

TRABAJO DE GRADO

**¿SE CUMPLE LA HIPÓTESIS DE USO INTENSIVO DEL ACERO PARA AMÉRICA
LATINA?**

AUTORES:

JOSE MIGUEL CARDONA CÓRDOBA
LAURA JULIANA PALACIO ECHEVERRI

ASESOR:

GUSTAVO ADOLFO GARCÍA CRUZ

ESCUELA DE ECONOMÍA Y FINANZAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA
UNIVERSIDAD EAFIT
OCTUBRE 2018

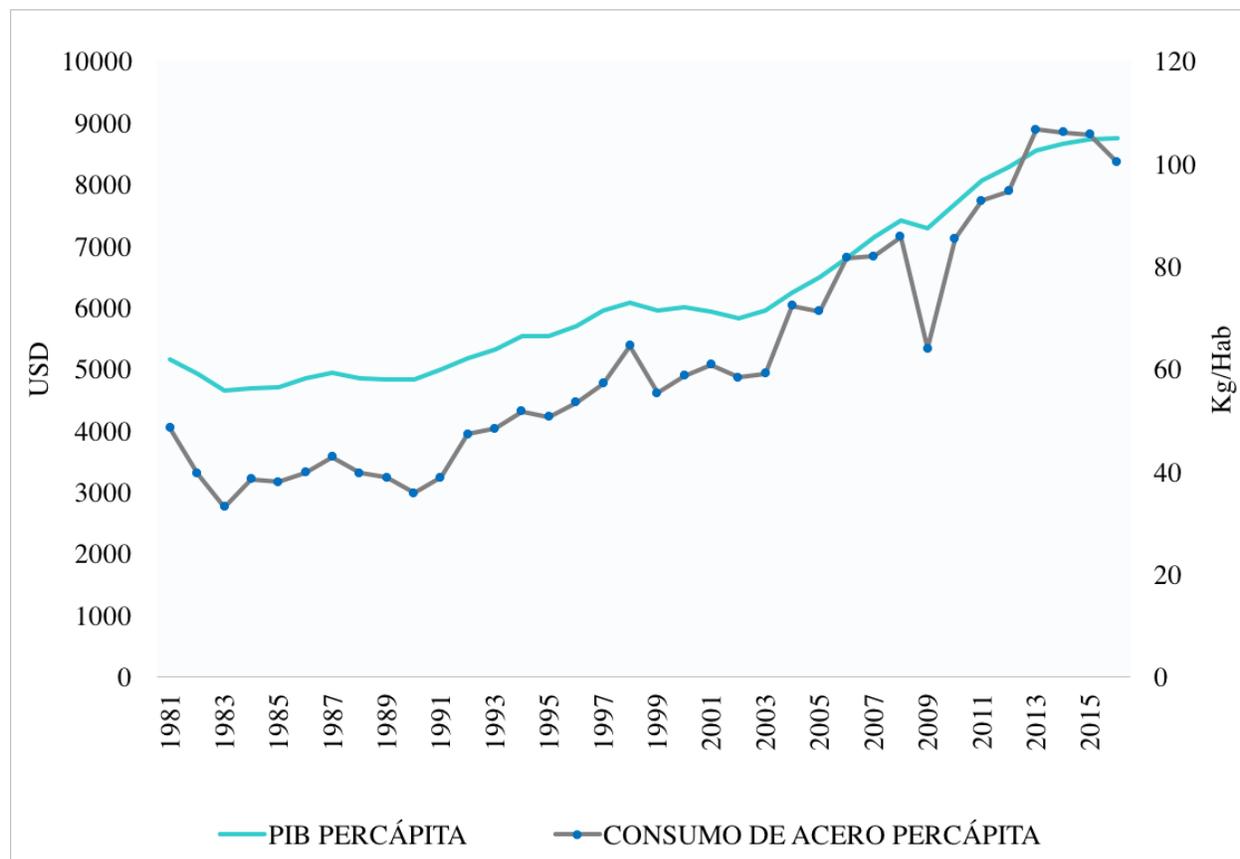
1. INTRODUCCIÓN

El acero es un insumo esencial para la construcción de cualquier obra civil y la producción de bienes durables. Se estima que el 50% del uso del acero mundial se dirige hacia bienes de larga vida útil, a saber, las casas, edificios e infraestructura vial, por otra parte, el 44% del uso se da en bienes de vida útil media como la fabricación de carros, electrodomésticos, equipos de construcción pesada, productos metálicos y equipamiento eléctrico; el resto del uso de este material, tal y como lo informa The World Steel Association (WSA, 2018) en su sitio web, se utiliza en la transformación de productos mecánicos.

La participación de América Latina en la producción mundial de acero fue del 2,6% para 2017 según World Steel in Figures (2018), esto demuestra que la región actualmente incide solo en una pequeña porción de la dinámica mundial. Debido a esto la demanda es sensible a cualquier choque externo, y esta se verá afectada por cualquier movimiento de tipo económico y productivo realizado por las grandes economías mundiales. Entendiendo que el mercado mundial cuenta con una sobrecapacidad por 751 millones de toneladas de las cuales el 61% son producidas por China; el aumento del *dumping* en los últimos años y los subsidios a la producción que son las principales acciones de comercio desleal, es importante conocer cómo se comporta la demanda del acero, pues el sector siderúrgico es clave para el desarrollo de ramas como la construcción, la industria, el sector energético y transportes.

De acuerdo a Huh (2011), la cantidad de acero consumida por un país se puede considerar como un indicador de desarrollo industrial, ya que la demanda del bien aumentará con el crecimiento de las industrias que lo consumen, y el crecimiento de éstas se traducirá en el aumento del nivel de desarrollo económico de los países, como se puede observar en la gráfica 1.

Gráfica 1. PIB per cápita en dólares de 2011 vs el consumo de acero para América Latina, 1981-2016.



Nota: calculos propios con datos de el Banco Mundial, 2018

Sin embargo, aunque se evidencia que el consumo de acero puede ser proporcional al PIB per cápita en América Latina, es importante señalar que investigaciones como las de Canas y Ferrão (2003) y Wårell (2014), evidencian que la relación entre el PIB y la demanda del mineral puede llegar a ser cuadrática y hasta cúbica¹, debido a que cuando los países alcanzan un nivel de desarrollo tal que, tienen buena infraestructura vial y hay niveles altos de tecnología, la demanda de bienes intensivos en acero disminuye o hay situaciones de sustitución de materiales y precios que dan como resultado que un mayor crecimiento económico no se traduzca en una mayor demanda de acero.

¹ En el ejercicio empírico llevado a cabo en este trabajo se incorporó un termino cúbico, pero no se obtuvieron resultados consistentes a la teoría de la HUI debido a potenciales problemas de multicolinealidad (ver tabla A1 en el Anexo).

La teoría que explica la relación entre el desarrollo de un país y el uso intensivo de un metal se conoce como ‘Hipótesis de uso intensivo’ (HUI); en ella se propone una relación cuadrática en forma de U invertida entre el consumo de acero y el nivel de desarrollo de un país medido por su PIB per cápita. Este comportamiento hace que la demanda del acero tenga dos etapas: una creciente y otra decreciente, esta última dada por un nivel único de desarrollo que refleja una disminución consecutiva en la demanda del bien, demostrando que a altos niveles de PIB per cápita no necesariamente la demanda de metales como el acero crece.

Es por esto que el trabajo tiene como objetivo demostrar si la hipótesis de uso intensivo se cumple para el acero en América Latina, a través de la estimación de un modelo econométrico con un panel de datos de 11 países (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México, Panamá, Perú, Paraguay, Uruguay) entre los años 1981 y 2016. Se encontró que el nivel de desarrollo de cada país sí incide en la cantidad demandada de acero, de manera cuadrática cumpliéndose entonces la HUI, así mismo se halló que se continúa cumpliendo la HUI con la aplicación de variables de control propias del contexto latinoamericano como lo son la tasa de cambio nominal (moneda/usd), la producción de acero de China (ChProd) y la tasa de urbanización (Urbpop).

Después de esta introducción, en la sección dos se presenta un breve contexto internacional. En la sección 3 luego se hará un recorrido los tipos de modelos usados para comprobar empíricamente la HUI, se continuará con una descripción de los datos, posteriormente se explicará la metodología a utilizar, y se finalizará con los resultados y las conclusiones.

2. CONTEXTO INTERNACIONAL Y REGIONAL

La producción de acero a nivel mundial ha mantenido una tendencia alcista a través de los años, ésto se explica principalmente por el crecimiento de la siderurgia China, quienes pasaron de producir 127 millones de TM en el año 2000, representando el 15% de la producción mundial a producir 807 millones en 2017, lo que equivale al 50% de la producción mundial.

Según (Alacero, 2017) el mercado mundial de acero cuenta con una sobrecapacidad de aproximadamente 751 millones de toneladas de las cuales el 61% son producidas por China, lo

que equivale a 6,8 veces el consumo de acero en América Latina, este panorama puede empeorar ya que el gobierno chino tiene intenciones de nuevas inversiones para aumentar la capacidad actual, por lo tanto a nivel mundial se ha percibido con preocupación esta situación ya que esto estaría amenazando a las industrias locales quienes por lo general no cuentan con los auxilios y exenciones tributarias que le otorga el gobierno chino a sus industrias, y sus estructuras de costos no son lo suficientemente competitivas para mantenerse en el mercado.

Por lo tanto estas compañías entran en una situación de desventaja, dada la sobreproducción y las débiles condiciones de mercado, lo que ha facilitado que las grandes empresas las adquieran en condiciones favorables y por ende aumente la concentración del mercado siderúrgico en las grandes productoras mundiales.

En relación a Latinoamérica, esta aporta tan solo el 3,7% de la producción mundial con 65,2 millones de Toneladas anuales, de las cuales Brasil produce el 53%, seguido por México con un 31% de participación, Argentina con un 7%, Colombia y Perú con un 2% y el resto de países de la región con un 5%. (Alacero, 2017).

En la región, la balanza comercial es deficitaria, en Enero- Mayo de 2018 la región registró un déficit comercial por 5,5 millones de toneladas de acero terminado, sin embargo el aumento del proteccionismo en las economías desarrolladas a través de la aplicación de contramedidas (Sección 232 EUA, Salvaguardas de UE y Turquía) continúan distorsionando los flujos comerciales y propiciando una desviación de comercio que afectará seriamente al mercado regional.

3. MARCO CONCEPTUAL

La hipótesis del uso intensivo fue planteada en primera instancia por la Asociación Mundial del Acero (WSA), sin embargo, dicha hipótesis solamente cobró relevancia a partir de 1978 con la publicación del trabajo de Malenbaum sobre la demanda de materias primas en Estados Unidos entre los años 1985 y 2000 (Wårell, 2014). En dicha hipótesis se establece que la intensidad del uso de los metales y el desarrollo económico de un país medido por el PIB per cápita tiene la forma funcional de una U invertida, donde se asume una relación cuadrática entre el nivel de desarrollo de un país y la demanda del bien.

Esta relación se puede justificar ya que empíricamente se sabe que a bajos niveles de desarrollo o PIB per cápita, la actividad económica de los países está centrada en sectores de bajo uso intensivo en el metal, como lo son la agricultura y los productos manufactureros. Cuando aumenta el nivel de desarrollo de los países y por ende el ingreso per cápita, los consumidores tienen a demandar bienes de mayor uso del metal, por ejemplo, los del sector infraestructura o construcción, así sucesivamente cuando sigue aumentando el ingreso per cápita de la población se llega a un punto en el cual se reduce la intensidad de uso del acero ya que las actividades económicas se trasladaron a sectores como el servicios y tecnología. (Crompton, Wu, 2008, p.9).

Por su parte, Wårell L & Olsson (2009) citando a Radetzki & Tilton (1990) distinguen entonces las fases del consumo del acero así: La fase temprana, cuando la economía requiere bajos volúmenes de metal por estar basada principalmente en la agricultura, mientras la economía continúa desarrollándose se llega a una fase media de consumo del material pues con la industrialización de la actividad productiva, aumentan la demanda de bienes intensivos en acero, por ejemplo los países demandan mejor infraestructura, dado que crece el nivel de urbanización y aumenta la demanda de bienes manufacturados, cuando la economía se expande aún más y el PIB per cápita crece, se alcanza la tercera fase donde decrece la demanda de acero ya que las preferencias del consumidor se desplazan al sector servicios, los cuales son menos intensivos en el uso del acero, esto se da por el nivel de desarrollo del país pues la economía ya está saciada con casas, fábricas, carreteras y carros, por lo tanto menos material se necesitará, y conforme el PIB per cápita aumenta, la intensidad en el uso de los metales irá disminuyendo.

Así mismo se puede sustentar el cambio en las preferencias con el principio económico conocido como la ley de Engel, que establece que la proporción del ingreso que es destinada para alimento disminuye cuando el ingreso aumenta, y es ahí donde surge la oportunidad de aumentar el gasto en productos más sofisticados, lo que da pie a productos intensivos en capital. Döhrn & Krätschell (2013)

Es por esto que el cambio en las fases del uso intensivo del acero se podría explicar también desde el punto de vista de la inversión de la siguiente manera: en un principio el nivel de inversión de una economía se da en factores con bajo uso intensivo en acero, esto ya que la principal actividad económica es la agricultura, la cual tiene como factores productivos intensivos a la tierra y el trabajo; conforme la economía se va desarrollando, se industrializan los procesos productivos, por lo tanto la inversión se traslada a bienes de capital que son a su vez bienes intensivos en uso de acero, este crecimiento se da hasta un punto en el que la economía alcanza un nivel de desarrollo tal que el nivel de capital físico es el máximo y por ende la inversión migra de nuevo a factores productivos que son de poco uso intensivo en acero como lo pueden ser la investigación y el desarrollo tecnológico, logrando que la actividad económica de los países pase de estar basada en la industria, a basarse en el desarrollo de conocimiento o activos intangibles.

Entonces, de cumplirse la hipótesis de uso intensivo es posible encontrar el nivel de desarrollo que hace máximo el consumo de acero y en el cual la intensidad de uso del metal empieza a decrecer, en este punto conocido como “pico”, es donde las preferencias de los consumidores o las empresas se trasladan de productos intensivos en metal hacia productos del sector servicios, y se espera que los países progresivamente disminuyan su consumo de acero pues estarían entonces en la tercera fase descrita anteriormente.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

En el plano internacional, se ha abordado de diferentes maneras el objeto de estudio aquí mencionado, mediante diferentes acercamientos, de los cuales se pueden distinguir tres ramas principales:

La primera, y la que constituye el mayor insumo para el ejercicio empírico realizado, son los trabajos realizados tomando la hipótesis de uso intensivo como principal instrumento, de donde se puede destacar a Wårell (2014), quien intenta validar dicha hipótesis mediante MCO y un panel de datos para una muestra de 61 países durante 42 años, donde se incluyen variables como el tiempo ($t=1$ para 1970 y así sucesivamente) intentando capturar el componente de sustitución de tendencias de consumo a partir de cambios tecnológicos y la mejora de procesos productivos que inducen a la disminución del consumo de acero, además de una posterior estimación de panel

de datos discriminando a los países por nivel de ingreso. Sin embargo, no se puede concluir de los resultados iniciales puesto que a pesar de que los coeficientes siguen la intuición económica, no son estadísticamente significativos y sólo se constata la HUI para los países de nivel de ingreso medio.

Por otro lado, se encuentra la contribución de Döhrn & Krättschell (2013), en donde se introducen dos novedades en relación a la literatura existente, y es que primero realiza una crítica en relación a la posible endogeneidad en la estimación de la hipótesis de uso intensivo por tener en la variable dependiente en el denominador el PIB, y también como regresora en las variables independientes. Para intentar solucionarlo decide usar otra variable dependiente que no sea una fracción, sino más bien emplea directamente el consumo de acero per cápita de los países de la muestra. Y como segundo aporte, realiza la estimación del PIB per cápita máximo donde sucede el punto de inflexión en la HUI bajo diferentes mediciones, (en dólares PPP, dólares actuales y dólares año base 2000) con el fin de encontrar si dicho monto es sensible al año utilizado y encuentra que los valores si son sensibles a la base que se utilizan, variando en promedio en 5000 dólares entre estimaciones. (valor promedio para el total de países: 29.000 USD).

Cabe mencionar que a partir de esta crítica de la posible endogeneidad en la variable dependiente, se decidió realizar en el trabajo dos estimaciones, una con la variable dependiente original Acero/PIB y otra con el consumo de acero en miles de toneladas con el fin de encontrar si los resultados son consistentes, independientemente de la variable utilizada.

Por lo que se refiere a estimaciones con mayor base estadística, se encuentra la metodología de los vectores autorregresivos, como el utilizado en Crompton (1999) para pronosticar el consumo de acero en Asia. Esta técnica estadística consiste en obtener grandes cantidades de datos sobre una variable y realizar una regresión con los valores rezagados de dichas variables, para explotar las correlaciones pasadas con el fin de obtener predicciones a futuro. Como desventaja principal de esta metodología se encuentra que es un método que necesita muchas observaciones para poder estimar el futuro de los parámetros, por lo cual puede llegar a existir una sobre parametrización si estos son relativamente grandes en relación al tamaño de la muestra, además los parámetros seleccionados para realizar la estimación generalmente son impuestos por el investigador bajo su

propio juicio, y muchas veces este desconoce la intuición económica que existe más allá de los datos.

También, se encuentran estudios como los de Sajal Ghosh (2006) donde se intentan establecer relaciones de cointegración entre la demanda de acero y el PIB, y se encuentra que hay una relación de causalidad unidireccional del crecimiento económico hacia el consumo de acero en India, es decir los aumentos en el ingreso sirven como medida de pronóstico del consumo futuro de acero, algo que es sumamente interesante pero que no fue el interés de esta investigación.

Conviene mencionar que no existe actualmente literatura local suficiente que permita comprender más a fondo el mercado del acero para Latinoamérica. En este sentido se pretende aportar evidencia comprobando la HUI para el caso local y además de esto incluir una serie de variables control que permitan evidenciar que la HUI se mantiene consistente y comprender mejor características propias del mercado del acero latinoamericano.

5. DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS

Para comprobar la hipótesis de uso intensivo que relaciona la proporción del consumo de acero con el PIB y el nivel de desarrollo de una economía, se utilizaron las siguientes variables:

Variable dependiente:

$$\text{Aceropib}_{it} : \frac{\text{Acero en toneladas}}{\text{PIB en miles de millones de usd a precios internacionales de 2010}}$$

Variables independientes:

Pib_{it} : Pib per cápita en dólares a precios internacionales de 2010

$$\text{Tc}_{it} : \frac{\text{moneda nacional}}{\text{moneda extranjera}}$$

Prod China : producción de acero de China en miles de toneladas.

Urbanpop_{it} : % población que vive en zonas urbanas

Estas variables se construyeron para los 11 países de América Latina (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México, Panamá, Perú, Paraguay, Uruguay) entre los años 1981 y 2016. Los datos del consumo de acero de los países latinoamericanos, y la producción de acero de China

fueron tomadas de los anuarios estadísticos publicados anualmente en The World Steel Association (WSA). para las demás variables utilizadas, PIB per cápita, tasa de cambio nominal y tasa de urbanización se recurrió a las bases de datos del Banco Mundial.

A continuación, se puede observar en la tabla 1 que los 11 países de estudio tienen un uso intensivo del acero en promedio de 9.909 toneladas, y un nivel promedio de PIB per cápita de 6173 USD lo que, comparado con los países del mundo demuestra que son economías que apenas empiezan a aumentar su nivel de desarrollo. La tasa de cambio en promedio de los países de estudio está en 530 unidades monetarias por cada dólar, la producción de china en el rango de tiempo estudiado ha sido en promedio de 278 mil toneladas de acero, y por último la tasa promedio de urbanización de la región es del 72.1%.

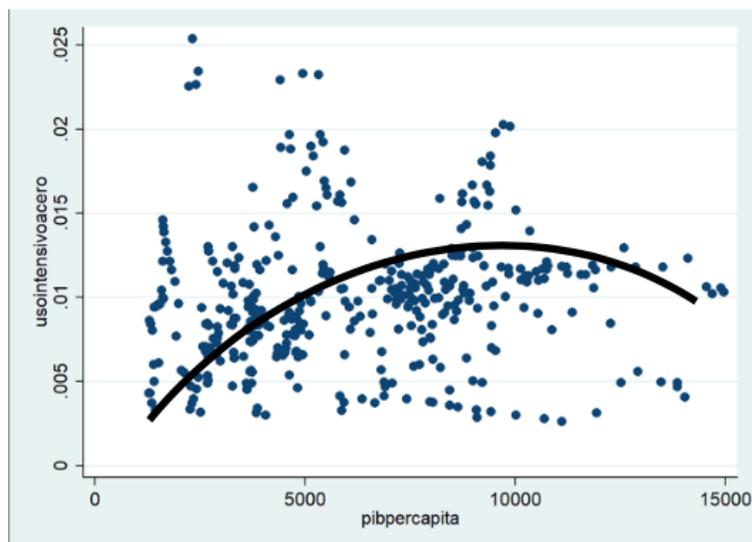
Tabla 1. Estadística descriptiva de las variables de estudio.

VARIABLES	Media	Desviación estandar	P25	P50	P75	Min	Max
Aceropib	9909	4025	7387	9697	11691	2595	25372
Pib	6173	3128	3706	5795	8462	1283	14958
TC	530.37	1322.26	1	4.71	300.39	0	11786
Produccion China	278082	276296	63834	119424	495101	35604	822306
Urbanpop	72.1	13.27	61.7	72.4	84.2	42.2	95.1

Nota: Cálculos propios, 2018

Luego, cuando se compara la proporción de consumo de acero con respecto al PIB y el nivel de desarrollo de los países de Latinoamérica, gráficamente se puede evidenciar una relación cuadrática entre estas dos variables lo que a simple vista da indicios de que la relación de uso intensivo del acero y el desarrollo económico puede tener el comportamiento esperado asociado a la HIU. Sin embargo, es necesario realizar la estimación econométrica para tener certeza en torno a la verdadera relación y comprobar si la HUI se cumple para los países de Latinoamérica de la muestra. Estas estimaciones se realizan en la siguiente sección.

Gráfico 2. Gráfico de dispersión del uso intensivo del acero vs pibpercápita



Nota: el uso intensivo del acero se construyó a partir de la variable acero en miles de toneladas dividido el PIB de cada país en millones de dólares base 2010, y el pib per cápita es base 2010 y su unidad de medida está en dólares.

6. METODOLOGÍA

Con el fin de comprobar la hipótesis planteada en relación al uso intensivo del acero y el desarrollo económico de los países, se realizó una estimación por medio de un modelo de datos panel para los 11 países de América Latina ya mencionados para el período 1981-2016.

Se consideró adecuado el uso de panel de datos porque ofrecen una mayor cantidad de datos informativos, y es posible capturar las heterogeneidades de los países, lo que representa una ventaja en relación a estimaciones de corte transversal.

Se emplea para los modelos una estimación inicial por mínimos cuadrados ordinarios, y después una estimación por efectos fijos y aleatorios. Por último se realiza el test de Hausman para evidenciar si hay diferencias significativas entre los coeficientes y ver si es más adecuado la utilización de efectos fijos o efectos aleatorios. A priori la escogencia de un modelo u otro depende del supuesto que se haga en relación entre los efectos fijos asociados a las unidades de corte transversal y las variables explicativas. Si se supone que tal correlación existe sería preferible el modelo de efectos fijos mientras que si no lo existe se escogería el modelo de efectos aleatorios. Para corroborar cuál de los dos modelos utilizar, desde el punto de vista estadístico se usa el test

de Hausman el cual tiene como hipótesis nula realizar la estimación por efectos aleatorios. La prueba se comporta como una chi cuadrado, la cual tendrá asociada una probabilidad de rechazo. De ser rechazada la hipótesis nula es más eficiente la estimación del modelo a través de efectos fijos.

En el primer momento se estima el consumo de acero como proporción del PIB en función del PIB per cápita y el PIB per cápita al cuadrado, así:

$$aceropib_{it} = \beta_0 + \beta_1 Pib_{it} + \beta_2 Pib_{it}^2 + \varepsilon_{it}$$

Esto implica que la forma funcional de la curva tenga rendimientos marginales decrecientes, y se permita encontrar el nivel de PIB per cápita máximo a partir del cual empieza a disminuir el consumo de productos intensivos en acero.

En un segundo momento se agregan las variables de control tasa de cambio (TC), producción de China (Prod china) y tasa de urbanización (Urbanpop) con el fin de evidenciar si la HUI se mantiene o no bajo este nuevo escenario. En este caso el modelo tiene la siguiente estructura:

$$aceropib_{it} = \beta_0 + \beta_1 Pib_{it} + \beta_2 Pib_{it}^2 + \beta_3 TC_{it} + \beta_4 Prod\ China_{it} + \beta_5 Urbanpop_{it} + \varepsilon_{it}$$

Luego, se espera que los coeficientes se comporten de la siguiente manera para que se cumpla la HUI en América latina: el PIB per cápita incide en la demanda de acero de forma positiva ($\beta_1 > 0$). Esto significa que en una fase inicial conforme el desarrollo económico de la sociedad aumenta, se demande mayor cantidad de acero: Luego el PIB per cápita al cuadrado se espera que afecte la demanda de acero de manera negativa ($\beta_2 < 0$) ya que la Hipótesis de uso intensivo (HUI) describe que hay un nivel de desarrollo económico que hace que las preferencias de los consumidores se trasladen al sector servicios, y la demanda de productos intensivos en acero disminuya. La tasa de cambio nominal afectará la demanda de acero de manera negativa ($\beta_3 < 0$) esto se explica pues América latina al ser una región con una balanza comercial en el acero deficitaria, si aumenta la tasa de cambio de los países estudiados, esto significa que la moneda se deprecie con respecto al dólar, lo que hará que el consumo de acero disminuya pues se hace más costoso importar.

La producción de acero de China afectará el consumo de acero de manera positiva ($\beta_4 > 0$) ya que un aumento de la producción de este país, incrementará la oferta mundial de acero, lo cual disminuye el precio internacional e incentiva un mayor consumo de acero por parte de los países latinoamericanos. Por último, la tasa de urbanización de los países afectará el consumo de acero de manera positiva ($\beta_5 > 0$) ya que una mayor urbanización se asocia con mayor desarrollo económico y mejor calidad de vida, por lo tanto se espera que más personas que se trasladen a las ciudades demanden más productos intensivos en acero.

7. RESULTADOS

Como se puede observar en la tabla 2, el modelo para comprobar la hipótesis de uso intensivo utilizando el consumo de acero como proporción del PIB se estimó de cuatro maneras, por MCO (columna 1), MCO con variables de control (columna 2), efectos fijos (columna 3) y efectos aleatorios (columna 4); en los cuatro modelos se evidencia que se cumple la hipótesis de uso intensivo que relaciona de manera cuadrática el consumo de acero con el nivel de desarrollo de los países para Latinoamérica, ya que los coeficientes asociados al PIB y al PIB al cuadrado son estadísticamente significativos, y tienen el signo esperado dada la teoría económica y se demuestra que el modelo sigue siendo consistente aún estimándolo con variables de control.

Cuando se entra al detalle, para decidir que modelo es más adecuado para estimar la hipótesis de uso intensivo se realiza la prueba de Hausman. Esta prueba calcula un valor que se comporta como la distribución chi cuadrado, y que tiene una probabilidad de error asociada. El test evalúa la diferencia entre estimar el modelo por efectos fijos u aleatorios, con hipótesis nula de que es más eficiente la estimación por efectos aleatorios. En este caso la prueba de Hausman arrojó un valor de 18.46 con una probabilidad asociada del 0.0004, lo que significa se rechaza la hipótesis nula al 99% de confianza.

Este resultado es consistente con la intuición económica ya que se supone que los efectos inobservables de los países como las instituciones, la cultura, el acceso a bienes que impulsan la movilidad social como la educación etc., están correlacionados con las variables explicativas.

Dicho esto, se considera que el modelo que mejor se ajusta a la realidad es el estimado por efectos fijos, ya que todos los coeficientes se comportaron con el signo esperado, y son estadísticamente significativos. De esta manera un aumento de un dólar en el PIB aumentaría el uso intensivo del acero en 2 toneladas, mientras que si el desarrollo de un país creciera exponencialmente la demanda del metal decrecería en 0,00012 toneladas. Luego un aumento en una unidad en la tasa de cambio promedio con respecto al dólar de los países latinoamericanos se verá reflejado en un decrecimiento del consumo de acero en 0,56 toneladas, por otro lado, si China aumentara su producción en mil toneladas el consumo de acero crecería en 0.004 toneladas vale aclarar, que el efecto vía importaciones podría ser aún menor dadas las políticas arancelarias que restringen los productos chinos.

Tabla 2: Estimación hipótesis de uso intensivo con el consumo de acero como proporción del PIB como variable dependiente.

Variable	MCO (1)	MCO con variables control (2)	Efectos Fijos (3)	Efectos Aleatorios (4)
Pib	0.70*** (0.254)	1.47*** (0.242)	2.01*** (0.447)	1.64*** (0.416)
Pib2	-4.2x10 ⁻⁵ ** (1.78 x 10 ⁻⁵)	-1.12 x10 ⁻⁴ *** 1.59 x10 ⁻⁵	-1.2 x10 ⁻⁴ *** (2.2 x10 ⁻⁵)	-1.1 x10 ⁻⁴ *** (2.1 x10 ⁻⁵)
TC		-0.59*** (0.134)	-0.56*** (0.139)	-0.43*** (0.136)
Prod China		0.009*** (7.1 x10 ⁻⁴)	0.004*** (9.8 x10 ⁻⁴)	6.5 x10 ⁻³ *** (8.3 x10 ⁻⁴)
Urbanpop		-63.34*** (19.88)	231.15*** (49.66)	118.97*** (42.14)
Constante	7592*** (800.46)	8461*** (1164)	-13875*** (3344)	-4715 (2727)
R ²	0.02	0.32	0.45	0.44
Observaciones	396	396	396	396

Prueba Hausman: 18.46 Prob > chi²: 0.0004
 ***Significancia al 1% **Significancia al 5% *significancia al 10%

Nota: Cálculos propios,2018

Luego, si aumenta la tasa de urbanización de los países en un 1% el uso intensivo del acero crecería en 231 toneladas, lo anterior vía construcción de infraestructuras que puedan saciar la demanda de las personas que se trasladan del sector rural al urbano, lo que demuestra que en promedio los países latinoamericanos aún se encuentran en la fase creciente de consumo de acero en la que la economía al estarse desarrollando demanda más productos intensivos del metal y por ende se explica que este efecto sea comparativamente mayor.

Por último, se puede observar que el valor de los coeficientes, y el R^2 aumentaron al haber incluido estas variables de control, por lo tanto se puede evidenciar que se mejoraron los resultados de la estimación de la hipótesis de uso intensivo clásica.

8. LA CRÍTICA

Como elemento adicional, se realizaron las mismas estimaciones cambiando la variable dependiente por el consumo de acero en toneladas total de los países y no como proporción del PIB. Esto justificado por la crítica realizada por Döhrn & Krästchell (2013) en la que se expone que dividir el consumo de acero por el PIB per cápita puede traer problemas de medición ya que para que el PIB sea comparable entre los países, este debe ser del mismo año base, y se debe convertir a una sola moneda, lo que puede ocasionar que el consumo de acero se sobre o subestime. Asimismo, se justifica que pueden haber problemas de simultaneidad ya que se tendría la variable dependiente a la misma vez como explicativa. Por lo tanto, asumiendo la crítica, el modelo quedaría de esta manera:

$$acero = \beta_0 + \beta_1 Pib_{it} + \beta_2 Pib^2_{it} + \beta_4 TC_{it} + \beta_5 Prod\ China_{it} + \beta_6 Urbanpop_{it} + \varepsilon_{it}$$

Se puede observar en la tabla 3 que para la estimación de los modelos con efectos fijos y aleatorios con variables de control (columnas 3 y 4) no se cumple la hipótesis de uso intensivo del acero, ya que a pesar de ser estadísticamente significativos, los coeficientes no tienen los signos esperados dada la teoría económica. Luego para el modelo MCO y MCO con variables de control (columnas 1 y 2), todos los coeficientes son estadísticamente significativos, por lo tanto se cumpliría la hipótesis del uso intensivo para Latinoamérica, sin embargo la tasa de urbanización no cuenta con

el signo esperado. Así un aumento en un dólar del PIB aumentaría el consumo de acero en 2583 toneladas, mientras que si el desarrollo de un país creciera exponencialmente la demanda del metal decrecería en 0.10 toneladas, en relación con la tasa de cambio si esta aumenta el consumo de acero disminuiría en 425 toneladas, a su vez si aumentara en mil toneladas la producción de china, el consumo de acero aumentaría en 2.5 toneladas.

En general se puede observar que estos coeficientes son mayores en relación a los coeficientes estimados en el modelo anterior, es decir que la demanda de acero estimada de esta manera es mucho más sensible a cambios en el nivel de desarrollo que si se estimara como proporción del PIB.

Tabla 3: Estimación hipótesis de uso intensivo con variable dependiente logaritmo del consumo de acero en toneladas

Variable/Método	MCO (1)	MCO con variables control (2)	Efectos Fijos (3)	Efectos Aleatorios (4)
Pib	1845*** (315.23)	2583*** (352.12)	-1552*** (388.46)	-1403.68*** (381.71)
Pib2	-0.066*** (0.022)	-0.10*** (0.023)	0.08*** (0.019)	0.07*** (0.019)
Tasacambio		-425.04** (195.24)	-319.93*** (120.67)	-319.92*** (119.77)
Prod China		2.50** (1.038)	3.82*** (0.85)	3.68*** (0.81)
Urbanpop		-119383*** (28891)	190209*** (43109.26)	185504*** (41386.9)
Constante	-4807710*** (992761)	459653 (1692014)	-5524188* (2902470)	-5750849* (3183578)
R^2	0.26	0.31	0.33	0.33
Observaciones	396	396	396	396
Prueba Hausman: 5.34 Prob > chi^2: 0.1486				
***Significancia al 1% **Significancia al 5% *significancia al 10%				

Nota: Cálculos propios, 2018

En conclusión cuando se estima por MCO la hipótesis de uso intensivo con la variable dependiente en kg, se cumple para el caso de América Latina la relación cuadrática entre el consumo de acero y el nivel de desarrollo de los países, sin embargo a pesar de que el resultado mejora con la aplicación de variables de control, es innegable el hecho de que la tasa de cambio si afecta el consumo de acero de los países ya que la balanza comercial de la región es deficitaria, por lo tanto las importaciones se verán afectadas por la tasa de cambio. Por el contrario cuando se aplica la teoría base en la cual la variable dependiente es el consumo de acero como proporción del PIB, se cumple la hipótesis de uso intensivo para américa latina, con o sin variables de control lo que demuestra mayor consistencia del modelo en relación a la crítica.

9. CONCLUSIONES

En este trabajo se corroboró que se cumple la hipótesis de uso intensivo del acero para Latinoamérica, usando un panel de datos balanceado para 11 países (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México, Panamá, Perú, Paraguay, Uruguay) entre los años 1981 y 2016. Las estimaciones se realizaron a travez de MCO, por efectos fijos y por efectos aleatorios con y sin variables de control, llegando a la conclusion de que la estimación de la hipótesis de uso intensivo más pertinente fue la realizada a través del modelo con efectos fijos, el cual demostró ser consistente aún con las variables de control propias del contexto latinoamericano: tasa de cambio nominal, producción de china y tasa de urbanización.

A partir de lo encontrado, se evidencia que el patrón de consumo de acero en los países de la muestra de latinoamerica siguen la relación expuesta por la hipótesis de uso intensivo, es decir en una fase de desarrollo inicial, los países efectivamente aumentan el consumo de bienes intensivos en acero, y después se llegará un punto donde el desarrollo económico es tal que las preferencias de los países se trasladarán hacia el sector servicios.

Según el modelo estimado el punto de inflexión es alcanzado cuando las economías sobrepasan en promedio 8.375 dólares de PIB per cápita, lo cual significa que, de los 11 países de la muestra, aún 5 países están lejos de este pico (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Paraguay) esto representa una oportunidad de inversión importante para el sector siderúrgico puesto nuevas empresas podrían asentar sus plantas de producción en los países que aún están en fase creciente de consumo

de acero o las empresas existentes podrían aumentar su nivel de producción para sustituir importaciones, así mismo en términos de políticas de comercio exterior es importante entender que dado el contexto internacional actualmente la región es un foco objetivo para la entrada de los excesos de producción de acero mundial, por lo tanto es importante tomar las medidas necesarias para proteger el mercado interno dado que según el modelo, la región se encuentra en la fase creciente de uso intensivo del acero.

En el ejercicio empírico realizado por Wårell (2014) se encontró que el pico promedio para 18 países de ingreso medio fue de 24.289 dólares, una cifra bastante superior a la encontrada en este ejercicio, sin embargo, se debe tener en cuenta que la mayoría de países utilizados en dicha estimación son de origen europeo (Turquía, España, Italia, Grecia, Hungría etc.) y Asiático (Malasia, Líbano, Arabia Saudita) los cuales tienen un nivel de desarrollo económico mayor en comparación a Latinoamérica.

Por último, se tienen algunas limitaciones como lo son: la base utilizada para el PIB per cápita (2010), la cual está desactualizada, pero por cuestiones de disponibilidad de datos se utilizó, y por ende el punto máximo de desarrollo encontrado a través de la estimación se puede ver afectado por la utilización de diferentes bases del PIB per cápita.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Acero, G. (2 de marzo de 2018). *¿Cómo está la industria del acero en Colombia? G&J Empresas de acero*. Obtenido de <https://gyjferreterias.com/noticias/acero-en-colombia>
- Asociación latinoamericana del acero. (2017). *América Latina en cifras*. Recuperado de: https://www.alacero.org/sites/default/files/publicacion/america_latina_en_cifras_2017_0.pdf
- Asociación Nacional de Industriales. (2017). *Informe del sector siderúrgico*. Recuperado de: http://www.andi.com.co/Uploads/Informe%20del%20sector%202016_636536148442404034.pdf
- Canas, Â., Ferrão, P., & Conceição, P. (2003). A new environmental Kuznets curve? Relationship between direct material input and income per capita: Evidence from industrialised countries. *Ecological Economics*, 46(2), 217-229. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(03\)00123-X](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(03)00123-X)
- Crompton, P. (1999). Forecasting steel consumption in South-East Asia. *Resources Policy*, 25(2), 111–123. [https://doi.org/10.1016/S0301-4207\(99\)00014-8](https://doi.org/10.1016/S0301-4207(99)00014-8)
- Crompton, P., & Wu, Y. (s/f).(2008). Chinese steel consumption in the 21 Century.
- Crompton, P. (2015). Explaining variation in steel consumption in the OECD. *Resources Policy*, 45, 239-246. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2015.06.005>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. (2018). *Pib a precios constantes I trimestre 2018*. Recuperado de: <http://bit.ly/2MeZWcH>
- Döhrn, Roland & Krästchell, Karoline (2013). Long Term Trends in Steel Consumption, Ruhr Economic Papers, No 415, ISBN 978-3-86788-470-9, RWI, Essen, <http://dx.doi.org/10.4419/86788470>

Evans, M., 2011. Steel consumption and economic activity in the UK: The integration and cointegration debate. *Resources Policy* 36, 97–106.

Ghosh, S. (2006). Steel consumption and economic growth: Evidence from India. *Resources Policy*, 31(1), 7–11. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2006.03.005>

Huh, K. S. (2011). Steel consumption and economic growth in Korea: Long-term and short-term evidence. *Resources Policy*, 36(2), 107-113.

<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2011.01.005>

López, J. (5 de marzo de 2018). *En el consumo nacional del acero pesan más las compañías dedicadas a importaciones*. *La República*. Recuperado de:

<https://www.larepublica.co/empresas/en-el-consumo-nacional-del-acero-pesan-mas-las-companias-dedicadas-a-importaciones-2605474>

The World Steel Association. (2018). World steel in figures. Recuperado de:

<https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:f9359dff-9546-4d6b-bed0-996201185b12/World%2520Steel%20in%20Figures%202015.pdf>

Wårell, L., & Olsson, A. (2009). Trends and Developments in the Intensity of Steel Use: An Economic Analysis. Online at: <http://pure.ltu.se/portal/files/3157773/> ..., 1–10.

Wårell, L. (2014). Trends and developments in long-term steel demand - The intensity-of-use hypothesis revisited. *Resources Policy*, 39(1), 134-143.

<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2013.12.002>

Wooldridge, J. M. (2010). *Introducción a la econometría*. Santa Fe: Cengage learning.

World Steel in figures. (2014). World Steel in Figures 2014 Table of Contents. *World steel association*, 3-30.

<https://doi.org/https://www.worldsteel.org/dms/internetDocumentList/bookshop/2015/World-Steel-in-Figures-2015/document/World%20Steel%20in%20Figures%202015.pdf>

ANEXO 1

A continuación se estimó la hipótesis de uso intensivo agregándole el nivel de desarrollo al cubo, esto para descartar o comprobar si quizás la demanda de acero en latinoamérica se comporta como una función cúbica, que se dividiría en tres fases, la primera en la que hay un crecimiento exponencial de la demanda de acero, luego una fase de desaceleración del consumo y por último de nuevo un choque que causara un crecimiento exponencial en la demanda y así mismo con las variables de control antes propuestas, sin embargo como se observa en la tabla A1, se descarta esta hipótesis ya que los coeficientes no se comportaron con los signos esperados dada la teoría, esto posiblemente se dió por tener el pib en niveles, al cuadrado y al cubo generando una alta colinealidad entre los datos.

Tabla A1: Estimación de la hipótesis de uso intensivo incluyendo término cúbico.

Variable	MCO (1)	MCO con variables control (2)	Efectos Fijos (3)	Efectos Aleatorios (4)
Pib	0.41 (0.63)	1.32** (0.62)	6.75*** (1.07)	4.91*** (0.99)
Pib2	1.61x 10 ⁻⁶ (1.07 x10 ⁻⁴)	-8.7 x10 ⁻⁵ (9.1 x10 ⁻⁵)	-7.2 x10 ⁻⁴ *** (1.2 x10 ⁻⁴)	-5.3 x10 ⁻⁴ *** (1.1 x10 ⁻⁴)
Pib3	-1.92 x10 ⁻⁹ (4.6 x 10 ⁻⁹)	-1.08 x10 ⁻⁹ (3.97 x10 ⁻⁹)	2.32 x10 ⁻⁸ *** (4.80 x10 ⁻⁹)	1.66 x10 ⁻⁸ *** (4.6 x10 ⁻⁹)
TC		-0.58*** (0.13)	-0.61*** (0.13)	-0.47*** (0.13)
Prod China		9.2 x10 ⁻³ *** (7.1 x10 ⁻⁴)	2.9 x10 ⁻³ *** (9.9 x10 ⁻⁴)	5.7 x10 ⁻³ *** (8.5 x10 ⁻⁴)
Urbanpop		-63.61*** (19.93)	232.5 *** (48.26)	123.21*** (42.68)
Constante	8077*** (1428)	8737*** (1548)	-24483*** (3920)	-12077*** (3301)
R ²	0.02	0.32	0.48	0.47
Observaciones	396	396	396	396
Prueba Hausman: 29.83 Prob > chi ² : 0.000				
***Significancia al 1% **Significancia al 5% *significancia al 10%				

Nota: Cálculos propios,2018