

**FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES  
SEDE ECUADOR**

**DEPARTAMENTO DE DESARROLLO, AMBIENTE Y TERRITORIO  
CONVOCATORIA 2011-2013**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE MAESTRÍA ECONOMÍA CON  
MENCION EN ECONOMÍA DEL DESARROLLO**

**EFECTO DE LOS ÍNDICES DE CENTRALIDAD DE LA RED EMPRESARIAL  
ECUATORIANA, SOBRE EL MARGEN DE GANANCIA DE SUS FIRMAS.  
MÉTODO DE FRONTERA ESTOCÁSTICA. PERÍODO 2008-2011**

**ALEJANDRO DAVID MUÑOZ BRICEÑO**

**MARZO 2014**

**FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES  
SEDE ECUADOR**

**DEPARTAMENTO DE DESARROLLO, AMBIENTE Y TERRITORIO  
CONVOCATORIA 2011-2013**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE MAESTRÍA ECONOMÍA CON  
MENCION EN ECONOMÍA DEL DESARROLLO**

**EFECTO DE LOS ÍNDICES DE CENTRALIDAD DE LA RED EMPRESARIAL  
ECUATORIANA, SOBRE EL MARGEN DE GANANCIA DE SUS FIRMAS.  
MÉTODO DE FRONTERA ESTOCÁSTICA. PERIÓDO 2008-2011**

**ALEJANDRO DAVID MUÑOZ BRICEÑO**

**ASESOR: DR. WILSON PEREZ**

**LECTOR: DR. MIGUEL ACOSTA**

**LECTOR: Msc. PABLO SAMANIEGO**

**MARZO 2014**

## **DEDICATORIA**

Esta investigación está dedicada a Dios, a mi madre Edilia Briceño y a todos mi amigos, amigas y seres queridos. De manera especial a todos los miembros de Programa de Economía de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, por su guía y enseñanza que traspasó más allá de las aulas.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, que como padre celestial me ha dado la oportunidad de cruzar y culminar esta maestría.

Al Dr. Wilson Pérez, quien como profesor, filósofo y asesor de esta investigación ha sido un gran mentor y guía durante todo este recorrido.

A la Ec. Katuska King, respetable investigadora y titular del Centro de Investigaciones Económicas de la Pequeña y Mediana Empresa, de quien fui becario durante esta maestría.

Agradezco de manera especial al Centro de Estudios Fiscales del Servicio de Rentas Internas y a su equipo de investigadores, quienes fueron un apoyo oportuno y excelentes profesionales, ya que sin su ayuda esta investigación no hubiera sido posible.

Al equipo de investigación del cual forme parte; al Ec. Markus Nabernegg y al Ing. Andrés Dillon, quienes durante estos dos años de estudios han demostrado ser tan buenos profesionales, como compañeros de clase y becaría al igual de grandes amigos.

A mi madre, quien con amor, paciencia y comprensión supo ser incondicional en todo momento.

Al Dr. Fernando Martín, a la Dra. María Cristina Vallejo, a la Msc. Mayra Saenz y todos los miembros del Programa de Economía de la FLACSO, asistentes y profesores, de los cuales recibí una gran atención y dedicación para mi persona.

## ÍNDICE

<b>Contenido</b>	<b>Páginas</b>
RESUMEN .....	8
CAPÍTULO I.....	9
1.1 Introducción.....	9
1.2 Problema del Productor .....	11
1.3 La complejidad en la ciencia .....	15
1.4 La complejidad aplicada a la economía.....	18
1.5 Teoría de Redes .....	21
1.6 Teoría de Grafos .....	22
1.6.1 Formas de presentación de un grafo .....	24
1.6.2 Componentes de una red.....	26
1.6.3 Índices topológicos y de centralidad de red.....	28
CAPÍTULO II.....	35
2.1 Problema de la eficiencia.....	35
2.2.1 La eficiencia .....	35
2.2.2 Frontera eficiente .....	37
2.2.3 Frontera determinística .....	38
2.2.3 Frontera estocástica .....	39
2.3 Frontera estocástica con datos de panel.....	40
2.3.1 Modelización de frontera estocástica con datos de panel.....	41
CAPÍTULO III .....	44
3.1 Bases de datos.....	44
3.2 Minería de datos .....	45
3.2.1 Depuración del ATS .....	45
3.2.2 Depuración del Formulario 101.....	45
3.2.3 Red y nuevas bases .....	46
3.3 Modelo.....	49
3.3.1 Modelo econométrico y variables de estudio .....	49
3.4 Resultados.....	51
3.4.1 Participación relativa del índice de Intermediación .....	53

3.4.2 Participación relativa del grado de entrada.....	55
3.4.3 Participación relativa del grado de salida.....	57
3.5 Conclusiones.....	59
3.6 Recomendaciones.....	60
BIBLIOGRAFÍA.....	62

## TABLAS

<b>Contenido</b>	<b>Páginas</b>
Tabla 1. Evolución paradigmática de los sistemas complejos.....	16
Tabla 2. Teoría económica neoclásica vs Economía compleja.....	20
Tabla 3. Casos de RUC por año.....	47
Tabla 4. Casos CIU un dígito, 2008-2011.....	48
Tabla 5. Resultados-Regresión de frontera estocástica BC95.....	52

## GRÁFICOS

<b>Contenido</b>	<b>Páginas</b>
Gráfico 1. Conjunto de posibilidades de producción.....	12
Gráfico 2. Maximización del beneficio.....	13
Gráfico 3. Minimización del costo.....	14
Gráfico 4. Grafo no dirigido ( $G1$ ).....	24
Gráfico 5. Grafo dirigido ( $G2$ ).....	25
Gráfico 6. Grafo no dirigido ( $G1a$ ) y Grafo dirigido ( $G2a$ ) con flujos.....	26
Gráfico 7. Componentes de una red.....	27
Gráfico 8. Comportamiento de la economía visto mediante una red.....	32
Gráfico 9. Producción óptima vs producción real.....	36
Gráfico 10. Frontera de producción con error determinístico.....	38
Gráfico 11. Frontera de producción con error compuesto.....	39

## ANEXOS

<b>Contenido</b>	<b>Páginas</b>
ANEXO A. Gráfico del porcentaje de observaciones por año .....	65
ANEXO B. Casos CIU un dígito, 2008-2011 .....	65
ANEXO C. Casos por CIU a un dígito por año .....	66
ANEXO D. Medidas de centralidad de red por año .....	66
ANEXO E. Estadística descriptiva-Grado de salida 2008 .....	67
ANEXO F. Estadística descriptiva-Grado de salida 2009.....	67
ANEXO G. Estadística descriptiva-Grado de salida 2010.....	68
ANEXO H. Estadística descriptiva-Grado de salida 2011 .....	68
ANEXO I. Estadística descriptiva-Grado de entrada 2008 .....	69
ANEXO J. Estadística descriptiva-Grado de entrada 2009.....	69
ANEXO K. Estadística descriptiva-Grado de entrada 2010.....	70
ANEXO L. Estadística descriptiva-Grado de entrada 2011 .....	70
ANEXO M. Estadística descriptiva-Intermediación 2008 .....	71
ANEXO N. Estadística descriptiva-Intermediación 2009.....	71
ANEXO O. Estadística descriptiva-Intermediación 2010.....	72
ANEXO P. Estadística descriptiva-Intermediación 2011.....	72
ANEXO Q. Estadística descriptiva-Utilidad 2008 (miles de dólares) .....	73
ANEXO R. Estadística descriptiva- Utilidad 2009 (miles de dólares).....	73
ANEXO S. Estadística descriptiva- Utilidad 2010 (miles de dólares) .....	74
ANEXO T. Estadística descriptiva- Utilidad 2011 (miles de dólares).....	74

## RESUMEN

La siguiente investigación analiza el efecto de los índices de centralidad de la red empresarial ecuatoriana sobre el margen de ganancia de sus firmas, mediante el método de frontera estocástica, aplicando la metodología de Battese y Coelli (1995), para el periodo de estudio comprendido entre los años 2008 al 2011.

En base a los conceptos sobre el problema del productor, la complejidad en la economía, la teoría de redes y el método de frontera estocástica, se busca la influencia que tiene la centralidad de las empresas en la red productiva sobre los niveles de beneficio o utilidad de cada empresa.

Los datos utilizados para esta investigación provienen del Anexo Transaccional Simplificado (ATS), las declaraciones reportadas en el Formulario 101 y la base de Actividad Económica por registro único de contribuyente (RUC); información suministrada por Servicio de Rentas Internas (SRI), específicamente del Centro de Estudios Fiscales (CEF).

Se concluye que para algunos sectores económicos existe una relación directa entre la tasa de ganancia y los índices de centralidad en la red productiva. Además se puede destacar ciertas generalidades de los resultados como la relación directa entre el número de transacciones y el beneficio que experimentan las firmas de los sectores estratégicos de la economía. Por su parte, las empresas del sector primario de la economía se muestran muy sensibles a los fallos del mercado y a las variaciones en los precios de los productos e insumos productivos. En contraste, la incorporación de valor agregado mediante el proceso de transformación de materia prima en bienes o servicios, es el hecho que procura, que a pesar de las variaciones de precio y la inestabilidad de los mercados, las empresas vendan constantemente y aumenten sus ganancias.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO

### 1.1 Introducción

La teoría clásica y la neoclásica de la economía están basadas en dos ideas fuertes; los agentes individuales (consumidores y productores) y el mercado como el espacio donde estos se encuentran. Al agente individual, u *homo economicus*<sup>1</sup>, se lo asume racional siempre en busca de la optimización y maximización de su utilidad individual o beneficio sujeto a restricciones (básicamente presupuestarias). El mercado es el espacio donde se cotejan los agregados de decisiones individuales. Consecuencia de la confrontación existe un ajuste en los precios cuyo resultado esperado es la compatibilidad mutua de las decisiones económicas privadas, es decir tomadas independientemente unas de otras (Benetti, 2010).

La forma más simple de entender cómo funciona la economía es observar el ‘flujo circular de la economía’. Éste flujo se presenta entre las familias y las empresas, los cuales transan bienes y servicios bajo un marco de un supuesto mercado perfecto<sup>2</sup>. Los agentes económicos están interesados en *relacionarse* por la utilidad o beneficio que les brinda el consumo de diferentes bienes y/o servicios.

Ahora, no solo las familias son consumidores de las empresas, existen empresas que consumen de otras empresas una variedad de bienes que son utilizados como insumos para su propia producción. León Walras, creador del conocido ‘equilibrio general’ en el año de 1874, sintetizó esta relación mediante la solución de un sistema de ecuaciones cuyas variables eran los precios y las cantidades de bienes (Blaug, 2001). “Las industrias se complementan entre sí, de tal modo que forman una red de transmisión de diferentes tipos de beneficios o males propios de las características de la economía” (Arghoty, 2011).

Sin embargo, recientes investigaciones colocan al determinístico y equilibrado comportamiento del mundo lineal en un nivel de mundo microscópico gobernado por leyes matemáticas simples; cuando

---

<sup>1</sup> Viene del latín, significa el hombre económico. Es la concepción que la escuela económica neoclásica ha utilizado para referirse al comportamiento del hombre, el cual es racional, individualista y maximizador del bienestar.

<sup>2</sup> Institución económica en la cual los productores y consumidores comercian bienes y servicios y que cumple con las siguientes características: homogeneidad en los productos los ofertados, información perfecta para sus actores, de libre entrada y salida, el precio de cada mercancía está dada por el mercado.

advirtieron que las partículas más elementales son en realidad seres efímeros en perpetua transformación. De lo profundo del estudio de la realidad natural, nos hemos ido dando cuenta de que la misma es “compleja”, a tal punto que no es posible asimilarla desde nuestros métodos clásicos simples (De Paz Báñez y Miedes Ugarte, 1996).

La Teoría de Redes, y por consecuencia la Teoría de Grafos, ha sido empleada como la herramienta más eficaz para recoger la mayoría de aspectos y características que la realidad de cualquier sistema, incluso el económico, contiene por su naturaleza. “Una red es una forma abstracta de visualizar una serie de sistemas, y en general, casi todos los sistemas complejos” (Guervós, 2008). Dichas teorías poseen sus propias concepciones, teoremas y métricas para caracterizar al sistema de análisis y sus respectivos individuos.

Muy frecuentemente se usan redes o grafos, para explicar el comportamiento de organizaciones a pequeña escala: clases escolares y escuelas, despachos, bandas o grupos, clubes sociales, laboratorios u otros lugares de trabajo. También se han realizado estudios de organizaciones de más envergadura: élites de comunidades, redes en la economía nacional, redes de científicos en una disciplina profesional y relaciones internacionales (Lozares, 1996).

Por otra parte, volviendo a la ortodoxia y al objetivo utilitarista de la economía; en la realidad las firmas o empresas difícilmente optimizan recursos y maximizan sus beneficios, pues siempre habrá errores humanos, asimetría en la información, externalidades y aleatoriedad en el entorno que no les permiten alcanzar el mayor beneficio, es decir no son eficientes. La eficiencia-ineficiencia en la producción, costos y beneficio, se analiza mediante los modelos de frontera determinística y frontera estocástica, usados por primera vez por Debreu (1951) y Farrell (1957).

El objetivo principal de esta investigación es descubrir cuál es la correlación y el efecto existente entre la centralidad que tiene una empresa (centralidad concebida bajo las métricas o indicadores de red aplicadas a cada firma) y sus niveles de ganancia, sujeto a la actividad económica que realice la empresa. Para responder esta pregunta se integran los conceptos de la Teoría de Grafos y la eficiencia productiva con el Método de Frontera Estocástica.

Básicamente se espera una relación directa entre las medidas de centralidad de red y los márgenes de ganancia de las firmas dependiendo de la actividad económica a la

que se dediquen. Su posicionamiento dentro de la red empresarial y la cantidad de compras y ventas efectuadas explicaría de manera más íntegra por qué existe más o menos ganancias para cada empresa.

En el desarrollo de la investigación se exponen las generalidades y características del *problema del productor* y el *enfoque de la complejidad* en la ciencia en general y en la economía, ésta como una alternativa más consistente al momento de explicar la realidad. Luego se trata brevemente la Teoría de Redes, en particular analizando la Teoría de Grafos a través de sus principales elementos, componentes y medidas topológicas, la metodología de frontera estocástica, y finalmente se aplica sobre las bases proporcionadas por el Servicio de Rentas Internas (SRI), para el periodo de estudio 2008-2011.

## 1.2 Problema del Productor

Se define como el ‘problema del productor’ al interés que presenta una empresa o firma en encontrar la combinación óptima entre los insumos que posee (trabajo, materias primas y capital), tal que maximiza su beneficio (o minimice sus costos) (Mas-Colell et al, 1995: 127).

La Microeconomía captura esta realidad en mediante la teoría del productor, definiendo a la maximización de su producción y beneficios o la minimización de sus costos, como su principal meta a alcanzar. Matemáticamente, estos objetivos se pueden representar usando funciones de optimización sujetas a restricciones de cantidades y/o costos.

Suponiendo que las empresas operan en mercados de competencia perfecta (los productores son tomadores de precios y maximizadores de sus beneficios) se define a  $Y = (y_1, y_2, \dots, y_l, \dots, y_L) \in \mathbb{R}^L$  como el conjunto de posibilidades de producción, con  $l = 1, 2, \dots, L$  bienes e  $y_l$  las distintas combinaciones de insumos o productos.

Se dice que sí:

$y_l > 0$  → es un producto neto ( $q$ )

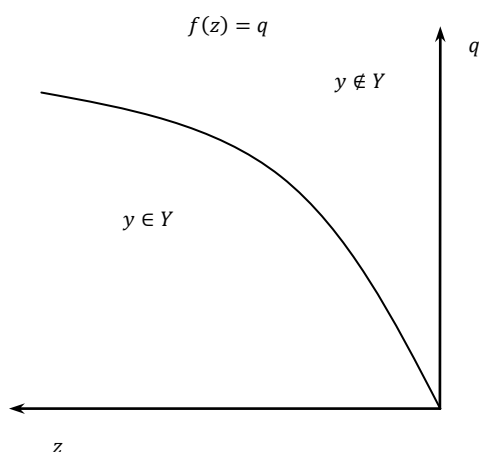
$y_l < 0$  → es un insumo neto ( $z$ )

$y_l = 0$  → el proceso productivo no deriva en insumo o producto

La relación entre insumos y producto se denomina '*función de producción*'  $f(z) \geq q$ ; donde  $q$  es la cantidad máxima de producto y  $z$  es la cantidad de insumos que se usan para producir  $q$  (Mas-Colell et al, 1995: 129).

Sujeta a su nivel tecnológico, contractual o físico; cada firma puede producir hasta una cantidad máxima a cada nivel de insumo dado. La función de producción dibuja la frontera de posibilidades de producción, misma que define todas las posibles combinaciones de insumos y sus correspondientes niveles de producto, menores o iguales a los de la frontera. Si la firma es eficiente elegirá la combinación de insumos  $z$ , tal que maximice su producción  $q$  (por ende su nivel de ganancias) en la curva o frontera de posibilidades de producción.

**Gráfico 1. Conjunto de posibilidades de producción**



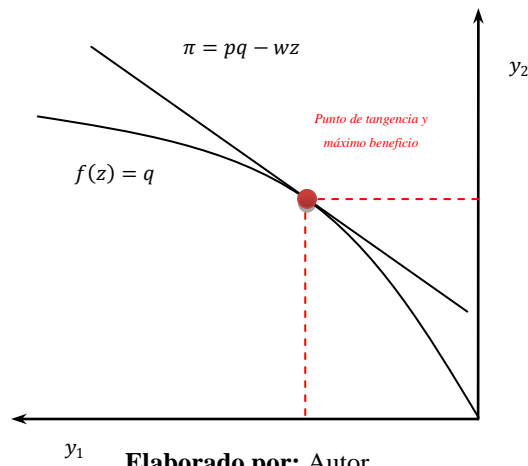
**Elaborado por:** Autor  
**Fuente:** Mas-Colell et al, 1995

Si se cumplen los supuestos como la existencia de un solo producto  $q$ , que el vector de insumos es igual a  $z \geq 0 (z_1, \dots, z_{L-1})$  y sus respectivos precios son igual a  $w \geq 0 (w_1, \dots, w_{L-1})$ , también una función de producción igual a  $f(z) = q$  y que el vector de precio del producto es igual a  $p$ ; es posible definir el beneficio o ganancia de las firmas

Las firmas alcanzan su nivel más alto de ganancias siempre y cuando maximizan su '*función de beneficio*', misma que está sujeta a su nivel de producción y el nivel de precios.

Se define como  $\pi = pq - wz$  al beneficio o renta de la firma que es iguala la diferencia entre ingresos y costos que experimenta la firma. Gráficamente se encuentra el máximo beneficio en cuando las dos funciones, la de producción y la de beneficio, se 'cruzan'; es decir se alcanzara el óptimo en el punto de tangencia entre las curvas de producción y la de beneficio (Mas-Colell et al, 1995: 135).

**Gráfico 2. Maximización del beneficio**



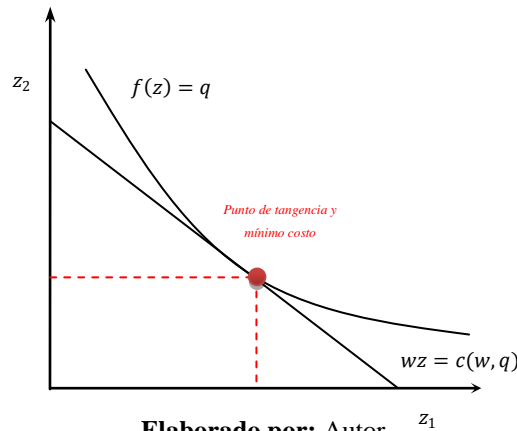
**Elaborado por:** Autor  
**Fuente:** Mas-Colell et al, 1995

Formalmente la expresión de maximización de beneficio bien dada por:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Max: } \pi = pq - wz \\ z \geq 0 \quad \text{sa } f(z) \geq q \end{array} \right.$$

De manera dual, la firma también puede alcanzar el óptimo al minimizar sus costos, acotándolos o restringiéndolos a un nivel de producto dado. Se define a la 'función de costos' como  $wz = c(w, q)$ . Nuevamente se alcanzara el óptimo en el punto de tangencia entre las dos funciones de costos y producción (Mas-Colell et al, 1995: 139).

### Gráfico 3. Minimización del costo



Elaborado por: Autor  
Fuente: Mas-Colell et al, 1995

Formalmente la expresión de mínimo costo sujeto a un nivel de producto dado es:

$$\begin{cases} \min: c(w, q) = wz \\ z \geq 0 \quad \text{sa } f(z) \geq q \end{cases}$$

A pesar de los axiomas matemáticos, la coherencia entre los medios y objetivos, y el respaldo teórico que el enfoque neoclásico de la economía aporta sobre el comportamiento de los agentes económicos; es necesario señalar que la propia linealidad del sistema se deja de lado gran parte de la realidad.

El afán de la economía de emularse a las ciencias duras, la encaminó rumbo a la búsqueda de las "leyes naturales" que expliquen todos los fenómenos económicos. Gracias a su matematización, se puede decir que la economía en los últimos 50 años se ha apartado de las ciencias humanas para acercarse a las ciencias naturales (Benetti, 2010).

Tantas restricciones y supuestos muestran, bajo un enfoque reduccionista, que los agentes económicos pierde su esencia de seres humanos; no evolucionan ni mantienen un constante aprendizaje. Tampoco se toma en cuenta el ambiente natural y social, ya que supuestamente las fuerzas neutras del mercado ejercen orden sobre las personas y las cosas (De Paz Báñez y Miedes Ugarte, 1996).

En sí la economía es un sistema no lineal, que más bien encaja dentro de sistemas complejos adaptativos; es decir la economía se desarrolla como algo natural mediante la interacción de varios agentes como consumidores, productores, gobierno y

el propio entorno que los contiene. El sistema aprende de sus errores y evoluciona generando nuevos caminos y maneras de resolver problemas del tipo productivo, distributivo y de consumo, y no siempre el equilibrio es el mejor estado que se puede alcanzar.

### **1.3 La complejidad en la ciencia**

De lo profundo del estudio de la realidad, nos hemos dando cuenta de que la misma es *'compleja'*, a tal punto que no es posible asimilarla desde nuestros métodos clásicos simples (De Paz Báñez y Miedes Ugarte, 1996).

La palabra complejidad viene del verbo latín *complecti* (entrelazarse juntos) y el sustantivo *complexus* (red). La palabra sistema se deriva del griego *systema*, es decir, un todo compuesto de muchas partes (McGregor, 2012). Por lo tanto, la teoría de la complejidad supone que un sistema puede comprender partes vivas que son inteligentes y capaces de adaptarse a su medio ambiente a través de las interacciones, la comunicación y la coordinación de actividades.

Las piezas que tienen la capacidad de procesar la información y adaptar su comportamiento se llaman agentes (consumidores, empresas, gobiernos y organizaciones de la sociedad civil). El sistema en el que estos agentes interactúan se denomina un complejo inteligente y adaptativo del *'todo'* (McGregor, 2012).

En la década de 1940 surgen las primeras perspectivas teóricas que trataron con los sistemas complejos. “Los marcos conceptuales se pueden clasificar en dos grandes conjuntos... Primero los ‘paradigmas globales de la complejidad’ y segundo una colección de algoritmos más focalizados... que permiten modelizar procesos emergentes” (Miceli et al, 2005: 1).

En la actualidad, luego de varias décadas desde el inicio del desarrollo de esta familia de conceptos, se tiene una visión más precisa sobre evolución de estos paradigmas; es posible caracterizarlos a partir del siguiente conjunto de propuestas centrales:

**Tabla 1. Evolución paradigmática de los sistemas complejos**

Década	Paradigma	Descripción	Autores originales
1940	<b>La cibernética</b>	_Mecanismos de retroalimentación y control	Norbert Wiener
1950	<b>La teoría general de los sistemas</b>	_Organización de la estructura y la dinámica de los sistemas _Conjunto de componentes y relaciones con propiedades distintas a la de sus componentes aislados _Auto-organización, mayores estructuras ordenadas a partir de sistemas de nivel inferior	Ludwig von Bertalanffy
1960	<b>Las teorías de las estructuras disipativas</b>	_Existencia de estructuras racionales auto-organizadas que alcanzan este estado lejos del equilibrio _El papel del individuo en el desequilibrio	Ilya Prigogine
	<b>La teoría de catástrofes</b>	_Rama matemática, estudia las singularidades o procesos de ruptura y crisis _Catástrofe, tipo particular de discontinuidad, dependen de equilibrios múltiples distintos, en un sistema dinámico.	René Thom
	<b>La teoría del caos</b>	_Comportamiento de personas y organizaciones frente al caos que les rodea _Termina con la dicotomía entre el determinismo y aleatoriedad _Proporciona un medio para producir un origen determinista a un proceso estocástico, brindando a las variables aleatorias otra posible fuente de azar.	Edward Lorenz
1990	<b>Autómatas celulares</b>	_Nace en 1940 y se difunden en la Web en 1990 _Cristalizados mediante modelos de simulación, utilizados para describir fenómenos acotados	Von Neumann

**Elaboración:** Autor

**Fuente:** Miceli et al, 2005; Rosser, 2003; McGregor, 2012; Olmedo y Mateos, 2002

A la fecha se han planteado variadas definiciones sobre la complejidad, se dice que actualmente se han sistematizado más de cincuenta nociones distintas sobre el tema (Perona, 2005). La complejidad supone la existencia de un sistema de ‘piezas vivas’, inteligentes y capaces de adaptarse a su medio ambiente a través de la interacción, la comunicación y la coordinación de sus actividades. El sistema en el que estos agentes interactúan se denomina un complejo inteligente y adaptativo (McGregor, 2012). Este enfoque trata de sistemas compuestos de muchos agentes que interactúan, cuya



conducta que no es predecible, por lo menos es manejable (Ferrari, 2005). Este análisis subraya las interacciones entre agentes dispersos sin un controlador global, las jerarquías enmarañadas, el aprendizaje adaptativo, la evolución, la novedad, y la dinámica fuera del equilibrio (Rosser, 2003).

El trabajo de Herbert Simon (1976), uno de los precursores de la complejidad, enumera siete características que describen a un sistema complejo (Perona, 2005):

1. *Cardinalidad*: los sistemas que tienen muchos componentes pueden ser considerados complejos, relativo a los sistemas que tienen pocos.
2. *Interdependencia*: si existe mucha entre los componentes, son vistos generalmente como más complejos que los sistemas con menos interdependencia entre sus componentes.
3. *Indecidabilidad*: mientras más indescifrable e indeciso es más complejo.
4. *Contenido de información*: de acuerdo a este criterio los sistemas con varios componentes idénticos son menos complejos que los sistemas de tamaño comparable cuyos componentes son todos diferentes.
5. *Número de parámetros*: íntimamente relacionada con la noción de complejidad informacional, la cual la mide cuantificando el número de símbolos requeridos para describir al sistema.
6. *Complejidad computacional*: en la actualidad el interés de los matemáticos e informáticos está en saber cuál es el máximo número esperado de pasos computacionales o cálculos requeridos para resolver una cierta clase de problema.
7. *Dificultad del problema*: pueden ser vistas con una medida particular de complejidad

Otra definición, aun no muy clara y simple, es la llamada 'estrecha tienda de campaña'. Identifica la complejidad mediante el ajuste de un sistema hacia un conjunto de características. Arthur, Durlauf, y Lane (1997) define dichas características (Rosser, 2003):

1. Interacción dispersa entre agentes heterogéneos que actúan de forma individual en un cierto espacio.
2. No existe un controlador global que pueda aprovechar todas las oportunidades o las interacciones de la economía, a pesar de que puede haber algunas interacciones globales débiles.

3. Organización transversal jerárquica con muchas interacciones enredadas.
4. Continua adaptación mediante el aprendizaje y la evolución de los agentes.
5. Perpetua novedad como nuevos mercados, tecnologías, comportamientos e instituciones que crean nuevos nichos en el medioambiente del sistema.
6. Fuera de equilibrio dinámico, ya sea con cero equilibrios o muchos existentes, y que el sistema esté alrededor de un óptimo global.

Como ejemplos de sistemas complejos en nuestro entorno tenemos: el ecosistema, el cerebro, el sistema inmunológico humano, el mercado de valores, los partidos políticos, las colonias de hormigas, las comunidades y los sistemas económicos (McGregor, 2012).

#### **1.4 La complejidad aplicada a la economía**

Como ya se expuso anteriormente, el enfoque de la complejidad ha comenzado una revolución del pensamiento científico en todas las ramas, y la economía no es la excepción.

Ya varios filósofos de la economía contemporánea hacen sus proyecciones y ven la practicidad de este enfoque sobre ‘la forma de administrar la casa’<sup>3</sup>. Como ejemplo, en la edición del milenio del *Journal of Economic Perspectives* (JEP), David Colander escribe: “Los 1990 vieron el nacimiento de las ciencias de la complejidad... Para el 2030 la mayoría de los economistas estarán convencidos de que la economía es un sistema complejo que corresponde al ámbito de dichas ciencias” (Perona, 2005).

Pero la visión de que la economía se volcará hacia lo complejo no es patrimonio exclusivo de los economistas, sino también de los científicos y de los periodistas especializados. Ilya Prigogine, uno de los padres fundadores de la complejidad dentro de las ciencias naturales, opina que el conocimiento científico transita hacia ‘lo múltiple, lo temporal y lo complejo’ y esto también abarca a las ciencias sociales en todas sus manifestaciones, por supuesto también la economía. J.B. Rosser editó muy recientemente un compendio de tres volúmenes (y más de 1500 páginas) sobre la ‘Complejidad en Economía’, en el cual recoge las publicaciones más sobresalientes sobre la teoría de complejidad aplicada a distintas áreas de la economía (Perona, 2005).

---

<sup>3</sup> El término economía es una expresión que proviene del latín “economía”, y este, del griego “oikos” = casa y “nomos” = administración (administración de una casa) (Samuelson y Nordhaus, 2002).

En palabras de Rosser se puede decir que:

La realidad económica está empapada de no linealidad, de discontinuidad y de una variedad de fenómenos que no son tan fáciles de prever y entender. Al mismo tiempo, la coherencia general de los sistemas económicos se vuelve mucho más interesante frente a este fenómeno. El orden de la economía parece surgir de las complejas interacciones que constituyen el proceso evolutivo de la economía (Rosser, 2003).

Dentro de la concepción compleja tenemos a la óptica o visión, como lo primero que cambia. Se parte de que la economía es una ciencia social, humana, y por consiguiente, su núcleo no es la relación entre cosas sino la relación entre personas, grupos y sociedades (De Paz Báñez y Miedes Ugarte, 1996).

La economía así es una praxis de enfrentamientos-colaborantes y de conflictos-cooperantes, tan distintos de los átomos del mercado homogéneo regulado por el mecanismo de los precios, como de las luchas de prestigio y de la lucha a muerte ilustrada por la dialéctica del amo y el esclavo Perroux (1984).

En este punto sería necesario cambiar la definición de la economía, no puede entenderse como la ciencia de la distribución de los bienes escasos; más bien como la organización de las relaciones humanas en beneficio de todos y de cada uno mediante el uso de bienes socialmente escasos que pueden ser cuantificados y contabilizados de manera aproximada (Perroux, 1975).

A riesgo de simplificar en exceso la complejidad, y citando a Richard Day (1994), tenemos que la economía sería un sistema complejo si sus procesos dependientes y deterministas no lo conducen asintóticamente a un punto fijo, a un ciclo límite, o una explosión (Rosser, 2003).

Quizás el resultado más obvio del estudio de la complejidad en la economía es que el supuesto general de las expectativas racionales es muy poco probable que se mantenga. Tal situación se observa claramente en los modelos que asumen las expectativas racionales pero luego generan una dinámica caótica<sup>4</sup>. Debido a la existencia

---

<sup>4</sup>Dinámica o movimiento caótico es aquel sumamente sensible ante la más mínima variación en las condiciones iniciales en las cuales se generó, haciendo que en la práctica, sea imposible hacer predicciones sobre su trayectoria después de un cierto tiempo; esto a pesar de que el movimiento se rige por una ecuación determinista y no existe ninguna influencia externa de tipo aleatorio o estocástico (Mateos, 2007)

del efecto mariposa<sup>5</sup> en una dinámica caótica, luego de un tiempo es imposible para los agentes en ese entorno para obtener información adecuada para formar expectativas racionales (Rosser, 2003).

Las implicaciones que posee el enfoque complejo en la economía plantean no solo una nueva teorización, sino también un nuevo margen metodológico, empírico y también político

Tomando del estudio de McGregor (2012), se puede tener un listado comparativo del enfoque clásico de la economía de la ciencia normal (económica neoclásica) versus la ciencia post-normal (economía compleja):

**Tabla 2. Teoría económica neoclásica vs Economía compleja**

Ciencia normal – Neoliberalismo, teoría económica neoclásica	Ciencia postnormal – economía compleja, basa en la teoría de la complejidad
<ul style="list-style-type: none"> <li>• individualismo</li> <li>• reduccionismo,</li> <li>• racionalidad,</li> <li>• homogenidad,</li> <li>• linealidad,</li> <li>• equilibrio,</li> <li>• maximización de la utilidad,</li> <li>• optimización,</li> <li>• igualar los precios a la valoración,</li> <li>• soberanía,</li> <li>• información perfecta,</li> <li>• valor neutral</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• complejidad,</li> <li>• sistemas dinámicos,</li> <li>• cambio, flujo y evolution,</li> <li>• adatación,</li> <li>• auto-organización,</li> <li>• emergente, caos y tensión,</li> <li>• sin equilibrio o con equilibrios múltiples,</li> <li>• patrones y redes,</li> <li>• holismo y sinergia,</li> <li>• pluralidad de perspectivas legítimas,</li> <li>• interconexión entre lo individual y lo agregado,</li> <li>• incertidumbre y discontinuidad</li> </ul>

**Re-elaborado por:** Autor

**Fuente:** McGregor, 2012

En síntesis se puede decir que éste nuevo enfoque sobre la economía proporciona una forma alternativa de pensar acerca de la misma, critica los elementos más importantes del pensamiento convencional como las expectativas racionales, el continuo equilibrio del mercado y el alcanzar óptimos globales (Rosser, 2003).

La teoría de la complejidad ha cambiado la perspectiva de muchos economistas, pensar que lo que fue visto como anormal o inusual en realidad puede ser el habitual y esperado, especialmente en el ámbito de los mercados de activos, donde lo insólito parece ser cada vez más común (Rosser, 2003).

---

<sup>5</sup>Dadas las condiciones iniciales de un sistema caótico, un pequeño cambio en estas desencadenará grandes cambios sobre el sistema y su evolución a mediano y largo plazo.

## 1.5 Teoría de Redes

Una de las formas más adecuada para estudiar los sistemas complejos es la aplicación de la Teoría de redes sobre estos; esta estudia las relaciones entre cada agente de un sistema determinado y el comportamiento individual dentro de su colectivo.

Se puede decir que la teoría de la complejidad se refiere a una red distribuida de agentes, cada uno con poco conocimiento de forma individual, pero que pueden producir resultados coordinados que demuestran más inteligencia colectiva que cualquier individuo. Los patrones y las estructuras parecen surgir de la nada, porque las partes del sistema son capaces de auto y/o re-organizarse como resultado de la interacción de las partes (McGregor, 2012).

La teoría de redes es producto de la formalización de diferentes corrientes de pensamiento y otras teorías como: antropología, psicología, sociología y por supuesto las matemáticas (Lozares, 1996).

Pero, ¿cómo se debe pensar acerca de las redes a un nivel más preciso? En un sentido elemental se puede decir que una red es la compilación de objetos, individuos, empresas, ciudades, etc., que se encuentran vinculados mediante enlaces. Esta definición es muy flexible y depende de la conceptualización, pueden existir muchas formas diferentes de relaciones o conexiones que se pueden utilizar para definir los enlaces de una red (Easley y Kleinberg, 2010).

Los objetos o actores de una red son entidades, sujetos vinculados dentro de sus respectivas redes. Pueden ser de diverso tipo: individuos, empresas, unidades colectivas sociales, departamentos en una empresa, agencias de servicio público en la ciudad, estados, etc. Los enlaces son los vínculos entre actores, es la unidad de análisis en las redes, pueden ser de diverso tipo: personales como la amistad, respeto, consejo, etc.; transferencias de recursos como bienes, dinero, información, etc.; asociaciones, interacciones comportamentales; movilidad geográfica o social; conexiones físicas; relaciones formales u organizacionales; etc. (Lozares, 1996).

Por ejemplo, las redes sociales virtuales que funcionan en la web, Facebook, Twitter, YouTube, etc., tienen como actores a sus usuarios los cuales están vinculados o no bajo una relación de “amistad” o gustos y opiniones similares sobre un tema o tendencia.

El mismo encadenamiento productivo de Leontief (1974) se puede representar mediante una red, donde los actores son todos los tipos de industrias en una economía y la relación que las vincula son los bienes y servicios que comercian entre sí; dependiendo de la dirección que tome esta vinculación, los bienes son considerados como insumos o como productos.

## 1.6 Teoría de Grafos

Para el año de 1736 Leonhard Euler<sup>6</sup> resuelve el ‘problema de los puentes de Königsberg<sup>7</sup>’, el cual consistía en encontrar un camino que atravesara dichos puentes una sola vez. Este acontecimiento es considerado como el nacimiento de la Teoría de Grafos.

La Teoría de Grafos es la parte de las matemáticas y las ciencias informáticas que estudia las propiedades de los grafos. Un ‘grafo’ consiste de un conjunto de objetos llamados ‘nodos’ (puntos o vértices), los cuales se conectan mediante enlaces llamados ‘arcos’ o ‘aristas’ (enlaces, *links* o *edges*) según la naturaleza del mismo (Easley y Kleinberg, 2010).

El grafo es la configuración formal de una red, una manera específica de relacionarse entre la colección de elementos. Los grafos son útiles en la medida que sirven como modelos matemáticos de las estructuras de red. Decimos que dos nodos son vecinos si están conectados por una arista. Los grafos pueden poseer, como no, una dirección asociada, pueden ser ‘grafos dirigidos’ o ‘grafos no dirigidos’ y formar enlaces entre nodos usando arcos o aristas respectivamente (Easley y Kleinberg, 2010).

La vinculación entre nodos genera diferentes concepciones sobre la manera que estos se comunican (Easley y Kleinberg, 2010):

- Una ‘cadena’ es una sucesión finita y alterna de nodos y aristas y/o arcos, esta puede ser reconocida cuando su nodo inicial es también su nodo final.
- Un ‘camino’ es una ruta de acceso en la que no se repiten ni los nodos ni las aristas y/o arcos, también una secuencia de nodos con la propiedad de que cada par consecutivo en la secuencia está conectado por un borde.

---

<sup>6</sup> Resuelve el problema titulado ‘La solución de un problema relativo a la geometría de la posición’

<sup>7</sup>Ciudad puerto del país de Rusia

- La ‘trayectoria’ entre dos nodos es la secuencia de aristas o arcos distintos que enlazan a estos nodos. Esta trayectoria puede ser ‘dirigida’ si la dirección de cada arco es la misma desde el nodo A hacia el nodo B; si en cambio, la dirección de cada arco es distinta o no existe desde el nodo A hacia el nodo B es ‘no dirigida’.
- Un ‘ciclo’ se presenta cuando una trayectoria con al menos tres nodos y aristas, tiene como primer y último nodo al mismo elemento, siendo el resto nodos distintos. También puede ser ‘dirigido’ si lo conforma una trayectoria dirigida, o ‘no dirigido’ si lo conforma una trayectoria no dirigida.
- El valor que se le asigna a un arco o arista se lo denomina ‘flujo’.

Como los tipos de grafos fundamentales tenemos los siguientes (Diestel, 2010; Easley y Kleinberg, 2010):

1. Grafo simple: aquel conformado por dos nodos cualesquiera y una arista o arco que los conecta; definición generalizada y simple de un grafo.
2. Multígrafos: también llamados grafos no-dirigido, se presentan cuando existe más de una arista enlazando a dos nodos.
3. Grafo dirigido: se presenta cuando es añadida una orientación a las aristas (en este caso arcos), representada gráficamente por una flecha.
4. Grafo etiquetado o pesado: es aquel al que se ha incorporado un flujo o peso en sus aristas.
5. Grafo aleatorio: el enlace o la conectividad del grafo está condicionada a la probabilidad de sus aristas.
6. Hipergrafo: tipo de grafo en el cual sus aristas tienen más de dos extremos, es decir las aristas bordean a 3 o más vértices.
7. Árbol: serie de nodos conectados que no presenta ciclos.
8. Grafo infinito: tipología de grafo en la cual su conjunto de nodos y aristas son de cardinalidad infinita.
9. Grafo completo: se dice que un grafo es completo todos los pares de nodos están conectados mediante aristas
10. Grafo conexo: se presenta si y solo si cada pareja de nodos está conectado por mínimo un camino.

11. Grafo bipartito: es aquel que vincula dos conjuntos de elementos diferentes, como aquellos resultantes de una función de correspondencia entre dos conjuntos de elementos A y B.
12. Homeomorfismo de grafos: dos grafos son homeomorfos si ambos pueden obtenerse a partir del mismo grafo con una sucesión de subdivisiones elementales de aristas.

### 1.6.1 Formas de presentación de un grafo

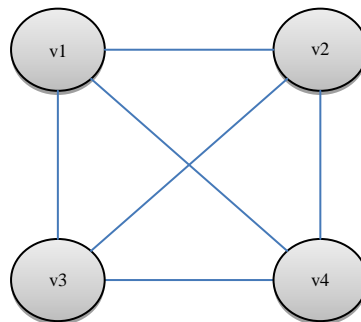
Un grafo es una pareja de conjuntos  $(V, E)$  donde,  $V$  (conjunto de nodos) es no vacío y  $E$  (conjunto de arcos o aristas) es el conjunto de pares, ordenados (grafo dirigido) y no ordenado (grafo no dirigido) elementos de  $V$  (Easley y Kleinberg, 2010).

1. Representación gráfica: es la forma más sencilla de presentar una red a fin de su interpretación y resolución, siempre y cuando se formen grafos pequeños o medianos.

- a. Grafo no dirigido:

$$V = \{v1, v2, v3, v4\} E = \{(v1, v2), (v1, v3), (v1, v4), (v2, v1), (v2, v3), (v2, v4), (v3, v1), (v3, v2), (v3, v4), (v4, v1), (v4, v2), (v4, v3)\}.$$

**Gráfico 4. Grafo no dirigido (G1)**



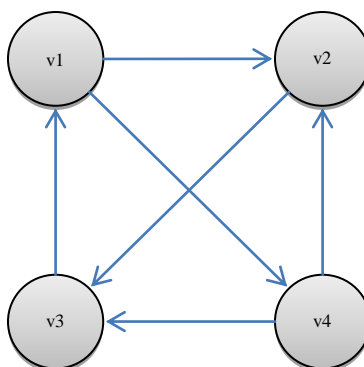
**Elaborado por:** Autor

- b. Grafo dirigido:

$$V = \{v1, v2, v3, v4\} E = \{(v1, v2), (v1, v4), (v2, v3), (v3, v1), (v4, v2), (v4, v3)\}.$$



**Gráfico 5. Grafo dirigido (G2)**



**Elaborado por:** Autor

2. Representación matricial: se construye la matriz asociada  $G$ , matriz cuadrada  $n \times n$ , donde  $n$  es el número de nodos, tal que  $n = |V|$ . Cada uno de los componentes de la matriz representa una posibilidad de conexión. A la  $i$ -ésima fila asociamos el punto  $v_i \in V$ ; a la  $j$ -ésima columna, el punto  $v_j \in V$ . Los elementos de la matriz se pueden denotar por  $g_{ij}$ ; con  $g_{ij} = 1$  si  $(v_i, v_j) \in E$  o  $g_{ij} = 0$  si  $(v_i, v_j) \notin E$ .

a. Matriz de adyacencia: utilizada para grafos no dirigidos, contabilización del número de aristas asociadas a un nodo.

Sea  $G1$  el grafo del Gráfico 4, tenemos que su matriz cuadrada

$G = G(G1)_{n \times n}$  se define por:

$$(G)_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si } (v_i, v_j) \in E \\ 0, & \text{si no cumple} \end{cases}$$

$$G(G1) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

b. Matriz de incidencia: utilizada para grafos dirigidos, contabilización del número de arcos que se originan en un nodo (filas) y/o contabilización del número de arcos que arriban en un nodo.

Sea  $G2$  el grafo del Gráfico 5, tenemos que su matriz cuadrada

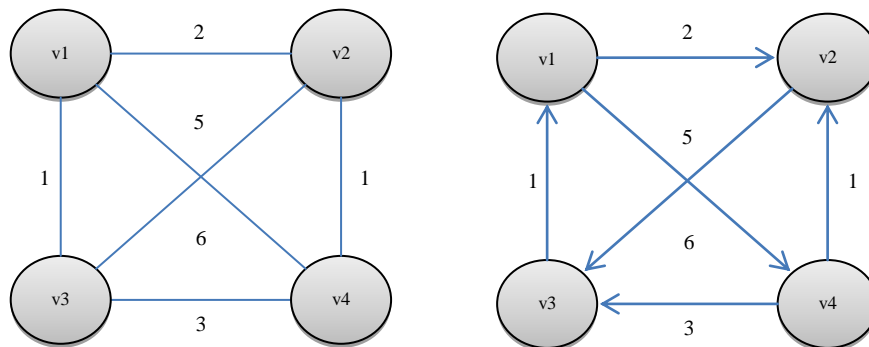
$G = G(G2)_{n \times n}$  se define por:

$$(G)_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si es incidente en } E \\ 0, & \text{si no cumple} \end{cases}$$

$$G(G2) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

- c. Matriz ponderada de adyacencia o incidencia: si los arcos tienen asociado un valor o flujo, por ejemplo flujo de dinero, distancia, cantidades de consumo, etc., se puede representar mediante una matriz  $W$  ubicando los valores correspondientes del grafo dirigido o no dirigido.

**Gráfico 6. Grafo no dirigido ( $G1a$ ) y Grafo dirigido ( $G2a$ ) con flujos.**



Elaborado por: Autor

$$W(G1a) = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 1 & 5 \\ 2 & 0 & 6 & 1 \\ 1 & 6 & 0 & 3 \\ 5 & 1 & 3 & 0 \end{bmatrix} \quad W(G2a) = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 0 & 5 \\ 0 & 0 & 6 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 3 & 0 \end{bmatrix}$$

### 1.6.2 Componentes de una red

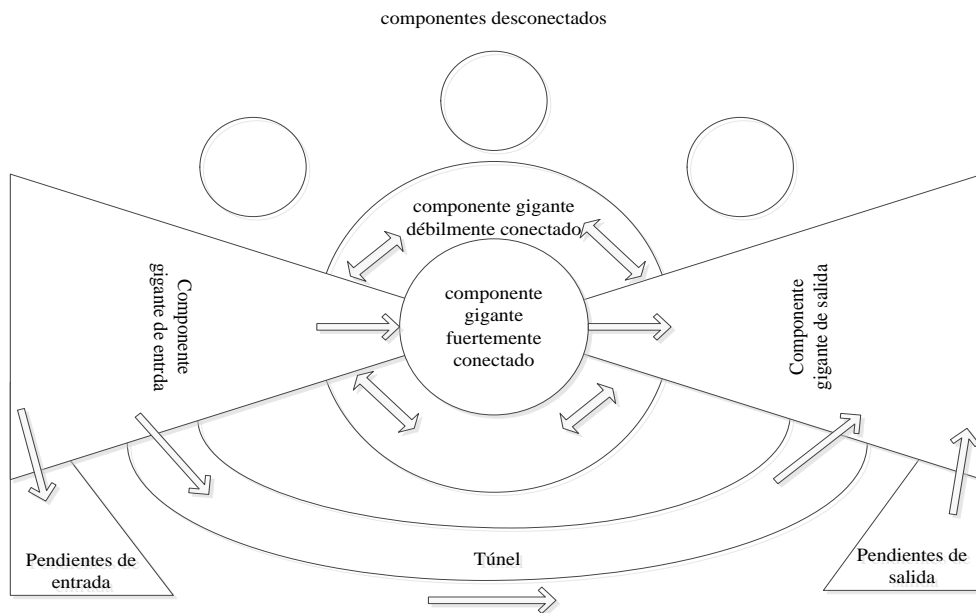
Los participantes de la red pueden interactuar como elementos centrales o ‘núcleos’, los cuales concentran la mayoría de los enlaces; o elementos periféricos mismos que pueden rebasar las fronteras de las distintas regiones de vínculos estrechos o establecerse directamente en medio de una de éstas (Easley y Kleinberg, 2010).

Los tipos de redes que pueden ser observadas en la vida real son muy grandes, por lo que son muy difíciles de visualizar. Por tal razón, es posible descomponer a una red.

Dicha partición se da en base de las propiedades de conectividad de los nodos que pertenecen a cada partición (Martínez et al, 2012):

- ‘Los componentes desconectados’ (DC). Son los nodos de grado cero o los componentes débilmente conectados.
- ‘El componente gigante débilmente conectado’ (GWCC). Es el componente más grande al cual se conectan cada par de nodos de un camino.
- ‘El componente gigante fuertemente conectado’ (GSCC). Es el núcleo o el componente más importante en el que, para cada par de nodo  $i$  y  $j$ , existe un camino de  $i$  a  $j$  y un camino de  $j$  a  $i$ .
- ‘El componente gigante de salida’ (GOUT). Se conforma de los nodos que pueden llegar desde la GSCC mediante un camino.
- ‘El componente gigante de llegada’ (GIN). Está formado por los nodos que pueden salir desde la GSCC mediante un camino.
- ‘Los pendientes’. Son los nodos que se pueden enlazar con el núcleo y que el núcleo no se puede enlazar con éstos.
- ‘Túneles’. Caminos formados por nodos que conectan los extremos de la red sin pasar el componente gigante

**Gráfico 7. Componentes de una red**



**Re-elaborado por:** Autor  
**Fuente:** Martínez et al, 2012

### 1.6.3 Índices topológicos y de centralidad de red

Permiten describir las propiedades estructurales de una red, se basan en dos simples pero importantes cantidades: el número de nodos  $n = |V|$  y el número de enlaces  $m = |E|$ . Estas cantidades brindan una idea clara sobre el tamaño de la red y la densidad de sus conexiones (Martínez et al, 2012):

- Grado de un nodo: es el número total de aristas o arcos que nacen o indican en dicho nodo, sirve para evaluar su grado de conexión con el resto de nodos de la red. Se define por:

$$d(v_{ij}; i=j) = \sum_{i=1; j=1}^n g_{ij}$$

La sumatoria en el caso de trabajar con un grafo no orientado se la puede realizar por filas o por columnas, el grado del nodo será el mismo.

- Semigrado interior o grado de entrada: es el número de arcos con destino en el nodo. El número de arcos que inciden en  $v_j$ .

$$d^-(v_j) = \sum_{i=1}^n g_{ij}$$

- Semigrado exterior o grado de salida: es el número de arcos con origen en el nodo. El número de arcos que parten de  $v_i$ .

$$d^+(v_i) = \sum_{j=1}^n g_{ij}$$

- Coeficiente de agrupación (*clustering*): este mide la densidad de las conexiones alrededor de un nodo. El coeficiente indica que si dos nodos tienen una conexión con un tercer nodo, estos forma un triángulo en el grafo. El promedio del coeficiente de agrupación mide la densidad de dicho triángulo en el grafo.

$$c_i = \frac{2}{d_i(d_i - 1)} \sum_{j,h} g_{ij} g_{ih} g_{jh}$$

- Reciprocidad: es la medida de un grafo que muestra la fracción de arcos dirigidos para cualquier sentido para el cual existe un arco en la dirección opuesta. Es importante observar que en un grafo dirigido, en general  $g_{ij} \neq g_{ji}$ ; y la reciprocidad se define como:

$$r = \frac{\sum_{i \in V} \sum_{j \in N(i)} g_{ij} 1_{\Omega}^{(i,j)}}{\sum_{i \in V} \sum_{j \in N(i)} g_{ij}}$$

donde  $\Omega = \{(i, j) \in V \times V : g_{ij} = g_{ji}\}$  y

$$1_{\Omega}^{(i,j)} = \begin{cases} 1 & \text{si } (i, j) \in \Omega \\ 0 & \text{si } (i, j) \notin \Omega \end{cases}$$

- Afinidad: es una medida basada en el grado de un nodo, describe el tipo de nodos a los que un nodo tiende relacionarse.

$$a_i = \frac{1}{d_i} \sum_{j \in N(i)} d_j$$

Si  $a_i$  crece con el grado  $d_i$ , entonces se dice que los nodos con grado alto se relacionan con nodos que poseen un grado similar. Si en cambio  $a_i$  disminuye con  $d_i$ , entonces la mayoría de los vecinos de los nodos con grado alto, tienen menor grado que éstos. Por el contrario, los nodos con grado bajo tienden a relacionarse con los nodos de grado alto. Esta medida describe si los nodos de una red tienden a tener relaciones con los nodos de grado similar o nodos con un grado diferente (Martínez et al, 2012).

- Índice de completitud: es la medida de que tan conectado esta la red o grafo en un valor entre cero hasta uno, siendo 0 la completa ausencia de enlaces entre nodos y 1 una conectividad total.

$$C(G) = \frac{\sum_i \sum_j g_{ij}}{n(n-1)}$$

Para un grafo dirigido la formula sería:

$$C(G) = \frac{\sum_i \sum_j g_{ij}}{2n(n-1)}$$

- Índice de preferencia: mide la intensidad de interacción entre un nodo y otro mediante el total de flujos dirigidos del nodo  $v_i$  hacia el nodo  $v_j$ , comparado con el total del flujo entre el nodo  $v_i$  hacia el resto de la red ( $G$ ), esto medido en un tiempo  $k$  determinado.

$$PI = \left( \sum_s^k w_{t-s}^{v_i \rightarrow v_j} \right) / \left( \sum_s^k w_{t-s}^{v_i \rightarrow G} \right)$$

- Fuerza: la fuerza total de un nodo es una medida simple de calcular pero de gran importancia ya que describe la intensidad de interacción de un nodo  $i$  con el resto de la red. Este índice es usado para dar un criterio de centralidad en la red. Se calcula sumando los valores de los flujos de  $i$ ; en el caso de un grafo dirigido se realiza el cálculo para la fuerza interior y exterior.

$$S_{ij;i=j} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$$

$$Exterior: s_i = \sum_{j=1}^n w_{ij} \quad Interior: s_j = \sum_{i=1}^n w_{ij}$$

- Índice Herfindahl-Hirschman (HHI). Este índice mide la concentración económica en un mercado, o inversamente, la falta de competencia en un sistema económico. Mientras más alto es el índice más concentrado y menos competitivo es el mercado. Dentro de la red éste se calculará usando las magnitudes de los flujo  $w_{ij}$  que van del nodo  $i$  al nodo  $j$ .

$$HHL(i) = \sum_{j \in N(i)} \left( \frac{w_{ij}}{\sum_j w_{ij}} \right)^2$$

- Grado de centralidad. Esta medida sirve para caracterizar a un nodo como ‘importante’ en una red si está conectado a muchos otros nodos, y la desaparición o fracaso del mismo tendría un impacto en muchos otros nodos.

$$C_D(v) = d_v$$

- Centralidad de intermediación. Dentro de la red los nodos se asocian de forma estratégica dependiendo de su posición en las vías de comunicación hacia de muchos otros nodos. Un nodo con alta centralidad de intermediación tendría una gran influencia en otros nodos, ya que puede detener o distorsionar la información que pasa a través de él.

Se denomina  $\sigma_{ij} = \sigma_{ji}$  al total de caminos cortos entre  $i$  y  $j$ . Entonces decimos que  $\sigma_{ij}(v)$  es el total de caminos cortos que pasan a través del nodo  $v$ .

$$C_B(v) = \sum_{i \neq v \neq j \in V} \frac{\sigma_{ij}(v)}{\sigma_{ij}}$$

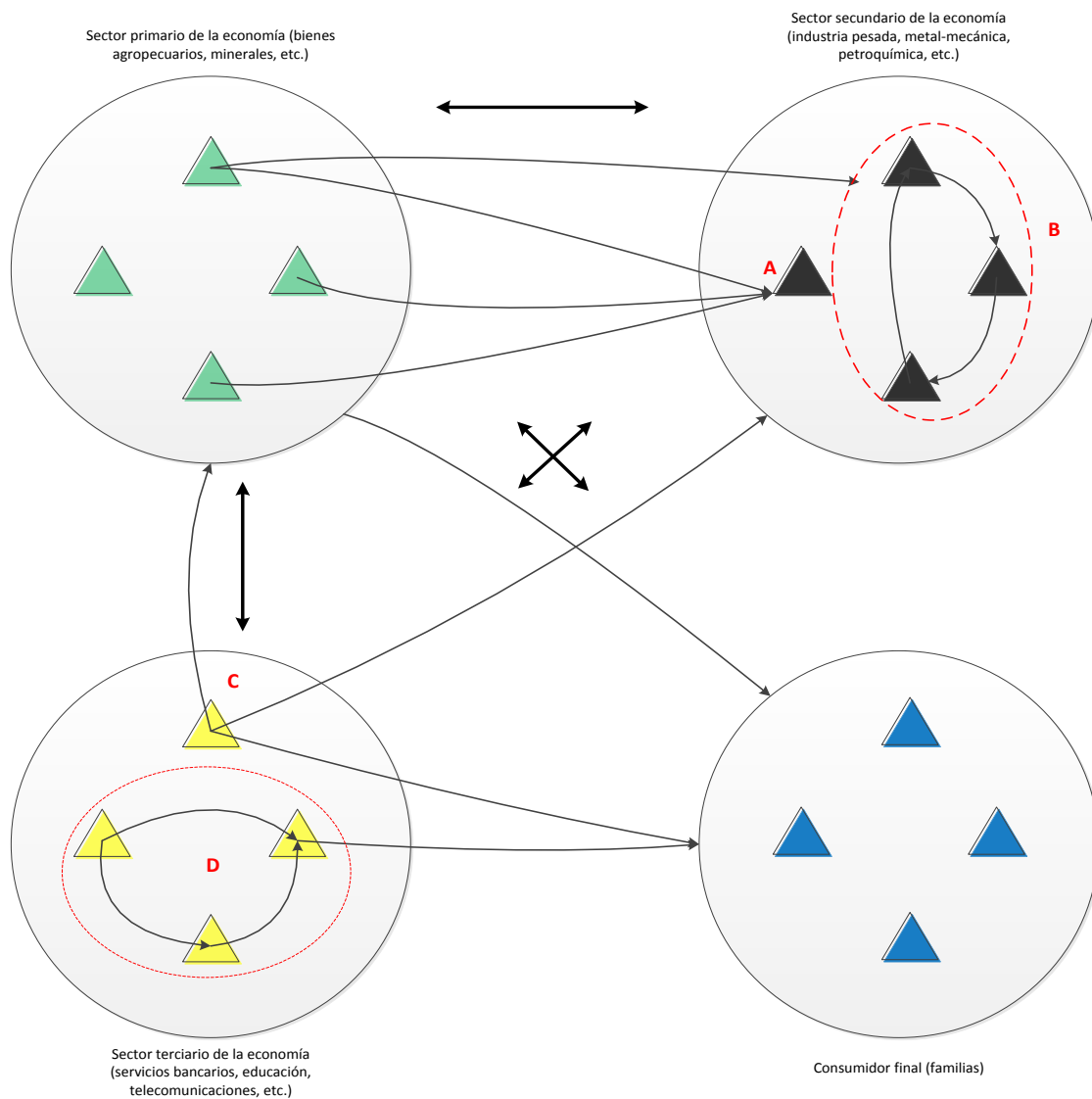
- Centralidad por cercanía. Brinda una noción de independencia en las redes en términos de control de la comunicación. Un nodo que tiene una alta centralidad por cercanía va a depender menos de otros nodos intermedios para recibir mensajes.

Sea  $d_G(v; j)$  la longitud del camino más corto que une  $v$  con  $j$ , tenemos:

$$C_C(v) = \sum_{j \in V \setminus \{v\}} \frac{1}{d_G(v, j)}$$

A modo de ejemplo y para ilustrar de mejor manera, mediante el siguiente diagrama se trata de apreciar a la economía.

**Gráfico 8. Comportamiento de la economía visto mediante una red**



**Elaborado por:** Autor

Mediante el Gráfico 8 se pretende mostrar como desde el sector primario de la economía<sup>8</sup>, el cual abarca a ramas de actividad como la agricultura, ganadería, pesca, silvicultura, etc., se provee de bienes primarios aun sin valor agregado al sector secundario<sup>9</sup> como al consumidor final o las familias. Ahora, estos bienes primarios sin mayor transformación se vuelven productos industrializados gracias a la intervención de la tecnología manufacturera del sector secundario de la economía (construcción,

<sup>8</sup> El sector primario está formado por las actividades económicas relacionadas con la transformación de los recursos naturales en productos primarios no elaborados (Yáñez y Teruel, 1997).

<sup>9</sup> El sector secundario reúne la actividad artesanal e industrial manufacturera, mediante las cuales los bienes provenientes del sector primario son transformados en nuevos productos (Yáñez y Teruel, 1997)



energía, petroquímica, maquinaria pesada, etc.). El excedente o plus valor generado se puede dirigir, por ejemplo, a las arcas bancarias de las instituciones financieras del sector terciario<sup>10</sup>, sector que es también llamado el de los servicios, abarca a las actividades económicas como el turismo, la educación, comunicación, intermediación financiera, etc. Finalmente el ciclo de consumo y producción de bienes y servicios se cierra cuando llega a las familias, es decir al consumidor final<sup>11</sup>.

Teniendo en cuenta esta breve y simple ilustración de la economía, es posible ver a cada agente de la misma como un nodo de una red, a las relaciones de compra-venta y consumo como sus enlaces o vínculos entre nodos, y a la cantidad de bienes o dinero que pasan a través de ellos como el flujo de mercado que circula dentro de la red.

Mediante el análisis de redes y sus correspondientes índices, es posible destacar varias particularidades del mercado. La presencia de un monopsonio (falla de mercado), representada en el gráfico como el punto 'A', muestra cómo una sola empresa del sector secundario compra la mayor parte de producción del sector primario; usando como indicador económico alternativo al grado de entrada de este nodo, es posible por lo menos sospechar la presencia de esta falla de mercado. El punto 'B', el cual resalta a un grupo de nodos o empresas del sector secundario, muestra la presencia de un clúster productivo o cooperativismo productivo entre firmas fuertemente encadenadas; por ejemplo si existe una empresa de microcomponentes electrónicos que le vende a otra firma dedicada a la fabricación de tecnología digital, y esta a su vez compra las carcasas y demás materiales finales a una empresa dedicada a la producción de plástico, se construye de esta manera se da un encadenamiento productivo local o clúster; esta particularidad es medible aplicando el coeficiente de agrupación o de *clustering* en red. El nodo representado por el punto 'C', se muestra en el gráfico como un agente de poder y concentración en el mercado; se puede pesarlo como un gran banco que da sus servicios crediticios y demás a todos los actores de la red económica, dicho poder es medible a través del índice de HHI de poder mercado adaptado para una red. Por último, se tiene un micro círculo de afinidad entre empresas del sector terciario, es posible

---

<sup>10</sup> El sector terciario se dedica, sobre todo, a ofrecer servicios a la sociedad, a las personas y a las empresas, lo cual significa una gama muy amplia de actividades que está en constante aumento. Esta heterogeneidad abarca desde el comercio más pequeño, hasta las altas finanzas o el Estado (Yáñez y Teruel, 1997)

<sup>11</sup> En este caso en particular se obviará el aporte de las familias a la economía, mismo que se traduce en trabajo ofertado por las mismas hacia las firmas cerrando así el 'círculo económico'

pensar que dichos nodos se relacionan entre sí por compartir los mismo intereses en el mercado, o por el contrario dependen de un 'líder' que guie a su grupo empresarial, este líder debería ser superior entre los demás; para vislumbrar este particular se puede emplear el índice de afinidad. Además cada uno de los nodos de la red puede clasificado mediante los indicadores de centralidad como la intermediación, cercanía o fuerza.

En general, y como lo explica la teoría y la experiencia empírica, todo sistema de individuos o agentes interrelacionados es posible modelizarlo mediante una red formalizada llamada grafo.

## CAPÍTULO II

### MARCO EMPÍRICO Y METODOLÓGICO

#### **2.1 Problema de la eficiencia**

Según la teoría del productor, que ya se mencionó, las empresas siempre buscan maximizar su beneficio mediante una producción cada vez más eficiente y de mayor volumen, mientras optimizan insumos y minimizan costos; siempre bajo el supuesto de competencia perfecta dentro de un libre mercado. Sin embargo, la realidad nos muestra que dicha competencia no es más que un ideal difícil de alcanzar. La investigación, innovación y desarrollo de nuevas tecnologías y modelos de gestión, hacen que existan firmas que sobresalen más que otras. Factores como la geolocalización, inversión y reinversión de capital, la iniciativa empresarial, factores externos, etc., vuelven más heterogéneas entre sí a las empresas que compiten en un mercado.

El instinto de supervivencia de la empresa, dentro de un mercado cada vez más competitivo, llevó a investigar cuán eficiente (o ineficiente) es en su producción, en minimizar sus costos y maximizar sus ganancias, y cuáles serían las causas. Como lo explica Vergara (2006), “El éxito de la firma requiere de una excelente gestión; en este sentido, la disposición de métodos confiables de evaluación de la eficiencia productiva de la empresa juega un papel cada vez más importante, no sólo en el ámbito empresarial sino también como instrumento de política industrial”.

La productividad y beneficio de las firmas fluctúan en función de los cambios en su eficiencia, economías de escala y tecnología usada. Estudiar qué tan determinante son estos aspectos, más que una connotación académica, es una herramienta para emitir políticas económicas (Johnson, 2009).

Retomando, en competencia perfecta las firmas tienen iguales condiciones tecnológicas, acceso a la información, libre acceso a los factores productivos; por tanto su producto es homogéneo, todas son eficientes, todas alcanzan el óptimo productivo.

#### *2.2.1 La eficiencia*

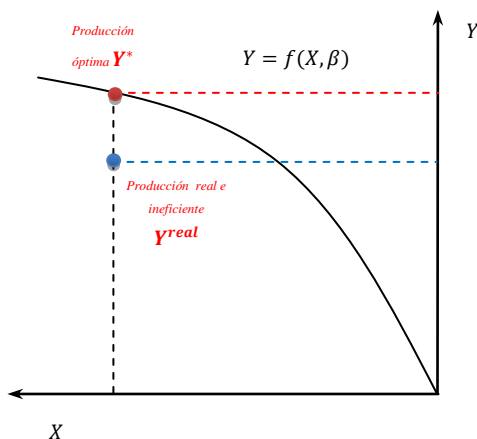
Ser eficiente significa alcanzar una producción de frontera que permita medir la variabilidad del desempeño en relación con el resto de empresas.

Se define a  $Y = f(X, \beta)$  como la función de transformación o función de producción de una firma cualquiera, donde:

- $X$  es los insumos productivos como trabajo, materia prima y capital
- $\beta$  el efecto asociado a cada parámetros de los insumos  $X$

El Gráfico 9 muestra como la producción de la firma no alcanza su máximo posible. El nivel real de producto es inferior al máximo a alcanzar ( $Y^{real} < Y^*$ ). La diferencia entre la producción real y la producción máxima se le atribuye a la ineficiencia de la firma.

**Gráfico 9. Producción óptima vs producción real**



**Elaborado por:** Autor

Existen dos tipos de eficiencia, la técnica y la económica o asignativa.

- Técnica: La concepción más simple sobre la eficiencia técnica se basa en la utilización de las cantidades de insumos relativos para alcanzar un nivel o cantidad de producto establecido (Vergara, 2006).
- Económica: Abarca además de la eficiencia técnica, la elección del mejor método productivo descartando aquellos que no minimicen costos a un nivel monetario de producción dado. Recoge la combinación óptima entre insumos y/o productos en función de las precios del mercado (Vergara, 2006).

Los pioneros en el análisis de la eficiencia-ineficiencia en la producción fueron Debreu (1951) y Farrell (1957). En sus trabajos determinan la eficiencia desde la responsabilidad de las firmas, la mejor asignación de técnica de recursos para alcanzar

el óptimo. Más adelante, el estudio de Aigner, Lovell y Schmidt (1977) añade el factor aleatorio para el cálculo de la eficiencia, este factor recogería todo efecto externo a la firma que la hace ineficiente en sus procesos; nace la metodología de frontera estocástica de producción. La idea que de que las firmas no solo dependen de ellas mismas, sino también de su entorno para ser eficientes, es mejorada gracias a la propuesta de Meeusen y Van den Broeck (1977) inspirados en el trabajo de Farrell (1957). Battese y Coelli (1992, 1995), a partir de la definición teórica de la función de producción estocástica, utilizan la evidencia empírica al aplicar técnicas econométricas a modelos de frontera estocástica (Galicia y Flores, 2012).

### 2.2.2 Frontera eficiente

Ya se enfatizó que las empresas producen al límite de su conjunto de posibilidades de producción para ser eficientes, es decir buscan tener una producción de frontera. La literatura nos habla sobre dos métodos matemáticos para estimar la influencia de la ineficiencia sobre la producción, beneficios o costos; estos son:

- No paramétricos: Su principal característica está en establecer ciertas propiedades sobre la tecnología, esto hace posible evitar supuestos sobre la forma funcional de la frontera (Gonzales, 2011). “Los supuestos sobre la tecnología permiten definir el conjunto de procesos productivos factibles, con los que se delimita el conjunto de planes de producción realizables; se consideran múltiples inputs y outputs” (Quindós et al, 2003). Ejemplo: análisis envolvente de datos (DEA).
- Paramétricos: Su principal característica es definir a priori la forma funcional que tomará la frontera eficiente; siendo esto, a su vez, su principal inconveniente (Gonzales, 2011). Emplean programación matemática y demás técnicas econométricas para inferir los parámetros de la frontera, la misma que tiene su forma funcional definida bajo supuesto (Quindós et al, 2003). Ejemplos: fronteras estocásticas (SFA) y de distribución libre efectos fijos (DFA)

En esta investigación se usa los *métodos de tipo paramétricos*.

### 2.2.3 Frontera determinística

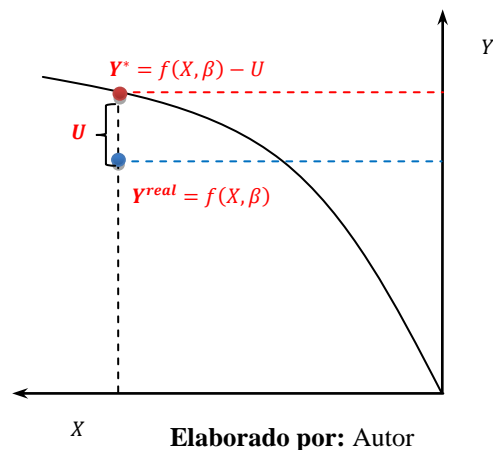
La naturaleza determinista de la frontera hace referencia a que la desviación de una observación de su máximo teórico solo es atribuible a la ineficiencia de la firma (Aigner y Chu, 1968); en otras palabras el problema de ineficiencia es netamente de responsabilidad de la empresa y la falta de competencia en sus procesos.

Si  $Y^{real} < Y^*$ :

Se define a  $U$  como a la diferencia entre estos dos niveles de producción; término siempre positivo que expresa el error en la técnica usada para alcanzar la frontera del conjunto de posibilidades de producción.

Por tanto,  $Y^{real} = Y^* - U$  que es igual ha  $Y^* = f(X, \beta) - U$ .

**Gráfico 10. Frontera de producción con error determinístico**



El indicador de eficiencia-ineficiencia determinística es igual al ratio entre la máxima producción a alcanzar y el nivel de producción alcanzada.

$$TE(Y, X) = \frac{Y}{F(X)}$$

$$0 \leq TE \leq 1$$

Por ello se trata de un modelo que especifica una frontera común a todos los productores, que no discrimina los efectos externos a la empresa que pueden influenciar su desempeño.

### 2.2.3 Frontera estocástica

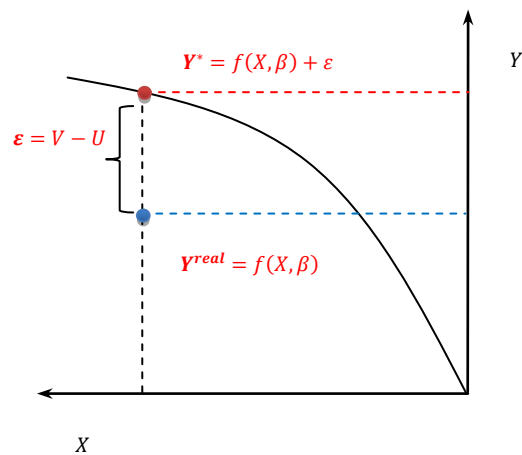
La noción de estocástica se refiere a la ampliación en el método determinístico para así incorporar lo aleatorio, o shocks externos, al desempeño de la empresa o firma que también afectan al nivel de eficiencia de la misma (Vergara, 2006).

Analíticamente el término aleatorio está incluido en el error. A más del determinístico, el término de error recoge los shocks externos en forma de diferencia entre ambos (Aigner et al, 1976).

Entonces si  $Y^* = f(X, \beta) + \varepsilon$ ; tenemos que este nuevo término es un error compuesto por una parte aleatoria ( $V$ ) y otra parte de determinística ( $U$ )

$\varepsilon = V - U$  representa la ineficiencia técnica y la estocástica a la vez.

**Gráfico 11. Frontera de producción con error compuesto**



**Elaborado por:** Autor

Consideremos la forma funcional<sup>12</sup> escalar de la siguiente frontera estocástica propuesta por Belottiet et al (2012), en el cual:

$$y_i = \alpha + x_i' \beta + \varepsilon_i \quad i = 1, \dots, N$$

$$\varepsilon_i = v_i - u_i$$

$$v_i \sim \mathcal{N}(0, \sigma_v^2)$$

$$u_i \sim \mathcal{F}$$

<sup>12</sup> Se asume una forma funcional del tipo logarítmica

- $y_i$  producto, costo o beneficio
- $x_i$ : insumos (precios de los insumos y las cantidades en el caso de una frontera de costos).
- $\beta$ : parámetros a estimar
- $v_i - u_i$ : error compuesto,  $v_i$  y  $u_i$  son independientes entre si.  $v_i$  recoge las condiciones exógenas como errores de medición, también a eventos estocásticas como clima, huelgas, etc.; y  $u_i$  la ineficiencia técnica netamente dicha.
- $\mathcal{F}$ : distribución de probabilidad del error determinístico

Se asume que el error estocástico sigue una distribución normal de media cero y varianza  $\sigma_v^2$ . El tipo de distribución de probabilidad del error determinístico ( $\mathcal{F}$ ), depende del criterio del investigador; generalmente toma distribuciones tales como media normal (*Half-Normal*)  $u_i \sim \mathcal{N}'(0, \sigma_u^2)$ , exponencial  $u_i \sim \mathcal{E}(\sigma_u)$ , y normal truncada (*Truncated Normal*)  $u_i \sim \mathcal{N}^+(\mu, \sigma_u^2)$  (Belottiet et al, 2012).

Suponer a priori la forma funcional de la frontera de producción y la distribución del término de error de ineficiencia técnica, hace que por lo general este modelo se estime mediante el método de máxima verosimilitud (ML), aunque también es posible con mínimos cuadrados ordinarios o el método generalizado de momentos (Belottiet et al, 2012).

### 2.3 Frontera estocástica con datos de panel

Es lógico pensar que mientras el tiempo avanza también con él la productividad, debido a variaciones de la eficiencia, cambios de escala y cambios tecnológicos. Conocer la importancia relativa de estos determinantes es una cuestión de gran interés no sólo a nivel académico, sino también desde un punto de vista de política económica (Johnson, 2009).

Con el objetivo de no solamente saber que tan eficiente es una firma, sino también conocer las causas de esta eficiencia, se aplica un *modelo de dos etapas*. En primer lugar se define y se calcula la frontera con sus correspondientes niveles de eficiencia-ineficiencia, y en segundo lugar se analizan las posibles variables que afectarían a los niveles de ineficiencia y su efecto en los mismos (Genaro, 2011).



La principal ventaja que presenta esta metodología está en que no es necesario conocer los niveles de precios de los insumos y productos, tan solo cantidades, lo que hace más fácil su implementación (Vergara, 2009).

### 2.3.1 Modelización de frontera estocástica con datos de panel

Modelo de tiempo de decaimiento Battese y Coelli (1992): Basado en el desarrollo que hacen Galicia y Flores (2012), a continuación se presenta la parametrización y solución del modelo propuesto por Battese y Coelli (1992):

$$y_{it} = f(x_{it}, \beta) \exp(\varepsilon_{it}) \quad i = 1, \dots, N, t = 1, \dots, T$$

$$\varepsilon_{it} = v_{it} - u_{it}$$

$$v_{it} \sim \mathcal{N}(0, \sigma_v^2)$$

$$u_{it} \sim \mathcal{N}^+(\mu, \sigma_u^2)$$

- $y_{it}$  producto, costo o beneficio de la firma  $i$  en el tiempo  $t$
- $f$ : forma funcional (en este caso es del tipo Cobb Douglas)
- $x_{it}$ : cantidad de insumos de la firma  $i$  en el tiempo  $t$
- $\beta$ : parámetros a estimar, efecto asociado a las entradas de insumos con producto
- $\varepsilon_{it} = v_{it} - u_{it}$ : error compuesto;  $v_{it}$  error de medida o factores aleatorios externos, y  $u_{it}$  ineficiencia técnica responsabilidad de la firma; estos se consideran independientes entre sí.
- $v_{it} \sim \mathcal{N}(0, \sigma_v^2)$ : función de distribución de probabilidad normal para  $v_{it}$
- $u_{it} \sim \mathcal{N}^+(\mu, \sigma_u^2)$ : función de distribución de probabilidad semi-normal para  $u_{it}$ , como  $\mu$  definido positivo.

Primera etapa:

Para resolver la aplicación de la frontera estocástica a través de programación lineal, se utiliza el método de máxima verosimilitud teniendo en cuenta lo siguiente:

Si  $u_{it} > 0 \rightarrow \varepsilon_{it}(v_{it} - u_{it})$  es sesgada y existe ineficiencia técnica; si en cambio  $u_{it} < 0 \rightarrow \varepsilon_{it}(v_{it} - u_{it})$  es simétrica y la firma no posee ineficiencia técnica.

Las funciones de densidad de  $v_{it}$  y  $u_{it}$  se escriben de la forma:

$$f(v_{it}) = (2\pi\sigma_v^2)^{-1/2} \exp[-v^2(2\pi\sigma_v^2)^{-1}]; \text{ y}$$

$$f(u_{it}) = (2\pi\sigma_u^2)^{-1/2} \exp[-u^2(2\pi\sigma_u^2)^{-1}]$$

Ya que los vectores  $v_{it}$  y  $u_{it}$  son independientes entre sí, y  $\varepsilon_{it} = v_{it} - u_{it}$ ; obtenemos la densidad conjunta como el producto de sus densidades individuales:

$$f(u_{it}, v_{it}) = (\pi\sigma_v\sigma_u)^{-1} \exp[-v^2(2\pi\sigma_v^2)^{-1} - u^2(2\pi\sigma_u^2)^{-1}]$$

Luego, para obtener la densidad marginal de  $\varepsilon_{it}$ , según Kumbhakar y Lovell (2000), se integra  $f(u_i, \varepsilon_i)$  en función de  $u_i$  usando la siguiente expresión:

$$f(\varepsilon_{it}) = \int_0^{\infty} f(u_{it}, \varepsilon_{it}) du = 2\sigma^{-1} \phi(\varepsilon\sigma^{-1}) \Phi(-\varepsilon\lambda\sigma^{-1})$$

Donde  $\sigma = [\sigma_v^2 - \sigma_u^2]$ ,  $\lambda = \sigma_u/\sigma_v$  y  $\phi(t)$  con  $\Phi(t)$ , funciones de densidad y de distribución normal.

Finalmente se define el logaritmo natural, del cual se obtienen los estimadores de máxima verosimilitud para  $N$  unidades productivas o empresas:

$$\ln L = k - N \ln \sigma + \sum_1^N \ln \phi(-\varepsilon_{it} \lambda \sigma^{-1}) - (2\sigma^2)^{-1} \sum_1^N \varepsilon_{it}^2$$

La ineficiencia técnica se la mide mediante el ratio de eficiencia-ineficiencia  $\gamma = \sigma_u^2/\sigma_v^2 \in [0,1]$ ; donde un valor de  $\gamma = 0$  explica que las desviaciones respecto a la frontera se explican enteramente por el ruido o factor aleatorio, mientras que un resultado de  $\gamma = 1$  determina que las desviaciones respecto a la frontera son causadas netamente por la ineficiencia (Vergara, 2006).

Segunda etapa:

Luego de encontrar el efecto asociado a las entradas de insumos con el nivel de producto y los índices de eficiencia técnica de la firma, se procede a buscar que cuales son las variables explicativas que influyen sobre la eficiencia técnica.

Siguiendo a Battese y Coelli (1992), el parámetro  $u_{it}$  de eficiencia técnica se define como:

$$u_{it} = (u_i \exp(-\eta(t - T)))$$

Donde se utiliza nuevamente la máxima verosimilitud para estimar el parámetro  $\eta$ , escalar desconocido a ser estimado que explica los niveles de ineficiencia. Eta indica sí la ineficiencia técnica aumenta ( $\eta > 0$ ), permanece constante ( $\eta = 0$ ) o disminuye con el tiempo ( $\eta < 0$ ) (Moreira et al, 2004).

En el año de 1995, Battese y Coelli mejoraron el método para explicar la ineficiencia. Considerando a los  $u_{it}$  como variables aleatorias no negativas que explicarían la ineficiencia técnica, independientemente distribuidas que siguen una distribución normal truncada  $u_{it} \sim \mathcal{N}^+(m_{it}, \sigma_u^2)$  (Moreira et al, 2004).

Se tiene  $m_{it} = z_{it} \delta$ , con:

- $z_{it}$  vector de variables de dimensiones  $(p \times I)$  que pueden afectar a la eficiencia de cada firma en el mercado; y
- $\delta$  un vector  $(I \times p)$  de parámetros a ser estimados que brindan el efecto de cada  $z_{it}$  en  $u_{it}$

## CAPÍTULO III

### MODELIZACIÓN Y RESULTADOS

#### 3.1 Bases de datos

Los datos utilizados para esta investigación provienen del Servicio de Rentas Internas (SRI), específicamente del Centro de Estudios Fiscales (CEF). En concreto se usó la información del Anexo Transaccional Simplificado (ATS), las declaraciones reportadas en el Formulario 101 y la base de Actividad económica por registro único de contribuyente (RUC).

El ATS es un reporte mensual detallado en el cual contribuyentes especiales, instituciones del sector público, autoimpresores, quienes soliciten devoluciones del impuesto al valor agregado (IVA), instituciones financieras, emisoras de tarjetas de crédito, administradoras de fondos y fideicomisos; dan cuenta del número de veces y el monto en dólares transado en sus compras, ventas, exportaciones y la respectiva retenciones de IVA; realizadas con agentes comerciales (locales o extranjeros), identificándolos mediante su RUC (SRI, 2013). El aporte de las bases del ATS está en la relación RUC comprador a RUC proveedor<sup>13</sup>, esta relación de compra-venta hace posible construir la red que existe entre los diferentes agentes comerciales, ya sea del sector privado, del sector público o personas naturales.

Por su parte, el Formulario 101 tiene en sus bases de datos la información sobre los reportes de los balances contables de las sociedades y establecimientos permanentes; detalles sobre el activo, pasivo, patrimonio, estados de resultados y la correspondiente declaración de impuesto a la renta. Este formulario debe ser llenado al final de cada año fiscal<sup>14</sup> (SRI, 2013).

Para este estudio se utilizó la información correspondiente desde el año 2008 al año 2011.

---

<sup>13</sup>El comprador o informante es el contribuyente que reporta cuanto (monto en dólares) adquirió y cuanto de IVA le retuvo a su proveedor o informado; de acuerdo al tipo de bien o servicio que es objeto generador del impuesto en la transacción

<sup>14</sup> Año fiscal es un lapso de 12 meses durante los cuales la empresa o persona natural obligada a llevar contabilidad realizó sus actividades económicas.

## 3.2 Minería de datos

### 3.2.1 Depuración del ATS

1. Selección de variables de interés y validación de las mismas: Se conservó la identificación del comprador o `ruc_comprador`, la identificación del proveedor o `ruc_proveedor`, fecha de la transacción, tipo de comprobante, base imponible grabada, base imponible no grabada y base imponible tarifa cero.

Se calculó el total de la base imponible sumando las bases grabadas, no grabadas, y con tarifa cero; se comprobó que cada RUC, sea de comprador o de proveedor, cumpla con la estructura que debe tener el mismo, es decir  $RUC = \text{número de cédula de ciudadanía} + '001'$ , ejemplo:  $RUC = 1721756748 + 001 = 1721756748001$ , que no contengan letras y que cumplan con los 13 caracteres; a fin de trabajar solo con agentes nacionales. Como no es del interés de la investigación, se excluyó a los posibles proveedores internacionales utilizando un filtro en base al tipo de comprobante, específicamente transacciones con el extranjero.

Por último, en este paso se conserva solamente los casos (transacciones) que registren en la total base imponible valores mayores de cero.

2. Agregación de casos y nueva periodicidad: Para posteriormente poder consolidar las bases del ATS con las del Formulario 101, es necesario mantener la misma periodicidad en estas, es así que se agregó cada caso de comprador-proveedor a un nivel anual.
3. Mismo número de compradores como de proveedores, construir la red de comercio de agentes nacionales: Fue procurar que los mismos RUC se encuentren en la columna de compradores y de proveedores, sean o no compradores-proveedores o solamente uno de los dos.

Este proceso se realizó empleando las diferentes herramientas del software STATA versión 12.1.

### 3.2.2 Depuración del Formulario 101

1. Selección de variables de interés y validación de las mismas: Al igual que en las bases del ATS, para el Formulario 101 se conservó las respectivas variables para

calcular el total de activos, pasivos, patrimonio, ventas por producción, total de costos y gastos de la siguiente manera:

- $Activos = activos\ a\ largo\ plazo + activos\ diferidos + activos\ fijos + activos\ corrientes$
- $Pasivos = pasivos\ a\ largo\ plazo + pasivos\ diferidos + pasivos\ fijos + pasivos\ corrientes$
- $Ventas\ por\ producción = ventas\ netas\ locales\ gravadas\ con\ tarifa\ 12\% + ventas\ netas\ locales\ gravadas\ con\ tarifa\ 0\% + exportaciones\ netas$
- $Total\ de\ costos\ y\ gastos = total\ gastos + total\ costos$
- $Patrimonio = total\ del\ patrimonio$

Se realiza este procedimiento para los años 2008 al 2011.

También, se rescató al RUC de las sociedades como variable de identificación, misma que se verificó que cumpla con la estructura de 13 dígitos numéricos.

Este proceso se realizó empleando las diferentes herramientas del software STATA versión 12.1.

### 3.2.3 Red y nuevas bases

1. Cálculo de índices de centralidad de red: Para el cálculo de las medidas de centralidad de red como el grado, grado de entrada, grado de salida e intermediación para cada RUC (compradores y proveedores por igual); se ejecutó la librería 'igraph' del software The R Project for Statistical Computing versión 3.0.0, sobre la base depurada del ATS. Usando diferentes comandos de esta librería se construyó el grafo de la red comercial entre sociedades, sector público y personas naturales que llevan contabilidad.
2. Base de índices de red: Se consolidaron los resultados de cada indicador de red en bases individuales para cada RUC, se realizó este procedimiento para los años 2008 al 2011.
3. Unión de índices de red y Formulario 101: Se realizó el *matching* o la unión de las bases de indicadores de centralidad de red con las bases depuradas del

Formulario 101, usando como identificador de base al RUC se obtuvo una base de estas variables por cada año de estudio. Al momento de unir bases, solamente se conservaron las observaciones que se empatan con los RUC existentes en la base del 101, es decir solamente se continúa con las sociedades y establecimientos permanentes.

4. Datos de panel e identificación por CIU: Usando el comando *reshapelong* se transformó a la base a *data panel* de temporalidad anual a nivel de RUC. Nuevamente se realizó un *matching* de la *data panel* con la base de Actividad económica por RUC.

En este proceso también empleó las diferentes herramientas del software STATA versión 12.1.

Finalmente se obtuvo una base de datos de panel lista para la aplicación del modelo, cuyas características se describen en las siguientes tablas y gráficos:

**Tabla 3. Casos de RUC por año**

<b>Año</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Cum,</b>
2008	58301	23,33	23,33
2009	61624	24,66	48,00
2010	65307	26,14	74,13
2011	64628	25,87	100,00
<b>Total</b>	<b>249860</b>	<b>100</b>	<b>---</b>

**Elaborado por:** Autor  
**Fuente:** SRI

Un total de 249860 observaciones o RUC de sociedades se registran en la base de estudio, 58301 casos para el año 2008 que representa el 23% de total, 61624 observaciones para el año 2009 o el 25% de la base, 65307 para el año 2010 o el 26% del total y 64628 sociedades para el año 2012 que también recoge el otro 26% del total de observaciones. Estos datos se pueden observar en detalle en la Tabla 3.

**Tabla 4. Casos CIU un dígito, 2008-2011**

<b>Código</b>	<b>Nomenclatura</b>	<b>N</b>	<b>Porcentaje</b>
A	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	9682	3,87%
B	Pesca	3485	1,39%
C	Explotación de minas y canteras	1937	0,78%
D	Industrias manufactureras	19012	7,61%
E	Suministro de electricidad, gas y agua	434	0,17%
F	Construcción	15040	6,02%
G	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos	58655	23,48%
H	Hoteles y restaurantes	4410	1,76%
I	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	22042	8,82%
J	Intermediación financiera	10958	4,39%
K	Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	55805	22,33%
L	Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	6881	2,75%
M	Enseñanza	7489	3,00%
N	Servicios sociales y de salud	10567	4,23%
O	Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales	23275	9,32%
P	Hogares privados con servicio doméstico	14	0,01%
Q	Organizaciones y órganos extraterritoriales	174	0,07%
<b>TOTAL</b>		<b>249860</b>	<b>100,00%</b>

**Elaborado por:** Autor

**Fuente:** SRI

Tal como se aprecia en la Tabla 4, la mayoría de las observaciones se encuentran concentradas en las ramas de comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos; y actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler. Un total de 114460 empresas o negocios se dedican a las mencionadas actividades, esto representan el 45% del total de observaciones. Mientras tanto, acumulando un total de tan solo 622 observaciones, las ramas de actividad suministro de electricidad, gas y agua; organizaciones y órganos extraterritoriales; y hogares privados con servicio doméstico; son las menos representadas en esta base, representan solamente el 0,25% del total de RUC en la base.



### 3.3 Modelo

Como dice Vergara (2006), el tipo de estudio depende del objetivo del investigador, elegir cuál concepto de eficiencia se debe usar es una decisión fundamental para el análisis. La investigación obedece a la pregunta que se quiere responder:

- Si se sospecha de la existencia de economías de escala, usará una función de costo.
- Si quiere estudiar sobre el margen de ganancias y maximización de los beneficios escogiendo la combinación de insumos y productos óptimos, utilizará una función de beneficio.

El fin de esta investigación es descubrir cuál es la correlación y el efecto existente entre la centralidad que tiene una empresa, centralidad medida mediante los índices de red y sus niveles de ganancia, sujeto a la actividad económica que realice la firma.

Para responder esta pregunta se integran dos conceptos que son la Teoría de Grafos y la eficiencia productiva con el Método de Frontera Estocástica.

Concretamente se busca conocer el efecto que tienen las variables explicativas, y en especial las de centralidad de red, sobre el margen de ganancia o beneficio de las empresas de cada rama de actividad, a un nivel de agregación CIIU<sup>15</sup> a un dígito; bajo un modelo con forma funcional tipo log-log, en una regresión lineal de frontera estocástica, método de máxima verosimilitud de Battese y Coelli 1995 (BC95).

#### 3.3.1 Modelo econométrico y variables de estudio

$$\ln\pi_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln(BET_{it}) + \beta_2 \ln(DIN_{it}) + \beta_3 \ln(DOUT_{it}) + \beta_4 \ln(VEN_{it}) + \beta_5 \ln(PA\_AC_{it}) + \varepsilon_{it}$$

Dónde:

- $i = 1, \dots, N$  firmas o empresas.  $N=249860$
- $t = 1, \dots, T$  periodos de estudio (anual).  $T=4$
- $\pi_{it}$  es el ratio de ganancias sobre activos
- $BET_{it}$  participación relativa del índice de intermediación o ‘betweenness’ respecto a la media de su rama de actividad

---

<sup>15</sup> Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas, tercera revisión (Rev.3) (UNSTATS, 2013).

- $DIN_{it}$  es la participación relativa del grado de entrada de la firma respecto a la media de su rama de actividad.
- $DOUT_{it}$  es la participación relativa del grado de salida de la firma respecto a la media su rama de actividad.
- $VEN_{it}$  es la participación de la firma en las ventas
- $PA\_AC_{it}$  es el valor del pasivo dividido para el activo
- $\beta_p$  son los parámetros a estimar, elasticidad o efecto asociado a las variables explicativas  $p$
- $\varepsilon_{it} = v_{it} - u_{it}$  es el error compuesto,  $v_{it}$  es el error de medida o factores aleatorios externos; y  $u_{jt}$  es la ineficiencia técnica responsabilidad de la firma.  $v_{it} \sim \mathcal{N}(0, \sigma_v^2)$  función de distribución de probabilidad normal para  $v_{it}$ .  $u_{ijt} \sim \mathcal{N}^+(\mu, \sigma_u^2)$  función de distribución de probabilidad normal truncada para  $u_{it}$ , como  $\mu$  definido positivo.

Antes de representar los resultados de la investigación, es necesario hacer observaciones sobre las variables y la presentación de los mismos:

1. Se toma en cuenta la eficiencia técnica y estocástica en el proceso de inferencia de las elasticidades de cada variable, pero al no ser esta la finalidad de la investigación, no se presentan los valores de sigma de  $u$  ( $\sigma_u$ ), sigma de  $v$  ( $\sigma_v$ ), lambda ( $\lambda$ ) y gama ( $\gamma$ ), medidas de la eficiencia en frontera estocástica.
2. Las variables participación relativa del índice de intermediación, participación relativa del grado de entrada y participación relativa del grado de salida, son consideradas como los indicadores o medidas de centralidad de red; mientras que la participación en las ventas y el valor del pasivo dividido para el activo, son consideradas como variables de estructura.
3. Se dividen al monto de ganancias y al monto de pasivos para el activo para evitar cualquier sesgo que venga por el tamaño de empresa.
4. Las variables grado de entrada y grado de salida se las divide para el promedio de su rama de actividad para evitar el sesgo por número de transacciones, ya que netamente esta variable recoge la frecuencia de compras y ventas más no el monto que se transó en las mismas y esto generaría ruido en la regresión. El grado de salida se traduce como el número de ventas efectuadas por parte de una empresa hacia otras empresas dentro de la red; bajo el mismo sentido el grado de

entrada es el número de compras concretadas desde varias empresas de la red hacia una empresa de destino.

5. De la misma manera, la intermediación se divide para el promedio de su rama de actividad para evitar cualquier sesgo que provenga de pertenecer a una rama de actividad en específico. Este índice al contabilizar el número de caminos que pasan por un nodo, en este caso por una empresa o sociedad (RUC), recoge el eslabonamiento o encadenamiento entre un sector económico y otro, mediante la transformación o comercialización de un bien o servicio. Cabe recalcar que por la naturaleza de las bases no es posible identificar el tipo de producto o servicio que se comercializa, entonces mediante el uso del ‘betweenness’ se incorpora implícitamente este aspecto.
6. Se corrió el modelo por rama de actividad, es decir para diez y seis clasificaciones por CIU a un dígito; se excluyó a Hogares privados con servicio doméstico (P) por haber tan solo 14 observaciones en 4 años.

### 3.4 Resultados

La siguiente tabla muestra las elasticidades o *betas* resultantes de aplicar la rutina ‘*sfppanel*’ método BC95, regresión de frontera estocástica con *data panel*, del paquete STATA versión 12.1.

Las elasticidades correspondientes a cada variable explicativa se deben interpretar como porcentajes de crecimiento o disminución, que afectan al ratio de ganancias sobre activos el cual es la variable dependiente. La correcta lectura de los resultados está en hablar sobre el respectivo efecto beta que tiene una variable explicativa (de centralidad o de estructura) - sobre las ganancias de las firmas de cada rama de actividad- cuando el valor de esta variable aumente en una unidad. Esto bajo la idea de *ceteris paribus*<sup>16</sup>, siempre y cuando el valor beta sea estadísticamente significativo a un nivel de confianza del 95% o 90%.

---

<sup>16</sup>Expresión en latín que llevada al español quiere decir ‘permaneciendo el resto constante’

**Tabla 5. Resultados-Regresión de frontera estocástica BC95**

Rama de actividad	stat	ln( $\pi$ )					
		ln_rel_bet_	ln_rel_in	ln_rel_out	ln_ventas	ln_pas_act	Const
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	beta	-0,0013	-0,0128	-0,0024	0,0063	-0,0257	0,0550
	P> z	0,137	0,000	0,409	0,000	0,000	0,000
	sig-> alfa		***		***	***	***
Pesca	beta	-0,0004	0,0045	-0,0164	0,0102	-0,0426	0,0321
	P> z	0,791	0,001	0,000	0,000	0,000	0,111
	sig-> alfa		***	***	***	***	
Explotación de minas y canteras	beta	0,0004	0,0011	-0,0076	0,0121	-0,0129	0,0977
	P> z	0,828	0,837	0,082	0,000	0,045	0,000
	sig-> alfa			**	***	***	***
Industrias manufactureras	beta	-0,0005	0,0164	0,0025	0,0135	-0,0433	-0,0013
	P> z	0,417	0,000	0,093	0,000	0,000	0,889
	sig-> alfa		***	**	***	***	
Suministro de electricidad, gas y agua	beta	0,0003	-0,0148	0,0019	0,0077	-0,0105	0,0552
	P> z	0,930	0,092	0,778	0,000	0,119	0,065
	sig-> alfa		**		***		**
Construcción	beta	-0,0013	-0,0192	0,0030	0,0161	-0,0252	0,0505
	P> z	0,125	0,000	0,256	0,000	0,000	0,000
	sig-> alfa		***		***	***	***
Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos...	beta	0,0014	0,0085	0,0013	0,0125	-0,0487	0,0108
	P> z	0,000	0,000	0,100	0,000	0,000	0,028
	sig-> alfa	***	***	**	***	***	***
Hoteles y restaurantes	beta	-0,0020	0,0002	-0,0028	0,0156	-0,0418	0,0092
	P> z	0,189	0,961	0,420	0,000	0,000	0,625
	sig-> alfa				***	***	
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	beta	0,0016	-0,0073	0,0011	0,0110	-0,0146	0,0887
	P> z	0,006	0,000	0,499	0,000	0,000	0,000
	sig-> alfa	***	***		***	***	***
Intermediación financiera	beta	0,0012	0,0044	0,0023	0,0082	-0,0021	0,0979
	P> z	0,000	0,300	0,242	0,000	0,015	0,000
	sig-> alfa	***			***	***	***
Actividades inmobiliarias, empresariales...	beta	0,0008	0,0063	0,0016	0,0132	-0,0189	0,0943
	P> z	0,050	0,000	0,169	0,000	0,000	0,000
	sig-> alfa	***	***		***	***	***
Administración pública y defensa; planes de seguridad...	beta	-0,0016	-0,0039	0,0050	0,0011	-0,0063	0,2460
	P> z	0,285	0,423	0,253	0,279	0,053	0,000
	sig-> alfa					**	***
Enseñanza	beta	-0,0020	0,0102	0,0030	-0,0042	-0,0079	0,2805
	P> z	0,111	0,011	0,435	0,000	0,007	0,000
	sig-> alfa		***		***	***	***
Servicios sociales y de salud	beta	-0,0001	-0,0127	0,0145	-0,0019	0,0005	0,2523
	P> z	0,940	0,003	0,001	0,023	0,844	0,000
	sig-> alfa		***	***	***		***
Otras actividades de servicios comunitarios...	beta	0,0010	-0,0040	-0,0034	-0,0019	0,0025	0,2562
	P> z	0,255	0,199	0,242	0,003	0,138	0,000
	sig-> alfa				***		***
Organizaciones y órganos extraterritoriales	beta	-0,0087	-0,0378	0,0045	-0,0050	-0,0020	0,3276
	P> z	0,588	0,524	0,942	0,715	0,956	0,013
	sig-> alfa						***

\*\*

\*\*\*

variable estadísticamente significativa a un nivel de confianza del 90%  
variable estadísticamente significativa a un nivel de confianza del 95%

Elaborado por: Autor

### *3.4.1 Participación relativa del índice de Intermediación*

Él o los nodos con una gran centralidad de intermediación dentro de una red tendrán gran influencia en otros nodos, ya que pueden detener o distorsionar el flujo que pase a través de él (Martínez et al, 2012). Existen firmas que ven afectadas, o no, sus niveles de ganancias por su posicionamiento o su centralidad de intermediación en el mercado, de acuerdo a la actividad económica en la que producen.

Empresas dedicadas al comercio al por mayor y al por menor de bienes manufacturados, comercio de automotores, transporte, almacenamiento y comunicaciones, intermediación financiera, y actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler; ven afectadas positivamente sus ratios de ganancia con respecto a su centralidad de intermediación en la red empresarial. Todas estas actividades son netamente transversales en la economía.

Dedicarse al comercio al por menor y al por mayor de cualquier bien o servicio, provee beneficios a través de la diferencia entre el precio compra y el precio de venta de la mercancía; se puede decir que se genera un 'falso valor agregado' por cada intermediario que atraviesa un producto desde la fábrica hasta el consumidor final. También, firmas que negocian la compra-venta, fideicomiso, alquiler y la administración de bienes inmuebles, tienen sus márgenes de ganancia íntimamente ligados a la intermediación en el mercado.

La intermediación financiera es una actividad encasillada en el sector terciario de la economía respectivamente. Las empresas que actúan dentro de esta actividad se las puede ver como proveedoras de factores de producción. Por el lado de la capitalización y acreditación de dinero a las diferentes industrias y negocios, se tiene a los bancos y cooperativas públicas y privadas. Es así que el resultado obtenido es coherente con la lógica económica, el efecto que genera la intermediación sobre las ganancias de las empresas de esta rama de actividad es positivo.

Naturalmente la esencia intermediadora que tienen las empresas que se dedican a actividades como el transporte, el almacenamiento o las comunicaciones, ven como sus niveles de ganancia son directamente proporcionales con sus respectivos indicadores de centralidad de red por intermediación. La posición que ocupa este tipo de empresas dentro de entramado productivo es fundamental para la economía en general, ya que la

movilización de bienes y valores, el almacenamiento de productos y el servicio de comunicaciones son necesidades a satisfacer constantemente por todo tipo de industria.

En contraste, la intermediación se muestra como una variable no significativa para los niveles de ganancia de las empresas de las ramas de manufactura, construcción, suministro de electricidad, gas y agua, explotación de minas y canteras, la hotelería y la restaurantería, administración pública, enseñanza, servicios sociales y de salud, otras actividades de servicios comunitarios, organizaciones y órganos extraterritoriales.

Las ramas de actividad explotación de minas y canteras, y el suministro de electricidad, gas y agua; pertenecen al sector secundario de la economía. Las empresas que actúan dentro de estas actividades son proveedoras de insumos productivos por excelencia. Básicamente son las empresas públicas quienes suministran energía, ya sea de combustión fósil (GLP<sup>17</sup>, gasolina, diesel) o renovables como la electricidad; proveen el servicio de agua potable para el consumo de los hogares o como insumo básico para la producción. Sin embargo su centralidad de red no influye sobre sus ratios de ganancia.

La hotelería y la restaurantería tan poco ven alteradas, positiva o negativamente, su renta por acción de la intermediación. Hoteles y restaurantes ofertan sus servicios en los ‘últimos eslabones’ de la economía (sector terciario); la intermediación no actúa de forma directamente sobre la utilidad. Es importante destacar que existe un crecimiento del turismo en el país lo que implica mejores y mayores ingresos para hoteles y restaurantes que son actores directos de este sector; sus ingresos y utilidades se deben a otros factores.

Los negocios agrícolas, ganaderos, de silvicultura, de caza y pesca, no tienen influenciadas sus ganancias por efecto de la intermediación, ya que se encuentran al ‘principio’ de la economía, es decir por pertenecer al sector primario de la misma y proveer básicamente materias primas.

Tampoco existe efecto alguno de la intermediación sobre la utilidad para la industria manufacturera y la construcción; el transformar materias primas en bienes tangibles, bienes inmuebles e infraestructura, puede dejar independientes a estas ramas de actividad del ritmo de compra-venta de la economía.

---

<sup>17</sup> Gas licuado de petróleo

De la misma manera, actividades administrativas, de salud y sociales, y organizaciones extraterritoriales están libres de la influencia de la intermediación sobre sus ganancias por ser netamente servicios pertenecen al sector terciario de la economía, es decir están al ‘final’ de la línea.

#### *3.4.2 Participación relativa del grado de entrada*

El semigrado interior o grado de entrada es el número de arcos dirigidos desde uno o más nodos de una red hacia un nodo en particular (Martínez et al, 2012).

Empresas de las ramas de actividad como la pesca, industrias manufactureras, comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos; actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler; enseñanza; ven como la incidencia del número de adquisiciones de bienes y servicios afecta en sus márgenes de ganancia.

Para explicar el efecto positivo de la participación relativa del grado de entrada sobre las ganancias de las empresas dedicadas la pesca, se toma en cuenta las políticas públicas a favor de los pescadores artesanales como los créditos para insumos de trabajo y la prohibición de la pesca de arrastre<sup>18</sup>. Los pescadores pueden acceder a créditos para activos fijos con un plazo máximo de pago de 10 años y 3 años para capital de trabajo, estos con un interés del 7% anual (García, 2013). De esta manera el consumo reflejado en el número de transacciones de compra afecta positivamente a los márgenes de ganancia de las firmas.

Con respecto a las industrias manufactureras, la correlación positiva entre el número de adquisiciones y los márgenes de ganancia, puede explicarse en base al apoyo gubernamental que existe desde al año 2009; la política industrial que el Estado ha ejecutado hasta el año 2012. “La estrategia está en dirigir el ahorro hacia la inversión productiva a fin de generar más empleo, mayor valor agregado y competitividad” (Abad, 2009). Mayores inversiones y liberación de aranceles hacia la compra de bienes de capital, más la adquisición de materia prima nacional pueden explicar este resultado.

El comercio de bienes y servicios al por mayor y por menor siempre ha sido gran fuente de empleo, de compras y ventas. Netamente la acción de vender y revender es lo

---

<sup>18</sup> Pesca de arrastre o retropesca, es la técnica de captura que utiliza una red lastrada que barre el fondo de la mar capturando todo lo que encuentra a su paso.

que genera ganancia a los negocios de esta rama de actividad, es decir mientras más compren más habrá para vender y ganar.

Para hablar sobre las actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler y la enseñanza, podemos sintetizar el análisis usando el factor común que existe entre estas ramas de actividad, todas pertenecen al sector terciario de la economía. Al ser el final de la cadena, el sector de servicios es el eslabón más beneficiado con respecto al consumo y distribución, el papel que juega el tercer sector sobre los otros dos es el de dirigir, organizar y facilitar la producción de los mismos, esto brinda ventajas en la adquisición de bienes y servicios a fin de incrementar los beneficios de las firmas (Yáñez y Teruel, 1997).

Sin embargo, las firmas que ejercen dentro de las ramas de actividad como la construcción, el suministro de electricidad, gas y agua; la agricultura, ganadería, caza y silvicultura; el transporte, almacenamiento y comunicaciones; y servicios sociales y de salud, ven como el número de compras es inverso hacia sus niveles de ganancias.

Las firmas dedicadas a las actividades agropecuarias, del Ecuador como a nivel mundial, han experimentado un aumento brusco en los precios de las materias primas agrícolas. Según datos del Fondo Monetario Internacional (FMI), la tendencia del precio de estas mercancías ha sido a la alza desde el año 2008; 87,32 puntos en el índice de precios para el año 2008, para el año 2009 aumentó a 111,01 puntos, 146,61 en el 2010 siendo el más alto de los últimos 5 años, para el año 2011 bajo a 129,57 y 132,68 para el 2012. El efecto negativo de las compras sobre la utilidad se puede explicar mediante la inflación en el precio de los commodities.

Como explicación de la correlación negativa entre la participación relativa del grado de entrada y las ganancias, de las empresas dedicadas a suministrar electricidad, gas o agua; se puede hablar sobre el nivel de importaciones de GLP y el problema del contrabando en las fronteras sur y norte. El problema del contrabando, más allá de ser un inconveniente para los proveedores, afecta al presupuesto y a las necesidades del consumidor final, mismo que experimenta los desabastecimiento repentinos de gas licuado de petróleo en las ciudades de Quito, Guayaquil, Ambato, etc.

De nuevo, y basándose en los reportes sobre los precios de las materias primas como el hierro emitidos por el FMI, es posible explicar la correlación negativa entre la frecuencia de compra y el margen de ganancia del sector de la construcción. El costo



por tonelada métrica del hierro para finales de año 2008 fue de US\$ 69,98, aumento a US\$ 105,25 en el 2009, llegó a su punto más alto para el 2010 un precio de US\$ 168,53, cayó a US\$ 136,46 para el año 2011 y para el 2012 cerró en US\$128,87. Se ve claramente la repercusión de la crisis financiera mundial sobre el precio de las materias primas.

Los servicios sociales y de salud también presentan una relación inversa entre su participación relativa del grado de entrada y sus márgenes de ganancia. Al parecer el servicio de atención médica, física y mental de la población no es un negocio al cual se le facilite adquirir insumos a precios convenientes, sea porque sus proveedores (locales o extranjeros) no poseen economías de escala o no hay beneficios de ley hacia esta actividad económica.

Por su parte, y en contraste, las empresas pertenecientes a la explotación de minas y canteras; hoteles y restaurantes; administración pública y defensa, planes de seguridad social de afiliación obligatoria; otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales; intermediación financiera; y organizaciones y órganos extraterritoriales; no verán afectada su rentabilidad por acción del número de compras que realicen.

### *3.4.3 Participación relativa del grado de salida*

Como la noción anterior, el grado de salida es el número de arcos dirigidos desde uno no específico hacia un o más nodos de una red (Martínez et al, 2012).

La pesca, explotación de minas y canteras; servicios sociales y de salud; comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos; industrias manufactureras; y servicios sociales y de salud, son las ramas de actividad donde influye la elasticidad o beta del número de operaciones de venta sobre las ganancias de sus empresas.

Ahora, el efecto que genera las ventas sobre el beneficio en la pesca es inverso; un aumento de las ventas curiosamente hace que la utilidad baje. Ya se recalcó que la pesca, como las actividades agropecuarias y la silvicultura, pertenecen al sector primario de la economía y por tanto no genera valor agregado en sus productos, es más vulnerable a fallas de mercado como monopolios, monopsonios y oligopolios. Se puede explicar el que un aumento en el número de ventas afecte negativamente a las ganancias teniendo en cuenta la presencia de monopsonios en la pesca; existe mucha oferta pero

solo un comprador, un solo centro de acopio de pescados y mariscos puede imponer un precio de compra menor que el costo de capturar cada unidad pescada.

El caso es similar para la explotación de minas y canteras, también hay una correlación negativa entre la participación relativa del grado de salida y los márgenes de ganancia. El precio del petróleo siempre está fluctuando en el mercado con gran volatilidad, “en los últimos 5 años tenemos que el precio promedio del barril de petróleo fue de US\$ 59,86 en el 2007; US\$ 82,95 en el 2008; disminuyó a US\$ 52,56 en el 2009; subió a 71,93 en el 2010; y, alcanzó los 96,93 en el 2011” (Banco Central del Ecuador, 2012). Según el BCE el precio del barril de crudo para el año 2012 fue de US\$ 98,66 y para el 3 de octubre del año en curso (2013) es de US\$ 104,10. Con este escenario y también el tipo de producto que extraen las empresas de este tipo de actividad (petróleo, metales y material de cantera), es comprensible la correlación negativa entre ventas y ganancias.

Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos; presenta una elasticidad directamente proporcional entre ventas y ganancias. Las ventas del comercio en general y las actividades relacionadas con automotores hayan crecido en este último lustro. Por ejemplo, el sector automotor ha permanecido fuerte a pesar de la reciente crisis financiera; según cifras de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE), en el Ecuador se han vendido 112684 automotores para el año 2008, 92764 para el 2009, 132172 unidades para el año 2010, 139893 para el 2011 y 121446 vehículos para el 2012 (AEADE, 2012); por ende todas las actividades ligadas a esta industria crecen a la par.

El valor agregado, el valor plasmado mediante la transformación de las materias primas en manufacturas, hace que mientras aumenta el número de ventas, también se incrementan las ganancias de las firmas dedicadas a la producción de bienes con valor agregado, empresas de la Industria Manufacturera.

Negocios dedicados a prestar servicios sociales y de salud incrementan su utilidad al atender a más usuarios cada vez. La salud es un servicio vital para toda sociedad, la población naturalmente acude a cualquier establecimiento público o privado a tratar sus enfermedades más frecuentes como gripe, problemas gástricos, problemas

dermatológicos, etc.; generalmente sin restringir el costo de la atención médica a sus ingresos.

En contraste, las demás ramas de actividad como la agropecuaria; industrias manufactureras; suministro de electricidad, gas y agua; construcción; hoteles y restaurantes; transporte, almacenamiento y comunicaciones; intermediación financiera; actividades inmobiliarias; administración pública y defensa; enseñanza; otras actividades de servicios comunitarios; organizaciones y órganos extraterritoriales; no les es relevante el número de ventas concretadas de bienes o servicios. Se puede decir que la utilidad está en el monto total de la venta más que cuantas veces han vendido.

### **3.5 Conclusiones**

- Se observa una relación directa entre la conceptualización de los sectores económicos primario, secundario y terciario, y la centralidad en la red por intermediación o '*betweenness*'. Cada empresa o firma dependiendo de si su actividad económica pertenece al principio, al centro o al final de la cadena productiva; tiene un nivel de ganancias favorecido por la posición en el eslabonamiento de la economía. Básicamente las empresas que se dedican al comercio, intermediación financiera, alquiler o servicios en general, se ven favorecidas por su centralidad de intermediación en los resultados de su ejercicio económico; mientras que el sector primario agropecuario, silvicultor, pesquero, no ganan mayor beneficio por ser el principio de la economía.
- Realizar un mayor número de compras para el negocio beneficia a los sectores sensibles de la economía como a los sectores estratégicos de la misma. La pesca, como ya se explicó, es parte del sector primario de la economía y es muy sensible a los fallos del mercado y a las variaciones de precios; esta actividad es beneficiaria de políticas públicas que favorecen su actividad a nivel artesanal, lo cual repercute positivamente en la adquisición de maquinaria e insumos productivos. Sectores estratégicos como la industria de manufacturas, es fundamental dentro del plan del actual gobierno y la consecución de varios objetivos; es así que el adquirir bienes de capital, dirigir el crédito público y privado hacia estos sectores, entre otras medidas, son netamente inversión y no gasto a fin de generar más empleo y valor agregado.

- El vender más veces no necesariamente significa tener más ganancia, incluso puede ser negativa sobre la renta. La pesca como actividad primaria no genera mayor valor agregado en sus productos; fallas de mercado como monopolios, monopsonios y oligopolios, pueden perjudicar su ejercicio económico. También la volatilidad en los precios puede hacer que las ventas. Sin embargo, la incorporación de valor agregado mediante el proceso de transformación de materia prima en bienes o servicios, es el hecho que hace, que a pesar de las variaciones de precio y la inestabilidad de los mercados, las empresas de la industria manufacturera vendan constantemente y aumenten sus ganancias.
- La Teoría de Redes y los indicadores de centralidad de la Teoría de Grafos, aportaron con una perspectiva diferente y nuevas variables para explicar el comportamiento de las firmas o empresas.
- La fusión entre la teoría y la técnica, estén estas basadas en la economía, la filosofía, las matemáticas, o en cualquier otro campo; dan lugar a nuevos y mejores análisis sobre la realidad que nos rodea, superando el parcialismo y el reduccionismo que impone seguir un camino lineal.
- La información que posee el Servicio de Rentas Internas es amplia y se presta para realizar diversos estudios, no solo sobre la recaudación fiscal del Estado sino también sobre la productividad, rentabilidad e incluso el uso de mano de obra que emplea cada empresa registrada en el Ecuador.

### **3.6 Recomendaciones**

- A fin de agilizar este tipo de investigaciones de análisis empírico, es necesario que exista una buena cooperación interinstitucional o una relación dinámica entre el grupo investigador y los administradores de las fuentes de información; de esta manera se reduciría el tiempo y los resultados del estudio serían más precisos y oportunos.
- Siempre es necesario depurar, limpiar y construir las bases de datos según sea la necesidad del investigador y su estudio.
- Trabajar con más de un paquete informático o software especializado multiplica las opciones y herramientas para la depuración y el análisis de datos.

- La investigación en conjunto, es decir mediante un grupo de trabajo especializado, incrementa las posibilidades de hallar resultados relevantes y nuevas conclusiones sobre la teoría, la técnica o la información.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arghoty, A. (2011) “Encadenamiento productivo del sector textil en el Ecuador”. Quito-Ecuador.
- Benetti, C. (2010). “Tendencias de las ciencias económicas: balance y perspectivas”. *Lecturas de economía*: 7-21.
- Berlin, I. (1980). *Against the curment*. Nueva York: The Viking Press.
- De Paz Báñez, M., y Miedes Ugarte, B. (1996). “Complejidad Y Ciencia Económica”. V *Jornadas de Economía Crítica*.
- Diestel, R. (2010). *Graph Theory*. Texas: Springer-Verlag.
- Easley, D., y Kleinberg, J. (2010). *Networks, Crowds, and Markets. Reasoning about a Highly Connected World*. New York: Cambridge University Press.
- Ferrari, S. (2005). “La complejidad: un nuevo enfoque de la economía financiera”. *Contaduría y Administración* 216: 73-99.
- Guervós, M. (2008). “Redes sociales: una introducción”. Departamento Arquitectura y Tecnología de Computadores. Universidad de Granada, España.
- Lozares, C. (1996). “La teoría de redes sociales”. *Revista de sociología* 48: 103-126.
- Martínez, S., Alexandrova, B., Bravo, B., & Solórzano, J. P. (2012). “An Empirical Study of the Mexican Banking System's Network and its Implications for Systemic Risk”. *Banco de México*.
- Mas-Colell, A., Whinston, D., Green J. (1995). *Microeconomic Theory*. Nueva York: Oxford University Press, Inc.
- Mateos, J. L. (2007). “Caos y Complejidad. Evolución y Ambiente”. *Evolución y Ambiente. En busca de un nuevo paradigma*: <http://www.iieh.com/complejidad-y-sistemica/51-caos-y-complejidad>. 15/05/2013
- McGregor, S. L. (2012). “Complexity economics, wicked problems and consumer education”. *International Journal of Consumer Studies*: 61-69.
- Medio, A., y Gallo, G. (1995). *Chaotic dynamics: Theory and applications to economics*. Cambridge: Cambridge University-Press.
- Miceli, J., Guerrero, S., Quinteros, R., Díaz, D., Jordan, M., y Castro, M. (2005). “Teorías de la Complejidad y el Caos en Ciencias Sociales. Modelos Basados en Agentes y Sociedades Artificiales”. *Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales (REDES)*: 78-94.

- Olmedo, E., y Mateos, R. (2002). “Implicaciones del Caos determinista en la Economía y la gestión empresarial”. *Encuentros multidisciplinares*: 39-46.
- Perona, E. (2005). “Ciencias de la Complejidad: ¿La economía del siglo 21?”. *Apuntes del CENES*: 27-54.
- Perroux, F. (1975). “Unités actives et mathématiques nouvelles: révision de la théorie de l'équilibre économique général”. Dunod.
- Perroux, F. (1984), “El desarrollo y nueva concepción de la dinámica económica”. Barcelona: Serval/Unesco
- Prigogine, I y Stengern, I. (1983). *La nueva alianza. Metamorfosis de la ciencia*. Madrid: Alianza Ed.
- Rosser, B. (2003). “Complexity in Economics”. *James Madison University*.
- Samuelson, P. y Nordhaus, W. (2002). *Economía*. Madrid: Mc Graw Hill.
- Servicio de Rentas Internas (SRI), 2013. “Anexo Transaccional Simplificado (ATS)”: <http://www.sri.gob.ec/web/guest/172>, 25/09/2013
- United Nations Statistics Division (UNSTATS), 2013. “Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas, Rev.3”: <http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regcst.asp?Cl=2&Top=2&Lg=3>, 06/08/2013
- Yáñez, A. y Teruel, A. (1997). *Economía Agraria I*. Murcia: EDITUM.
- Quindós, M., Rubiera F., Cuervo V. (2003). “Análisis Envolvente de Datos: Una Aplicación al sector de los Servicios Avanzados a las Empresas del Principado de Asturias”. Rect@.
- Moreira, V., Bravo B., Arzubi, A., Schilder, E. (2004). “Medidas alternativas de eficiencia técnica en tambos de la Argentina, utilizando una frontera de producción estocástica y datos de panel desbalanceado”. Primer Congreso regional de economistas agrarios.
- Banco Central del Ecuador, (2012). “Comunicación N°1 04/07/2012”. Comunicación Medios.

## ENTREVISTAS

Abad, Xavier (2009). Ministro Xavier Abad: Política Industrial Cambiará el Patrón Productivo del Ecuador

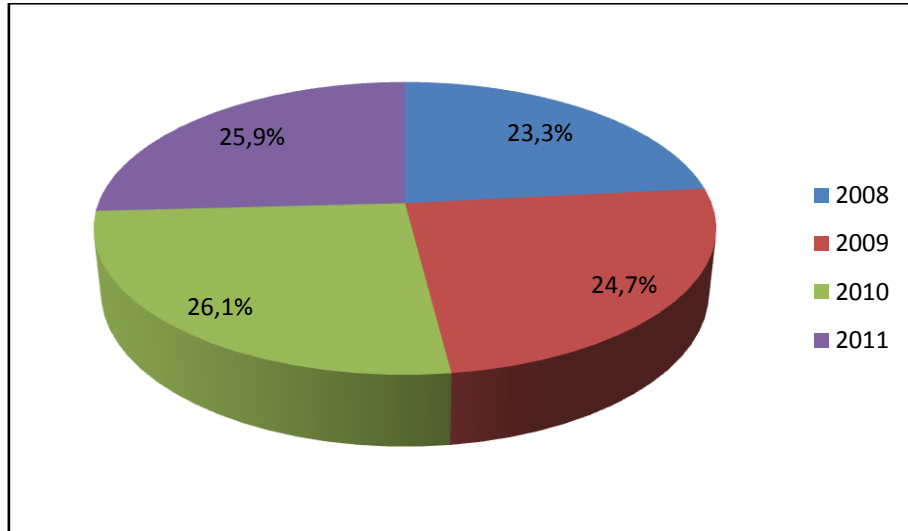
[http://www.ecuadorinmediato.com/index.php?module=Noticias&func=news\\_user\\_view&id=97042&umt=ministro\\_xavier\\_abad\\_politica\\_industrial\\_cambiara\\_patron\\_productivo\\_del\\_ecuador\\_audio](http://www.ecuadorinmediato.com/index.php?module=Noticias&func=news_user_view&id=97042&umt=ministro_xavier_abad_politica_industrial_cambiara_patron_productivo_del_ecuador_audio), 13/10/2013

García, Yuri, (2013). “Pescadores artesanales dedicados a la pesca de arrastre reciben créditos”. Ciudadanía Informada: [http://www.ciudadaniainformada.com/noticias-ciudadania-ecuador0/noticias-ciudadania-ecuador/ir\\_a/ciudadania/article//pescadores-artesanales-dedicados-a-la-pesca-de-arrastre-reciben-creditos.html](http://www.ciudadaniainformada.com/noticias-ciudadania-ecuador0/noticias-ciudadania-ecuador/ir_a/ciudadania/article//pescadores-artesanales-dedicados-a-la-pesca-de-arrastre-reciben-creditos.html), 13/10/2013



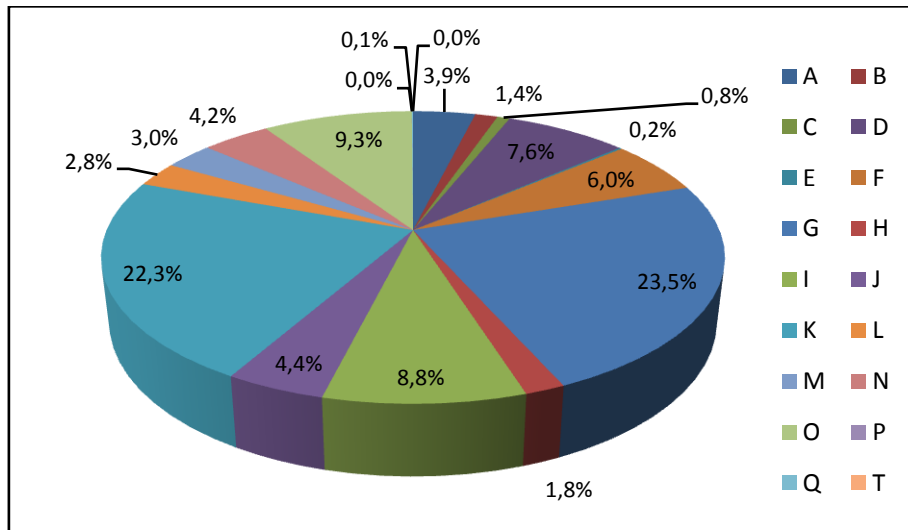
## ANEXOS

### ANEXO A. Gráfico del porcentaje de observaciones por año



Elaborado por: Autor  
Fuente: SRI

### ANEXO B. Casos CIU un dígito, 2008-2011



Elaborado por: Autor  
Fuente: SRI

### ANEXO C. Casos por CIU a un dígito por año

CIU	2008	2009	2010	2011	Total
A	2250	2395	2542	2495	9682
B	829	868	902	886	3485
C	439	464	484	550	1937
D	4481	4739	4905	4887	19012
E	118	112	105	99	434
F	3306	3623	4017	4094	15040
G	13722	14474	15309	15150	58655
H	1024	1096	1145	1145	4410
I	5214	5453	5689	5686	22042
J	2489	2697	2878	2894	10958
K	13227	13800	14494	14284	55805
L	1602	1689	1829	1761	6881
M	1800	1879	1928	1882	7489
N	2530	2632	2754	2651	10567
O	5228	5654	6276	6117	23275
P	1	2	2	3	8
Q	40	46	46	42	174
T	1	1	1	1	4
<b>Total</b>	<b>58301</b>	<b>61624</b>	<b>65307</b>	<b>64628</b>	<b>249860</b>

Elaborado por: Autor

Fuente: SRI

### ANEXO D. Medidas de centralidad de red por año

Índice	Estadístico	2008	2009	2010	2011
<i>Grado</i>	<b>Mean</b>	59,73	57,64	127,55	84,05
	<b>Std,Dev,</b>	240,14	255,88	670,20	314,74
	<b>Min</b>	2	2	2	1
	<b>Max</b>	13630	24507	45845	22195
<i>Grado de Entrada</i>	<b>Mean</b>	29,66	28,65	63,62	42,03
	<b>Std,Dev,</b>	95,75	98,71	266,99	76,66
	<b>Min</b>	1	1	1	0
	<b>Max</b>	5912	7717	19326	2042
<i>Grado de Salida</i>	<b>Mean</b>	30,07	28,99	63,93	42,03
	<b>Std,Dev,</b>	154,63	167,74	433,86	275,27
	<b>Min</b>	1	1	1	0
	<b>Max</b>	8737	16790	26519	20647
<i>Intermediación</i>	<b>Mean</b>	107014,00	109865,70	89194,98	92031,89
	<b>Std,Dev,</b>	157559,00	1263472,00	1341786,00	1437571,00
	<b>Min</b>	0	0	0	0
	<b>Max</b>	131000000	127000000	179000000	189000000

Elaborado por: Autor

### ANEXO E. Estadística descriptiva-Grado de salida 2008

<i>GRADO DE SALIDA 2008</i>						
CIU	sum	media	Mediana	sd	min	max
A	13951	7,504572	3,00	26,13	1	788
B	5302	8,607143	2,00	24,74	1	538
C	3961	10,34204	3,00	19,99	1	150
D	176104	43,36469	9,00	169,82	1	5510
E	12603	114,5727	10,00	365,91	1	2705
F	40454	16,08509	3,00	99,71	1	2469
G	500247	42,01991	8,00	150,08	1	6080
H	40602	43,84665	9,00	132,04	1	1871
I	230848	57,06996	6,00	300,55	1	8737
J	45784	21,90622	2,00	122,19	1	3020
K	224266	21,04598	3,00	122,94	1	3995
L	26152	19,57485	3,00	98,71	1	2249
M	29966	19,61126	3,00	155,91	1	5239
N	24735	11,41967	3,00	35,73	1	784
O	79873	19,15879	3,00	149,66	1	6551
P	5	5	5,00	.	5	5
Q	500	14,28571	7,00	17,62	1	65
T	0	.	.	.	.	.
<b>Total</b>	1455353	30,06866	4,00	154,63	1	8737

Elaborado por: Autor

### ANEXO F. Estadística descriptiva-Grado de salida 2009

<i>GRADO DE SALIDA 2009</i>						
CIU	sum	media	mediana	sd	min	max
A	14842	7,690155	3,00	21,12	1	667
B	5784	8,73716	2,00	15,76	1	184
C	3993	10,34456	3,00	25,36	1	316
D	180559	43,27876	8,00	175,73	1	5063
E	11284	116,3299	5,00	413,44	1	2823
F	36098	13,37954	3,00	85,63	1	2510
G	485858	39,81137	7,00	145,36	1	6735
H	42033	43,55751	9,00	121,21	1	1783
I	234615	55,91397	5,00	367,87	1	16790
J	43094	19,60601	2,00	123,82	1	3805
K	219806	20,44517	3,00	123,67	1	4195
L	22739	16,94411	3,00	62,05	1	990
M	24713	15,5135	3,00	87,43	1	2448
N	29149	12,99554	3,00	56,48	1	1623
O	93084	20,8195	3,00	192,89	1	7201
P	6	6	6,00	.	6	6
Q	418	9,952381	5,00	11,89	1	55
T	0	.	.	.	.	.
<b>Total</b>	1448075	28,98991	4,00	167,74	1	16790

Elaborado por: Autor

### ANEXO G. Estadística descriptiva-Grado de salida 2010

<i>GRADO DE SALIDA 2010</i>						
CIU	sum	media	mediana	sd	min	max
A	21761	9,864461	3,00	44,95	1	1845
B	5564	7,051965	4,00	11,73	1	95
C	10597	24,41705	3,00	249,06	1	5140
D	376369	83,58183	13,00	422,77	1	15941
E	43132	454,0211	13,00	1691,17	1	10736
F	62606	19,04075	3,00	153,92	1	6415
G	1696329	124,4373	13,00	638,02	1	26519
H	190831	181,3983	35,00	537,66	1	11240
I	444972	90,3313	6,00	676,00	1	22232
J	119223	47,25446	3,00	295,52	1	7257
K	422846	34,20807	4,00	267,38	1	12568
L	55709	34,40951	4,00	204,58	1	4654
M	32833	18,43515	4,00	93,60	1	2504
N	53061	21,03925	5,00	102,10	1	2900
O	133971	23,7748	3,00	176,80	1	7181
P	12	6	6,00	0,00	6	6
Q	639	15,21429	4,00	20,20	1	92
T	1	1	1,00	.	1	1
<b>Total</b>	<b>3670456</b>	<b>63,93297</b>	<b>6,00</b>	<b>433,86</b>	<b>1</b>	<b>26519</b>

Elaborado por: Autor

### ANEXO H. Estadística descriptiva-Grado de salida 2011

<i>GRADO DE SALIDA 2011</i>						
CIU	sum	media	mediana	sd	min	max
A	16469	7,267873	2,00	37,01	0	1480
B	4523	5,570197	3,00	11,38	0	146
C	8219	16,11569	1,00	232,47	0	5247
D	236398	51,42441	12,00	172,31	0	6929
E	25657	288,2809	3,00	1128,96	0	8817
F	37377	10,14577	2,00	101,06	0	4895
G	1160235	83,0103	12,00	420,40	0	20647
H	176256	165,6541	36,00	411,54	0	6980
I	304517	58,8325	4,00	422,79	0	17601
J	85287	32,47791	1,00	224,99	0	4347
K	251966	19,67101	3,00	151,59	0	10562
L	37027	23,01243	2,00	117,10	0	2412
M	19823	11,37292	1,00	47,75	0	822
N	35189	14,3336	3,00	69,57	0	2217
O	84115	14,9405	1,00	94,43	0	3899
P	9	3	1,00	4,36	0	8
Q	172	4,914286	1,00	10,58	0	45
T	2	2	2,00	.	2	2
<b>Total</b>	<b>2483246</b>	<b>42,02694</b>	<b>4,00</b>	<b>275,27</b>	<b>0</b>	<b>20647</b>

Elaborado por: Autor

### ANEXO I. Estadística descriptiva-Grado de entrada 2008

<i>GRADO DE ENTRDA 2008</i>						
CIU	sum	media	mediana	sd	min	max
A	46638	25,08768	12,00	45,06	1	1274
B	17148	27,83766	16,00	45,73	1	475
C	12318	32,16188	10,00	53,14	1	376
D	212143	52,2391	21,00	118,41	1	4097
E	11141	101,2818	21,00	219,24	1	1686
F	52045	20,69384	7,00	70,90	1	2029
G	463836	38,96144	15,00	96,65	1	4801
H	37061	40,02268	17,00	76,97	1	756
I	172953	42,75723	9,00	181,64	1	5912
J	49438	23,65455	4,00	93,90	1	2632
K	196784	18,46697	6,00	68,38	1	2165
L	26637	19,93787	6,00	49,72	1	875
M	29371	19,22186	6,00	43,07	1	510
N	38815	17,92013	6,00	45,16	1	867
O	68766	16,4946	4,00	79,68	1	4021
P	9	9	9,00	.	9	9
Q	676	19,31429	11,00	22,30	1	95
T	0	.	.	.	.	.
Total	1435779	29,66424	9,00	95,75	1	5912

Elaborado por: Autor

### ANEXO J. Estadística descriptiva-Grado de entrada 2009

<i>GRADO DE ENTRDA 2009</i>						
CIU	sum	media	mediana	sd	min	max
A	47404	24,56166	12,00	44,54	1	1296
B	17344	26,1994	16,00	42,46	1	458
C	12298	31,8601	10,00	55,26	1	466
D	209068	50,11218	20,00	110,21	1	3619
E	9231	95,16495	16,00	227,65	1	1598
F	51845	19,21609	7,00	66,21	1	1992
G	463022	37,94018	15,00	97,97	1	5015
H	36636	37,96477	15,00	77,17	1	884
I	175373	41,79528	8,00	207,98	1	7717
J	49262	22,41219	4,00	90,38	1	2662
K	195600	18,19366	6,00	69,65	1	2221
L	26615	19,83234	6,00	48,42	1	903
M	28357	17,801	6,00	40,38	1	513
N	39086	17,42577	6,00	40,74	1	800
O	69205	15,47864	4,00	70,23	1	3416
P	6	6	6,00	.	6	6
Q	630	15	7,50	17,98	1	76
T	0	.	.	.	.	.
Total	1430982	28,64771	9,00	98,71	1	7717

Elaborado por: Autor

**ANEXO K. Estadística descriptiva-Grado de entrada 2010**

<i>GRADO DE ENTRDA 2010</i>						
<b>CIU</b>	<b>sum</b>	<b>media</b>	<b>mediana</b>	<b>sd</b>	<b>min</b>	<b>max</b>
A	100590	45,59837	24,00	69,17	1	1672
B	40780	51,68568	34,00	73,27	1	787
C	28608	65,91705	22,00	208,72	1	4035
D	436978	97,04153	46,00	190,60	1	6811
E	31057	326,9158	33,00	1052,30	1	8480
F	138924	42,25182	16,00	128,13	1	5241
G	1401207	102,7881	36,00	392,84	1	19326
H	161341	153,366	56,00	334,48	1	5587
I	365063	74,10942	13,00	446,65	1	15711
J	123247	48,84939	8,00	209,62	1	4346
K	452511	36,60796	12,00	145,80	1	9853
L	63753	39,37801	12,00	105,75	1	1952
M	63477	35,64121	15,00	64,86	1	993
N	89218	35,37589	15,00	83,16	1	2193
O	154319	27,3858	7,00	95,71	1	3931
P	44	22	22,00	2,83	20	24
Q	1375	32,7381	16,00	43,87	1	242
T	1	1	1,00	.	1	1
Total	3652493	63,62009	18,00	266,99	1	19326

Elaborado por: Autor

**ANEXO L. Estadística descriptiva-Grado de entrada 2011**

<i>GRADO DE ENTRDA 2011</i>						
<b>CIU</b>	<b>sum</b>	<b>media</b>	<b>mediana</b>	<b>sd</b>	<b>min</b>	<b>max</b>
A	100814	44,48985	23,00	67,87	0	1666
B	44217	54,45443	36,00	76,11	0	874
C	27247	53,42549	15,00	103,18	0	1522
D	371451	80,80291	40,00	118,34	0	1239
E	8468	95,14607	30,00	146,89	0	766
F	141944	38,52986	15,00	64,73	0	1318
G	802592	57,42234	29,00	90,47	0	2042
H	60208	56,58647	36,00	71,74	0	657
I	160786	31,06376	9,00	62,36	0	1004
J	85794	32,67098	7,00	87,60	0	1566
K	367666	28,70372	11,00	49,76	0	1048
L	49849	30,98135	9,00	58,99	0	688
M	58923	33,80551	16,00	58,68	0	946
N	83537	34,02729	14,00	72,16	0	1378
O	118236	21,00107	7,00	45,41	0	966
P	44	14,66667	2,00	23,69	0	42
Q	1318	37,65714	21,00	47,83	0	243
T	0	0	0,00	.	0	0
Total	2483188	42,02596	16,00	76,66	0	2042

Elaborado por: Autor

### ANEXO M. Estadística descriptiva-Intermediación 2008

<i>INTERMEDIACION 2008</i>						
CIU	sum	media	mediana	sd	min	max
A	106000000	56938,69	3815,00	525392,80	0	21400000
B	42200000	68564,78	5456,00	213178,10	0	3826743
C	43100000	112620,9	8819,00	397126,00	0	5203737
D	700000000	172407,8	16001,00	1109308,00	0	39700000
E	105000000	958429,9	58958,50	3040379,00	0	21900000
F	140000000	55553,23	3312,00	365292,10	0	14000000
G	1730000000	145478	11987,00	1852698,00	0	131000000
H	141000000	152223,7	16369,00	609561,30	0	7599353
I	676000000	167035,6	7110,00	2087858,00	0	103000000
J	343000000	163974,6	1392,00	1802861,00	0	72300000
K	540000000	50679,51	2609,00	335985,40	0	15600000
L	110000000	82326,86	4453,50	431549,60	0	11000000
M	84300000	55143,72	2799,00	273480,60	0	4712094
N	158000000	72763,38	3422,50	544586,10	0	18000000
O	256000000	61393,65	2695,00	613701,40	0	32200000
P	7361	7361	7361,00	.	7361	7361
Q	3983720	113820,6	21988,00	249607,30	0	1384521
T	0	.	.	.	.	.
Total	5180000000	107014	5624,00	1257559,00	0	131000000

Elaborado por: Autor

### ANEXO N. Estadística descriptiva-Intermediación 2009

<i>INTERMEDIACION 2009</i>						
CIU	sum	media	mediana	sd	min	max
A	132000000	68151,34	4851,50	593867,90	0	23800000
B	52200000	78825,79	5634,00	279587,60	0	5272505
C	46000000	119070,7	6342,00	521031,90	0	7339466
D	723000000	173330,5	16402,50	1045742,00	0	41100000
E	104000000	1075124	39672,00	3503790,00	0	22400000
F	153000000	56876,02	4204,00	359497,70	0	14200000
G	1700000000	139687,5	13562,50	1504996,00	0	127000000
H	150000000	155829,4	15864,00	631186,70	0	9117875
I	794000000	189235,7	5906,50	2831064,00	0	122000000
J	363000000	165025,1	1671,00	1735840,00	0	70000000
K	608000000	56522,21	3048,00	425844,10	0	22200000
L	106000000	79030,25	6005,50	344787,90	0	7528279
M	108000000	67629,1	3459,00	435627,80	0	10800000
N	179000000	79961,2	3664,00	603085,60	0	18400000
O	260000000	58199,95	2815,00	497313,40	0	21000000
P	103	103	103,00	.	103	103
Q	4444878	105830,4	22563,50	190882,20	0	876363
T	0	.	.	.	.	.
Total	5490000000	109865,7	6052,00	1263472,00	0	127000000

Elaborado por: Autor

### ANEXO O. Estadística descriptiva-Intermediación 2010

<i>INTERMEDIACION 2010</i>						
CIU	sum	media	mediana	sd	min	max
A	98500000	44656,61	274,50	632433,00	0	26300000
B	28100000	35574,08	561,10	245216,00	0	6018564
C	67900000	156451,6	73,18	2280904,00	0	47400000
D	657000000	145911,3	5385,95	759789,70	0	26200000
E	167000000	1754051	826,14	6208573,00	0	40000000
F	95600000	29090,59	31,85	220746,40	0	7546683
G	2010000000	147105,8	3619,61	2126810,00	0	179000000
H	174000000	165335,7	10238,86	731050,40	0	16100000
I	651000000	132179	192,92	2181513,00	0	111000000
J	379000000	150321,6	2,27	1446253,00	0	53700000
K	373000000	30164,3	92,17	275083,20	0	22100000
L	77700000	47986,44	17,30	321271,00	0	7058874
M	60000000	33705,46	15,34	245730,00	0	6177960
N	137000000	54464,11	78,86	596075,90	0	20100000
O	147000000	26101,58	2,65	235227,20	0	10200000
P	1362,384	681,1921	681,19	172,24	559,4025	802,9816
Q	2291740	54565,24	5,20	142581,60	0	721428,3
T	0,0007396	0,0007396	0,00	.	0,0007396	0,0007396
Total	5120000000	89194,98	266,09	1341786,00	0	179000000

Elaborado por: Autor

### ANEXO P. Estadística descriptiva-Intermediación 2011

<i>INTERMEDIACION 2011</i>						
CIU	sum	media	mediana	sd	min	max
A	104000000	45997,52	334,00	629502,00	0	27400000
B	33000000	40613,57	641,00	293510,90	0	7387278
C	81500000	159825	43,50	2831495,00	0	63900000
D	682000000	148254,1	5710,00	735830,10	0	24900000
E	147000000	1649944	453,00	6413311,00	0	42100000
F	100000000	27235,36	12,00	206524,70	0	7596437
G	2160000000	154763,5	3783,00	2284951,00	0	189000000
H	183000000	172245,8	10908,50	871476,90	0	22200000
I	663000000	128156,5	182,50	2271895,00	0	127000000
J	420000000	159848,6	0,00	1577128,00	0	58500000
K	400000000	31195,29	127,00	269550,60	0	21500000
L	87800000	54565,76	6,00	392923,50	0	9567121
M	64000000	36730,37	11,00	258220,80	0	5561882
N	160000000	65198,79	144,00	846894,50	0	32000000
O	148000000	26314,85	0,00	233026,30	0	9955219
P	4499	1499,667	0,00	2597,50	0	4499
Q	1289888	36853,94	0,00	105603,00	0	554014
T	0	0	0,00	.	0	0
Total	5440000000	92031,89	294,00	1437571,00	0	189000000

Elaborado por: Autor



**ANEXO Q. Estadística descriptiva-Utilidad 2008 (miles de dólares)**

<i>UTILIDAD 2008</i>						
CIU	sum	media	mediana	sd	min	max
A	80800	35,9243	0,37	610,80	-2388,69	23900
B	58700	70,82571	0,73	617,13	-3119,354	9922,847
C	1800000	4092,78	0,23	34200,00	-255000	364000
D	1200000	267,8656	5,11	2837,84	-15400	115000
E	213000	1804,713	0,00	11300,00	-28600	96300
F	68600	20,75756	0,48	455,55	-15400	12800
G	1330000	97,13182	2,63	1449,15	-9210,454	130000
H	28400	27,75671	1,22	181,34	-445,959	3942,522
I	819000	157,0068	0,27	5278,66	-47800	315000
J	739000	296,9502	0,18	3460,41	-21500	120000
K	371000	28,03597	0,46	642,35	-3569,395	60100
L	90100	56,22913	0,00	1182,56	-9060,133	41500
M	50300	27,93832	0,00	326,56	-3316,698	5264,087
N	22700	8,969137	0,00	511,60	-20800	7573,891
O	66000	12,61596	0,00	208,46	-3279,591	6915,977
P	0,84256	0,84256	0,84		0,84256	0,84256
Q	524,5824	13,11456	0,00	45,73	-57,34738	244,2741
T	0	0	0,00	.	0	0
Total	6940000	118,9953	0,56	3670,59	-255000	364000

Elaborado por: Autor

Fuente: SRI

**ANEXO R. Estadística descriptiva- Utilidad 2009 (miles de dólares)**

<i>UTILIDAD 2009</i>						
CIU	sum	media	mediana	sd	min	max
A	56000	23,38859	0,04	718,12	-3472,748	32100
B	22500	25,96005	0,04	217,74	-1892,092	2116,438
C	357000	768,6931	0,08	16800,00	-224000	124000
D	1320000	277,8928	3,43	3213,80	-22600	150000
E	-53700	-479,5293	0,00	10100,00	-75800	18000
F	157000	43,35896	0,43	643,48	-2901,789	29500
G	1300000	89,9677	1,95	1508,02	-11400	146000
H	27000	24,67266	0,25	182,81	-570,0297	3595,903
I	851000	156,0818	0,24	5724,70	-40800	346000
J	617000	228,7461	0,12	2551,72	-32500	78700
K	361000	26,17367	0,37	380,39	-5461,15	28000
L	26000	15,41113	0,00	1795,22	-61500	29500
M	65900	35,05047	0,00	361,60	-1727,446	8590,845
N	19300	7,344004	0,00	535,55	-23100	8115,761
O	55900	9,893466	0,00	224,24	-7032,27	7724,546
P	0,61439	0,307195	0,31	0,43	0	0,61439
Q	660,4128	14,3568	0,00	51,88	-58,7237	273,5515
T	0	0	0,00		0	0
Total	5180000	84,08784	0,36	2650,02	-224000	346000

Elaborado por: Autor

Fuente: SRI

**ANEXO S. Estadística descriptiva- Utilidad 2010 (miles de dólares)**

<i>UTILIDAD 2010</i>						
CIU	sum	media	mediana	sd	min	max
A	61300	24,13192	0,27	607,20	-3007,417	26400
B	67200	74,49913	6,00	402,44	-970,3033	7247,823
C	1400000	2883,704	0,23	35500,00	-185000	704000
D	1540000	314,3288	4,95	3374,78	-12600	151000
E	53000	505,0493	0,00	7640,70	-51100	47200
F	196000	48,88649	0,46	1547,08	-59000	60000
G	1610000	105,136	2,44	1565,22	-14100	148000
H	35800	31,30296	0,42	195,89	-656,0088	3410,908
I	955000	167,8169	0,29	7295,31	-49300	464000
J	834000	289,661	0,30	2968,83	-9911,54	103000
K	337000	23,2348	0,65	547,94	-41900	34200
L	455000	249,0048	0,00	5585,32	-24900	195000
M	93200	48,34245	0,00	464,11	-2428,711	8581,874
N	35400	12,85977	0,00	275,66	-6557,067	8335,216
O	76800	12,23991	0,00	328,12	-9637,445	17300
P	1,1675	0,5837501	0,58	2,42	-1,1241	2,2916
Q	-69,9499	-1,52065	0,00	53,20	-190,8276	201,4212
T	0	0	0,00	.	0	0
Total	7750000	118,6202	0,56	4128,53	-185000	704000

Elaborado por: Autor

Fuente: SRI

**ANEXO T. Estadística descriptiva- Utilidad 2011 (miles de dólares)**

<i>UTILIDAD 2011</i>						
CIU	sum	media	mediana	sd	min	max
A	126000	50,48328	1,23	1061,21	-3637,423	47800
B	100000	113,0452	12,60	571,50	-3499,22	8358,649
C	1070000	1948,556	0,00	20400,00	-104000	297000
D	1670000	342,1331	5,44	3512,15	-9071,527	143000
E	69300	700,2272	0,00	5948,54	-34500	36000
F	215000	52,40723	1,43	1065,62	-26000	39600
G	1910000	125,9981	3,66	1730,18	-16600	158000
H	41500	36,28674	0,51	251,54	-596,0823	4899,972
I	1180000	207,6137	0,43	8605,92	-21200	604000
J	1040000	358,983	0,25	3931,34	-4898,074	126000
K	454000	31,785	1,17	470,10	-15100	34000
L	416000	236,4075	0,00	4767,70	-6815,46	158000
M	73700	39,17605	0,00	452,26	-4529,032	9121,283
N	98500	37,17242	0,00	482,35	-2188,388	16200
O	80700	13,19013	0,00	213,79	-2805,294	7165,582
P	3,28092	1,09364	-0,30	2,97	-0,92199	4,50095
Q	8346,254	198,7203	0,00	1237,58	-101,0706	7996,313
T	0	0	0,00	.	0	0
Total	8560000	132,3753	0,99	3646,11	-104000	604000

Elaborado por: Autor

Fuente: SRI