

# **Sostenibilidad del consumo doméstico de materiales de construcción en Colombia, 1990-2013**

---

**Juan Ríos-Ocampo e Yris Olaya**

Lecturas de Economía - No. 86. Medellín, enero-junio de 2017

*Juan Ríos-Ocampo e Yris Olaya*

### **Sostenibilidad del consumo doméstico de materiales de construcción en Colombia, 1990-2013**

**Resumen:** *Con el fin de evaluar la sostenibilidad del consumo de materiales de construcción en Colombia, en este artículo se analizan los patrones de consumo de dichos materiales entre los años 1990 y 2013. Los indicadores de sostenibilidad evaluados son el consumo doméstico, el consumo doméstico per cápita y la intensidad de consumo. Se encuentra que el consumo doméstico de materiales de construcción aumentó desde 1998 hasta alcanzar una participación en el consumo doméstico de materiales relativamente inferior a la de la biomasa. Los resultados indican que la relación consumo doméstico de materiales de construcción/PIB disminuyó durante el periodo de análisis, y que la aplicación de nuevas técnicas de construcción explica en parte los cambios en la intensidad del consumo de estos materiales.*

**Palabras clave:** *consumo doméstico de materiales, materiales de construcción, sector de la construcción, sostenibilidad del consumo de materiales, Colombia.*

**Clasificación JEL:** *Q3, L740.*

### **Sustainability of the domestic consumption of construction materials in Colombia, 1990-2013**

**Abstract:** *In order to assess the sustainability of the consumption of construction materials in Colombia, we analyze the patterns of consumption of these materials between 1990 and 2013. We use domestic consumption of materials, consumption of materials per capita, and intensity of consumption of construction materials as sustainability indicators. Results show that the domestic consumption of construction materials has increased since 1998 until reaching a share in the domestic consumption of materials only inferior to the share of biomass. We find that the ratio of domestic material consumption to GDP decreased during the period of analysis and that changes in construction techniques partially explain the diminishing intensity of consumption of construction materials in Colombia.*

**Keywords:** *domestic consumption of materials, construction materials, construction sector, sustainability of consumption of materials, Colombia.*

**JEL Classification:** *Q3, L740.*

### **La consommation soutenable de matériaux pour la construction en Colombie, 1990-2013**

**Résumé:** *Cet article évalue les différents étalons déterminant la consommation soutenable de matériaux pour la construction en Colombie, entre 1990 et 2013. Pour ce faire, nous avons établi trois indicateurs de la consommation soutenable: la consommation intérieure, la consommation intérieure par habitant et l'intensité de la consommation. On constate que la consommation intérieure de matériaux pour la construction augmente depuis 1998 jusqu'à un niveau qui est relativement inférieur à celui de la biomasse. Les résultats montrent que le rapport entre la consommation intérieure de matériaux et le PIB a diminué au cours de la période d'analyse et que l'application de nouvelles techniques de construction expliquent en partie les variations dans l'intensité de la consommation.*

**Mots-clés:** *consommation intérieure matériaux pour la construction, matériaux pour la construction, consommation soutenable des matériaux pour la construction, Colombie.*

**Classification JEL:** *Q3, L740.*

## **Sostenibilidad del consumo doméstico de materiales de construcción en Colombia, 1990-2013**

Juan Ríos-Ocampo e Yris Olaya \*

–Introducción. –I. Evolución del consumo doméstico de materiales en Colombia. –II. Impacto de la dinámica de la construcción en el consumo de materiales de construcción en Colombia. –III Metodología. –IV. Evolución y sostenibilidad del consumo doméstico de materiales de construcción en Colombia. –Conclusiones. –Referencias.

doi: 10.17533/udea.le.n86a05

*Primera versión recibida el 9 de junio de 2015; versión final aceptada el 5 de marzo de 2016*

### **Introducción**

El sector de la construcción en Colombia es dinámico e impacta el empleo y la actividad de otros sectores relacionados. En 2013 el PIB de la construcción fue el 6 % del PIB total, y entre 1990 y 2010 su participación en la economía nacional se mantuvo entre el 5 y el 7 % (DANE, 2014). En 2012 el 5,9 % de los ocupados trabajó en construcción (ACRIP-Fedesarrollo, 2013) y este porcentaje es un 23 % superior al reportado en 2003. Con el fin de mantener su crecimiento y dinamismo y de apoyar el desarrollo del país, la construcción

---

\* *Juan Pablo Ríos Ocampo*: Estudiante de Maestría en Ingeniería de Sistemas, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Dirección postal: carrera 80 No. 65-223 Núcleo Robledo, M8A-403. Dirección electrónica: [jpriosos@unal.edu.co](mailto:jpriosos@unal.edu.co).

*Yris Olaya Morales*: Profesora asociada, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Departamento de Ciencias de la Computación y la Decisión, Facultad de Minas. Dirección postal: carrera 80 No. 65-223 Núcleo Robledo, M8A-209. Dirección electrónica: [yolayam@unal.edu.co](mailto:yolayam@unal.edu.co).

Los autores agradecen el apoyo del programa Jóvenes Investigadores de Colciencias, Convocatoria 617 2013.

requiere de un suministro eficiente de materiales de construcción y materias primas para la fabricación de estos.

La extracción de materias primas como gravas, arenas y calizas, su transformación en materiales como cemento y concreto, y el transporte e incorporación de estos materiales a la cadena de suministro de la construcción consume grandes cantidades de energía, genera grandes volúmenes de residuos y tiene impactos considerables sobre el medio ambiente. Mejorar la eficiencia en el consumo es entonces una forma de aumentar la sostenibilidad de la extracción y procesamiento de materiales de construcción, y de generar mayor crecimiento y desarrollo económico en Colombia. Por esta razón, es importante calcular y analizar la evolución de los indicadores de eficiencia en el consumo de materiales.

Entre los indicadores de eficiencia en el consumo de materiales de construcción están el consumo per cápita y la intensidad de estos. Este último indicador es definido por la relación entre el consumo interno de materiales y el PIB, medido a precios constantes. Además de reflejar los cambios en las tendencias en el consumo de materiales, la intensidad de materiales refleja cambios en la generación y reciclaje de residuos, y es una proxy para la contaminación generada por la industria de la construcción (Eurostat, 2001).

En este artículo se analiza la evolución de la eficiencia del consumo de materiales de construcción en Colombia entre 1990 y 2013. El objetivo de este análisis es identificar las tendencias del consumo de materiales de construcción y las causas de los cambios en estas tendencias. La investigación presentada extiende los estudios previos de flujos de materiales en Colombia (Pérez-Rincón, 2006, 2007; Vallejo, Pérez & Martínez, 2011) de dos maneras: primero, se enfoca en los materiales de construcción y su relación con la economía; y segundo, extiende el periodo de análisis a 2013 y contrasta los resultados de distintas metodologías de cálculo de indicadores de sostenibilidad.

Los indicadores de intensidad en el uso de materiales se calculan a partir de los flujos de materiales como: biomasa, combustibles fósiles, minerales industriales y materiales de construcción (Eurostat, 2001). Con estos flujos se calcula el consumo doméstico de materiales (CDM) –ver Ecuación 1– que

determina el consumo total por parte de una economía, expresado por la extracción doméstica (ED) y la balanza comercial física (BCF). Esta última es la diferencia entre las importaciones y las exportaciones –el inverso de la balanza comercial monetaria– (Weisz et al., 2006). A nivel agregado, el CDM es igual a la ED, bajo el supuesto de que las importaciones son iguales a las exportaciones (Krausmann et al., 2009).

$$CDM = ED + BCF = ED + Importaciones - Exportaciones \quad (1)$$

Del CDM se desprende un conjunto de indicadores y relaciones que integran el consumo de materiales con los sistemas económicos y ambientales. Por ejemplo, la relación CDM/PIB es un indicador de intensidad de uso que mide el crecimiento económico generado por el consumo de materiales. Si dicha intensidad (eficiencia) aumenta, se necesitan menos materiales para generar mayor crecimiento económico. Por su parte, el indicador CDM/Población cuantifica los impactos sociales (crecimiento poblacional) y económicos (crisis, desempleo, etc.) en el consumo de materiales por habitante. Finalmente, del comercio de materiales se obtiene la dependencia por los recursos exportados o importados, al mismo tiempo que se cuantifica el *potencial de residuos domésticos* generados o acumulados por una economía (Weisz et al., 2006).

Este artículo está organizado de la siguiente manera: primero se analiza la evolución histórica del consumo doméstico de materiales en Colombia a partir de la revisión de la literatura. Luego, en la sección II, se discute la evolución del sector de la construcción y su impacto en el consumo de materiales. En la sección III, se presenta la metodología empleada para calcular la intensidad de consumo de materiales de construcción en Colombia a partir de datos de producción de cemento. Los resultados de la estimación del consumo doméstico de materiales de construcción se presentan en la sección IV. Finalmente, se presentan las conclusiones de esta investigación.

## I. Evolución del consumo doméstico de materiales en Colombia

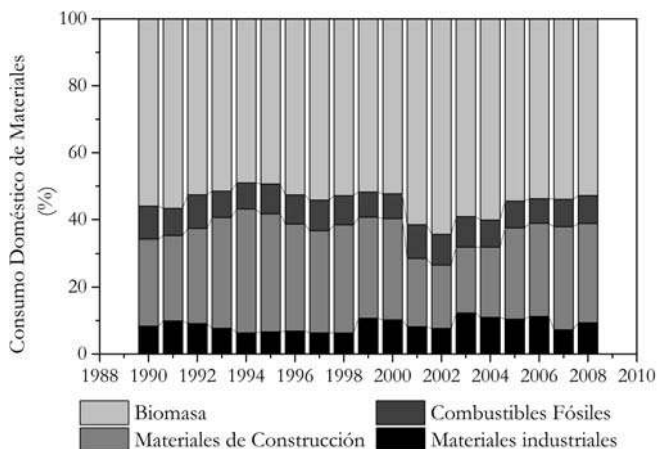
En la literatura se reportan estudios de los flujos de materiales en Colombia. Estos estudios evalúan la sostenibilidad de la economía colombiana

usando indicadores como la balanza comercial física (Pérez-Rincón, 2007; Vallejo et al., 2011) y el consumo doméstico de materiales (Vallejo et al., 2011).

Vallejo et al. (2011) estudian los patrones de uso de biomasa, materiales de construcción, minerales industriales y combustibles fósiles entre 1970 y 2007 en Colombia, y encuentran que los flujos directos de materiales aumentaron aproximadamente 142% durante el periodo de análisis; este crecimiento se explica, en gran parte, por el crecimiento poblacional. El análisis de Vallejo et al. (2011) indica que la intensidad en el uso de los materiales en Colombia ha disminuido, al tiempo que las exportaciones de materiales aumentan.

Los resultados de Vallejo et al. (2011) son consistentes con la evolución histórica del consumo doméstico de materiales reportada por la organización de Investigación Científica e Industrial de la Confederación de Australia (CSIRO) y el programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) (2014) para el periodo 1990 y 2008, y cuyos resultados se muestran en el Gráfico 1. Como se observa en el gráfico, la biomasa es el principal material usado en Colombia entre 1990 y 2008, aunque la participación de los materiales de construcción ha crecido rápidamente.

**Gráfico 1.** Componentes del consumo doméstico de materiales por tipo de materiales en Colombia

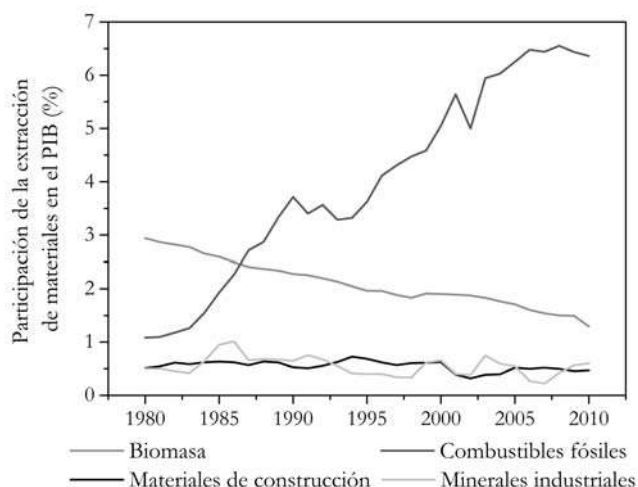


Fuente: CSIRO y UNEP (2014).

En el 2008 la biomasa representó el 53 % del CDM en Colombia, con un consumo de 167.836.457 toneladas, y los materiales de construcción representaron el 29 % (93.550.783 toneladas). Otros minerales industriales representaron el 9 % del CDM (29.810.582 toneladas) y los combustibles fósiles el 8 %. Entre 1990 y 2008 los materiales de construcción y los minerales industriales representaron cerca del 40 % del CDM, y reportaron tasas de crecimiento del 66 % y el 64 %, respectivamente, las cuales son superiores a las de la biomasa y los combustibles fósiles.

Al analizar la participación de los materiales en el PIB de Colombia se encuentra que, desde finales de los años 80, la participación de los combustibles fósiles supera a la de la biomasa (ver Gráfico 2). El aumento de la producción nacional de crudo, carbón y gas, junto con el aumento de los precios de estos combustibles, favorecidos por el contexto internacional y los flujos de capitales, reforzaron el crecimiento del sector minero-energético en el país. Esto disminuyó la participación de la biomasa dentro del PIB, mientras la participación de los materiales de construcción y los materiales industriales permaneció estable, como se observa en el Gráfico 2.

**Gráfico 2.** Participación de la extracción de materiales dentro del PIB colombiano



Fuente: SERI y WU (2014).

En la mayoría de economías desarrolladas<sup>1</sup> los materiales de construcción tienen la mayor participación en la extracción de materiales en el PIB (Weisz et al., 2006). En 2001, los minerales de construcción representaron el 45 % del CDM en el conjunto de países EU15, mientras que la biomasa representó el 25 % (Eurostat, 2006). Los materiales de construcción han ganado participación en Portugal, Bélgica, Holanda y Turquía, mientras que en Corea del Sur, España, Finlandia, Francia, Irlanda, Israel, Italia, Japón, Reino Unido y Suiza ha disminuido; no obstante, los materiales de construcción continúan siendo los más explotados. En otras economías desarrolladas como Alemania, Australia, Canadá, EE.UU. y Noruega la mayor participación la tienen los combustibles fósiles (SERI & WU, 2014).

En Colombia, los materiales de construcción tienen menor participación en el PIB y en los flujos de materiales que la de la biomasa y los combustibles fósiles. Este patrón coincide con el de otras economías en desarrollo en América Latina, las cuales producen más biomasa que otros materiales, dada su vocación agrícola y bajos niveles de consumo (Weisz et al., 2006; West & Schandl, 2013). Aunque la participación de la biomasa en el PIB ha disminuido o se ha mantenido constante en Argentina, Bolivia, Ecuador, Brasil, México y Paraguay, la biomasa sigue siendo el principal material producido en América Latina. En países como Perú y Chile los minerales representan el principal material extraído, mientras que en Uruguay la mayor extracción es de materiales de construcción, y en Venezuela de combustibles fósiles (SERI & WU, 2014).

La transición que presentó Colombia de biomasa a combustibles fósiles entre 1980 y 2010 no tiene precedentes en la región, siendo el único país con este patrón. Durante este periodo, los combustibles fósiles aumentaron su participación en el PIB en un 19 %, y superaron la biomasa desde 1986, posiblemente por los descubrimientos petroleros y carboníferos que tuvieron lugar en los años 80 —Cuasiana, Cerrejón, Cerromatoso y Caño Limón— (Vallejo et al., 2011). El crecimiento en las exportaciones de materiales, específicamente de combustibles fósiles, se asocia con el auge en los términos de intercambio en Colombia (Pérez-Rincón, 2007). No obstante, la participación

<sup>1</sup> Se tomaron los principales países que integran la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).



de la extracción de materias primas en la economía colombiana no alcanza los niveles de países productores de minerales como Chile o Perú (West & Shandl, 2013).

La participación de la extracción de los materiales de construcción en Colombia ha fluctuado con las crisis económicas. La crisis de 1999 afectó la participación de la producción de materiales de construcción en el PIB, la cual pasó del 0,72 % en 1994 al 0,31 % en el 2002 (Camacol, 2010). Sin embargo, en los últimos años, el sector de la construcción en Colombia ha crecido y con ello la producción de materiales de construcción se ha recuperado (Camacol, 2010) (ver Gráfico 2). De acuerdo con Vallejo et al., (2011) la participación de los materiales de construcción en los flujos de materiales en Colombia pasó del 22 % al 33 % del total entre 1970 y 2007, respectivamente. En la siguiente sección se discute en detalle la evolución del consumo doméstico de materiales en Colombia y su relación con la dinámica de la construcción.

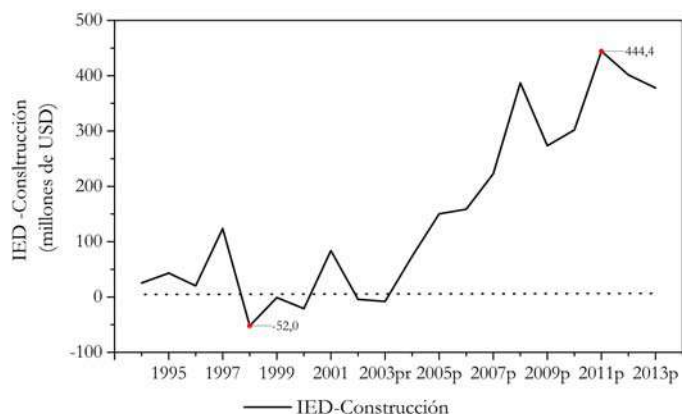
## **II. Impacto de la dinámica de la construcción en el consumo de materiales de construcción en Colombia**

A principios de los años 90, el sector de la construcción era uno de los sectores más dinámicos e importantes de la economía colombiana. La apertura comercial y la liberalización financiera impulsaron el sector a través de una mayor oferta monetaria y crediticia (Uribe, 2012; Tenjo & López, 2002), lo cual permitió el aumento del gasto por parte de los hogares y las empresas. Esto llevó a la industria del cemento a utilizar la capacidad instalada al 72 % y al sector de la construcción a representar cerca del 7,4 % del PIB en 1994 (Camacol, 2014; Cárdenas, Mejía & García, 2007), y a generar el 5 % del empleo total de Colombia (Clavijo, Janna & Muñoz, 2004).

Este crecimiento, no obstante, estuvo apalancado por capitales externos. En 1997 ingresaron USD 5.562.216.361 a toda la economía y USD 123.614.568 al sector de la construcción (ver Gráfico 3), lo que implicó una mayor dependencia del ahorro externo y de las fluctuaciones internacionales (Fogafín, 2012; Cárdenas & Hernández, 2006; Cárdenas & Urrutia, 2004).

Debido al incremento en la inflación entre 1990-1995 (24,8 % en promedio), el Banco de la República de Colombia (BRC) aumentó la tasa de referencia (BRC, 2014a). Sin embargo, esto ocasionó la revaluación del tipo de cambio que afectó al sector exportador; generó un alza de la cartera de vivienda, la cual se ubicó en 26 %; y afectó el ahorro de los hogares y empresas, los cuales pasaron de ser de 15 % y 14 % del PIB, respectivamente, en 1992 al 5 % del PIB (para ambos) en 1997 (Fogafín, 2012). Los desequilibrios macroeconómicos generados por esta situación fueron determinantes en la crisis de 1999.

**Gráfico 3.** *Inversión Extranjera Directa en el sector de la construcción en Colombia*

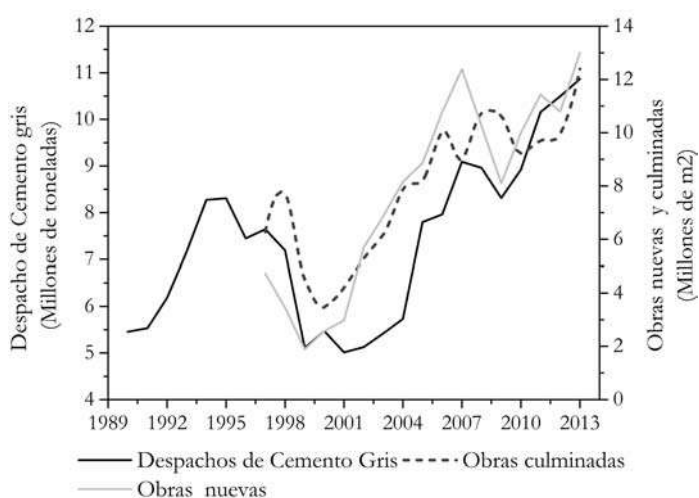


*Nota:* pr: provisional, p: preliminar.  
*Fuente:* BRC (2014b).

La segunda mitad de la década de los noventa inició con el declive del sector de la construcción y de la economía en general, dando lugar, en 1999, a la mayor crisis hipotecaria y financiera del país. El alza del desempleo y el incremento de la tasa de interés de referencia por parte del Banco de la República –aproximadamente en 10 %– elevaron las cuotas a pagar por los créditos hipotecarios y las hicieron insostenibles, lo cual generó un cese de pagos masivo de los créditos. Esta situación se agravó con la pérdida de valor de la finca raíz, que para 1999 perdía el 27 %, lo cual afectó la calidad de la cartera

hipotecaria. Al mismo tiempo, las crisis económicas en Asia y Rusia afectaron los flujos de capitales externos hacia Colombia; para 1999 estos fueron de USD 1.507.907.130 –73 % menos de lo recibido en 1997–, lo cual deterioró la inversión y el consumo en el sector de la construcción (Uribe 2012; Tenjo & López, 2002; Clavijo et al., 2004; Fogafín, 2012; Cárdenas & Hernández, 2006), y afectó la producción y el despacho de cemento gris, además de afectar el inicio de nuevas obras y la culminación de aquellas en proceso (ver Gráfico 4).

**Gráfico 4.** *Despacho de cemento gris vs. obras nuevas y culminadas*



*Fuente:* Camacol (2014) y DANE (2014).

Así mismo, en 1999, el uso de la capacidad instalada de la industria del cemento fue de 45 % (Cárdenas et al., 2007), y durante los años siguientes a las crisis, el sector de la construcción, y en particular la industria del cemento, se estancó. Dicha industria trabajó al 57 % de su capacidad instalada hasta mediados de 2005 (Cárdenas et al., 2007), lo cual, debido a los encadenamientos hacia atrás y la mano de obra contratada, afectó la economía en general (Clavijo et al., 2004).

Los años transcurridos entre la crisis de 1999 y 2005 se caracterizaron por una lenta recuperación ante las bajas tasas de ahorro de las familias, la

incapacidad de afrontar el pago de las deudas (Cárdenas & Hernández, 2006), la baja oferta de nuevos créditos hipotecarios y el estancamiento de la inversión extranjera. Aun así, el sector de la construcción contribuyó a la recuperación de la economía durante este periodo (Salas, 2010). Con el aumento de la inversión extranjera directa, los préstamos se reactivaron y el sector se dinamizó (Uribe, 2012).

El crecimiento del sector de la construcción en los últimos 10 años se refleja en el incremento de los despachos de cemento, así como en las obras iniciadas y las culminadas (Gráfico 4). Por el lado de la oferta esto se debió, principalmente, a la reactivación de los créditos hipotecarios para viviendas nuevas y usadas (Salazar et al., 2012) y, por el lado de la demanda, a los programas de gobierno dirigidos a estimular la compra de vivienda (Salas, 2010). A pesar de que la crisis internacional en 2008 repercutió en la economía local e impactó el número de obras nuevas iniciadas y la inversión extranjera en el sector de la construcción, las políticas contra-cíclicas del gobierno permitieron contrarrestar los efectos generados (Camacol, 2010).

En resumen, la dinámica de la economía colombiana y del sector de la construcción entre 1990 y 2013 tiene un impacto notable en la producción y el consumo de materiales de construcción, específicamente de cemento. Antes de analizar la sostenibilidad del consumo de materiales de construcción, en la siguiente sección se describe la metodología empleada para estimar el consumo doméstico de materiales de construcción y los indicadores de sostenibilidad derivados de este.

### **III. Metodología para la estimación del consumo doméstico de materiales de construcción**

En esta sección se presenta la metodología empleada para la estimación del consumo doméstico de materiales en Colombia entre 1990 y 2013. Los principales métodos reportados en la literatura para esta estimación son los empleados por Eurostat (2012) y Lutter, Giljum y Lieber (2014). Para Colombia existen estimaciones de CDM y series históricas del CDM-construcción reportadas por CSIRO y UNEP (2014), para el periodo 1970-2008, y por SE-RI y WU (2014), para el periodo 1980-2010.

Tanto la metodología de Eurostat (2012) como la de Lutter et al. (2014) estiman el CDM de construcción a partir de datos de producción de cemento y concreto. Las estimaciones del CDM-construcción realizadas en este trabajo se basan en los datos de producción y consumo de cemento Portland y concreto reportados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE– (2004), la Cámara Colombiana de la Construcción –Camacol– (2014), el Sistema de Información Minero Colombiano –SIMCO– (2014) y el Departamento Nacional de Planeación –DNP– (2014). La estimación realizada se concentra en el uso de materiales para la construcción de vivienda y obras civiles, y no se estiman los consumos de materiales en la construcción de vías.

De acuerdo con la metodología de Eurostat (2012), el concreto es una mezcla de cemento (11 %), agua y aire (22 %), y agregados finos (arena) y gruesos (grava) (67 %). Sin embargo, al estimar los agregados finos y gruesos a partir de esta metodología, se subestima la producción, al tener en cuenta tan solo el concreto transportado (Eurostat, 2012). Ante esto, Eurostat (2012) y Lutter et al. (2014) estiman las cantidades consumidas de agregados finos y gruesos cuando se conoce el consumo de cemento –*Cemento consumido*–, tal como se muestra en la Ecuación 2.

$$\text{Arena y grava} = \text{Cemento consumido} \text{ Multiplicador}, \quad (2)$$

donde cemento consumido está dado por:

$$\begin{aligned} \text{Cemento consumido} = & \text{cemento producido} + \text{cemento importado} \\ & - \text{exportado}. \end{aligned} \quad (3)$$

El multiplicador usado por Eurostat (2012) para estimar agregados a partir de la fabricación de concreto es 6,09 toneladas por una tonelada de cemento consumido, y por Lutter et al. (2014) es de 6,5. Estas estimaciones se basan en que la mayor parte del cemento consumido en construcción se destina a la fabricación de concreto. En la Tabla 1 se comparan las metodologías empleadas para estimar el consumo de materiales.

**Tabla 1.** Metodologías para estimar el consumo de materiales de construcción

Método**	Cemento	Multiplicador del cemento para la estimación de		Minerales de hierro y arcilla	Est. incluye Agua / aire
		Agregados	Caliza		
CDM -C- (Est) Lutter et al. (2014)	Cemento consumido	6,5	1,4*	Estadísticas SIMCO	No
CDM -C- (Est) -Eurostat (2012)	Cemento consumido	6,09	1,19*	Estadísticas SIMCO	No
CDM -C- SERI & WU -2014	Cemento consumido	6,5	No	Nd	No
CDM -C- CSIRO & UNEP(2014)	Cemento consumido	6,5	1,4*	Nd	No
CDM – (Est) Concreto	11 % del concreto producido	67 % del concreto producido	Estadísticas SIMCO	Estadísticas SIMCO	22 % de concreto producido

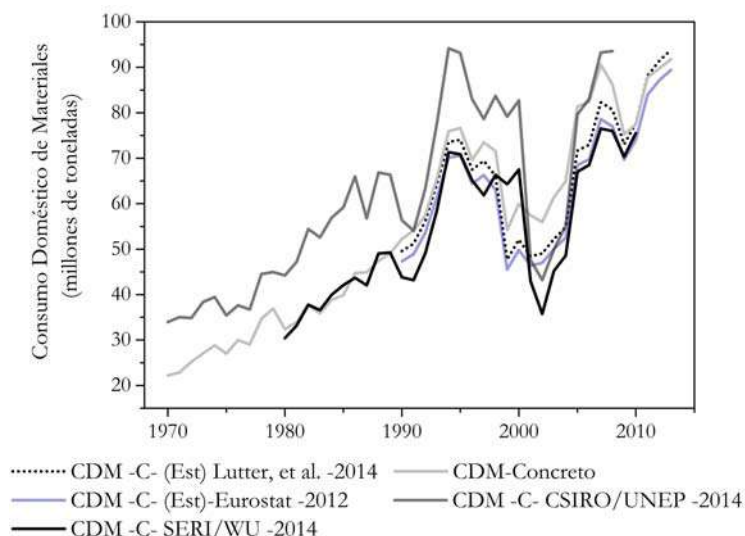
*Nota:* \* El factor multiplicador corresponde a Caliza y Yeso. \*\*Los cuatro primeros métodos se basan en el consumo de cemento. CDM – (Est) Concreto se basa en la producción de concreto.

*Fuente:* Eurostat (2012); Lutter et al. (2014); CSIRO y UNEP (2010).

Como se aprecia en el Gráfico 5, las diferentes estimaciones del CDM-construcción para Colombia presentan una tendencia similar, independientemente del método empleado. Tanto las series estimadas en este estudio como las reportadas por SERI y WU y CSIRO evidencian el impacto de la crisis hipotecaria y financiera de finales de los 90, aunque en años diferentes y con una duración distinta. En las series estimadas, la crisis del sector comienza a evidenciarse en 1995 y se profundiza con la crisis de 1999. Por otra parte, aunque muestran comportamientos similares en el tiempo, los CDM-construcción reportados por SERI y WU y CSIRO y UNEP presentan diferencias de magnitud; estas diferencias pueden deberse tanto a las bases de datos como a la metodología utilizada (Eurostat, 2006, p. 83). Nótese que cuando se incluyen agua y aire como componentes de la producción de concreto en la serie CDM-concreto (Eurostat, 2012), el consumo doméstico de materiales histórico estimado es más cercano a los valores reportados por CSIRO y UNEP

(2014), lo cual explica en parte la diferencia entre los valores estimados por estas entidades y las estimaciones hechas con los otros métodos.

**Gráfico 5.** *Consumo doméstico de materiales de construcción para Colombia*



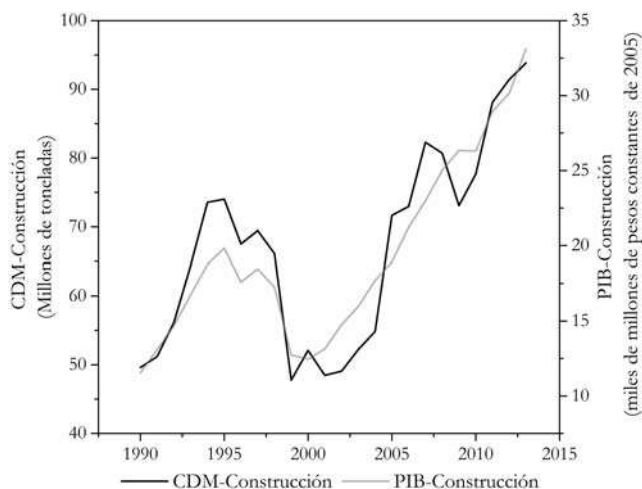
*Fuente:* estimaciones propias con base en CSIRO y UNEP (2014); SERI y WU (2014).

En este trabajo se emplea para el análisis el método propuesto por Lutter et al. (2014) CDM -C- del Gráfico 5, ya que en los años finales se ajusta mejor que los otros métodos a las series de referencia. Como se discutió antes, se define el periodo de estudio entre los años 1990 y 2013, por ser el periodo más dinámico del sector de la construcción en Colombia. Por esto, a diferencia de otros estudios de consumo de materiales realizados para Colombia (Vallejo et al., 2011; Pérez-Rincón, 2007; PNUMA y CSIRO, 2013), en este estudio se incluye la crisis de 2008 y la dinámica del sector en años recientes. En la siguiente sección se presenta y discute la evolución del consumo doméstico de materiales de construcción en Colombia y de sus indicadores de sostenibilidad.

#### IV. Evolución y sostenibilidad del consumo doméstico de materiales de construcción en Colombia

En el Gráfico 6 se muestra la evolución del consumo doméstico de materiales de construcción y el PIB-construcción entre 1990 y 2013. Durante el periodo de mayor expansión del sector de la construcción—entre 1990 y 1995—el CDM-construcción pasó de 49.586.605 a 73.988.353 toneladas, crecimiento que se interrumpió en 1998 por la inestabilidad económica, llegando, en 1999, a 47.617.205 toneladas. Para este último año el PIB-construcción cayó un 26 % y el CDM-construcción disminuyó en 28 %.

Gráfico 6. CDM-construcción vs PIB-construcción



Fuente: estimación propia con base en DANE (2014).

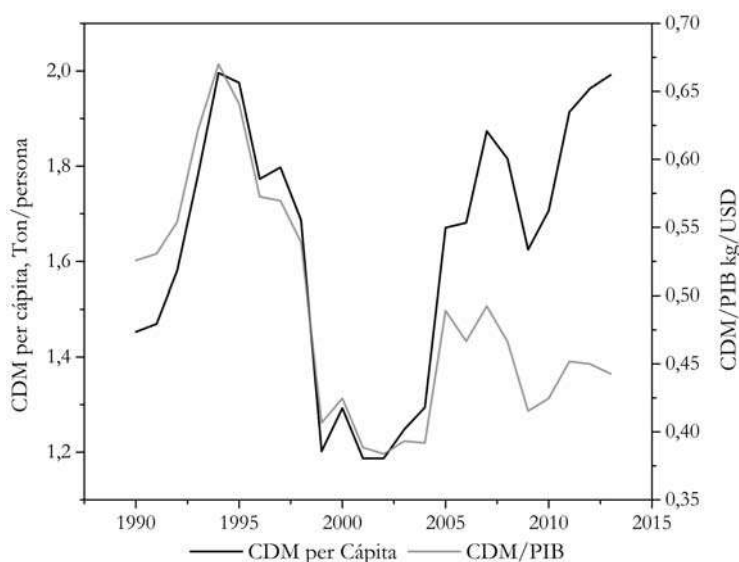
Luego de la crisis, el CDM-construcción disminuyó y permaneció estable por lo bajo hasta finales del 2005. A partir del 2006 las condiciones económicas, internas y externas, favorecieron la construcción y la compra de viviendas, e impulsaron el consumo de materiales de construcción. En 2008 y 2009 la construcción se contrajo, como producto de la crisis internacional, un  $-1,9\%$  y  $-9,5\%$ , respectivamente. Para el 2011 el sector se recuperó al crecer un  $13,5\%$ , producto de la demanda de materiales por parte de los programas



de vivienda emprendidos por el gobierno, principalmente viviendas de interés social. Así, para todo el periodo de 1990 a 2013 el CDM-construcción tuvo un incremento del 89 %.

Como consecuencia de la crisis hipotecaria, el consumo doméstico per cápita de materiales de construcción alcanzó un mínimo de 1,18 toneladas por persona entre 2001 y 2002. Hacia 2013, el CDM-construcción per cápita llegó a los mismos niveles de la primera mitad de los años 90, al ubicarse en 1,9 toneladas por persona (ver Gráfico 7).

**Gráfico 7.** *Intensidad en el uso de los materiales de construcción*



Fuente: elaboración propia.

En el Gráfico 7 se evidencian las mejoras presentadas en la última década en la intensidad en el uso de materiales de construcción (IUMC) en Colombia, medida por la relación entre CDM-construcción y el PIB. Al inicio de la década de los noventa, el IUMC alcanzó 0,5 kilos/USD, repuntando para 1994 en 0,6 kilos/USD, año a partir del cual disminuye –con excepción del periodo 2005-2007–, hasta llegar a representar en 2013 0,4 kilos/USD. Esto indica que, en el 2013, solo se necesitaron 0,4 kilos de materiales de construcción

para generar un dólar del PIB; la mejora en la eficiencia del uso de materiales de construcción durante todo el periodo de análisis es del 15 %. Esta mejora en el indicador de intensidad de uso de materiales puede explicarse por el impacto de la producción de combustibles fósiles en el PIB y por cambios en la tecnología de construcción.

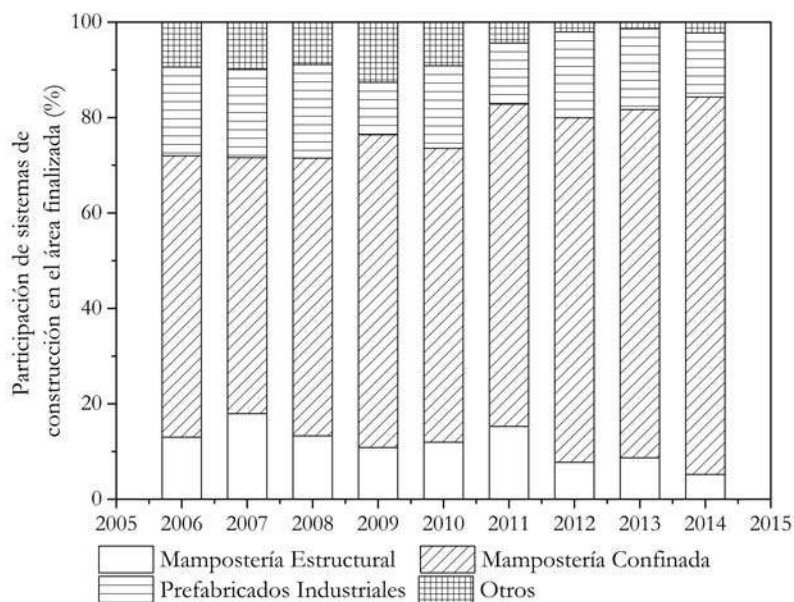
En el periodo 1990-2013 la producción de petróleo, gas y carbón aumentó en 125 %, 206 % y 318 %, respectivamente (BP, 2014), lo cual impulsó el crecimiento del PIB. En el mismo periodo el sector de la construcción creció, aunque a tasas menores, como lo evidencia el aumento del 77 % en la producción de cemento (Camacol, 2014).

Respecto a la tecnología de construcción, en Colombia se emplean tres técnicas principales: mampostería confinada (MC), mampostería estructural (ME) y sistemas industrializados (SI). Para el 2012, la MC fue la más usada, con un 62 % de participación, seguida de SI con 27 % y ME con 10 % (ver Gráfico 8). De las tres técnicas, la MC es la que más consume materiales con 2.407,3 kg/m<sup>2</sup>, mientras que SI y ME consumen 1.269,03 kg/m<sup>2</sup> y 1.378,47 kg/m<sup>2</sup>, respectivamente. Teniendo en cuenta que en el 2004 la participación de ME era de 28 % y del SI del 9 %, y dada la cantidad de materiales que estos sistemas usan, se evidencia que el mayor uso de SI ha llevado a que Colombia sea más intensiva en el uso de materiales, ya que se han construido más metros cuadrados de viviendas consumiendo menos cantidad de recursos (Camacol, 2014). De haberse mantenido en 2012 la misma tecnología que en 2004, se hubieran necesitado unas 157.205 toneladas adicionales de materiales para la construcción de viviendas.

De lo anterior se puede concluir que la intensidad en el uso de materiales de construcción en Colombia ha mejorado por causas económicas y por cambios en los sistemas implementados para la construcción de viviendas. Los resultados concuerdan con los hallazgos de PNUMA y CSIRO (2013, p. 23), los cuales encuentran que la intensidad de uso de materiales en Colombia pasó de 3,7 kg por dólar a 2,4 kg por dólar entre 1970 y 2008, 16 % por debajo del promedio de los países de la región. Este resultado es consistente con el trabajo de Vallejo et al. (2011) en donde se muestra que, en 2007, la generación de una unidad de crecimiento en Colombia usó el 59 % de los materiales

empleados en 1970, con lo cual se agregó “un mayor valor económico por kilogramo de material usado” (pp. 259-260).

**Gráfico 8.** *Participación de los sistemas de construcción en Colombia en el área iniciada para cinco áreas urbanas y dos metropolitanas*



*Nota:* \*Porcentajes correspondientes para doce áreas urbanas y tres metropolitanas.

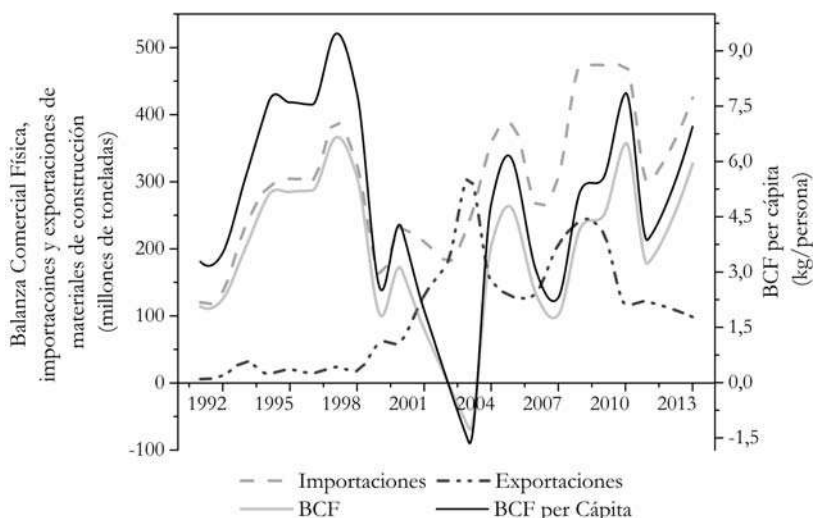
*Fuente:* DANE (2015).

En cuanto al comercio internacional, los materiales de construcción se vieron impactados por la situación económica del país en las últimas décadas. En el Gráfico 9 se evidencia una caída de la balanza comercial física (BCF), a partir de 1997; es decir, entre 1997 y 2003 las exportaciones de materiales de construcción se incrementaron en mayor proporción que las importaciones. Esta situación pudo deberse a la baja dinámica tanto de la economía en general como del sector de la construcción, lo que llevó a que los materiales que no se consumieron internamente fueran exportados.

Por el lado de las importaciones de materiales, se observa que estas estuvieron ligadas a la crisis económica, ya que a partir del deterioro de las con-

diciones de las familias y del sector privado, el nivel de desempleo, la falta de ahorro y de créditos se generó un menor consumo de materiales externos. A partir del 2004, el nivel de las importaciones mejora, lo cual es acompañado de una disminución de las exportaciones, producto del mayor uso de la capacidad instalada de la industria cementera durante este periodo (Cárdenas et al., 2007).

Gráfico 9. Balanza Comercial Física - Construcción



Fuente: elaboración propia con base en DNP (2014).

La BCF es un indicador de acumulación de materiales y de contaminación al interior de la economía. De acuerdo con el Gráfico 9, Colombia presenta un superávit en la BCF de materiales de construcción en todo el periodo, excepto en 2003 cuando las importaciones de materiales de construcción fueron menores que las exportaciones. Las exportaciones estuvieron impulsadas por la mejora en los términos de intercambio, producto del aumento en el tipo de cambio (DIAN, 2003). El superávit en la BCF de materiales de construcción se debe al dinamismo del sector y a que, por las características de los materiales de construcción, sus costos de transporte son altos comparados con

los de producción (Weisz et al., 2006). Como resultado, un alto porcentaje de los materiales de construcción en Colombia se consume al interior de la economía y se observan bajos niveles de exportaciones. Los niveles de la BCF de los materiales de construcción son bajos si se comparan con el total del CDM-construcción, esto indica que al ser un país importador de materiales de construcción, principalmente yeso y anhidrita (DNP, 2014), Colombia no está asumiendo todos los costos ambientales.

Así mismo, se puede evidenciar en el Gráfico 9 que la participación por persona sobre la BCF pasó de 3,2 kg en 1991 a 9,4 kg en 1997. Ante el deterioro macroeconómico del país, liderado por el alto nivel de desempleo y la fuga de capitales, el consumo por persona fue 2,6 kg para 1999, llegando a caer en 2003 a -1,6 kg. En los años posteriores, el consumo retomó la senda creciente, no obstante con una disminución entre los años 2006 y 2007, y otra entre 2010 y 2011. La primera disminución en la BCF estuvo determinada por la caída de las importaciones y exportaciones de los materiales de construcción, y la segunda por la desaceleración económica y comercial ante la crisis económica del 2008. Para el 2013, la BCF se ubicó en 7 kg por persona.

## Conclusiones

El sector de la construcción en Colombia ha presentado un comportamiento dinámico con periodos de expansión y crisis en el transcurso de las dos últimas décadas, marcado por el desarrollo económico del país y por el contexto internacional, así como por los flujos de capitales y por la percepción de riesgos. El sector de la construcción se ha fortalecido a través de programas gubernamentales para la adquisición de viviendas y este fortalecimiento se refleja en el comportamiento del consumo doméstico de materiales de construcción.

El consumo doméstico de materiales de construcción en Colombia tiene una tendencia creciente. Tras las crisis hipotecaria y económica, el consumo de materiales de construcción por habitante ha retomado los niveles de los años noventa. Junto con esta recuperación, se observa un aumento en la eficiencia en el uso de los materiales de construcción, medida por la relación consumo doméstico de materiales/PIB, la cual indica que los materiales de

construcción en Colombia se están usando de manera más intensiva y que se genera un mayor crecimiento económico con menor consumo de materiales de construcción. No obstante, se requiere analizar otros indicadores de eficiencia en el consumo, pues parte de la mejora en la relación CDM/PIB se debe también al impulso que el sector minero energético y los altos precios de las materias primas durante la segunda mitad de los años 2000 dieron al crecimiento del PIB. Por otra parte, el superávit de la balanza comercial física de construcción sugiere que Colombia no asume la totalidad de los costos ambientales que acarrea la extracción de los materiales usados en el sector de la construcción.

Las discrepancias observadas en las distintas estimaciones del consumo doméstico de materiales indican que se requiere mejorar la contabilidad de los flujos de materiales de construcción en Colombia y desarrollar indicadores y mediciones adecuados para los patrones de consumo colombianos. Un factor que se excluyó en este trabajo, y que puede explicar en parte las diferencias con otras estimaciones, es el consumo de materiales para la construcción vial. Para trabajos futuros se espera entonces mejorar la estimación del consumo doméstico de materiales de construcción y su sostenibilidad por medio de la inclusión de este y de otros factores, como el consumo energético de los materiales.

### Referencias

- ACRIP & FEDESARROLLO (2013). *Informe Mensual del Mercado Laboral. Composición sectorial del empleo en Colombia*. Bogotá: Formas Finales Ltda.
- ASOBANCARIA (2007). *Resultados de crédito hipotecario año 2006*. Bogotá: La Semana Económica.
- BP (2014). *Statistical Review of World Energy 2014*. Recuperado de: [http://www.bp.com/content/dam/bp-country/de\\_de/PDFs/brochures/BP-statistical-review-of-world-energy-2014-full-report.pdf](http://www.bp.com/content/dam/bp-country/de_de/PDFs/brochures/BP-statistical-review-of-world-energy-2014-full-report.pdf) (13 de diciembre de 2014).
- BRC (2014a). *Índice de precios al consumidor (IPC)*. Recuperado de: <http://www.banrep.gov.co/es/ipc> (18 de agosto de 2014).

- BRC (2014b). *Balanza de Pagos*. Recuperado de: <http://www.banrep.gov.co/es/balanza-pagos> (20 de agosto de 2014).
- CAMACOL (2010). “La vivienda 2011-2014 “El Gran Salto” en la producción habitacional”, *Estudios Económicos*, No. 26, pp. 1-9.
- CAMACOL (2014). *Construcción en Cifras*. Recuperado de: <https://goo.gl/YvY3V0> (18 de octubre de 2016).
- CÁRDENAS, Mauricio & HERNÁNDEZ, Mónica (2006). *El sector financiero y la vivienda*. Bogotá: Fedesarrollo.
- CÁRDENAS, Mauricio & URRUTIA, Miguel (2004). “Impacto social del ciclo económico en Colombia: 1984-2004”, *Coyuntura Social*, No. 30.
- CÁRDENAS, Mauricio; MEJÍA, Carolina & GARCÍA, Fabián (2007). “La industria del cemento en Colombia”, *Documentos de Trabajo*, No. 33. Fedesarrollo, Bogotá.
- CLAVIJO, Sergio; JANNA, Michel & MUÑOZ, Santiago (2004). “La vivienda en Colombia: sus determinantes socio-económicos y financieros”, *Borradores de Economía*, No. 300. Banco de la República de Colombia.
- CSIRO & UNEP (2010). *Technical annex: Assembling the Asia-Pacific MFA reference database*. Recuperado de: <http://www.cse.csiro.au/forms/files/MFA-Technical-Annex.pdf> (2 de junio de 2015).
- CSIRO & UNEP (2014). *Recent trends in material flows and resource productivity in Latin America*. Recuperado de: <https://goo.gl/7zWKp7> (18 de octubre de 2016).
- DANE (2014). *Construcción*. Recuperado de: <http://goo.gl/Eq9hNG> (26 de Julio de 2014).
- DANE (2015). *Censo de Edificaciones*. Recuperado de: <https://goo.gl/flhIL6> (31 de agosto de 2015).
- DIAN (2003). *Boletín de Comercio Exterior Enero-Diciembre de 2003*. Bogotá: Autor.

- DNP (2014). *Comercio Exterior e Inversión Extranjera - Estadísticas*. Recuperado de: <http://goo.gl/eIhWJu> (5 de agosto de 2014).
- EUROSTAT (2001). *Economy-wide material flow accounts and derived indicators: A methodological guide*. Luxembourg: European Communities.
- EUROSTAT (2006). *Development of material use in the EU-15: 1970-2001. Material composition, cross-country comparison, and material flow indicators*. Recuperado de: <https://goo.gl/Cp8KM7> (1 de octubre de 2014).
- EUROSTAT (2012). *Economy-wide material flow accounting: A compilation guide 2012*. Luxembourg: Autor.
- FOGAFIN (2012). “Crisis financieras sistémicas en Colombia y contraste con el escenario actual”, *Documentos de investigación*, No. 02. Fogafín, Bogotá.
- KRAUSMANN, Fridolin; GINGRICH, Simone; EISENMENGER, Nina; ERB, Karl-Heinz; HABERL, Helmut & FISCHER-KOWALSKI, Marina (2009). “Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century”, *Ecological Economics*, Vol. 68, No. 10, pp. 2696-2705.
- LUTTER, Stephan; GILJUM, Stefan & LIEBER, Mirko (2014). *Global Material Flow database*. Recuperado de: <https://goo.gl/G9ga7r> (18 de octubre de 2016).
- PÉREZ-RINCÓN, Mario Alejandro (2006). “Colombian international trade from a physical perspective: towards an ecological ‘Prebisch thesis’”, *Ecological Economics*, Vol. 59, No. 4, pp. 519-529.
- PÉREZ-RINCÓN, Mario Alejandro (2007). *Comercio internacional y medio ambiente en Colombia. Una mirada desde la economía ecológica*. Cali: Editorial Universidad del Valle.
- PNUMA & CSIRO (2013). *Tendencias del flujo de materiales y productividad de recursos en América Latina*. Panamá: Autor.
- SALAS, Gustavo (2010). “El mercado hipotecario y el financiamiento de la vivienda”, *Finanzas y Política Económica*, Vol. 2, No. 1, pp. 133-154.



- SALAZAR, Natalia; STEINER, Roberto; BECERRA, Alejandro & RAMÍREZ, Jaime (2012). “¿Qué tan desalineados están los precios de la vivienda en Colombia?”, *Informes de Investigación*, No. 010716. Fedesarrollo, Bogotá.
- SERI & WU (2014). *Extraction and Consumption: Global Material Flow Database*. Recuperado de <https://goo.gl/OrqQ8B> (18 de octubre de 2016).
- SIMCO (2014). *Producción Oficial de Minerales en Colombia*. Recuperado de: <http://goo.gl/sVIVcW> (9 de noviembre de 2014).
- TENJO, Fernando & LÓPEZ, Enrique (2002). “Burbuja y estancamiento del crédito en Colombia”, *Borradores de Economía*, No. 215. Banco de la República de Colombia.
- URIBE, José Darío (2012). “Algunas lecciones relevantes aprendidas de la crisis financiera colombiana 1998-1999”. En *XLV Reunión de Gobernadores de Bancos Centrales de América Latina y España*. CEMLA: Banco de Canadá, Ottawa.
- VALLEJO, María Cristina; PÉREZ, Mario A. & MARTÍNEZ-ALIER, Joan (2011). “Metabolic profile of the Colombian economy from 1970 to 2007”, *Journal of industrial Ecology*, Vol. 15, No. 2, pp. 245-267.
- WEISZ, Helga; KRAUSMANN, Fridolin; AMANN, Christof; EISENMENGER, Nina; ERB, Karl-Heinz; HUBACEK, Klaus & FISCHER-KOWALSKI, Marina (2006). “The physical economy of the European Union: Cross-country comparison and determinants of material consumption”, *Ecological Economics*, Vol. 58, No. 4, pp. 676-698.
- WEST, James & SCHANDL, Heinz (2013). “Material use and material efficiency in Latin America and the Caribbean”, *Ecological Economics*, Vol. 94, pp. 19-27.