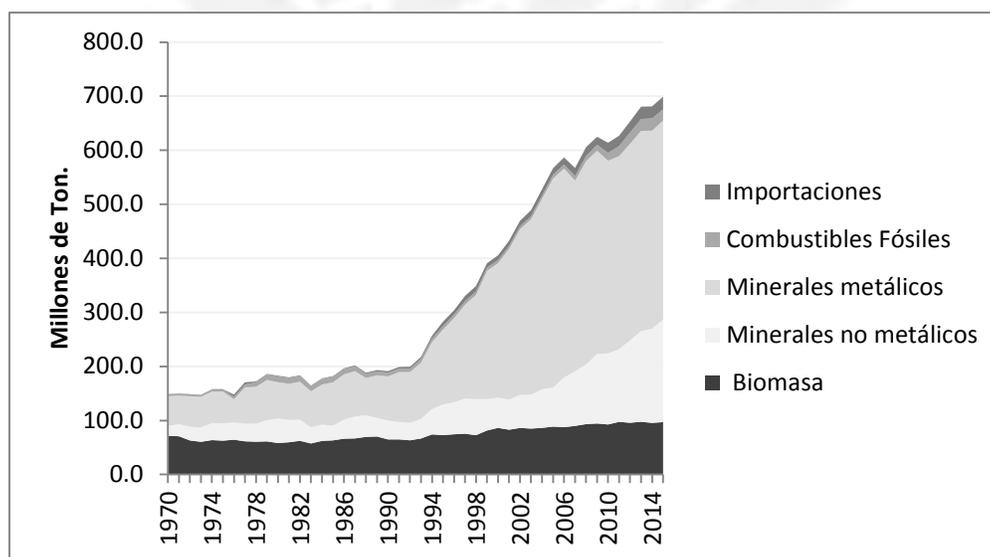
Fuente: COMTRADE Elaboración: propia

Indicadores Intensivos

7.3 Consumo Doméstico Material

El Consumo Doméstico Material (CDM) está compuesto por la Extracción doméstica y la adición de importaciones y sustracción de exportaciones. Para el período completo 1970-2015, el CDM creció en 3.5% anual en promedio. En el siguiente gráfico se muestra su evolución del ingreso Doméstico Material (IDM) definido en el marco teórico, este indicador no incorpora las exportaciones, sin embargo, sirve para mostrar la evolución del CDM.

Figura 13. Ingreso Doméstico Material Perú, 1970-2015

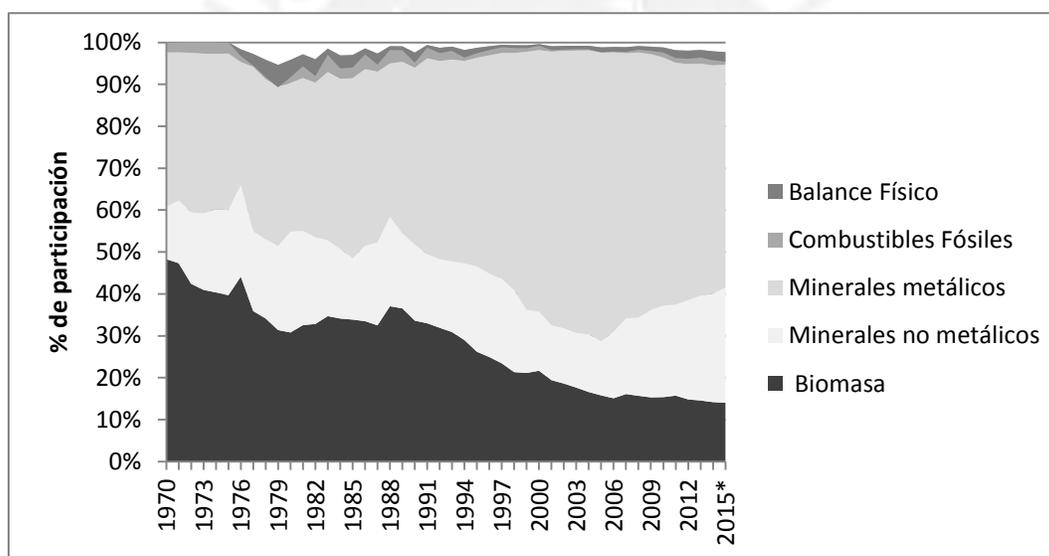


Fuentes: FAOSTAT, USGS, IEA, COMTRADE. Elaboración: propia

Se puede observar que para el período, los minerales metálicos y no metálicos (industriales y de construcción) son los que aumentaron su participación dentro del indicador, estos crecieron a las tasa promedio anual de 4.2% y 5.2%, respectivamente. El consumo de combustibles fósiles creció en 3.9% y el de biomasa 0.7% promedio anual. El balance comercial físico resulto negativo para el último período a partir del 2000 hasta el 2015.

Este crecimiento del indicador de extracción de minerales se relaciona al cambio de modelo realizado en los noventa de la economía peruana, donde, se reprimarizó la estructura económica. Entonces, se puede ver que la expansión de los sectores primario exportador y de servicios tienen su contraparte metabólica, es decir, que su evolución es captada por los indicadores de flujos de materiales. Se puede notar que estas actividades dedicadas a la extracción de recursos naturales no renovables e intensivas generan una gran cantidad de residuos que permanecen en el medio ambiente, a pesar de que un porcentaje cercano al 10% es exportado del país.

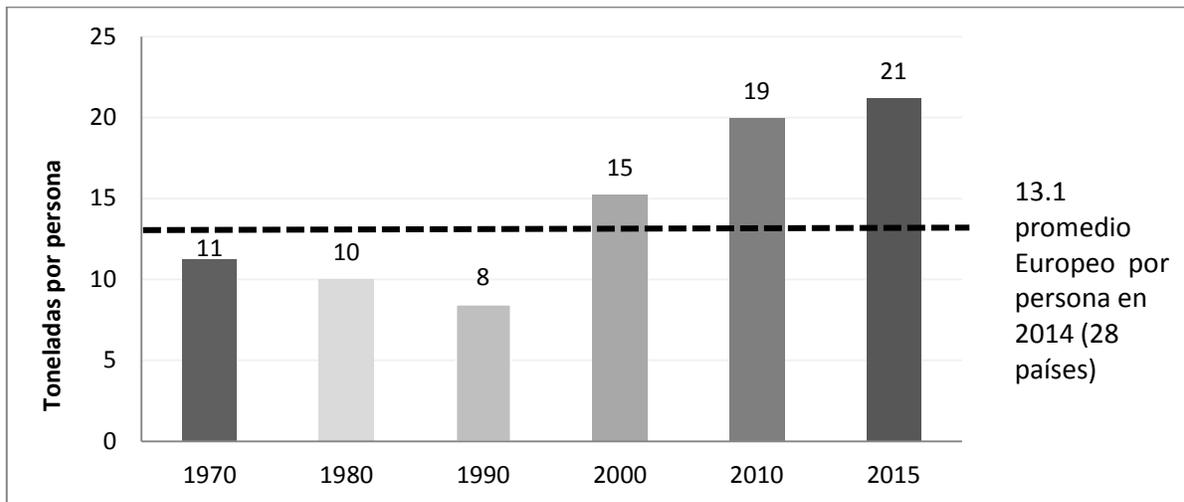
Figura 14. Consumo Doméstico Material Perú, 1970-2015(% de participación)



Fuentes: FAOSTAT, USGS, IEA, COMTRADE. Elaboración: propia

Por último, el Consumo Doméstico Material peruano per cápita ha ido incrementándose a lo largo de este período, pasó de ser 11 toneladas en el 1970 a 15 toneladas en el 2000 y, luego, 21 toneladas en el 2015. De acuerdo con European Environment Agency (2015), el promedio de los 28 países que conforman la Unión Europea es de 13.1 toneladas por persona para el 2014. Por tanto, en el Perú cada persona supera en más de 7 toneladas su consumo de materiales, en comparación de una persona europea. Evidentemente, esta gran diferencia se debe al aumento de la extracción de minerales metálicos y no metálicos luego del cambio estructural en el Perú a partir de 1991.

Figura 15. CDM per cápita, Perú, 1970-2015



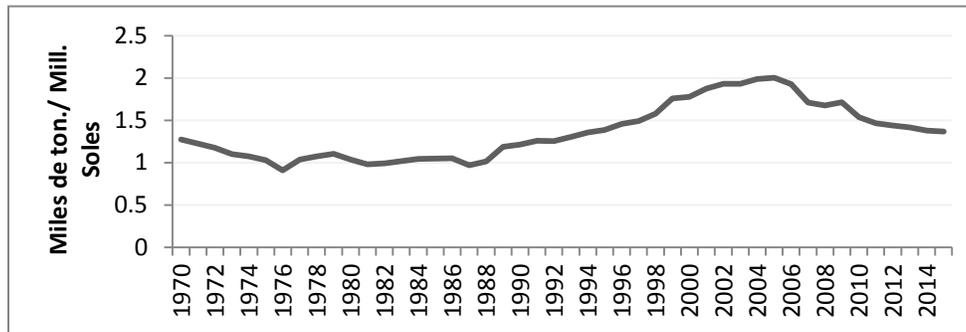
Fuente: FAOSTAT, USGS, IEA, COMTRADE, BCRP, European Environment Agency (2015). Elaboración: propia

7.4 Intensidad Productiva

El indicador de Intensidad Material es aquel que mide la cantidad de residuos que se generan por unidad de producto. Este indicador es utilizado para verificar el estado de desmaterialización de una economía, entonces, mientras más residuos por producto se genere, la economía utiliza más recursos naturales que generan mayores desperdicios y causan impactos ambientales irreversibles.

En el gráfico se puede ver que el Consumo Doméstico de Materiales (CDM) fluctuaba cerca de 1.2 unidades por unidad de producción hasta 1990 y creció establemente con el tiempo hasta el 2004, a partir de ahí, se contrajo por la crisis del 2008, llegando a tener 1.4 unidades de residuos por unidad de PBI hasta el 2015. La comparación entre 1970 y el 2015 de este indicador muestra dos cosas, que la economía peruana a lo largo del tiempo aumentó los requerimientos de recursos naturales por unidad de producto y, también, que el PBI se redujo de tal manera que se redujo el índice de intensidad material estos últimos 5 años, llegando a tener un índice de intensidad material parecido al de 1970.

Figura 16. Intensidad Material (CDM/PBI), Perú 1970-2015



Fuentes: BCRP, FAOSTAT, USGS, IEA, COMTRADE. Elaboración: propia

8. RESULTADOS DE LA ESTIMACION

De acuerdo al modelo que plantea Van Alstine y Neumayer (2009) se estimó la curva de Kuznets Ambiental para el caso de Perú para el período 1970-2015 con las variables de CDM y los ingresos per cápita. Sin embargo, para realizar una ampliación del estudio, se realizó una segunda estimación de acuerdo a Ece (2013) donde en lugar de ingresos per cápita se utiliza solo la variable ingresos del país. Asimismo, para una mejor comprensión de esta evidencia empírica se desglosa el modelo original en tres modelos importantes para el caso de un solo país, Perú. Estos tres modelos se denotan a continuación:

$$CDM = \beta_1 Y + \varepsilon \quad (1)$$

$$CDM = \beta_1 Y + \beta_2 (Y)^2 + \varepsilon \quad (2)$$

$$CDM = \beta_1 Y + \beta_2 (Y)^2 + \beta_3 d(\text{año}) + \varepsilon \quad (3)$$

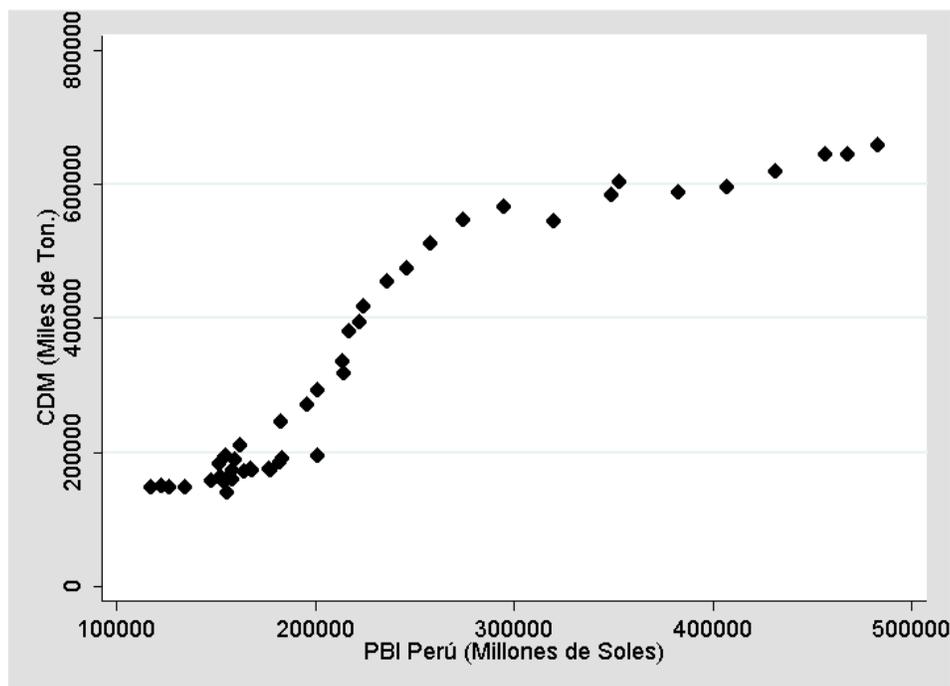
Donde "CDM", la variable dependiente, significa el indicador de Consumo Doméstico Material medido en toneladas. La variable independiente "Y" denota ingreso o ingreso per cápita y "d (año)" es la dummy que indica el quiebre de la reforma neoliberal de 1992, adopta los valores de 1 a partir de ese año hasta el 2015 y es equivalente a 0 en los otros años.

Las siguientes estimaciones se realizaron con mínimos cuadrados ajustados por errores robustos y en las tablas 4 y 5 se recogen los resultados para la estimación de estas tres ecuaciones con las variables ingresos e ingresos per cápita, respectivamente. Asimismo, en las figuras 17 y 18 se muestran la relación entre el indicador ambiental CDM y el ingreso y CDM y el ingreso per cápita, respectivamente.

Estimación de CKA con ingresos

Para el periodo 1970-2015, la relación entre el PBI y el Consumo Doméstico Material (CDM) es positiva y estadísticamente significativa como se puede apreciar en el siguiente gráfico y en la primera columna de la tabla 4. Esta primera columna muestra los resultados de la ecuación (2).

Figura 17. Curva de Kuznets Ambiental (PBI - CDM), Perú, 1970-2015



Fuente: FAOSTAT, USGS, IEA, COMTRADE, BCRP. Elaboración: propia

Del mismo modo, la estimación de la CKA en base al ingreso definido por la segunda columna de la siguiente tabla muestra que la relación entre el ingreso y el indicador ambiental es positiva. Sin embargo, al estimar el coeficiente del ingreso al cuadrado se puede observar que no existe efecto de esta variable. Entonces, de acuerdo Van Alstine y Neumayer (2009), el patrón que sigue esta relación es el patrón C (ver figura 5), lo cual, significa que existe un deterioro constante del medio ambiente mientras el ingreso va aumentando. No obstante, esta pendiente positiva podría representar la primera fase de CKA antes de llegar al punto de inflexión.

Tabla 4. Resultados de estimación de CKA con la variable ingreso

	(1)	(2)	(3)
	CDM	CDM	CDM
PBI	1.721*** (0.104)	4.632*** (0.507)	3.115*** (0.679)
PBI ²		-0.000*** (0.000)	-0.000*** (0.000)
d(año)			85064.730*** (26568.970)
Constante	-66838.417*** (20924.117)	-418635.665*** (64714.516)	-246310.300*** (82851.381)
R-cuadro	0.877	0.939	0.957
LR chi2			
Prob > chi2	0.0000	0.0000	0.0000
PseudoR2			
Observaciones	46	46	46
Errores estándar en paréntesis			

Fuente: FAOSTAT, USGS, IEA, COMTRADE Elaboración: propia

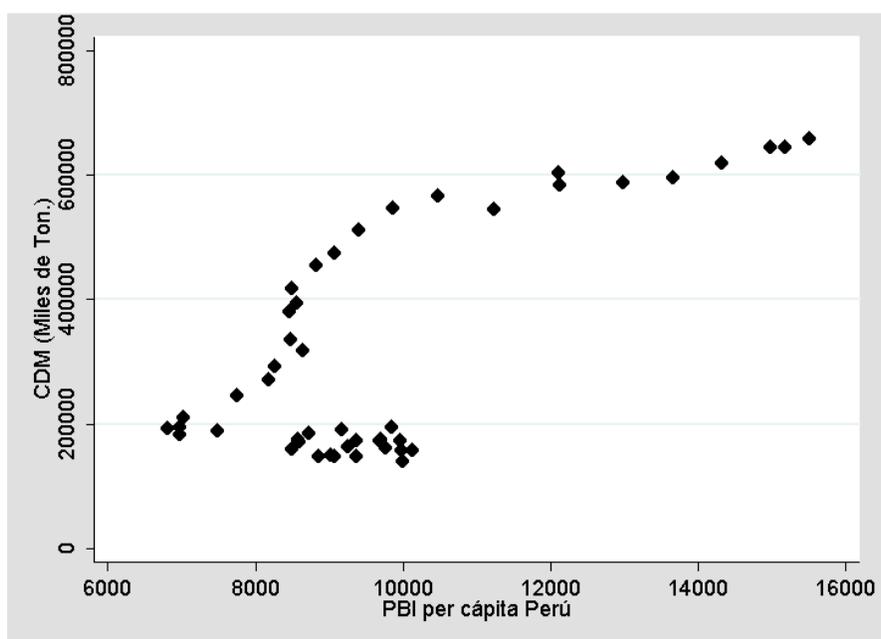
Donde * significa un $p < 0.10$, ** significa un $p < 0.05$ y *** significa un $p < 0.01$

Por último, en la tercera columna se estima la ecuación (3), donde efectivamente la incorporación del quiebre estructural de la década del 90 a través de la dummy temporal es significativa al 99%. En este caso, se puede decir que a partir del cambio de estructura la relación entre el PBI y el CDM tiene forma de U invertida, sin embargo, el periodo 1990-2015 es muy corto para ser interpretado como hecho empírico en caso de series de tiempo.

Estimación de CKA en base al ingreso per cápita

En el Perú, para el periodo 1970-2015, la relación entre el PBI per cápita y el Consumo Doméstico Material (CDM) es positiva y estadísticamente significativa como se puede apreciar en el siguiente gráfico y en la primera columna de la tabla 5.

Figura 18. Curva de Kuznets Ambiental (PBI per cápita - CDM), Perú, 1970-2015



Fuente: FAOSTAT, USGS, IEA, COMTRADE, BCRP. Elaboración: propia

No obstante, al incorporar la variable de población se ve que existe una mayor cantidad de años en los que el ingreso es menor por persona, esta variable afecta los resultados de la estimación de CKA (ecuación 2), los cuales no son significativos (columna 2, tabla 5).

Tabla 5. Resultados de estimación de CKA-CDM con la variable ingreso per cápita

	(1)	(2)	(3)
	CDM	CDM	CDM
PBI per cápita	61.465*** (4.001)	-23.075 (77.607)	26.423 (50.301)
PBI per cápita ²		0.004 (0.003)	0.001 (0.002)
d(año)			237130.559*** (22704.811)
Constante	-277591.155*** (46357.320)	166924.649 (414739.563)	-117188.683 (281426.001)
R-cuadro	0.529	0.542	0.896
LR chi2			
Prob > chi2	0.0000	0.0000	0.0000

PseudoR2			
Observaciones	46	46	46
Errores estándar en paréntesis			

Fuente: FAOSTAT, USGS, IEA, COMTRADE Elaboración: propia

Donde * significa un $p < 0.10$, ** significa un $p < 0.05$ y *** significa un $p < 0.01$

De acuerdo con Van Alstine y Neumayer (2009), si los coeficientes asociados al PBI per cápita y al PBI per cápita al cuadrado eran estadísticamente significativos, entonces, se podría vislumbrar la forma de U invertida de la Curva Kuznets Ambiental. Sin embargo, esta evidencia empírica no se replica en el caso de Perú ya que ni el ingreso per cápita, ni el ingreso per cápita al cuadrado poseen coeficientes significativos. Por último, en la columna 3 se estimó la ecuación (3), la cual, agrega una dummy que captura el efecto del cambio de tendencia del PBI a partir de 1992; el coeficiente asociado a esta variable es significativo. Este resultado explica que el ajuste estructural de los noventa si representó un corte que cambió la relación entre el CDM y el PBI per cápita, sin embargo, la relación no es clara entre estas variables. Finalmente, se puede concluir que al incorporar el ingreso per cápita provoca que la relación empírica de U invertida de CKA no se pueda visualizar ni estimar debido a que existen muchos años en el que el Perú cuenta con ingresos menores a 10 000 soles per cápita anuales y, en los cuales, se generaron un Consumo Doméstico Material (CDM) menor a 200 millones de toneladas. Estos años están asociados al período pre reforma estructural de 1992.

En conclusión, los resultados de la estimación son claros para el periodo 1970-2015 en caso de estimar la relación entre el ingreso y CDM. Efectivamente la hipótesis que plantea esta tesis es certera, la relación entre la variable que mide la contaminación en término de residuos y el PBI (o PBI per cápita) si es positiva y aún no es posible visualizar un cambio de tendencia significativo que refleje la reducción de contaminación ambiental a medida que aumente el ingreso para el caso peruano. Es decir, que a mayor crecimiento económico registrado desde 1970 hasta el 2015, hubo una mayor degradación ambiental medida con el indicador de Consumo Doméstico Material. Además, esto implica que a pesar de tener una estructura económica que posee una parte basada en servicios, en largo plazo, la evolución de la economía peruana aportó positivamente a la contaminación generada estos últimos 45 años.

9. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES FINALES

Los resultados muestran que los ingresos obtenidos a partir de la estructura productiva de la economía peruana están relacionados positivamente con los residuos desechados al medio ambiente, es decir, mientras que el país sea intensivo en el uso de recursos naturales, mayor contaminación se genera en términos del CDM. La estimación Curva de Kuznets Ambiental puede, entonces, representar una fotografía de la estructura de la economía peruana vista en cierta forma desde la dimensión del metabolismo social. Los resultados de esta investigación evidentemente contribuyen a la discusión académica respecto al modelo de desarrollo que sigue el país. Este debate se vino dando estos últimos años, sobretudo, desde el ajuste estructural de corte neoliberal dado en los noventa. En la siguiente parte, se revisará el debate de varios autores de la literatura económica sobre el modelo primario exportador que enmarcó un patrón desarrollo para el Perú. Por un lado, algunos están a favor porque el Perú creció como nunca antes y su desempeño es reconocido a nivel internacional. Sin embargo, por otro lado, otros critican el modelo debido a que generó una estructura productiva primaria exportadora y de servicios, susceptible al mercado externo, y dejó de lado otros aspectos como la inserción laboral, la desigualdad y los impactos ambientales que se verá en la última parte.

Por un lado, los autores que están a favor del modelo los suscriben porque el Perú creció a tasas que nunca se vieron antes, pasando a ser un país de ingresos medios altos y aspirar pertenecer a la OECD. Wade (2016) sugiere que la implantación de este Consenso en la economía peruana podía suponer que el País podría llegar a converger los niveles de un país desarrollado. Asimismo, Valcárcel (2011) señala que autores como De Soto (2000), De Althaus (2007) y Kuczynski (2010) suscriben el modelo económico actual en el país.

De Soto (2000) sostiene que el capitalismo es el único sistema económico viable, argumenta que este modelo de capitalismo queda como la única forma de organización racional de una economía moderna. Por lo tanto está a favor del aumento de flujo de inversiones extranjeras al país y la expansión del libre comercio. Althaus (2007) considera que el modelo económico en los 90, integró a otros sectores de la población a la economía a través del mayor crecimiento. Por su parte, Kuczynski (2010) en su propuesta para el bicentenario busca volver más eficiente el modelo económico neoliberal actual e identifica el rol del Estado como facilitador de la inversión del sector privado.

Sin embargo, por otro lado, muchos autores son críticos a los efectos del Consenso de Washington sobre la estructura de la economía. Principalmente, critican que la reforma no modificó la estructura primario exportadora y de servicios de la economía, y provocó que se especializara más en estos sectores. En específico, autores como Schuldt (1994), Hausmann et al. (2007), Dancourt (2013), Jiménez (2009), Francke e Iguiñiz (2006), González (2009), Schuldt y Acosta (2006) y Durand (2016) señalan los diferentes efectos que puede tener una estructura primario exportadora sobre la economía peruana.

Schuldt (1994) sugiere que para el Perú, el "virus" de enfermedad Holandesa se estableció desde la reforma neoliberal. La enfermedad Holandesa relata un hecho empírico que sucede en países que poseen una ventaja en recursos naturales, explica que ante el crecimiento de la explotación de recursos naturales, otros sectores reducirán su crecimiento debido al efecto del aumento de divisas que genera las rentas del sector primario. Entonces, los sectores industriales se verán desincentivados. Además, el autor interpreta esta definición y propone que las inversiones en el sector primario de actividades extracción de recursos naturales provendrán de capitales extranjeros, por lo tanto, la economía será dependiente del sector externo.

Desde el lado macroeconómico, Dancourt (2013) recalca que todas las recesiones de la economía peruana coinciden con el desplome de los precios mundiales de las materias primas que exportamos, con excepción de la de 1982-1983. Es decir, que la economía es altamente susceptible a los choques externos debido a su estructura de primario exportadora.

Hausmann et al. (2007) señalan que una restricción principal que enfrenta el crecimiento en el Perú es la falta de nuevos sectores exportadores en la estructura productiva peruana. Esta carencia es explicada por la especialización adoptada por el país.

Además, Jiménez (2009) identifica que el modelo no ha logrado generar una expansión y modernización de la capacidad productiva, pues la inversión se destina básicamente a la construcción y no a la adquisición de capital físico para los sectores agrícola y manufacturero. Schuldt (1994) ratifica que el modelo genera poco efecto sobre los otros sectores ya que las actividades de extracción de recursos naturales son poco intensivas en fuerza de trabajo y muestran encadenamientos "hirschmanianos" débiles.

Asimismo, Francke e Iguiñiz (2006) observan que la heterogeneidad sectorial de la productividad genera varios niveles de absorción de empleo, así, actividades con alta productividad generan poco empleo en el país. Los autores diagnostican tres sectores de la economía peruana de acuerdo a su productividad y su absorción de la fuerza laboral. En el primer sector de alta productividad y

poca absorción laboral están las actividades de minería, electricidad y telecomunicaciones. En el segundo sector de mediana productividad pero con 10% de absorción laboral se encuentran las actividades como la manufactura, la agro-exportación y el turismo. El último sector, dónde se encuentra la mayoría de fuerza laboral pero con un nivel bajo de productividad están las actividades de agricultura y ganadería. En este marco, se puede ver que las actividades extractivas de recursos naturales orientadas al mercado externo absorben poca fuerza laboral.

Jiménez (2009) puntualiza que un crecimiento basado en exportaciones, descuida los factores internos de una economía que se traducen en estancamiento salarial, debilitamiento de condiciones laborales y un aumento de desigualdad en ingresos. Del mismo modo, González (2009) dice que las políticas actuales no se orientan a una mayor integración económica y social, ni a un crecimiento más articulador y menos a una mayor generación de empleo. Igualmente, Del León e Iguñiz (2010) sostienen que el modelo también generó una desintegración geográfica, donde ciertas regiones del país se beneficiaron más que otras del crecimiento económico.

Schuldt y Acosta (2006) sugieren que los países ricos en recursos naturales no son los más desarrollados. Podrán tener grandes ingresos o un alto PBI per cápita, pero casi siempre carecen de instituciones sólidas y niveles de vida adecuados para toda la población.

Por último, desde un enfoque sociológico, Durand (2016) identifica que debido a la de reforma neoliberal, la falta de organización del Estado y de la sociedad civil hubo una captura de los poderes del Estado por parte de las empresas extractivistas de recursos naturales. La gran consecuencia que genera esta captura del poder es que dichas empresas son favorecidas por las políticas de Estado, lo cual, “afecta negativamente a grupos sociales vulnerables, debilita la neutralidad y capacidad fiscalizadora del Estado y erosiona su legitimidad, fortalece la concentración de poderes políticos, impide al Congreso cumplir un rol legislativo proactivo, limita la deliberación democrática y afecta el acceso a recursos materiales y a oportunidades para los pobres”. (Durand 2016:79)

Desde el enfoque de desarrollo, a partir de las propuestas de los grandes pioneros del desarrollo como Hirschman, Rosentein Rodan o Prebisch que se establecieron luego de la segunda guerra mundial, la definición de desarrollo económico se enfrentó a sus límites, es por eso, que las consideraciones sociales y ambientales entraron en juego. Sen (2011), por ejemplo, critica al enfoque de desarrollo basado en puro crecimiento. Él plantea un enfoque más amplio de desarrollo humano, que implique la expansión de capacidades de las personas ya que, para él, el desarrollo no puede ser medido sólo por ingresos monetarios.

Las consideraciones ambientales sobre el desarrollo provienen desde la presentación del informe Brundtland en 1987 y el surgimiento de la escuela de economía ecológica. Primero, el objetivo de este informe fue exponer que el desarrollo tiene grandes costos medioambientales sobre el planeta y propone que el desarrollo económico debe seguir un patrón más sostenible en términos ambientales. La propuesta de desarrollo sostenible entendido como aquel desarrollo que piensa en las necesidades de las futuras generaciones marcó un lineamiento de política para muchos países de altos ingresos. Por ejemplo, en la zona Euro, se implementó políticas para tener un crecimiento más verde.

Segundo, Carpintero (2005) relata que la escuela de economía ecológica ya a finales de los setenta tenía el debate sobre el crecimiento económico y su efecto sobre el medio ambiente, en particular, planteaba la existencia de restricciones biofísicas al crecimiento económico. Figueroa (2014) explica que tomando en cuenta el largo plazo, la economía mundial se enfrentará a un agotamiento del stock de recursos naturales, pues, la madre tierra no tiene cajero de dónde pueda sacar más. Además, como se mencionó en el marco teórico, la actividad económica es vista como un subsistema dentro de otro, regido por las leyes de termodinámica. Un sistema que tiene su propio perfil metabólico y transforma los recursos naturales en bienes y residuos que luego se depositaran en medio ambiente, es decir en el agua, suelo o aire, que generarán impactos irreversibles.

Entonces, viendo desde el punto de vista de equilibrio parcial, Paraskevopolous (2009) sostiene que una economía intensiva en extracción de recursos naturales genera mayor contaminación que una economía estructurada en servicios. Silva Macher (2016), a partir de un análisis integrado multiescala del metabolismo social, considera que en caso del Perú, el sector minero es un hiperconsumidor de energía eléctrica ya que demanda 11 veces más electricidad por hora trabajada que todos los sectores de la industria y la construcción sumados.

Por lo tanto, se podría decir que el sector minero es el más contaminador, ya que, aparte de extraer recursos minerales, para su producción necesita mayor consumo de energía generada a través de la extracción de combustibles fósiles. Además, los impactos ambientales que generan sus residuos son peores que los generaría la agricultura o, incluso, el sector manufacturero.

Asimismo, se debe de recordar que a nivel mundial, por más que una economía transforme su estructura a una economía de servicios e información, es posible que a través de la expansión de las cadenas de valor, las economías desarrolladas exporten sus actividades contaminantes a otros

países menos desarrollados, a la larga, el nivel de contaminación seguiría aumentando ya sea en residuos como emisiones.

En conclusión general, los resultados de la estimación de la CKA en base al indicador del CDM contribuyen a aquella rama del debate académico que está a favor de un modelo desarrollo para Perú, en el cual, la extracción de recursos naturales no sea parte central en su estructura económica. De acuerdo a lo revisado, el modelo económico que posee como base de producción un sector primario exportador generó un crecimiento en ingresos innegable para el Perú en los últimos 20 años, sin embargo, esta estructura económica tiene muchas limitaciones. Un modelo de desarrollo enfocado solo en sectores primarios y en el crecimiento es altamente sensible a choques externos, tiene el virus de la enfermedad holandesa que se traduce en menos incentivos para diversificar la economía, posee menor inversión capacidad productiva de otros sectores, genera un heterogeneidad productiva que absorbe poca fuerza laboral, aumenta la desigualdad en ingresos y genera desintegración geográfica. Por último, este tipo de modelo genera altos impactos en el medio ambiente, que no solo se traducen en mayores niveles de contaminación en términos materiales como se verificó en esta tesis, sino que también genera dependencia energética. Más allá del debate sobre el cambio de estructura económica, Neumayer (2000) sostiene que se debe actuar directamente a través de políticas para inducir una menor contaminación tanto en residuos como de emisiones. La actividad humana está alterando gravemente la naturaleza del planeta, sin embargo, se sigue repitiendo el mismo patrón de contaminación. Es necesaria mayor voluntad política para reorientar las prioridades del sistema, también es importante fomentar que la población cambie sus patrones de producción y consumo.

Se debe tener en cuenta que esta discusión giró alrededor del efecto de composición de la estructura económica explicada por Panayotuo (1997) en la figura 4. Sin embargo, queda pendiente el debate respecto al efecto escala y al efecto técnico del cambio en la oferta y demanda del mercado. Por un lado, desde diversas ramas de la economía ecológica y bioeconomía se están planteando nuevos modelos para el sistema económico como la economía circular (Ellen Macarthur Foundation S/F) y decrecimiento económico (Bonaiuti 2011) que surgen a partir del análisis del metabolismo social. Estos dos nuevos modelos pueden representar opciones en respuesta al efecto escala de la economía. Por otro lado, el cambio de preferencias en los consumidores a nivel mundial podría representar una solución para reducir el nivel contaminación

medida a través del CDM en la economía mundial y en la economía peruana ya que involucra al cambio de oferta y demanda en el mercado impulsando al efecto tecnológico.

La población peruana debe comprender la complejidad de las actividades económicas y su relación con el medio ambiente desde diversas perspectivas y esta comprensión debe ser retroalimentada por parte del Gobierno. Si bien el Perú no genera grandes cantidades de contaminación de la actividad netamente industrial, si genera un gran porcentaje de pasivos ambientales derivados de la extracción de minerales. Esto se debe a que el Perú está inserto como proveedor de recursos naturales dentro de las grandes cadenas de valor mundiales (Jiménez 2009). Entonces, evidentemente en el país, la política nacional y las políticas regionales deben dirigirse al mejor manejo del tema de extracción de minerales y sus impactos. Del mismo modo, un cambio de preferencias a nivel mundial detendría o incluso reduciría la demanda extracción de minerales. Tomar en cuenta la relación tanto económica como metabólica entre un país y el mundo es algo importante, pues lleva a reflexionar que, más allá de alcanzar las metas de Desarrollo Sostenible, se deben realizar políticas específicas en cada país dirigidas a ciertos sectores económicos, así como, políticas que incentiven el cambio de preferencias de los consumidores a nivel global. Puede sonar muy difícil porque el análisis metabólico de la economía representa un tema nuevo para Latinoamérica, sin embargo, que este tema tenga incidencia en la agenda pública puede generar resultados beneficiosos para el país, las ciudades, comunidades y las personas. Se debe recordar que en Europa se viene utilizando los indicadores de flujos de materiales como herramienta de análisis del metabolismo social desde el 2001 impulsado por la Unión Europea, es así, que cada año salen los resultados de los indicadores y se aplican políticas específicas para el cambio de preferencias de los consumidores y el cambio de oferta con tecnología más verde con el objetivo de reducir la contaminación en estos términos (EUROSTAT 2001). Este ejemplo muestra que este tipo de análisis continuo de la relación economía y ambiente motiva a la aplicación de políticas tanto macro, micro y meso en cada país e involucra a diversos niveles de gobierno, además, este ejemplo puede ser repetido en el caso de Perú utilizando de base a la experiencia de estos países.

BIBLIOGRAFÍA

ABDULLAH S. y A. ANSUATEGI

2011 *The Environmental Limits to Economic Growth: Sources, Sinks and Inverted U's*. EAERE International Conference. Rome

AUCI, Sabrina y Donatella VIGNANI

2013 *Environmental Kuznets curve and domestic material consumption indicator: an European analysis*. Munich Personal RePEc Archive. Número 52882. Consulta: 24 de octubre del 2016

https://mpra.ub.uni-muenchen.de/52882/1/MPRA_paper_52882.pdf

AYRES, Robert y Allen KNEESE

1969 "Production, consumption and externalities". *American Economic Review* . Volumen 59, 282-97. Consulta: 24 de octubre del 2016

http://www.jstor.org/stable/1808958?seq=1#page_scan_tab_contents

AYRES, Robert y Udo SIMONIS

1994 *Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development*. The United Nations University. Tokyo: The United Nations University.

<http://archive.unu.edu/unupress/unupbooks/80841e/80841E00.htm>

BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ (BCRP)

2017 Estadísticas. Consulta: 28 de setiembre del 2017

<https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anuales/pbi-gasto>

BRYUN, S.M. y J.B. OPSCHOOR

1997 "Developments in the throughput-income relationship: theoretical and empirical observations". *Ecological Economics*. Volumen 20, tema 3, Marzo, pp. 255-268

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800996000869>

BONAIUTI, Mauro

2011 *From Bioeconomics to DeGrowth: Georgescu-Roegen's 'New Economics' in Eight Essays*. Consulta: 08 de enero del 2018

[https://www.researchgate.net/publication/280289731_From_Bioeconomics_to_DeGrowth_Georgescu-](https://www.researchgate.net/publication/280289731_From_Bioeconomics_to_DeGrowth_Georgescu-Roegen's_'New_Economics'_in_Eight_Essays_MauroBonaiuti_Routledge_London_2011_296_pp_ISBN_9780415587006)

[Roegen's_'New_Economics'_in_Eight_Essays_MauroBonaiuti_Routledge_London_2011_296_pp_ISBN_9780415587006](https://www.researchgate.net/publication/280289731_From_Bioeconomics_to_DeGrowth_Georgescu-Roegen's_'New_Economics'_in_Eight_Essays_MauroBonaiuti_Routledge_London_2011_296_pp_ISBN_9780415587006)

CARPINTERO REDONDO, Oscar

2005 El metabolismo de la economía española. Tegui, Lanzarote, Islas Canarias: Fundación César Manrique. Consulta: 20 de noviembre del 2016
<http://www.fcmanrique.org/recursos/publicacion/elmetabolismo.pdf>

CATALÁN, Horacio

2010 Curva ambiental de Kuznets: implicaciones para un crecimiento sustentable.

CLEVELAND, Cuttler y Matthias RUTH

1998 “Indicators of Dematerialization and the Materials Intensity of Use”. *Journal of industrial ecology*. Massachusetts: Institute of Technology and Yale University. Consulta: 28 de enero del 2017
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1162/jiec.1998.2.3.15/epdf>

DANCOURT, Óscar

1999 “Reforma neoliberal y política macroeconómica en el Perú”. *Revista de la CEPAL*. Número 67, pp 49-69. Consulta: 03 de enero 2017
<http://archivo.cepal.org/pdfs/revistaCepal/Sp/067049070.pdf>

2010 Los choques externos y la actividad económica en el Perú. DESCO. Consulta: 06 de noviembre del 2016
http://www.desco.org.pe/sites/default/files/quehacer_articulos/files/03%20Dancourt%20191.pdf

DANCOURT, Oscar y Waldo MENDOZA

2009 Perú 2008-2009: del auge a la recesión Choque externo y respuestas de política macroeconómica

DE ALTHAUS, Jaime

2007 La revolución capitalista en el Perú. Fondo de cultura económica. Lima. Consulta: 24 de junio del 2017
http://www.lampadia.com/assets/uploads_librosdigitales/cca3f-la-revolucion-capitalista-en-el-peru.pdf

DE SOTO, Hernando

2000 El misterio del capital. Por qué el capitalismo triunfa en Occidente y fracasa en el resto del mundo. Editorial El Comercio. Lima. Consulta: 14 de febrero del 2017
<http://www.hacer.org/pdf/Desoto.pdf>

DURAND, Francisco

2016 Cuando el poder extractivo captura el Estado. OXFAM. Lima. Consulta: 02 de octubre del 2017
https://peru.oxfam.org/sites/peru.oxfam.org/files/file_attachments/capturadurand%20VF.pdf

ECE OMAV, Ravia

2013 *The Relationship between Environment and Income: Regression Spline Approach*. International Journal of Energy Economics and Policy. Vol. 3, 52-61. Consulta: 01 de octubre del 2017.
<https://www.econjournals.com/index.php/ijeep/article/viewFile/575/326>

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION

S/F Hacia una economía circular: motivos económicos para una transición acelerada. Consulta: 13 de enero del 2018
https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Executive_summary_SP.pdf

EUROSTAT

2001 Economy-wide material flow accounts and derived indicators. Luxemburgo: European Communities. Consulta: 04 de octubre del 2017.
<http://ec.europa.eu/eurostat/documents/1798247/6191533/3-Economy-wide-material-flow-accounts...-A-methodological-guide-2001-edition.pdf/>

2002 *Material Used in the European Union 1980-2000*. Indicators and analysis. Luxemburgo: European Communities. Consulta: 03 de enero del 2017.
<http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3888793/5816813/KS-AO-02-005-EN.PDF/03a1dd26-061f-4576-923d-c2a0bc6a2c3b>

European Environment Agency

2015 More from less — material resource efficiency in Europe. Consulta: 01 de octubre del 2017.
<https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjH1MmW1PPYAhUNSt8KHUJHCOMQFggmMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.eea.europa.eu%2Fpublications%2Fmore-from-less%2Fnorway-material-resource-efficiency&usq=AOvVaw31ITWSSCrkU4TdNjqkUSkd>

FIGUEROA, Adolfo

2014 Growth, Employment, Inequality and the Environment : unity of knowledge in economics. Volumen 2. Nueva York: Palgrave Macmillan.

FRANCKE, Pedro y Javier IGUÍÑIZ

2006 Crecimiento pro-pobre en el Perú». Documento de trabajo. Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (ACDI), Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) y la Cooperación alemana al Desarrollo (GTZ).

GEDDES, Patrick

1884 *An Analysis of the Principles of Economics*. London.

GERBER, Julien-François y Arnim SCHEIDEL

2018 “In Search of Substantive Economics: Comparing Today's Two Major Sociometabolic Approaches to the Economy – MEFA and MuSIASEM”. *Ecological Economics*. Número 144, pp. 186-194.

GEORGESCU ROEGEN, Nicholas

1986 “The entropy law and the economic process in retrospect.” *Eastern Economic Journal*. Volumen 23, número 1, pp. 3-25. Consulta: 24 de octubre del 2016 <https://www.jstor.org/stable/40357380>

1971 La ley de entropía y el proceso económico. Madrid. Harvard University. Consulta: 24 de octubre del 2016 http://www.elsarbresdefahrenheit.net/documentos/obras/2401/ficheros/La_ley_de_la_Entropia_y_el_proceso_economico_red.pdf

GIAMPIETRO, Mario; MAYUMI, Kozo y Alevgul SORMAN

2011 *The metabolic pattern of society – Where economists fall short*, Routledge

GONZALES DE OLARTE, Efraín

2009 Desarrollo integrador, descentralizado exportador “DIDE”. Una vía para el desarrollo humano en el Perú.

GONZÁLEZ MARTINEZ, Ana

2008 *Social Metabolism and patterns of material use: Mexico, South America and Spain*. ICTA

GONZÁLEZ MARTINEZ, Ana, CAÑELLAS, Silvia, PUIG, Ignasi, RUSSI, Daniela, SENDRA, Cristina y Amalia SOJO

2010 “El flujo de materiales y el desarrollo económico en España: un análisis sobre desmaterialización (1980-2004)”. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*. Vol. 14, pp. 33-51. Consulta: 04 de octubre del 2016

http://ent.cat/wp-content/uploads/2010/01/2010_puig_El-flujo-de-materiales-y-el-desarrollo-econ%C3%B3mico-en-Espa%C3%B1a-un-an%C3%A1lisis-sobre-desmaterializaci%C3%B3n-1980-2004_REVIBEC.pdf

GROSSMAN, G. M. y KRUEGER, Alan

1991 *Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement*. BER Working Paper, 3914. Consulta: 03 de enero del 2017
<http://www.nber.org/papers/w3914.pdf>

1995 "Economic growth and the environment". *The Quarterly Journal of Economics*. Volumen 110, Número 2, pp. 353-377. Consulta: 08 de enero del 2017
<http://engscisoc.pbworks.com/f/Grossman+Krueger.pdf>

HAUSMANN, Ricardo, Bailey KLINGER, Felipe KAST, Reinier SCHLIESSER, Alfie ULLOA, Rodrigo WAGNER y Andres ZAHLER

2007 Growth diagnostic: Peru. Center for International Development Harvard University.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE)

2013 Cuentas de flujos de materiales Serie 1995-2008, Base 2010. Consulta: 14 de febrero del 2017
<http://www.ine.es/daco/daco42/ambiente/aguasatelite/metflujos2.pdf>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (INEI)

1997 El Productor Agropecuario: Condiciones de Vida y Pobreza. Consulta: 04 de octubre del 2016.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0386/indic_e.htm

IGUIÑEZ, Javier

2010 Desigualdad distributiva en el Perú: dimensiones. Consulta: 06 de noviembre del 2016.
<http://files.pucp.edu.pe/departamento/economia/LDE-2011-02.pdf>

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC)

2014 Climate Change 2014. Consulta: 14 de octubre del 2017
https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf

JIMÉNEZ, Félix

2000 Ciclos y determinantes del crecimiento económico: Perú 1950-1996. En Félix Jiménez (Ed.). *Ensayos sobre economía peruana*, pp. 123- 181. Lima: Universidad Ricardo Palma.

2009 La economía peruana frente a la crisis y las restricciones al crecimiento económico. En Oscar Dancourt y Félix Jiménez (Eds.). Crisis internacional. Impactos y respuestas de política económica en el Perú. pp. 157-211. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

2010 Crecimiento económico: enfoques y modelos. *Documento de economía n° 307*. Departamento de Economía. Pontificia Universidad Católica del Perú

KURAMOTO, Juana y Manuel GLAVE

2002 Minería, minerales y desarrollo sustentable. London: CIIPMA; IDRC; IIED. pp. 529-591.

KUSCZYNSKI, Pedro Pablo

2010 Perú Porvenir. Los grandes retos rumbo al bicentenario. Editorial Aguilar. Perú.

KUZNETS, Simon

1955 "Economic Growth and Income Inequality". *American Economic Review*. Volúmen 45, número 1, pp 1-28. Consulta: 08 de enero del 2017 https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/306155/mod_resource/content/1/Kusnetz%20%281955%29%20Economic%20Growth%20and%20income%20inequality.pdf

LEON, Gianina e Javier IGUIÑEZ

2010 Desigualdad distributiva en el Perú: dimensiones. Consulta: 06 de noviembre del 2016. <http://files.pucp.edu.pe/departamento/economia/LDE-2011-02.pdf>

MARTÍNEZ ALIER, Joan

2011 Macroeconomía ecológica, metabolismo social y justicia ambiental. Revista de historia actual, ISSN 1697-3305, N°. 9, págs. 149-168. Consulta: 05 de mayo del 2016 <http://historia-actual.org/Publicaciones/index.php/rha/article/view/745/1011>

2015 La economía no es circular sino entrópica. Consulta: 30 de agosto del 2017 <http://www.jornada.unam.mx/2015/06/14/opinion/026a1eco>

MARTÍNEZ ALIER, Joan y Jordi ROCA

2013 Economía ecológica y política ambiental. Tercera edición. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica

MENDOZA, Waldo

2013 "Milagro peruano: ¿buena suerte o buenas políticas?" *Economía*. Volumen 36, número 72, semestre julio-diciembre 2013, pp. 35-90 . Consulta: 08 de enero del 2017 <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/economia/article/viewFile/7699/7945>

NACIONES UNIDAS

2015a Proyecto de documento final de la cumbre de las Naciones Unidas para la aprobación de la agenda para el desarrollo después de 2015. Consulta: 16 de agosto del 2017 http://www.objetivosdedesarrollodelmilenio.org.mx/Doctos/TNM_2030.pdf

2015b Convención Marco sobre el Cambio Climático. Consulta: 30 de agosto del 2017 <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/l09s.pdf>

NEUMAYER, Eric

2000 *Beyond growth: Against the misplaced focus on economic growth*. London School of Economics (LSE). Consulta: 30 de julio del 2016 http://eprints.lse.ac.uk/30738/1/Beyond_growth_%28LSERO_version%29.pdf

ORIHUELA, Jose Carlos

2013 “Context matters: the significance of non-economic conditions for income–pollution relationships in Chile and Peru”. *Journal of Environmental Studies and Sciences*.

PANAYOTUO, Theodore

1997 “Demystifying the environmental Kuznets curve: turning a black box into a policy tool.” *Environment and Development Economics* 2. Massachusetts, pp. 465-484. Consulta: 12 de enero del 2017 <http://download.xuebalib.com/20c8kn5bsWF.pdf>

2003 *Economic Growth and the Environment*. Harvard University and Cyprus International Institute of Manageme. Consulta: 12 de enero del 2017 <https://www.unece.org/fileadmin/DAM/ead/sem/sem2003/papers/panayotou.pdf>

PARASKEVOPOLOUS, Dimitrios

2009 *An Empirical Analysis of the Environmental Kuznets Curve Hypothesis Over Two Centuries: Evidence from the UK and US*. Department of Economics of the University of Macedonia <https://dspace.lib.uom.gr/bitstream/2159/13512/1/ParaskevopoulosMsc2009.pdf>

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD)

2013 El cambio climático ya comenzó. Consulta: 14 de octubre del 2017 <http://onu.org.pe/wp-content/uploads/2013/11/01-Sinopsis.pdf>

ROBERTS, Timmons y Peter GRIMES

1997 “Carbon intensity and economic development 1962-1971: a brief exploration of the environmental Kuznets curve”. *World Development*. Número, olumen 25, pp. 191-198. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.603.6680&rep=rep1&type=pdf>

RUSSI, Daniela, GONZALEZ, Ana, SILVA-MACHER, José Carlos, GILJUM, Stefan, MARTINEZ- ALIER, Joan y María Cristina VALLEJO

2008 "Material Flows in Latin America A Comparative Analysis of Chile, Ecuador, Mexico, and Peru, 1980–2000". *Journal of Industrial Ecology*. Barcelona, Volúmen 12, Número 5/6 https://campusvirtual.univalle.edu.co/moodle/pluginfile.php/682308/mod_label/intro/Material%20flows%20in%20Latin%20America.pdf

SEN, Amartya

2011 La idea de la justicia. Buenos Aires: Ed. Taurus.

SILVA- MACHER, Jose Carlos

2016 A Metabolic Profile of Peru: An Application of Multi-Scale Integrated Analysis of Societal and Ecosystem Metabolism (MuSIASEM) to the Mining Sector's Exosomatic Energy Flows. Consulta: 06 de junio del 2016. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jiec.12337/full>

2007 El peso de la economía peruana: Contabilidad de flujos materiales de Perú 1980-2004. Universidad Autónoma de Barcelona.

SCHULDT, Jurgén

1994 La enfermedad holandesa y otros virus de la economía peruana. Lima: Universidad del Pacífico Centro de Investigación. Consulta: 03 de octubre del 2017 <http://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/1179/SchuldtJ%C3%BCrgen1994.pdf?sequence=3>

SCHULD, Jurgén y Alberto ACOSTA

2006 "Petróleo, rentismo y subdesarrollo ¿una maldición sin solución?" *Revista Nueva Sociedad*. Número 204 de Agosto. Consulta: 03 de enero del 2017 <http://extractivismo.com/wp-content/uploads/2016/06/SchuldtAcostaExtractivismoSociedadDesarrollo09.pdf>

UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAM (UNEP)

2013 *Recent trends in material flows and resource productivity in Latin America*. Consulta: 06 de junio del 2016. <https://publications.csiro.au/rpr/download?pid=csiro:EP121574&dsid=DS5>

2015 *Indicators for a Resource Efficient and Green Asia and the Pacific*. Consulta: 06 de junio del 2016. <http://apps.unep.org/redirect.php?file=/publications/pmtdocuments/->

Indicators_for_a_resource_efficient_and_green_Asia_and_the_Pacific-2015Indicator-for-a-RE.pdf

VALCÁRCEL, Marcel

2011 Propuestas sobre Desarrollo en el Perú. Consulta: 06 de noviembre del 2016.
<http://departamento.pucp.edu.pe/ciencias-sociales/files/2012/05/cuaderno14Valcarcel1.pdf>

VALLEJO, María Cristina

2009 Perfiles metabólicos de tres economías andinas: Colombia, Ecuador y Perú. Consulta: 06 de enero del 2016.
<http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56208.pdf>

VAN ALSTINE, James y NEUMAYER, Eric

2009 *The Environmental Kuznets Curve*. London School of Economics and Political Science.
<http://eprints.lse.ac.uk/30809/1/The%20environmental%20kuznets%20curve%28Isero%29.pdf>

VEHMAS, Jarmo, LUUKKANEN, Jyrki y Jari Roy LEE KAIVO-OJA

2007 Linking analyses and environmental Kuznets curves for aggregated material flows in the EU. Consulta: 11 de noviembre del 2016.
https://www.researchgate.net/publication/228991222_Linking_analyses_and_environmental_Kuznets_curves_for_aggregated_material_flows_in_the_EU

WADE, Robert

2016 The role of the state in escaping the middle-income trap: the case for smart industrial policy. Consulta: 06 de noviembre del 2016.
<http://www2.feas.metu.edu.tr/metusd/ojs/index.php/metusd/article/view/881>

ANEXOS

ANEXO 1: Metodología para la construcción del indicador de Consumo Doméstico Material

En el siguiente cuadro se detallan las especificaciones y la fuente de información para hallar cada categoría que compone el indicador de CDM detallado en la tabla 1.

Construcción del indicador Consumo Doméstico Material (CDM)				
Categorías	Subcategorías	Descripción	Fuentes de información	
Biomasa	Cultivos para alimentación humana	Se descarga directamente la información correspondiente a producción primaria de alimentos obtenida a partir de tierras arables y cultivos permanentes.	http://www.fao.org/faostat/en/#data	
	Alimentos para ganado	Estimación por el lado de la demanda de alimentos de animales seleccionados. Se aplican los siguientes factores de conversión :	http://www.fao.org/faostat/en/#data	
		Animales rumiantes		Promedio de demanda diaria (kg/cabeza)
		Vacas		9
		Ovejas		1
		Cabras		1
		Caballos		11
		Asnos		7
		Mulas		7
	Auquénidos	7		
Animales	Se descarga 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: <i>Freshwater fishes, Diadromous fishes, Marine fishes, Crustaceans, and Molluscs.</i>	http://www.fao.org/faostat/en/#data		
Madera	Se descarga la información correspondiente a producción forestal: coníferas y no-coníferas (<i>roundwood conifers, roundwood non-conifers, and wood fuel</i>). Se aplican los siguientes factores de conversión:	http://www.fao.org/faostat/en/#data		
	Tipo de madera		Toneladas por metro cúbico	
	Conífera		0,75	
	No conífera	0,85		

	Otras Biomasa	Se descarga la información correspondiente a la producción de fibras de origen vegetal (<i>fibre crops</i>).		http://www.fao.org/faostat/en/#data
Combustibles Fósiles	Carbón	Se descarga la información de lo siguiente y se aplica los siguientes factores de conversión:		www.iea.org
	Petróleo			
	Gas Natural			
	Otros fósiles			
		Combustibles	Factor de conversion	
		<i>Coal and products</i>	1	
		<i>Crude oil and products</i>	1	
		<i>Natural gas and products</i> (conversión de TJ a miles de toneladas)	0.02338	
Minerales	Minerales industriales	Se descarga directamente la información correspondiente a la minerales industriales.		http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/country/sa.html#pe
	Minerales Metálicos	Se descarga los siguientes minerales y se le aplica un factor de conversión de acuerdo UNSTATS:		http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/country/sa.html#pe
		Metales	Contenido fino de metal en el mineral extraído	
		<i>Copper</i>	0.8	
		<i>Gold</i>	0.0001	
		<i>Iron</i>	58	
		<i>Lead</i>	8.75	
		<i>Molybdenum</i>	0.2	
		<i>Silver</i>	0.03	
		<i>Tin</i>	0.3604	
		<i>Zinc</i>	12.2	

	Minerales de construcción	Se descarga la información correspondiente a la minerales de construcción: <i>Clays, Limestone, Marble, Slat</i> .Para el caso concreto y material de relleno se estima a partir de la arena y grava su producción de acuerdo a los siguientes coeficientes:	http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/country/sa.html#pe						
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Arena y grava</th> <th>Coeficientes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Producción de concreto</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Material de relleno</td> <td>2.5</td> </tr> </tbody> </table>	Arena y grava	Coeficientes	Producción de concreto	4	Material de relleno	2.5	
Arena y grava	Coeficientes								
Producción de concreto	4								
Material de relleno	2.5								
Balance Físico Comercial	Importaciones y exportaciones.	Se descarga la información medida en toneladas del comercio clasificado en SITC-2 entre Perú y el resto del mundo, los datos del peso es registrado a partir de 1975. En caso de realizar un análisis más específico, se ordena código por código los productos en las 12 categorías de extracción doméstica de la tabla 1.	https://comtrade.un.org/data/						

Fuente: Adaptado de Silva (2007)