



**Trabajo de Grado presentado para optar al título de Magister en Economía**

**INDUSTRIA MANUFACTURERA Y SECTOR EXTERNO**

**FERNANDO TORRES MEDINA**

**ELMAN ROMAN TORRES TORRES**

**Director: FLAVIO JACOME LIEVANO**

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS.**

**MAESTRIA EN ECONOMIA.**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA.**

**2016**

# Tabla de contenido

<u>I Introducción.....</u>	<u>4</u>
<u>II Revisión de la Literatura .....</u>	<u>6</u>
<u>III Marco Metodológico .....</u>	<u>11</u>
<u>III A Pruebas de Raíz Unitaria.....</u>	<u>11</u>
<u>III B Modelo de Vectores Autorregresivos Estructurales (SVAR).....</u>	<u>13</u>
<u>IV Resultados y Conclusiones.....</u>	<u>19</u>
<u>Bibliografía.....</u>	<u>21</u>
<u>Anexos.....</u>	<u>24</u>

## INDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

<b>Tabla No 1. Explicación de variables y tratamiento.....</b>	<b>14</b>
<b>Tabla No 2. Matriz de Correlaciones Residuales.....</b>	<b>17</b>
<b>Tabla No 3. Matrices A y B.....</b>	<b>18</b>
<b>Gráfico No 1. Impulso Respuesta Acumulada.....</b>	<b>19</b>



## **INDUSTRIA MANUFACTURERA Y SECTOR EXTERNO<sup>1</sup>**

**FERNANDO TORRES MEDINA**

**ELMAN ROMAN TORRES TORRES<sup>2</sup>**

### **Resumen**

En la presente investigación se utiliza un modelo de Vectores Autorregresivos Estructurales (SVAR) para explicar el efecto de variables que consideramos importantes en la dinámica del sector industrial manufacturero colombiano en el periodo 1995-2015. La base de datos se construyó con información del DANE, Banco de la Republica, Bloomberg, FED y Fondo Monetario Internacional. Las variables en consideración son: Índice de Producción Industrial, Exportaciones Reales, Importaciones Reales, Tasa de Cambio Real y el Diferencial de la tasa de interés local con la tasa de interés externa, mediante el modelo se evalúa el comportamiento de la industria manufacturera ante choques de estas variables utilizando la función impulso respuesta acumulada.

*Palabras clave:* Industria Manufacturera, Vector Autorregresivo Estructural, Impulso Respuesta.

*Clasificación JEL:* E23, E37, E39.

---

<sup>1</sup> Trabajo presentado para optar al título de Magister en Economía de la Pontificia Universidad Javeriana.

<sup>2</sup> Los autores agradecen la Dirección del Dr. Flavio Jácome.



## **MANUFACTURING INDUSTRY, FINAL DEMAND AND EXTERNAL SECTOR<sup>3</sup>**

**FERNANDO TORRES MEDINA**

**ELMAN ROMAN TORRES TORRES<sup>4</sup>**

### **Abstract**

In this research a model Structural Vector Autoregressive (SVAR) is used to explain the effect of variables that are important in the dynamics of the Colombian manufacturing sector in the period 1995-2015. The database was constructed with data from DANE, Banco de la Republica, Bloomberg, FED Federal Reserve System and IMF International Monetary Fund. The variables on consideration are: Industrial Production Index, Real Exports, Real Imports, Real Exchange Rate and rate differential of local interest with foreign interest rate, using the model evaluate the behavior of the manufacturing industry versus shocks in the variables, for this the accumulative impulse function is used.

*Key word:* Manufacturing Industry, Structural Vector Autorregresive, Accumulative Response.

*Clasificación JEL:* E 23, E37, E39.

---

<sup>3</sup> This paper is presented as a thesis to obtain a Master Degree in Economics from the Pontificia Universidad Javeriana.

<sup>4</sup> The authors are thankful the support of Professor Dr. Flavio Jácome.

## **I. Introducción**

El desarrollo de la industria Colombiana desde sus inicios ha estado muy ligado al sector manufacturero, el cual se ha visto condicionado además de las condiciones económicas de orden doméstico, por la dinámica del sector externo. En ese sentido la política económica orientó sus acciones al diseño de mecanismos que fortalecieran este sector como fueron la sustitución de importaciones, que inicia a partir de 1950, buscando sustituir la importación principalmente bienes de consumo final por la producción nacional, segmento que era más factible dado el grado de desarrollo de las fuerzas productivas en ese momento. Esta política se mantuvo hasta 1967 debido a las mismas condiciones del mercado interno, por lo cual el nuevo modelo de desarrollo industrial se orientó a la promoción de exportaciones que se inicia con el Decreto 444 o Ley Marco de 1967, como respuesta al desarrollo económico internacional (Bejarano 1975).

Siguiendo la misma dinámica, podemos decir que la apertura económica de 1991 y los tratados de libre comercio han tenido cierto impacto sobre la actividad económica y de hecho sobre el sector industrial. Entonces la pregunta que surge es la siguiente: ¿Qué tanto es el impacto del sector externo en el desarrollo industrial manufacturero en comparación con el de otras variables macroeconómicas como el diferencial del tipo de interés y la tasa de intervención del Banco de la República? Se espera que el sector externo tenga un mayor impacto, dado que la experiencia de ese entonces deja como resultado la pérdida de competitividad del sector frente a la competencia externa en la medida en que la reconversión industrial no se realizó de forma que pudiera ajustarse al desmonte de las posiciones arancelarias, por lo que perdió competitividad y desplazamiento de mano de obra. (Restrepo 2011).

Ahora bien, con el fin de potencializar la producción nacional manufacturera las autoridades económicas han desarrollado instrumentos para su fortalecimiento,

tales como; medidas de devaluación (o manejo de la tasa de cambio), Certificado de abono tributario CAT, creación de entidades como PROEXPO. (Garay 1998). Además de estas, hay otras variables de orden doméstico que han sido utilizadas directamente para afectar la producción manufacturera nacional, tales como las medidas de política monetaria que se refleja en el manejo de la tasa de interés de intervención del Banco de la República, cuyos efectos afectan el crecimiento económico (BR 2007), y la demanda doméstica (final e intermedia) (Montes y Candelo 1982).

De igual forma se puede anotar que desde el año 2008 el papel importante de la industria manufacturera Colombiana en la composición del producto ha oscilado alrededor del 12%, mientras que otros sectores como la minería han presentado un crecimiento importante cerca del 10% entre 2007 y 2008, creciendo a partir de ese año a tasas no inferiores al 7%, teniendo este sector un papel relevante en la composición del PIB. Santamaria Perfetti, Piraquive, Nieto, Timote, Céspedes (2013), mencionan que la industria no ha dejado de crecer y que el efecto en la composición del producto se debe principalmente a la crisis de la economía a nivel mundial, como la apreciación del peso colombiano después de la crisis de 2008 y la crisis con Venezuela.

En ese orden de ideas el objetivo de este estudio es determinar cuáles de las variables que tienen impacto en el ciclo económico han incidido con más fuerza en el desarrollo industrial manufacturero en el periodo en consideración. El trabajo responderá las siguientes preguntas: ¿Qué tan importantes son las variables macroeconómicas que determinan los ciclos económicos en Colombia en la determinación del crecimiento del producto manufacturero? ¿Qué tanto aporta cada una de ellas?, para responder estas preguntas utilizamos un Modelo de Vectores Autorregresivos Estructurales (SVAR).

La importancia de esta investigación radica en concluir mediante la estimación del modelo SVAR si las variables en consideración explican de manera consistente el

comportamiento de sector industrial manufacturero, y si se compadecen con la hipótesis planteada y con las conclusiones de otras investigaciones presentadas en la revisión de la literatura.

Este documento se divide en cuatro (4) secciones, la primera es esta introducción, la segunda es la revisión de la literatura donde se analizan por variables de interés algunos trabajos sobre el sector industrial manufacturero, la tercera es el marco metodológico, en el cual se plantea el modelo SVAR y las diferentes pruebas para llegar a los resultados y el tratamiento dado a las variables, y la cuarta son los resultados y las conclusiones de la estimación del modelo.

## **II. Revisión de la literatura**

El análisis del crecimiento industrial manufacturero ha sido intenso y son diferentes los estudios que utilizando diversas metodologías han tratado de determinar la dinámica de las variables que más afectan el crecimiento de dicho sector. En particular, se ha analizado los efectos de las variables que pueden tener incidencia en el crecimiento industrial, tanto a nivel externo como interno, realizando los estudios particularmente a nivel de firma, midiendo la productividad por sector.

Montes y Candelo (1981), analizan el comportamiento del sector en un periodo de treinta años, dividiendo el estudio en dos periodos (1950-1968) y (1969-1979), encontrando que durante ambos periodos el crecimiento del producto industrial se deriva principalmente del auge de la demanda doméstica (final e intermedia). Encuentran además que en el primer periodo la política de crecimiento del sector estuvo ligada al proteccionismo a través de la sustitución de importaciones de los bienes de consumo e intermedios, explicando un crecimiento del 15% del producto industrial, que se ve reflejado en la expansión de las exportaciones en el segundo periodo de análisis, expansión que estuvo sostenida en gran medida por los incentivos que se otorgaron a través de la ley marco o decreto 444 de 1967.

Los resultados del estudio concluyen que la demanda doméstica (final e intermedia) jugó un papel fundamental en el crecimiento del producto industrial, y que si bien el sector externo es importante está sujeto a la dinámica de la economía internacional y de medidas que adopte el gobierno con el fin de dinamizarlo.

Carranza, González y Serna (2014), utilizando un modelo de Valor Esperado del comercio exterior (exportaciones, importaciones) examinan la correlación de este con el producto industrial manufacturero en la década (2000-2010), teniendo especial cuidado en vincular a estas variables la tasa de cambio real. Para lograr lo anterior construyen panel de datos donde las observaciones son presentadas por sector manufacturero, encontrando que ha estado expuesto al comercio internacional, por efecto de políticas de choque, como los tratados de libre comercio. De igual forma hallan que el crecimiento de la industria nacional está ligado al sector externo, puesto que existe una correlación positiva entre valor agregado y exportaciones por sectores, pero que ha tenido un comportamiento independiente a la dinámica de las importaciones. En ese sentido los autores encuentran que los términos de intercambio entre los países con los que se tienen relaciones de comerciales, juegan un papel importante en los volúmenes exportados e importados y que la tasa de cambio nominal solo afecta las exportaciones. Además encuentran que entre mayor ha sido la exposición de la industria manufacturera al comercio internacional, mayor ha sido su crecimiento que ha sido producto en gran medida de políticas de fomento del sector externo.

Echavarría, Arbeláez, Rosales, (2006), encuentran que el crecimiento de las exportaciones aparte de depender de las diferentes políticas arancelarias y en general de todas aquellas de promoción de exportaciones están condicionadas por el ritmo de actividad de la economía mundial y en especial de los principales socios comerciales de un país. De igual forma el grado de apertura al comercio exterior (liberación de las posiciones arancelarias) si bien en un principio puede ocasionar traumatismos en el corto plazo mientras la economía ajusta sus factores productivos a un cambio tecnológico más avanzado, en el largo plazo permite

competir en condiciones similares con los bienes importados, siendo claro que en este ajuste, aquellas empresas que no logran adaptarse a las nuevas tecnologías salen del mercado.

La tasa de cambio real juega un papel fundamental en la evolución del sector manufacturero, la TCR se refiere al precio relativo de una canasta de bienes de un país en términos de una canasta de un país extranjero, expresada en la moneda local; Alonso, Hernández, Pulido y Villa (2008). En lo referente al efecto que puede tener esta variable en la producción manufacturera podemos iniciar haciendo referencia al modelo Mundell-Fleming que plantea esta variable como un importante instrumento de política monetaria que permite redireccionar los objetivos de la producción. Esto es así porque la tasa de cambio juega un papel fundamental en los precios relativos de los bienes, por lo que el encarecimiento de los bienes nacionales frente a los importados reorienta la demanda de consumo hacia los últimos en detrimento de la producción nacional, aunque en cierta forma fomenta la competitividad del sector. En este sentido consideramos que la tasa de cambio es una variable que tiene un fuerte impacto en la dinámica de la industria y que en su momento podría corregir desajuste en la cuenta corriente de balanza de pagos, algo consistente con el modelo Mundell-Fleming.

Echavarría y Arbeláez (2003) realizan un análisis del impacto de la devaluación sobre la inversión y el crecimiento en Colombia en el periodo 1995-2002. Utilizan el Método Generalizado por Momentos (MGM) con panel de datos a nivel de firmas, en el cual encontraron que las devaluaciones tuvieron efectos positivos sobre la inversión en el sector manufacturero agregado, efecto que dominó cualquier efecto negativo que pudieran tener el incremento de las materias primas utilizadas dentro del proceso productivo. De igual forma concluyen que la tasa de cambio afecto positivamente a las firmas que producen bienes comercializables y negativamente a aquellas endeudadas en moneda extranjera, aunque los efectos del incremento de la producción vía tasa de cambio es superior a cualquier otro efecto como ya se mencionó anteriormente.

Iregui, Melo, Ramírez y Delgado (2013) realizan un estudio sobre el impacto de la volatilidad y el desalineamiento de la tasa de cambio real en una muestra de empresas colombianas de diferentes sectores en el periodo 2000-2011, donde se encuentra evidencia estadística para afirmar que la volatilidad de la TCR no tiene impacto sobre la productividad, la tasa de inversión de las empresas y las ventas externas, y solo tiene un efecto negativo para las ganancias de las empresas, este explicado solo como un choque transitorio que afecta los precios sin ser transmitido y afectando las ganancias. Así mismo se establece que si las empresas tienen deuda en moneda extranjera, directamente afectara tanto las ganancias, como la inversión y a largo plazo las ventas externas.

Otra de las variables que tienen un efecto importante en la producción manufacturera es la tasa de interés, o las condiciones financieras de la economía, puesto que estas impactan en las decisiones de inversión de los empresarios, en los ingresos de las familias afectando sus decisiones de gastos y en el conjunto de la demanda agregada. De hecho la crisis financiera de 2008 contrajo gran número de apalancamiento de proyectos de inversión afectando notoriamente la actividad real de la economía. Un choque en el sector financiero reduce la confianza de las familias y reduce las posibilidades de inversión de las empresas contrayendo la actividad económica.

En este sentido es necesario resaltar que existe una elevada correlación entre el sector financiero y el sector real; Cabrera, Melo y Parra (2014) utilizan un modelo FAVAR para estimar los efectos de los choques financieros sobre el sector real de la economía colombiana en ambos sentidos, encontrando que el sector financiero responde más rápidamente a los choques en la actividad económica que el sector real ante los choques del sector financiero. En la misma dirección, Torres (2011) utilizando un modelo DSGE que incluye la interacción entre el sector real y el financiero encuentra igual que Cabrera, Melo y Parra que las contracciones del sector real son mucho más pronunciadas y prolongadas que las del sector real, y que si bien las crisis del primero pueden atribuirse a la del segundo, este último

por sí solo no explicaría la profundidad de esas crisis, concluye además que existe una interacción de los sectores que los hace dinamizadores del crecimiento económico.

Echavarría, González, López y Rodríguez (2010) utilizan un modelo FAVAR (Factor Augmented VAR) utilizando funciones de impulso respuesta para evaluar el impacto de choques en cuatro variables en la actividad económica colombiana: las tasas de interés de corto plazo, el riesgo, el precio real del petróleo, el café y el carbón, y la actividad económica mundial, concluyendo en el análisis de las funciones impulso respuesta que el impacto del VIX (Riesgo Internacional) y de la tasa de interés es mayor que el de la actividad económica y del precio de los bienes básicos.

SantaMaria, Perfetti, Piraquive, Nieto, Timote, y Céspedes (2013) analizan la evolución de la industria en Colombia, considerando que si bien la industria presenta una reducción en la participación del PIB, este hecho obedece a una tendencia mundial (sin ser una desindustrialización) y que las causas directas que afectan al sector, son la coyuntura internacional, analizando varios elementos, entre ellos la tasa de cambio, además de los elevados costos en energía eléctrica para este sector. Se sostiene que en las dos últimas décadas la industria solo dejó de crecer en los años 1999 y 2009, inmediatamente posteriores a las crisis económicas globales. Así mismo concluyen que se debe optimizar el mercado de energía redundando en unas tarifas que impacten en menor grado a la industria manufacturera.

### **III. Marco Metodológico**

En esta sección se explica el procedimiento usado para determinar el orden de integración de las variables y se muestra su resultado. Además, se describe el modelo SVAR usado, junto con las restricciones de corto plazo impuestas en él.

### III. A. Pruebas de raíz unitaria

La prueba ADF se realizará para probar la existencia de raíz unitaria y el orden de integración sobre las variables incluidas en el SVAR, si la serie es I(1) se requerirá diferenciarla una vez para volverla estacionaria. Esta prueba depende crucialmente de los regresores determinísticos incluidos, es decir la constante o la tendencia, por lo cual se usará el algoritmo propuesto por Enders (2008), el cual se enfoca en encontrar estos regresores determinísticos. A continuación se describe el algoritmo.

1. Estimar la siguiente ecuación usando mínimos cuadrados ordinarios (MCO).

$$\Delta x_t = a_0 + \gamma x_{t-1} + a_2 t + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta x_{t-i+1} + e_t$$

En caso de existir raíz unitaria el parámetro  $\gamma$  será estadísticamente igual a cero. Si se rechaza la anterior hipótesis se concluye que no existe raíz unitaria, de lo contrario se continúa con el siguiente paso.

2. Consiste en probar si la tendencia es estadísticamente significativa en el paso anterior. Para ello se probará usando un estadístico tipo F la hipótesis de que la tendencia y  $\gamma$  son iguales a cero conjuntamente, en caso de no rechazar la hipótesis la tendencia lineal será igual a cero y se procede con el paso número tres, de lo contrario se estimará el siguiente modelo.

$$\Delta x_t = a_0 + a_2 t + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta x_{t-i+1} + e_t$$

Donde se prueba la hipótesis de que la tendencia es igual a cero. Si no se rechaza se procede con el paso tres, de lo contrario se prueba la hipótesis  $\gamma = 0$  si no se rechaza se dice que existe raíz unitaria y si se rechaza la serie será estacionaria en tendencia.

3. Se calculan los parámetros del siguiente modelo:

$$\Delta x_t = a_0 + \gamma x_{t-1} + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta x_{t-i+1} + e_t$$

Se prueba la hipótesis de que el parámetro  $\gamma$  es igual a cero, si se rechaza se concluye que no existe raíz unitaria, si no se rechaza, se prueba la significancia de la constante y el parámetro  $\gamma$ , en caso de no rechazarse se procede con el paso cuatro, de lo contrario se estima el siguiente modelo.

$$\Delta x_t = a_0 + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta x_{t-i+1} + e_t$$

Al igual que en paso tres, se prueba la significancia del regresor determinístico, en este caso la constante, si no se rechaza que la constante es igual a cero se procede con el paso cuatro. De lo contrario, el proceso tendrá intercepto y se prueba si el parámetro  $\gamma$  es igual a cero. Si no se rechaza la hipótesis se dice que existe raíz unitaria e intercepto, de lo contrario se concluye que la serie es estacionaria.

4. Se estiman los parámetros la siguiente ecuación por MCO.

$$\Delta x_t = \gamma x_{t-1} + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta x_{t-i+1} + e_t$$

Se prueba si  $\gamma = 0$ , en caso de que no se rechace la hipótesis nula se concluye que el proceso tiene raíz unitaria, de lo contrario la serie no tiene raíz unitaria.

En la siguiente tabla se muestra el orden de integración, las transformaciones y las fuentes de los datos de las variables endógenas y exógenas incluidas en el modelo, las primeras cinco variables en la tabla son las endógenas y el resto son las exógenas. Todas las variables son de frecuencia mensual y cubren el periodo de enero de 1995 a junio de 2015.

<b>Tabla 1</b>			
<b>EXPLICACIÓN DE VARIABLES Y TRATAMIENTO</b>			
<b>Variable</b>	<b>Orden de integración</b>	<b>Transformación</b>	<b>Fuente</b>
Tasa de cambio real (Ponderado por el comercio total y deflactado con IPP)	I(1)	Logaritmo natural, base promedio aritmético 2014=100	Banco de la República
Importaciones CIF (Miles de millones de pesos del 2014)	I(1)	Logaritmo natural	Banco de la República
Exportaciones FOB (Miles de millones de pesos del 2014)	I(1)	Logaritmo natural	Banco de la República
Índice de producción industrial real	I(1)	Logaritmo natural, base promedio aritmético 2014=100. Ajustado estacionalmente.	DANE
Diferencial del tipo de interés (Diferencia del tipo de interés de intervención del Banco de la República y el tipo de la FED)	I(0)	-	Banco de la República y Bloomberg
Precio internacional del café	I(1)	Logaritmo natural	Fondo monetario internacional
Precio internacional del carbón	I(1)	Logaritmo natural	Fondo monetario internacional
Precio internacional del petróleo	I(1)	Logaritmo natural	Fondo monetario internacional

### **III. B. Modelo de Vectores Autorregresivos Estructurales (SVAR)**

El modelo SVAR requiere que las variables endógenas sean estacionarias de segundo orden, por lo cual las variables I(1) que se muestran en el cuadro anterior fueron diferenciadas para alcanzar estacionariedad. La estrategia de modelación de los SVAR requiere, en una primera etapa estimar el modelo en su forma reducida esto es estimar el VAR de la siguiente forma.

$$Y_t = A_0 + A_1 Y_{t-1} + \dots + A_p Y_{t-p} + u_t + \beta X_t$$

Donde  $Y_t$  es un vector de tamaño  $K \times 1$  de variables endógenas,  $A_0$  un vector  $K \times 1$  de constantes,  $A_j$  ( $j = 1, \dots, p$ ) son matrices  $K \times K$  de parámetros,  $u_t$  un vector  $K \times 1$  de residuales,  $B$  una matriz de tamaño  $K \times E$  y  $X_t$  un vector de tamaño  $E \times 1$  de variables exógenas, donde  $E$  es el número de variables exógenas.

La matriz de varianza covarianza del término de perturbación  $\Sigma$  juega un papel importante en el impulso respuesta, ya que si los errores se encuentran correlacionados de forma contemporánea, darle un choque aislado a las innovaciones de una variable y observar cómo reacciona el sistema no es creíble, ya que ese choque se da junto con otro choque de otra variable de forma simultánea. Existen varias alternativas para hacer que la matriz de varianza covarianza de los errores sea diagonal, una de ellas es usar la descomposición de Cholesky, un caso particular de un modelo SVAR, sin embargo este modelo no se basa en teoría económica sino en un ordenamiento de variables que puede llegar a ser arbitrario y afectar de forma importante los resultados del impulso respuesta.

Por ello usamos un modelo SVAR, en el cual se puede usar información adicional, de modelos teóricos, para así encontrar las ecuaciones estructurales del modelo. El modelo SVAR estimado en este trabajo es de la forma AB, esto es:

$$AY_t = AA_0 + AA_1 Y_{t-1} + \dots + AA_p Y_{t-p} + B e_t + A\beta X_t$$

Donde  $e_t \sim N(0, I_k)$  es el vector de errores estructurales, la normalidad se supone para derivar la función de verosimilitud con la que se estiman los parámetros. Además se debe cumplir que  $Au_t = B e_t$ , por lo cual  $\Sigma = A^{-1} B B' A^{-1}$ . En orden de encontrar una única solución del sistema de ecuaciones simultáneas se requieren por lo menos  $K(3K - 1)/2$  restricciones en  $A$  y  $B$ , en nuestro caso 35 restricciones. Es importante mencionar que estas restricciones son una condición necesaria pero no suficiente para identificar el modelo.

Como se mencionó, la estrategia de identificación del SVAR consiste en estimar primero el VAR. Se estimó un VAR(7) de acuerdo al criterio de información de Akaike, la estimación del VAR es estable y sus errores son conjuntamente no

autocorrelacionados. A continuación se muestra la matriz de correlaciones de los residuales del VAR, teniendo esta en cuenta se plantean las restricciones impuestas en las matrices *A* y *B*.

Matriz de correlaciones de residuales	IPI	Tasa de cambio real	Exportaciones	Importaciones	Diferencial de interés
IPI	1	0.084285	0.351704	0.431083	-0.15964
Tasa de cambio real		1	0.289131	0.27775	-0.042973
Exportaciones			1	0.487541	-0.027265
Importaciones				1	0.034814
Diferencial de interés					1

Se puede observar que existe una relación de los residuales del IPI con los de todas las variables, exceptuando la tasa de cambio real. La variación no explicada de la tasa de cambio real no se encuentra relacionada con la del diferencial del tipo de interés, contrario a lo que predice la paridad del tipo de interés, ver Feenstra y Taylor (2012). Los residuos de las exportaciones y las importaciones se encuentran relacionados con todas las variables, a excepción del diferencial del tipo de interés. Y por último, el error del diferencial de interés se encuentra débilmente relacionado con el índice de producción industrial.

A continuación se muestran las restricciones impuestas en las matrices mencionadas. En el modelo las variables en el vector  $Y_t$  se ordenaron de la siguiente forma: índice de producción industrial (IPI), tasa de cambio real, exportaciones, importaciones y diferencial de interés.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & a_{13} & a_{14} & a_{15} \\ 0 & 1 & a_{23} & a_{24} & 0 \\ a_{31} & a_{32} & 1 & a_{34} & 0 \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 0.024 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & b_{22} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & b_{33} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & b_{44} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & b_{55} \end{bmatrix}$$

En ambas matrices existe un total de 35 restricciones, por lo que el SVAR se identifica con las restricciones necesarias para su estimación. Los parámetros  $a_{ij}$  y  $b_{ij}$  son parámetros libres, los cuales se estiman por máxima verosimilitud<sup>5</sup>. El 0.24 es la desviación estándar de los residuales del VAR en forma reducida de la primera ecuación, es decir, de la ecuación del IPI, esta restricción se impone debido a que no es de interés saber el tamaño del choque de los errores estructurales de la ecuación del IPI a las demás variables.

Por lo cual, si se define a  $u_t = (u_t^{ipi}, u_t^{tcr}, u_t^{ex}, u_t^{im}, u_t^{di})'$  las ecuaciones estructurales sobre los residuales del modelo son las siguientes.

$$u_t^{ipi} = -a_{13}u_t^{ex} - a_{14}u_t^{im} - a_{15}u_t^{di} + 0.024e_{1t}$$

$$u_t^{tcr} = -a_{23}u_t^{ex} - a_{24}u_t^{im} + b_{22}e_{2t}$$

$$u_t^{ex} = -a_{31}u_t^{ipi} - a_{32}u_t^{tcr} - a_{34}u_t^{im} + b_{33}e_{3t}$$

$$u_t^{im} = -a_{41}u_t^{ipi} - a_{42}u_t^{tcr} - a_{43}u_t^{ex} + b_{44}e_{4t}$$

$$u_t^{di} = b_{55}e_{5t}$$

El término de error  $e_{1t}$  refleja choques de productividad en el sector manufacturero, los cuales afectan el nivel de producción. Los errores  $e_{2t}$  representan los choques que se pueden dar en el mercado de divisas y choques de oferta sobre el nivel de precios externo o interno. Los términos de perturbación

<sup>5</sup> En el anexo 1 se muestran detalles sobre la estimación

$e_{3t}$  y  $e_{4t}$  representan choques en el mercado de bienes y servicios, como los representados por la curva IS en el modelo Mundell-Fleming, ver Mankiw (2005). La última ecuación representa choques de oferta monetaria, los cuales se determinan de forma exógena. En la tabla 3 se muestra la estimación de las matrices.

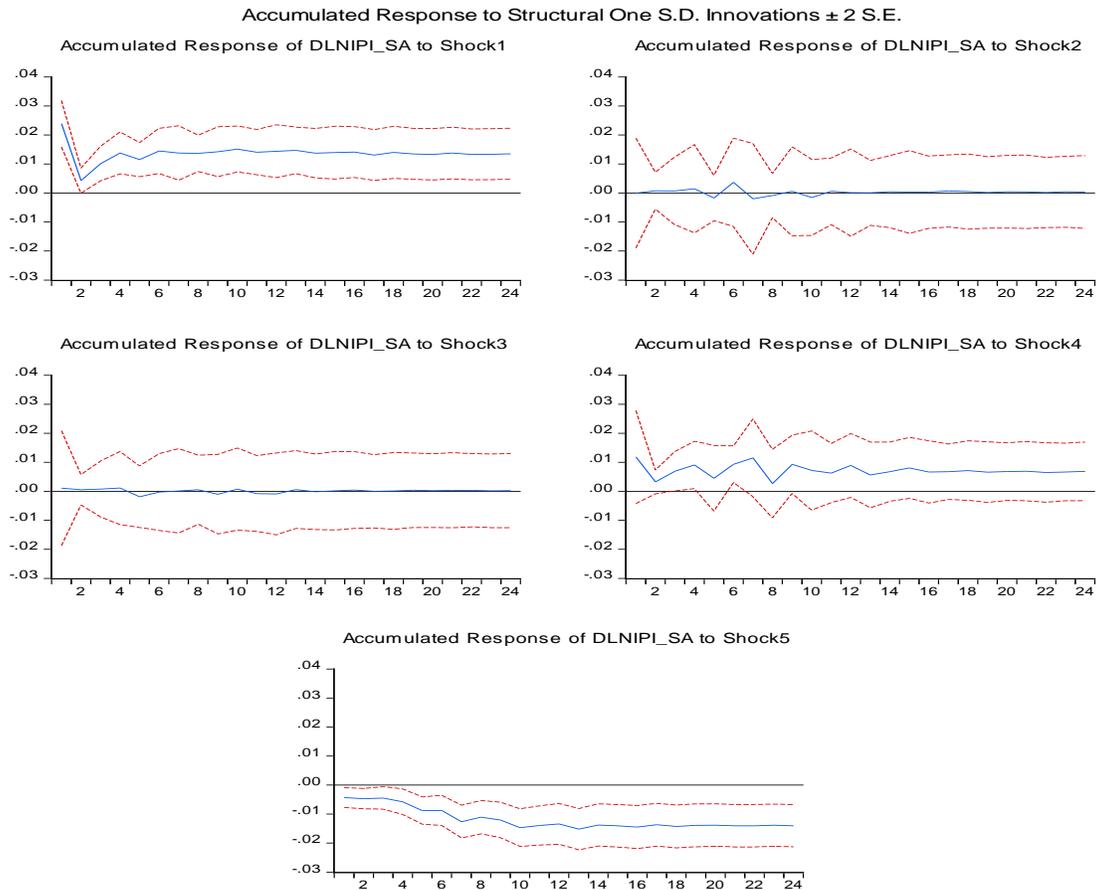
**Tabla 3 Matrices A Y B**

Matriz A				
1	0	0.043	-0.165	0.759
0	1	-0.016	-0.055	0
-1.099	-0.614	1	0.025	0
0.325	0.056	-0.341	1	0
0	0	0	0	1

Matriz B				
0.024	0	0	0	0
0	0.019	0	0	0
0	0	0.086	0	0
0	0	0	0.074	0
0	0	0	0	0.006

## Gráfico No 1

### Impulso Respuesta Acumulada



## IV. Resultados y Conclusiones

Los efectos dinámicos de choques de los errores estructurales de las variables endógenas sobre el IPI en el modelo utilizado se analizan con la respuesta impulso que el modelo SVAR (Vectores Autorregresivos Estructurales) arroja, dadas las restricciones de corto plazo de las matrices contemporáneas de la tabla 3 (Matrices A y B). En el gráfico No 1 se presentan los resultados del impulso respuesta acumulada de los choques (de una desviación estándar en todos los casos) de los errores de las variables en consideración sobre la actividad

manufacturera: (IPI, Tasa de cambio real, exportaciones reales, importaciones reales y diferencial del tipo de cambio).

La primera representación de la gráfica considera el impacto de un Shock(1) en los errores estructurales del IPI de 0.02476 (innovación en el sector industrial manufacturero) impacta de forma positiva el IPI para luego desacelerar (creciendo decrecientemente) durante un mes y medio aproximadamente, con un punto de inflexión en ese momento, donde comienza crecer con una recuperación hasta estabilizarse en 0,015. Efectivamente esto concuerda con la teoría y la realidad económica: las innovaciones de cualquier tipo en un sector generan una dinámica de crecimiento en el producto hasta que se normaliza la producción.

En la segunda representación de la gráfica (Shock2) tenemos que un choque de 0.01958 en los errores estructurales de la tasa de cambio real sobre el IPI, por lo menos en el periodo de estudio no tiene implicaciones en el producto manufacturero puesto que los cambios en este no son significativos. En primera instancia se esperaría que esta variable jugase un papel importante puesto que la teoría económica plantea que esta variable es potente instrumento de política para el crecimiento económico. Es más, el modelo Mundell-Fleming plantea que la autoridad económica no puede tener un apolítica monetaria independiente cuando se cuenta con un sistema de cambios fijos y movilidad perfecta de capital. Ahora bien dado que el modelo utilizado es estable podemos sugerir que en el periodo de estudio otras variables jugaron un roll más importante que la tasa de cambio en el crecimiento del producto industrial.

En la tercera representación del impulso respuesta (Shock3) tenemos que un choque de 0.08690 en los errores estructurales de las exportaciones reales, al igual que la tasa de cambio real no son significativos en el periodo de estudio sobre la producción industrial manufacturera, algo contradictorio con la teoría, puesto que se espera que un estímulo a las exportaciones incremente el producto industrial. Carranza, Gonzales Y Serna, et al, en sus resultados encuentran que existe una correlación positiva y significativa entre la exportación y el valor

agregado de producción industrial sin incluir la industria petroquímica, y que al hacerlo la correlación es negativa, aunque insignificante.

Ahora un (Shock) de 0.07482 en los errores estructurales de las importaciones reales hacen que el IPI inicialmente tenga un incremento para luego presentar una desaceleración hasta el segundo mes, con un punto de inflexión donde comienza a crecer con leves oscilaciones para estabilizarse a partir del 10<sup>o</sup> mes. Esta situación es consistente con la teoría, puesto que la exposición de la economía a la competencia internacional inicialmente tiene efectos contraccionistas mientras la industria ajusta sus factores productivos a las nuevas tecnologías, y reduce el producto mientras algunas empresas salen del mercado, para luego crecer cuando la economía empieza a competir en condiciones de igualdad por efecto de la actualización tecnológica.

En la quinta gráfica del impulso respuesta (Shock5) tenemos que un choque permanente de 0.006444 en los errores estructurales del diferencial del tipo de interés local con respecto al externo hacen que el IPI decrezca a tasas del 0.003 (0.3%). Ahora tal como lo anotamos anteriormente existe una relación de los residuales del IPI con los de todas las variables, exceptuando la tasa de cambio real, puesto que en nuestro estudio la variación no explicada de la tasa de cambio real no se encuentra relacionada con la del diferencial del tipo de interés, contrario a lo que predice la paridad del tipo de interés, ver Feenstra y Taylor (2012).

En conclusión podemos decir que de las variables en consideración para medir su efecto sobre la producción industrial manufacturera en el periodo 2005-2015, utilizando un Modelo de Vectores Autorregresivos Estructurales (SVAR) y ajustándonos a las preguntas planteadas inicialmente, las que tuvieron efectos significativos son: IPI (Choque de innovaciones), Importaciones (CIF), y Diferencial de la Tasa de interés que la afecta negativamente, puesto que desacelera la producción industrial.

Igualmente planteamos que si bien en la revisión de la literatura se encontró que algunas variables como el sector externo y tasa de cambio tienen injerencia en la determinación del crecimiento del producto manufacturero, algo que difiere de

nuestro estudio, podemos inferir que puede ser debido a la diferencia de los periodos de estudio y del modelo econométrico analizado. En este sentido concluimos que ningún estudio puede presentar resultados concluyentes, e incluso algunos son contradictorios entre ellos. De todas formas como lo ha demostrado la actividad económica mundial “siempre” podemos afirmar que el sector externo ha jugado y sigue jugando un papel importante en el desarrollo de la actividad económica doméstica, de lo contrario no se firmarían tratados de libre comercio entre países.

## Bibliografía

**Alonso, G., Hernández, J., Pulido, D., Villa, M., (2008)** “Medidas alternativas de tasa de cambio real para Colombia” Borradores de economía, Banco de la Republica.

**BR., (2007)** Nota Editorial; Tasa de Interés y Crecimiento Económico sostenido. Intervención del Gerente General del Banco de la Republica en el seminario macroeconómico y sectorial de la ANIF 5 de julio de 2007.

**Bejarano .J. A,** “Industrialización y Política Económica”. Colombia Hoy. Compilador José Antonio Ocampo.

**Cabrera, W., Melo, L., Parra, D., (2014)** “Relación entre el riesgo sistémico del sistema financiero y el sector real: un enfoque FAVAR”. Ensayos sobre Política Económica Banco de la Republica.

**Carranza. J. E., Moreno. S., (2013)** “Tamaño y estructura vertical de la cadena de producción industrial Colombiana desde 1990” Borradores de Economía. Banco de la Republica No 751, 2013.

**Carranza. j. E., González. A., Serna. N, (2014)** “La relación entre la producción y el comercio exterior de la industria manufacturera colombiana (2000-2010)”. Borradores de Economía. Banco de la República No 806, 2014.

**Casas. C., Díez. F.J., Gonzalez. A, (2015)** “Productivity and Export Market Participation. Evidence From Colombia. Borradores de Economía. Banco de la República No 876, 2015.

**DANE,** “Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas Revisión 4 adaptada para Colombia CIIU Rev. 4 A.C”.

**Echavarría, J.J., Villamizar. M, (2006)** “El Proceso Colombiano de Desindustrialización” Borradores de Economía. Banco de la Republica No 361, 2006.

**Echavarría. J.J., González. A., López. E., Rodríguez. N, (2012)** “Choques Internacionales reales y financieros y su impacto sobre la Economía Colombiana”, Borradores de Economía, No 728, 2012 Banco dela República.

**Echavarría. J.J., Arbeláez. M.A., Rosales. M.F, (2006)** “La Productividad y sus Determinantes: El Caso de la Industria Colombiana”.

**Echavarría. J.J., Arbeláez. M.A, (2003)** “Tasa de cambio y crecimiento económico en Colombia durante la última década”

**Enders, W. (2008).** Applied econometric time series. John Wiley & Sons.

**Feenstra, R. C. T., & Alan, M.** (2012). *Macroeconomía internacional*/por Robert C. Feenstra (No. 339.2 F4.).

**Garay. Luis. J.** (1998) "Composición y estructura económica colombiana modelos económico de la industrialización colombiana". En: <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/economia/industrilatina/indice.htm>

**Granger. C. W.** (1988), "Some recent development in a concept of causality. *Journal of econometrics*, 39(1), 199-211"

**Iregui, A., Melo L., Ramirez M., Delgado C.** (2013): "El efecto de la volatilidad y el desalineamiento de la tasa de cambio real sobre la actividad de las empresas en Colombia," *Borradores de Economía* 801, Banco de la Republica.

**Lütkepohl. H.** (2007). "New introduction to multiple time series analysis". Springer Science & Business Media.

**Maldonado. A. A.** "La evolución del crecimiento industrial y transformación productiva en Colombia 1970-2005: patrones y determinantes". Universidad Nacional de Colombia, Tesis de grado Maestría en Economía.

**Mankiw, N. G.** (2005). *Macroeconomía*. Antoni Bosch Editor.

**Mesa, F., Salguero, L., Sánchez, F.** (1998) Efectos de la tasa de cambio real sobre la inversión industrial en un modelo de transferencia de precios (pass through). Departamento Nacional de Planeación. *Revista de economía del Rosario* 1:111-143.

**Misas, M., López, E.** (2001). "Desequilibrios Reales en Colombia". Banco de la Republica. *Borradores de Economía*. No 181.

**Montenegro. Á.** (2009). *Series de Tiempo*.

**Montes. G., C. R.** (1981) "Entre la sustitución de importaciones y la promoción de exportaciones" en *Revista de planeación y Desarrollo* vol XIII Nos 1 y 2 Enero – junio de 1981. Bogotá.

**Restrepo. U. Ramiro,** (2011) "La economía colombiana en la década de los noventa: dilema entre el mercado interno y el mercado internacional". En <http://www.bdigital.unal.edu.co/5589/1/ramirorestrepouribe.20011.pdf>.

**Rudiger. D, Fisher. S, Startz. R,** (2009) *Macroeconomía*. Décima Edición Mc Graw Hill.

**SantaMaria, M., Perfetti M., Piraquive G., Nieto V., Timote J., Céspedes E** (2013)

*“Evolución de la industria en Colombia,” Archivos de Economía 402, Departamento Nacional de Planeación.*

**Torres, A.,** (2011) *“La crisis colombiana de finales del siglo XX: ¿Un choque real o financiero?”*. *Perfil de Coyuntura Económica* No. 18, diciembre 2011, pp. 79-96 - © Universidad de Antioquia.

**Torres, J.L.,** (2007) *“La estimación de la brecha del producto en Colombia”* Banco de la Republica. *Borradores de Economía* No 462.

**Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.** *Apertura económica en Colombia y sector externo 1990 2004 en*  
[http://virtual.uptc.edu.co/drupal/files/rac\\_49.pdf](http://virtual.uptc.edu.co/drupal/files/rac_49.pdf).

## Anexo 1

La estimación del modelo SVAR se realiza por M.V, sin embargo como se muestra en Lütkepohl (2005) una condición suficiente de identificación se puede obtener si el rango de la matriz de información es igual a  $2k^2$ , esta matriz depende de los parámetros del modelo, por lo cual para poder realizar la estimación por M.V los valores iniciales de los parámetros con los que se realiza la optimización numérica deben cumplir la condición de suficiencia de identificación. A continuación se describe el proceso mediante el cual se encuentran dichos valores iniciales.

Los valores iniciales del vector de parámetros de las matrices  $A$  y  $B$  se escogieron tal que se encontrara el valor máximo de la función de verosimilitud. De esta forma, se partió de un valor base arbitrario para la función de verosimilitud, luego se obtuvieron valores iniciales con una distribución uniforme entre -1 y 1 y se maximizó la función usando estos valores, en caso de que el nuevo resultado fuera mayor que el valor base, la nueva verosimilitud máxima se conseguiría usando dichos valores iniciales. Dicho procedimiento se realizó 2500 veces, es decir, se ensayaron 2500 vectores de valores iniciales y se escogieron los valores que maximizaron la función.