



1935 - 2014

DERROTERO

Edición No. 8
Año 2014

ISSN
2027-0658

Volumen 8
Año 2014

Derrotero
ENAP

Cartagena
Colombia

Páginas
1-193

Revista Indexada
en Publindex
Colciencias
Categoría C

Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”

La revista **DERROTERO** de la Ciencia y la Investigación, es una publicación con periodicidad anual de la Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla” que pone al alcance de la comunidad académica y, en general, al público interesado en los temas de desarrollo científico y académico, los resultados de las investigaciones más destacadas en las áreas de Ingeniería Naval, Administración Marítima, Oceanografía Física, Ciencias Navales y Ciencias Sociales. Todos los artículos se someten a revisión por pares académicos con amplia experiencia sobre las temáticas.

Se autoriza la reproducción total o parcial de su contenido citando la fuente. Los conceptos expresados son de responsabilidad exclusiva de sus autores.

DERROTERO



DERROTERO

Edición No. 8
Año 2014

ISSN
2027-0658

Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”

Director:

Contralmirante **Evelio Enrique Ramírez Gáfaró**

Subdirector:

Capitán de Navío **Carlos Arturo González Corrales**

Decano Académico:

Capitán de Fragata **Rafael Ricardo Torres Parra, Ph.D.**

Jefe Editor :

Capitán de Fragata **Elkin Fernando Mejía Chaparro, MSc**
Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”, Colombia

Comité Editorial

Rafael Ricardo Torres Parra, Ph.D.

Capitán de Fragata Escuela Naval de
Cadetes “Almirante Padilla”

Lina Suárez, MSc.

Corporación de Ciencia y Tecnología
“COTECMAR”

Laura Victoria Ballén, Ing.

Escuela Naval de Cadetes “Almirante
Padilla”, Colombia

Adriana Puello Alcázar, MSc.

Universidad de Cartagena, Colombia

Orlando Zapateiro Altamiranda, MSc.

Escuela Naval de Cadetes “Almirante
Padilla”

William Caballero Guardo, MSc.

Escuela Naval de Cadetes “Almirante
Padilla”

Coordinador Editorial:

Juan Antonio Contreras Montes, Ph.D.

Escuela Naval de Cadetes “Almirante
Padilla

Diana Carolina Colmenares, Com. Soc.

Escuela Naval de Cadetes “Almirante
Padilla”, Colombia

Gisela Mayo Mancebo, MSc.

CIOH – Dirección General Marítima,
Colombia

Diseño e impresión:

JCP Impresores S.A.S.

Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”

Isla de Manzanillo, Teléfono: (575) 6724610, Cartagena, D.T y C. – Bolívar
E-mail: derrotero@enap.edu.co

DERROTERO



C O N T E N I D O

| | |
|--|-----|
| Editorial | 3 |
| La Organización: Un Reto Epistemológico en una Economía del Conocimiento <i>Juan Carlos Robledo Fernández</i> | 4 |
| Aplicación de la Teoría de Adición de Masa al Impacto en 2d con Entrada Asimétrica y Velocidad Horizontal <i>Roberto Algarín, Oscar Tascón, Antonio Bula</i> | 11 |
| Cluster Logísticos, una nueva Categoría Conceptual en la Teoría de Economías de Aglomeración <i>Vladimir Balza Franco, Carlos Paternina Arboleda</i> | 23 |
| Análisis Comparativo de las Políticas Públicas Ambientales de Colombia y Venezuela <i>Oscar Torres Yarzagaray, Roberto Carlos Torres Castellar, Diana Osorio Physco, Paola Mouthon Ramos</i> | 43 |
| Regiones Funcionales en la Subregión del Canal del Dique y su Zona de Influencia Costera <i>Luis Fernando López Pineda, José Alfonso Sáenz Zapata, Yunaris Coneo Mendoza, Milagro Elena Barraza Pava</i> | 53 |
| Aplicación del Análisis Envolvente de Datos para medir Eficiencia al Caso Uruguayo <i>Oscar Torres Yarzagaray, Roberto Carlos Torres Castellar, Diana Osorio Physco, Orlando Zapateiro Altamiranda</i> | 71 |
| La Subregión del Canal del Dique: Potencialidades y Capacidades <i>Luis Fernando López Pineda, José Alfonso Sáenz Zapata, Yunaris Coneo Mendoza, Milagro Elena Barraza Pava</i> | 90 |
| Reconocimiento de Objetivos en Imágenes de Video Utilizando Visión Artificial <i>Reynaldo Rafael Mendoza Iglesias, Mario de la Fuente Martín</i> | 110 |
| Sistema General de Regalías: ¿Cómo va la Inversión en los Departamentos Portuarios de Colombia? <i>María del Pilar López Rodríguez</i> | 128 |





Control Oriented Dynamic PEM Fuel Cell System Model

Fontalvo Morales Víctor, Sanjuan Mejía Marco.....142

Armas Biológicas Riesgo Latente. Una Revisión Sistemática de la Literatura

Cristhian Mendoza Perez, Marena Vitola Quintero.....157

La Industria Textil-Confección y la Intervención del Gobierno Colombiano

Oscar Torres Yarzagaray, Diana Osorio Physco.....171

Instrucciones a los Autores.....188



EDITORIAL

Llega una nueva edición de la Revista Derrotero de la Ciencia y la Investigación, la cual define su inspiración en la consolidación y en el fortalecimiento de la investigación científica y en la generación de conocimiento en la Armada Nacional, pero trascendiendo, con la colaboración de Universidades amigas, hacia el contexto Nacional e Internacional, apostándole al desarrollo y a la innovación del sector naval, industrial, tecnológico, económico y empresarial de Cartagena de Indias y de toda la Región Caribe colombiana.

Es la primera vez en la que esta revista, creada en el año 2008, cuenta con modificaciones de imagen con el propósito de hacer más amena y agradable su lectura, para acercarla a nuestro público objetivo (Universidades, Empresas productivas e instituciones estatales que desarrollen Ciencia y Tecnología) y, de ésta manera, fortalecerla y posicionarla en el ámbito científico nacional. Lo anterior, sin perder de vista que la Revista Derrotero ha sido un espacio para exponer los proyectos de investigación que obedecen a la solución de problemáticas netamente teóricas, problemas de producción, disminución de productividad y estancamiento de fronteras.

En este año se tuvo la oportunidad de construir nuevos propósitos, y la ampliación de nuestro público objetivo hace parte del proceso en el que se avanza en la edición de nuestra Revista, con fines de cumplir las expectativas del lector. Agradecemos la colaboración realizada por diferentes universidades, así como por Cotecmar y la Cámara de Comercio de Cartagena, quienes hicieron de esta edición, un interesante crisol de tópicos notables y de relevante actualidad.

Queda abierta la invitación para que sigamos construyendo este espacio como un sitio en donde confluyan investigadores, industriales acuciosos y personas con iniciativas que quieran desarrollar y mostrar avances en un tema tan específico, pero a la vez tan incluyente como lo es el área naval y las disciplinas conexas a ella.

Contralmirante Evelio Enrique Ramírez Gáfaró

Director Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla"

DERROTERO



LA ORGANIZACIÓN: UN RETO EPISTEMOLÓGICO EN UNA ECONOMÍA DEL CONOCIMIENTO

Juan Carlos Robledo Fernández^a, Ph.D

jrobledo@unitecnologica.edu.co

Fecha de recepción: agosto de 2014 Fecha de aceptación: octubre de 2014

"Para poder construir tecnologías efectivas que permitan la gestión del conocimiento, es necesario comprender cómo los individuos, grupos y organizaciones lo utilizan...El reconocimiento del conocimiento y el capital intelectual como creadores de valor han establecido una nueva gama de conceptos que apuntan a las teorías y prácticas de la Dirección"
(Ross, J. Von Krogh- The Epistemological Challenge)

Resumen: La preocupación actual por la innovación, no es más que la respuesta de los agentes del mercado en especial los del tipo de organizaciones productivas que, frente al rigor de la competencia, se ven abocados en la adopción de estructuras cambiantes, procesos cambiantes y límites cambiantes. Tal como lo manifiesta Schilling M.A, en 1998: "Para muchas empresas, el desarrollo de nuevos productos es ahora el factor singular más importante para conducir la empresa hacia el futuro". De otra parte, la habilidad para desarrollar los nuevos productos innovadores puede ser una fuente de ventaja competitiva (Mc Adam R., 2002). Sin embargo el mayor énfasis se ha estado haciendo en el proceso de innovación, dejando a un lado el proceso de creatividad que tiene que ver con la "generación de ideas".

Palabras clave: Aprendizaje, Conocimiento Organizacional, Creatividad, Innovación

Abstract: The current concern for innovation is simply the response of market players especially productive type organizations against the rigor of competition are forced to adopt changing structures, changing processes and changing boundaries. As manifest Schilling MA, in 1998: "For many companies developing new products is now more important to drive the company forward singular factor." Furthermore, the ability to develop innovative new products can be a source of competitive advantage (Mc Adam R., 2002). However, the major emphasis has been doing in the innovation process, leaving aside the creative process that has to do with the "generation of ideas."

Keywords: Learning, Organizational Knowledge, Creativity, Innovation

^aDoctor en Administración por la Universidad EAFIT (Colombia), Profesor de la Universidad Tecnológica de Bolívar adscrito a la Facultad de Economía y Negocios.



1. INTRODUCCIÓN

En toda época y en todo tiempo pasado, presente y futuro, las sociedades humanas han debido dar respuesta a tres funciones básicas de subsistencia: la producción, la distribución y el consumo. Cada una de estas tres funciones ha sido el modo prevaleciente que caracteriza y ha caracterizado a las sociedades humanas. De hecho, la existencia de estas tres funciones permite inferir que la "organización" siempre ha sido un concepto que ha estado implícito en el tejido humano. Sin embargo, la evolución de las sociedades humanas ha llevado a la construcción de un tejido social cada vez más complejo, lo que ha implicado que estas tres funciones "naturales" de la sociedad, han sido tejidas y ligadas a los "artefactos" sociales tales como el comercio, el dinero, que interactúan en "el mercado formador de precios", y lo que hoy entendemos como una "economía de mercado".

La racionalidad económica desde la perspectiva de la función de producción lleva al hombre a comprender el "poder" del conocimiento y su influencia en una economía de mercado. De tal modo que, en el marco del conocimiento se da origen al concepto de la ciencia, la tecnología y la innovación.

1. INTRODUCTION

In every age and in all the past, present and future, human societies have had to answer three basic functions of subsistence production, distribution and consumption. Each of these three functions has been the prevailing mode that characterizes and has characterized human societies. In fact, the existence of these three functions can be inferred that the "organization" has always been a concept that has been implicit in human tissue. However, the evolution of human societies has led to the construction of an increasingly complex social fabric, which has meant that these three "natural" functions of society, have been woven and attached to the social "artifacts" such as trade, money, interacting in "the trainer market prices" and what we understand today as a "market economy".

Economic rationality from the perspective of the production function leads man to understand the "power" of knowledge and influence in a market economy. So given rise to the concept of science, technology and innovation in the context of knowledge.

2. EL RETO ESPISTEMOLÓGICO EN LAS ORGANIZACIONES

La ciencia, la tecnología y la innovación como producto de una racionalidad económica se refleja en la "organización productiva", que imprime su énfasis en el control del capital físico (y todos sus procesos de transformación) como fuente de riqueza. Sin embargo, en la medida en que la "ciencia" y todo su cuerpo de conocimientos avanzan traducándose en tecnologías, éstas, permiten el desarrollo de innovaciones que dan un mayor significado y valor económico que el mismo capital físico, surgiendo la idea, que frente al capital físico, es más importante sostener la ventaja competitiva que da el capital intelectual (Ross, J. Von Krogh, 1996).



Ahora bien, a mi modo de ver, la racionalidad económica ha llevado a la construcción de un sistema económico social predominante: El capitalismo. Este sistema bajo la premisa Mengeriana de "la escasez de medios" ha llevado a que la inteligencia humana agilice los procesos de producción de conocimiento (bajo los supuestos de optimización, maximización y minimización), desde entonces el efecto ha sido una transformación de las sociedades, acompañada de sus respectivas asimetrías reflejadas en las ventajas y desarrollos que se muestran en un país determinado con respecto a otros y, por qué no decirlo, en todo caso desde una perspectiva global, el conocimiento nos ha "segmentado" (aunque debería unirnos aún más) como países, como sociedades, como seres humanos. Estos efectos no vienen solos, tienen un impacto profundo en las estructuras mismas de las organizaciones productivas y no productivas. Sin embargo es en las productivas (las que se debaten en el marco de la competencia por los mercados) donde el "conocimiento" está marcando la pauta en la creación de ventajas competitivas, como lo manifestase Motorola en su momento, estamos en la "edad de la mente", llevando a lo que Ross J. Von Krogh (1996) ha denominado "The Epistemological Challenge".

En este sentido, surge en la estructura organizacional, la figura de la Dirección de Conocimiento como el núcleo de la empresa que se relaciona íntimamente con el episteme de la compañía o la organización. Así, se ha dado origen a categorías como: Capital Humano, Capital Intelectual, Red de Conocimiento, Creatividad, Información, Datos, Innovación, Tecnología, etc...

Es significativo que se comprenda que la diferencia entre los países ya no obedece solo a la dotación de recursos naturales, sino también a la cantidad y calidad del conocimiento que produce, que agrega y que transforma (Arrow, 1962). Esto quiere decir, que lo que se está comprometiendo desde la perspectiva de la producción de conocimiento en la organización productiva, es el "conocimiento tecnológico", en otras palabras, la función de producción es una expresión de este conocimiento.

Sin embargo, la producción de este conocimiento tecnológico debe entenderse desde el marco de los retos de la globalización, de los retos de una nueva ética, y de la fragmentación especializada del conocimiento (Nasher F.B, 2001). En concreto, la organización en la perspectiva racional económica y con una función de producción que necesariamente expresa un grado de conocimiento tecnológico, se enfrenta desde el punto de vista pragmático a tres elementos fundamentales: la investigación, la interpretación y la acción. Elementos que para que sean funcionales, deben estar orientados por el mercado, el personal y la organización.

O sea, el conocimiento tecnológico expresado por una función de producción, obliga a que la corporación, la empresa, deban transformarse en una "organización de aprendizaje" pero esto no será posible si la corporación no inicia por un curso de "calidad de personal" (Elkjaer, 2001). Lo que implica, que la corporación debe tener una "visión compartida para que funcione como una organización de aprendizaje, como lo plantea Senge, (1990), "la visión compartida provee el focus y la energía para aprender".



En este sentido, se recalca, que el aprendizaje no es solo un proceso epistemológico basado en la cognición individual, el aprendizaje debe también ser visto como una situación social. Toda acción de aprendizaje ocurre a través solo de los individuos y su participación en las comunidades de prácticas que puedan desenvolverse en ambientes "lo suficientemente buenos", sin confundir este ambiente con un escenario necesariamente de comodidad, sino por el contrario, comprender el ambiente suficientemente bueno como un factor para el desarrollo del aprendizaje organizacional que es motivado permanentemente por las situaciones de incertidumbre, como lo plantea Dewey:

"Si nosotros deseamos aprender desde nuestras experiencias, nosotros debemos aplicar nuestras habilidades como humanos para reflexionar sobre las relaciones entre nuestro actuar y nuestras experiencias presentes".

Ahora bien, el concepto de aprendizaje desde la organización presupone la habilidad para adaptarse al cambio. Desde esta perspectiva, la organización que aprende es una organización que se adapta al cambio y, el cambio desde el punto de vista macro emerge como un proceso de transformación de los países y puede ser solamente entendido desde las prácticas de los individuos y grupos en los niveles locales del sistema económico (Kogut, 2003). Cabe entonces preguntarnos: ¿qué se entiende por cambio organizacional? Se comprende el cambio organizacional como "el aprendizaje que ocurre en una organización que produce reales o potenciales cambios, después un cambio en las relaciones a través de la acción organizacional y la responsabilidad medioambiental". Sin embargo, desde esta posición, me atrevo a creer que no se tiene en cuenta el hecho que si el cambio proviene del aprendizaje organizacional, éste debe contener implícita o explícitamente un componente de identidad organizacional. Porque como bien lo plantea Kogut (2003): "El aprendizaje individual no es garantía de aprendizaje organizacional". Esto se ve claramente reflejado en la visión ontológica del conocimiento, cuando expresa que éste es creado solo por los individuos. Una organización no puede crear conocimientos sin individuos, por lo tanto, una organización solo aprende de individuos que aprenden.

En este contexto, es necesario considerar el hecho que la empresa, la corporación, no es un "ente aislado" de la sociedad, que, como otros agentes, hace parte de su tejido social y, que el progreso del conocimiento tecnológico que la organización pueda desarrollar está íntimamente relacionado con otros actores. Del mismo modo, desde la premisa que en el actual entorno económico los que compiten no son los países sino las empresas, y que existen brechas de "conocimiento tecnológico" que una empresa no puede superar sola, sin el concurso de la "institucionalidad". Esto lleva a la pregunta: ¿cómo la función pública interviene en el proceso para la producción de conocimiento, ciencia y tecnología en un país, de tal manera que se pueda adaptar al cambio? O, según lo planteara Margaret Graham., 1987, ¿cómo podrían la industria, el gobierno y la academia dividir los diferentes tipos de actividades científicas?



A nivel de países, se han creado entidades públicas con el propósito de gestionar e impulsar lo que podría llamarse un Sistema de Gestión de Ciencia y Tecnología, uno de sus propósitos principales es la de a partir del capital humano, capital intelectual articulado, a partir de las universidades y centros de investigación, promover, impulsar las fronteras de la ciencia pero muy especialmente impulsar la innovación tecnológica. En este sentido, dos tipos de innovación tecnológica se reconocen como objetivos de estos sistemas: Las Innovaciones Radicales que generalmente son asumidas por centros especializados de Investigación y Desarrollo; y la innovación incremental o de mejoramiento que son producto de la práctica cotidiana del trabajo organizacional.

Sin embargo, los resultados en los diferentes países dista mucho unos de otros, pues al ser expresada la investigación como una función de producción, ésta se somete a la racionalidad económica que implica el asumir los costos de oportunidad, la focalización, que también es una función del grado de formación del capital humano, como lo plantea Margaret Graham: "se ha pasado de la ciencia de la industrialización a la industrialización de la ciencia". Esto ha llevado al tránsito de una investigación "individual" a una investigación colectiva, de redes (Wittington, 1999), que trae como consecuencia que, el "cambio" desarrolle tres dimensiones: "en estructuras, en procesos y en las fronteras o límites de las organizaciones". Encontrando aquí los nuevos "conductores" del nuevo escenario competitivo: La tecnología de información y la globalización. Esto lleva a que la "organización que aprende" deba hacerse a características tales como: la flexibilidad, el conocimiento, la creatividad y creación y la colaboración o asociatividad que le permita a las nuevas formas de organización producir conocimientos desde una teoría de la contingencia hacia una teoría de la configuración. Entendiendo la contingencia como toda variable externa, característica ambiental, factor circulante o fuerza influyente que pueda afectar el diseño efectivo de la organización, como lo expusiera Roli Varma (1995): "Existe una relación funcional entre las condiciones ambientales y las técnicas administrativas apropiadas para el alcance de los objetivos". Manifestándose de esta forma, que no existe una teoría única para la solución de los problemas organizacionales.

3. CONCLUSIONES

La preocupación actual por la innovación, no es más que la respuesta de los agentes del mercado en especial los del tipo de organizaciones productivas que frente al rigor de la competencia se ven avocadas en la adopción de estructuras cambiantes, procesos cambiantes y límites cambiantes. Tal como lo manifestase Schilling M.A, en 1998: "Para muchas empresas el desarrollo de nuevos productos es ahora el factor singular más importante para conducir la empresa hacia el futuro". Sin embargo esta presión del mercado para ser más competitivo lleva a la organización moderna al necesario desarrollo de su "lado oscuro" y es precisamente aquel que tiene que ver con la relación entre "poder e individuo, como lo señalare Foucault: "una relación entre poder, saber y sujeto".



Finalmente, la habilidad para desarrollar los nuevos productos innovadores puede ser una fuente de ventaja competitiva (McAdam R., 2002). Sin embargo el mayor énfasis se ha estado haciendo en el proceso de innovación, dejando a un lado el proceso de creatividad que tiene que ver con la "generación de ideas". En concreto, la ventaja competitiva debería tener como mayor fuente antes que la innovación tecnológica, el desarrollo del conocimiento organizacional orientado a la creatividad; entre otras cosas porque ser creativo e impulsar la creatividad es una actividad menos costosa que la implementación tecnológica. Pero estas ideas para la creatividad en la organización solo tendrán éxito si son motivadas por el "conocimiento" (Amabile, 1997), en el marco de un ambiente lo suficientemente bueno y receptivo. En definitiva, el reto epistemológico de las empresas se desenvuelve en la circularidad.



REFERENCIAS

- Amabile, T.M. (1997). Motivating *creativity* in organizations: On doing what you love and loving what you do. *California Management Review*, 40, 39-58.
- Arrow, K.J. «The economics implications of learning by doing», *Review of Economic Studies*, 29 (Junio, 1962), p. 155-173.
- Dewey J., (2008) *Teoría de la Valoración*, 42, Editorial Siruela.
- Elkjaer, B. The learning organization: an undelivered promise. *Management Learning*, 32(4), 2001, p. 437-452.
- Graham, M.B.W. (1987). Another turning point for R&D, *McKinsey Quarterly*, Otoño87 (4), p. 22-35.
- Kogut, B. (2003). The globalizing learning economy. *Administrative Science Quarterly*, 48(1), p. 157-163.
- McAdam, R., McClelland, J. (2002). Sources of new product ideas and creativity practices in the UK textile industry. *Technovation*, 22(2), 113-121.
- Nasher, F.B., Ruhe, J. (2001). Putting American pragmatism to work in the classroom. *Journal of Business Ethics*, 34 (3,4), 317-330.
- Ross, J., Von Krogh, G. (1996). «The epistemological challenge: managing knowledge and intellectual capital», *European Management Journal*, 14(4), p. 333-337.
- Senge, P. (1990). La quinta disciplina. El arte y la práctica de la organización abierta al aprendizaje. *Granica, España*.
- Schilling, M.A., Hill, C.W. (1998). Managing the new product development process: strategic imperatives, *Academy of Management Executive*, 12(2), p. 67-81.
- Varma, R. (1995). Restructuring Corporate R&D: From an autonomous to a linkage model, *Technology Analysis & Strategic Management*, 7(2), 231-247.
- Whittington, R. Pettigrew, A., Peck, S., Fenton, E., Conyon, M. (1999). Change and complementarities in the new competitive landscape: A European panel study, 1992-1996, *Organization Science*, 10(5), p. 583-600.



APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE ADICIÓN DE MASA AL IMPACTO EN 2D CON ENTRADA ASIMÉTRICA Y VELOCIDAD HORIZONTAL

Roberto Algarín^a

Ralgarin@cotecmar.com

Antonio Bula A^b

abula@uninorte.edu.co

Óscar Tascón O^c

otascon@cotecmar.com

Fecha de recepción: agosto de 2014. Fecha de aceptación: octubre de 2014

Resumen: La teoría de adición de masa es aplicada a la predicción de las fuerzas vertical y horizontal y momento restaurador que actúan durante la entrada de secciones tipo cuña con pequeña asimetría antes de la separación del flujo del codillo. Los resultados obtenidos de fuerza horizontal, vertical y momento de rolido se comparan con valores derivados por simulación con CFD y los resultados obtenidos por Xu G. (2008). El cálculo del coeficiente de adición de masa se realizó utilizando el modelo de Toyama (1993).

Palabra claves: Impacto en 2D, teoría de adición de masa, entrada asimétrica.

Abstract: Adding mass theory is applied for the prediction of the vertical and horizontal forces and restoring moment acting during wedge type input sections with small asymmetry before flow separation knuckle. The results for horizontal, vertical and roll moment are compared with values derived by CFD simulations and the results obtained by Xu G. (2008). The coefficient calculation of different weights was performed using the model of Toyama (1993).

Keywords: Impact 2D, theory of weights, ended input.

1. INTRODUCCIÓN

La masa adherida es la inercia que gana un cuerpo cuando este ese mueve a través de un fluido, en otras palabras, es la masa que se mueve junto al cuerpo. Por medio del principio de cantidad de movimiento de Newton se tiene:

$$\vec{F} = \frac{d}{dt} (m\vec{V}) \quad (1)$$

$$\vec{F} = \vec{V} \frac{dm}{dt} + m \frac{d\vec{V}}{dt} \quad (2)$$

^aM.Sc., Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval, Marítima y Fluvial - COTECMAR

^bPh.D, Profesor, Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad del Norte, TN.RVA. UROP ENSB

^cPh.D (c), Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval, Marítima y Fluvial - COTECMAR



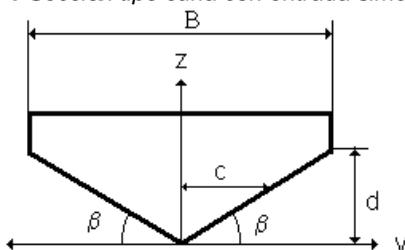
Donde \vec{V} es la velocidad y m es la masa adherida. Si el cuerpo se mueve con velocidad constante

$$\vec{F} = \vec{V} \frac{dm}{dt} \quad (3)$$

Wagner (1932), por medio de la aplicación de la teoría de adición de masa determinó la fuerza en el impacto en una sección tipo cuña. También evaluó la distribución de presión asumiendo flujo potencial y aplicando conservación de energía, llegando a la siguiente expresión:

$$\frac{P(\zeta)}{\rho} = \frac{\pi}{2 \operatorname{tg} \beta} \frac{w^2}{\sqrt{1-\zeta^2}} - \frac{w^2}{2} \frac{\zeta^2}{1-\zeta^2} \quad (4)$$

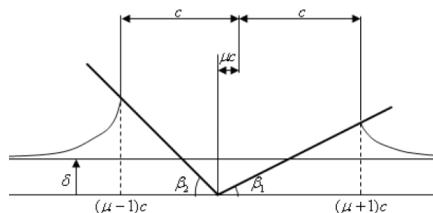
Figura 1 Sección tipo cuña con entrada simétrica



Donde β es el ángulo de astilla, $\zeta=y/c$, c es la distancia de media manga, w es la velocidad vertical de impacto, d es la distancia vertical entre la quilla y el codillo.

Toyama (1993) desarrolló la distribución de presión para la entrada asimétrica siguiendo un procedimiento similar al de Wagner (1932). Los resultados obtenidos para la distribución de presión son:

Figura 2. Sección tipo cuña con entrada asimétrica



$$\frac{P(\zeta)}{\rho} = \frac{w c (1 + \mu \zeta)}{\sqrt{1-\zeta^2}} - \frac{w^2}{2} \frac{\zeta^2}{1-\zeta^2} + w c \sqrt{1-\zeta^2} \quad (5)$$

Dónde:

$\zeta = (y - \mu c) / c$, donde μ es un parámetro de asimetría



$$\mu = \begin{cases} f(T)(T-1)/(T+1), T \geq 1 \\ f(1/T)(T-1)/(T+1), T < 1 \end{cases} \quad (6)$$

Donde $T = \text{tg}\beta_2 / \text{tg}\beta_1$

$$f(T) = \begin{cases} 0.77975 + 0.03371T + 0.001876T^2, 1 \leq T < 3 \\ 0.76773 + 0.015024T + 0.000539T^2, 3 \leq T < 10 \\ 0.80497 + 0.007208T + 0.000130T^2, 10 \leq T < 20 \end{cases} \quad (7)$$

$$\dot{c} = \frac{\pi T w}{(T+1)^2 (1-\mu^2) \sqrt{1-\mu^2}} \left(\frac{1}{\text{tg}\beta_1} - \frac{1}{\text{tg}\beta_2} \right) \quad (8)$$

Tveitnes (2001) estudió el impacto aplicando la teoría de adición de masa. Calculó la fuerza de sustentación, determinó que la fuerza hidrodinámica que experimenta una sección tipo cuña con entrada simétrica y velocidad de entrada constante se debe a la variación del momento de masa y a la variación del momento de flujo. La fuerza durante el impacto aumenta de manera lineal a medida que la sección se sumerge, hasta que comienza la separación del flujo del codillo. Esta separación se presenta cuando $\pi z = d$. A partir de este momento decrece la variación de la adición de masa respecto al tiempo. Empíricamente se determinó el comportamiento en esta zona, mostrando que la fuerza después de cierto tiempo permanece constante. De este estudio se tienen las siguientes fuerzas en la entrada de la sección: f_m y f_{fm} (9)

Donde f_m y f_{fm} son las fuerzas hidrodinámicas debido al momento de masa y el momento del flujo respectivamente.

$$f_{fm} = \begin{cases} C_{fm} \rho w^2 \frac{z}{\tan \beta}, z < d \\ C_{fm} \rho w^2 \frac{d}{\tan \beta}, z > d \end{cases} \quad (10)$$

$$f_m = w^2 \frac{dm}{dz} \quad (11)$$

$$m = \begin{cases} C_m \frac{1}{2} \rho \pi \frac{z^2}{\tan \beta}, z < \frac{2}{\pi} d \\ m_0 \left(1 + 0.57 \frac{\frac{z_c}{d}}{\frac{0.57}{\pi} + \frac{z_c}{d}} \right), z > \frac{2}{\pi} d \end{cases} \quad (12)$$

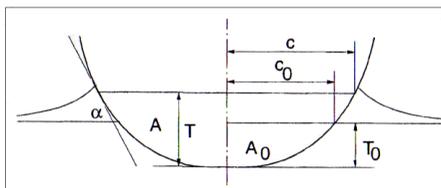
Donde $z_c = z - \frac{2}{\pi} d$ y



$$m_0 = C_m \frac{1}{2} \rho \left(\frac{d}{\pi \tan \beta} \right)^2 \quad (13)$$

C_m y C_{fm} son los coeficientes de adición de masa y coeficiente de momento de flujo respectivamente, los cuales se determinaron empíricamente en función del ángulo de astilla muerta.

Figura 3. Sección con ángulo de astilla muerta variable y entrada simétrica



Como se muestran en la Figura 3, c , T y A son la distancia de media manga, la altura y área húmeda respectivamente, mientras c_0 , T_0 y A_0 son la distancia de media manga, la altura y área sumergida bajo la línea a de agua.

Söding (2003), basado en los estudios de Wagner (1932), generalizó el impacto para entrada simétrica para secciones con ángulo astilla muerta variable y también evaluó la separación del flujo para secciones con codillos, cuantificando la fuerza vertical y la distribución de presión. La fuerza por unidad de longitud de la sección es:

$$f = k\rho \frac{\pi}{2} \left(c^2 \frac{dw}{dt} + \text{Max}(w,0) \frac{dc^2}{dt} \right) \quad (14)$$

$$T = T_0 + 0.6A/c \quad (15)$$

El valor de T se determina de forma iterativa

$$w = \frac{1}{c} \frac{dA}{dt} - \frac{d}{dt} (T - T_0) \quad (16)$$

$$k = 0.75 \left(\frac{\pi}{2} - \bar{\alpha} \right), \text{ es un factor de corrección}$$

$$\bar{\alpha} = \arctan(2A/c^2) \quad (17)$$

Después de la separación del flujo, cuando la altura T alcanza el codillo se estima que:

$$\frac{dc}{dz} = 0.64 \left(1 - \frac{\bar{\alpha}}{\pi/2} \right) \quad (18)$$

La distribución de presión se cuantifica de la siguiente manera:



$$P = k\rho \frac{dw}{dt} \sqrt{c^2 - y^2} + k\rho \max(w, 0) c \frac{dc}{dt} \frac{1}{\sqrt{c^2 - y^2}} \quad (19)$$

2. APLICACIÓN DE TEORÍA DE ADICIÓN DE MASA

Para un cuerpo que entra simétricamente se ha establecido que la masa adherida al cuerpo por unidad de longitud es proporcional al cuadrado de la media manga sumergida de la sección, por la siguiente relación:

$$m = \rho \left(c_m \frac{\pi}{2} y^2 \right) \quad (20)$$

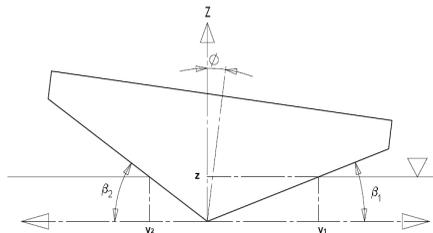
Para el caso de entrada asimétrica se propone que la masa adherida a la sección es la suma de la masa adherida en cada lado de la sección, de la siguiente manera:

$$m = m_1 + m_2$$

$$m = c_m \frac{\pi}{4} \rho (y_1^2 + y_2^2) \quad (21)$$

Donde m_1 , m_2 , y_1 e y_2 son la masa adherida y media manga sumergida de los lados 1 y 2 respectivamente. Para una geometría tipo cuña, como se muestra en la Figura 4 se tiene:

Figura 4. Parámetros de cuña con entrada asimétrica



Para una sección tipo cuña se tiene $y_1 = \frac{z}{\tan \beta_1}$ y $y_2 = \frac{z}{\tan \beta_2}$, si el cuerpo entra con una velocidad vertical constante, entonces $z = wt$, sustituyendo en la Ec. 21:

$$m = c_m \frac{\pi}{4} \rho \left[\frac{1}{\tan^2 \beta_1} + \frac{1}{\tan^2 \beta_2} \right] w^2 t^2 \quad (22)$$

Derivando respecto al tiempo:



$$\frac{dm}{dt} = c_m \frac{\pi}{2} \rho \left[\frac{1}{\tan^2 \beta_1} + \frac{1}{\tan^2 \beta_2} \right] w^2 t \quad (23)$$

Para el caso de entrada asimétrica con velocidad constante por principio de cantidad de movimiento la fuerza vertical queda expresada como:

$$f_z = -w \frac{dm}{dt} \quad (24)$$

$$f_z = -c_m \frac{\pi}{2} \rho \left[\frac{1}{\tan^2 \beta_1} + \frac{1}{\tan^2 \beta_2} \right] w^3 t \quad (25)$$

3. ENTRADA ASIMÉTRICA CON VELOCIDAD HORIZONTAL

La velocidad horizontal tiene un efecto en la distribución de presión y fuerza en el casco. Cuando se da la entrada asimétrica con velocidad horizontal, la velocidad de impacto vertical aparente en cada lado es diferente y se calcula de la siguiente manera:

$$w_1 = w - v \cos \beta_1 \operatorname{sen} \beta_1 \quad (26)$$

$$w_2 = w + v \cos \beta_2 \operatorname{sen} \beta_2 \quad (27)$$

Donde w_1 y w_2 son la velocidad de impacto vertical aparente del lado 1 y 2 respectivamente.

Figura 5. Diagrama de velocidades del casco

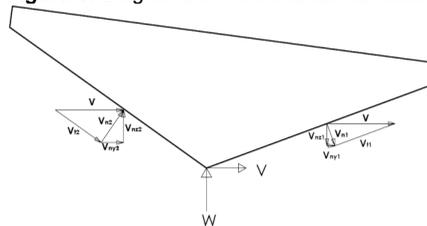
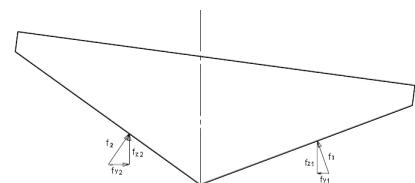


Figura 6. Fuerzas que actúan sobre el casco



La fuerza vertical en este caso estaría dada como:



$$f_z = f_{z1} + f_{z2} \quad (28)$$

$$f_z = -c_m \frac{\pi}{2} \rho \left[\frac{w_1}{\tan^2 \beta_1} + \frac{w_2}{\tan^2 \beta_2} \right] w^2 t \quad (29)$$

Donde f_{z1} y f_{z2} son la fuerza vertical del lado 1 y 2 respectivamente como se observa en la Figura 6.

La fuerza horizontal es posible hallarla determinado las componentes de la fuerza normal a la superficie como se muestra en la Figura 6, por relaciones trigonométricas se tiene:

$$f_{y1} = f_{z1} \tan \beta_1 \quad (30)$$

$$f_{y2} = f_{z2} \tan \beta_2 \quad (31)$$

Donde f_{y1} y f_{y2} son las fuerzas horizontales de los lados 1 y 2 respectivamente, de la sumatoria de fuerzas en la dirección horizontal se tiene:

$$f_y = f_{y2} - f_{y1} \quad (32)$$

$$f_y = -c_m \frac{\pi}{2} \rho \left[\frac{w_1}{\tan \beta_1} - \frac{w_2}{\tan \beta_2} \right] w^2 t \quad (33)$$

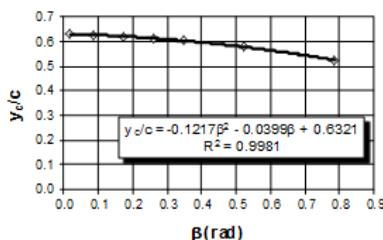
terminación del momento de rolido se calculó el centro de presión a partir

Para de del modelo de Wagner (1932) para secciones tipo cuña de la siguiente manera:

$$y_c = \frac{\int_0^1 c_p(\zeta) \zeta d\zeta}{\int_0^1 c_p(\zeta) d\zeta} \quad (34)$$

Donde y_c es la ubicación del centro de presión. La Figura 7 muestra los resultados del cálculo del centro de presión para diferentes ángulos de astilla muerta.

Figura 7. y_c/c vs β .



Para el cálculo del momento de rolido se realizó la sumatoria de momentos en la quilla de la sección, obteniendo:

$$m_x = -y_{c1}f_{z1} + y_{c1}f_{y1} \tan \beta_1 + y_{c2}f_{z2} + y_{c2}f_{y2} \tan \beta_2 \quad (35)$$

Donde y_{c1} e y_{c2} es la ubicación del centro de presión de los lados 1 y 2 respectivamente.

4. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ADICIÓN DE MASA

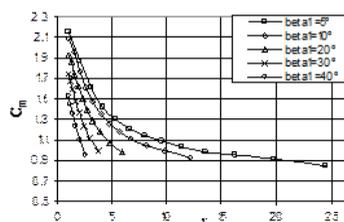
Para la determinación del coeficiente de adición de masa c_m para entrada asimétrica, se programó el modelo de Toyama (1993). La fuerza vertical sobre el casco se calcula a partir de la integral de la distribución de presión. El coeficiente adición de masa se calculó de la siguiente forma:

$$f_z = \int_{-y_2}^{y_1} p(y) dy \quad (36)$$

$$c_m = \frac{f_z}{\frac{\pi}{2} \rho \left[\frac{1}{\tan^2 \beta_1} + \frac{1}{\tan^2 \beta_2} \right] w^3 t} \quad (37)$$

Se asume *a priori* que el coeficiente de adición de masa depende solamente de la geometría de la sección y no de la relación de velocidades v/w .

Figura 8. Coeficiente de adición de masa vs r .



La Figura 8 muestra los resultados del coeficiente de adición de masa en función de $12 \tan \beta_1 r$ para distintos valores de β_1 . La curva que mejor se ajusta a los resultados de la Figura 8, tiene forma potencial $bmrac)(=$. El coeficiente de adición de masa para entrada asimétrica queda expresado en función de β_1 y β_2 como:

$$c_m = (2.3267 - 0.8747 \tan \beta_1) \left[\frac{\tan \beta_2}{\tan \beta_1} \right]^{-(0.2853 + 0.3142 \beta_1)^2}$$

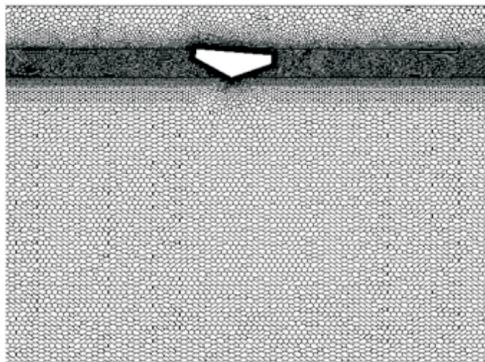


5. RESULTADOS

Xu G. (2008) solucionó el problema de valores en la frontera para entrada asimétrica con velocidad horizontal de secciones tipo cuña, asumiendo flujo potencial e incompresible determinando la distribución de presión y fuerza vertical y horizontal en la sección. Se modeló con el software CFD Star-CCM+ la entrada asimétrica de cuñas, determinando de esta manera la fuerza horizontal, vertical y momento de rolido en la sección. Los modelos utilizados para la simulación del fenómeno son: mezcla multifase (agua-aire), agua: líquido incompresible, aire: gas ideal, gravedad (sobre eje vertical), fluido isotérmico, flujo no viscoso, flujo segregado (inmiscible) y estado transitorio (método implícito).

Las condiciones de frontera del dominio computacional que se muestra en la Figura 9 para la entrada asimétrica son: presión de salida en frontera superior, velocidad de entrada en la frontera inferior y fronteras verticales, pared en las paredes del casco.

Figura 9. Mallado del dominio computacional



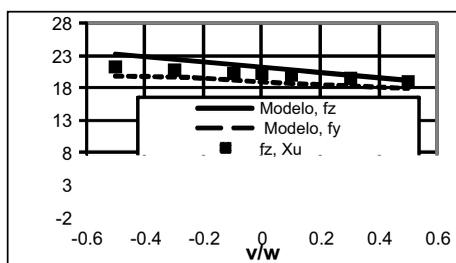
Los modelos utilizados para el mallado son: malla superficial, malla delgada con elemento poliédrico. La Figura 9 muestra el mallado después de un proceso de refinamiento de la malla para la entrada asimétrica de una cuña.

En las Figuras 10 a 13, se grafica el parámetro de fuerza $\frac{f}{w t}$ y el parámetro de momento $\frac{m_x}{\rho w^4 t^2}$, se comparan con los resultados de Xu G. (2008) y modelamiento con CFD para cuñas con

$$\beta_1=20^\circ \text{ y } \beta_2=40^\circ, \text{ y } \beta_1=5^\circ \text{ y } \beta_2=35^\circ.$$

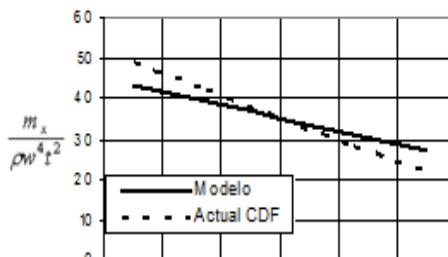
Figura 10. f vs v/w para cuña con $\beta_1=20^\circ$ y $\beta_2=40^\circ$.





En las Figuras 10 y 11 se observan la fuerza vertical, fuerza horizontal y momento de rolido antes de la separación del flujo de los codillos para la cuña con $\beta_1=20^\circ$ y $\beta_2=40^\circ$.

Figura 11. M_x vs v/w para $\beta_1=20^\circ$ y $\beta_2=40^\circ$.



Las magnitudes disminuyen cuando aumenta la relación v/w . Esto debido a que cuando $v/w < 1$, la velocidad aparente del lado 1 aumenta y cuando $v/w > 1$ la velocidad aparente del lado 1 disminuye, y con esto cambian las presiones y la fuerza. Los resultados muestran gran similitud respecto a los datos obtenidos mediante modelamiento con CFD y por Xu (2008). El máximo error en la fuerza vertical es de 9% respecto al modelo de Xu (2008). El momento presenta un error máximo de un 22% respecto a los resultados del CFD.

Figura 12 f vs v/w para $\beta_1=5^\circ$ y $\beta_2=35^\circ$.

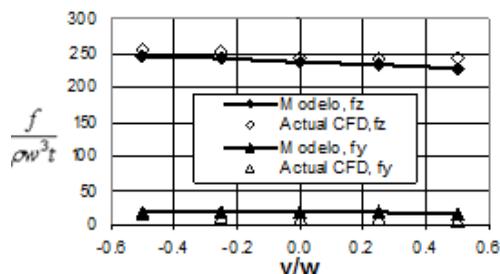
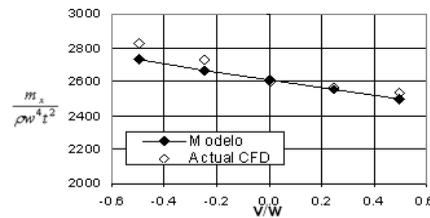


Figura 13. m_x vs v/w para $\alpha=5^\circ$ y $\beta=35^\circ$.

Las Figuras 12 y 13 muestran los resultados para una cuña con $\alpha_1=5^\circ$ y $\alpha_2=35^\circ$, comparándolos con los resultados del software CFD, se obtiene gran similitud de los resultados de fuerza vertical, horizontal y momento de rolido, el error máximo de fuerza vertical es del 4%, mientras que para el momento de rolido es del 3%.

6. CONCLUSIONES

Se aplicó la teoría de adición de masa para la entrada con pequeña asimetría para secciones tipo cuña, determinando de esta manera la fuerza vertical, horizontal y momento de rolido, antes de la separación de flujo del codillo de la sección, los resultados obtenidos muestran gran similitud con los resultados encontrados por Xu G. (2008) y mediante modelamiento CFD. La magnitud de la fuerza vertical, horizontal y momento de rolido disminuyen con la relación v/w .



REFERENCIAS

- Caponetto, M., y SÖDING, H. (2003) Motion Simulations for planning Boats in waves. *Ship technology research*, 50, p 182-198
- Casetta, L. (Abril, 2006). The proper definition of the added mass for the water entry problem. *21st International Workshop on Water Waves and Floating Bodies 2nd-5th*, Loughborough, England.
- CD-adapco Engineering Simulation Software. (2008). 'Star-CCM+ Version 3.06.006 User Guide'.
- Judge C., Troesch A. (2000). Asymmetry and Horizontal velocity During water impact. Recuperado de: <http://www.eng.tau.ac.il/~greg/ABST.pdf/judge.pdf/judgeWWWFB2.pdf>
- Seif, M.S., Mousaviraad, S.M., Saddathosseini, S.H. & Bertram, V., (Noviembre, 2005). Numerical Modeling of 2-D Water Impact in One degree of Freedom. *Síntesis Tecnológica*. 2, (2), 79-83.
- Tascón O. D. (October, 2009). Numerical Computation of the Hydrodynamic Forces Acting on a Maneuvering Planing Hull Via Slender Body Theory - SBT and 2-D Impact Theory. *10th International Conference on Fast Sea Transportation FAST 2009, Athens, Greece*.
- Toyama Y. (1993). "Two-dimensional water impact of unsymmetrical bodies". *Jurnal of Soc. Naval Arch. Japan*. 173, p. 285-291.
- Tveitines, T. (2001). Application of Added Mass theory in planing [Ph.D. Thesis]. *Glasgow: University of Glasgow. Departamento de Arquitectura Naval y Ingeniería Marina*, p. 339.
- Vorus, W. S. (Junio, 1996). A flat cylinder theory for vessel impact and steady planing resistance. *Journal of Ship Research*, 40 (2), 89-106.
- Wagner, H. (Agosto, 1932). Über stoss – und Gleitvorgänge an der Oberfläche von Flüssigkeiten. *Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik*. 12 (4), 193-215.
- Xu, G.D. (Agosto, 2008) Numerical simulation of oblique water entry of an asymmetrical wedge. *Journal of Ocean Engineering*, 35, p. 1597-1603.
- Xu, L., Troesch, A.W., and Vorus, W.S. (Septiembre, 1998). Asymmetric Vessel Impact and Planing Hydrodynamics. *Journal of Ship Research*, 42 (3), 187-19



CLÚSTER LOGÍSTICOS, UNA NUEVA CATEGORÍA CONCEPTUAL EN LA TEORÍA DE ECONOMÍAS DE AGLOMERACIÓN

Vladimir Balza Franco^a
Vladbalza@gmail.com

Carlos Paternina Arboleda^b
cpaterni@uninorte.edu.co

Fecha de recepción: agosto de 2014. Fecha de aceptación: octubre de 2014

Resumen: En este artículo, a partir de recientes trabajos académicos tanto teóricos como empíricos, se presenta una revisión de literatura en el tema de clusters logísticos a nivel global, desde una perspectiva analítica. Luego de una introducción a la teoría clásica de las aglomeraciones industriales, se exploran los diversos conceptos que conforman el naciente corpus teórico de lo que se ha denominado dense trade clusters. Finalmente, se explora la evolución de las diferentes infraestructuras logísticas hacia un nuevo concepto de la logística mundial: el cluster logístico.

Palabras clave: Logística, economías de aglomeración, dense trade clusters, cluster logísticos.

Abstract: In this paper, based on the latest, as theoretical as empirical, academic work, we presented a literature review about the global logistics clusters issue, from an analytical perspective. After a short introduction to the classical theory of agglomeration economies, several theoretical concepts from the so-called dense trade clusters are explored and analyzed. Finally, the evolution of the different logistics infrastructure towards a new concept in global logistics, logistics clusters, was explored.

Keywords: Logistics, agglomeration economies, industrial cluster, logistics cluster.

1. INTRODUCCIÓN

El concepto de cluster logístico, que emerge del fenómeno de la aglomeración de proveedores de servicios logísticos en lugares geográficos específicos (Rivera, Sheffi, & Welsch, 2014), es un nuevo reto para el análisis académico. La actividad económica y comercial dejó de ser un asunto localizado en un sitio específico y tiende a concentrarse en varias clases de aglomeraciones espacialmente localizadas, donde diferentes mezclas de actividades comerciales y logísticas tienden a agruparse, en una relación dinámica entre lo local y lo global (Eriksson, 2009).

^aIngeniero Industrial. Especialista en Finanzas. Magíster en Administración. Docente de Planta Facultad de Ingeniería. Universidad del Magdalena

^bDepartamento de mercadeo y negocios internacionales. Escuela de Negocios. Universidad del Norte.



El concepto de "clúster" es el génesis primigenio de la categoría conceptual de "cluster logístico". Para entender este último hay que remitirse a conceptos asociados tales como "aglomeraciones geográficas", "concentraciones espaciales", "polos de crecimiento" y "distritos industriales" (Sengpiehl, 2010, citado por Balza-Franco & Paternina-Arboleda, 2014), entre otros, que tratan de explicar el hecho de que las industrias tienden a estar geográficamente "aglomeradas" (Sheffi, 2012b). En general, estos conceptos se derivan de la denominada "economía de aglomeración", término que agrupa diversas interpretaciones histórico-económicas de la dinámica y organización de las configuraciones productivas (Becerra & Naranjo, 2008).

Si bien la dinámica del comercio y la logística global se ha dado y se seguirá dando con o sin el concurso de la academia, ésta tiene la obligación de analizar, interpretar, explicar las razones y elaborar las teorías que rigen estos fenómenos socio-económicos, con el fin de aportar conocimiento a la búsqueda de la eficiencia de las operaciones comerciales globales y de la mejora de la competitividad de las regiones.

2. ECONOMÍAS DE AGLOMERACIÓN

Las economías de aglomeración, derivadas de la teoría de la localización industrial (Weber, 1929; Krugman, 1995; Borges, 1997; citados por (Vera & Ganga, 2007) y de la teoría de la geografía económica (Krugman, 1991; citado por Vera & Ganga, 2007) explican por qué las actividades industriales se concentran en ciertas áreas y no se dispersan aleatoriamente en un territorio. De igual forma, destacan el costo de transporte como factor determinante del costo final de un producto. Este factor puede explicar las razones por las cuales algunas actividades económicas se ubican cercanas a sus fuentes de recursos o a sus mercados, mientras que otras se establecen en cualquier sitio, siempre que sea rentable (Vera & Ganga, 2007).

Enfoques teóricos como la concentración espacial y las economías de urbanización buscan también explicar la aglomeración empresarial (Hoover, 1937; citado por (Becerra & Naranjo, 2008). La escuela estratégica del cluster industrial y la escuela neo-marshalliana del distrito industrial son distintos enfoques que tienen en común la existencia de un territorio geográfico específico, el aprovechamiento de externalidades positivas producidas por las economías de aglomeración (Porter, 1998; Shaver & Flyer, 2000), la concentración de empresas similares en torno a una actividad económica común (Sheffi, 2012b) y el aprovechamiento estratégico de las externalidades a las empresas para lograr economías de escala y reducir los costos de transacción (Coase, 1996; Williamson, 1996). En resumen, los enfoques teóricos sobre aglomeraciones empresariales más relevantes son (de Langen 2004, citado por (Balza-Franco & Paternina-Arboleda, working paper) Diamond School, Porter (1990, 1998); New Economic Geography, Krugman (1991); Fujita, Venables y Rugman, (1995); Industrial District School: Becattini, (1990); Piore y Sabel (1984); Staber, (1998); Harrison, (1992) y Population Ecologic, Metcalfe (1998); Hannan y Freeman (1989).



3. REVISIÓN DE LA LITERATURA EN CLUSTERS LOGÍSTICOS

La logística se ha desarrollado en forma paralela al avance de la humanidad, en la búsqueda de la eficiencia de las operaciones para movilizar grandes cantidades de recursos, ya sea en la construcción de megaproyectos arquitectónicos, o en el aprovisionamiento estratégico de recursos para enfrentar o paliar la escasez. En la era moderna, la globalización del comercio impulsó el desarrollo de la logística comercial y le confirió el carácter de disciplina. El desarrollo institucional del comercio, las finanzas y las relaciones contractuales entre los mercaderes venecianos del siglo XVI, marcaron el inicio del comercio global moderno y, en forma paralela, de las técnicas desarrolladas para hacerlo más eficiente (North, 1990).

Como disciplina formal, la logística se define como un grupo de funciones asociadas a la producción, el diseño y el mercadeo, lo cual incluye, transporte, almacenamiento, planeación y localización de las instalaciones. "La logística representa un conjunto de actividades que aseguran la disponibilidad de los productos correctos en la cantidad correcta, a los clientes correctos en el momento oportuno" (Kasilingman, 2006). Estas actividades deben agregar valor a la cadena de suministro de las empresas productivas e incrementar su competitividad. Es decir, la logística es una herramienta para incrementar la competitividad de las empresas productivas y de algunos tipos de empresas de servicios. La actividad logística se ocupa de mover materiales, partes y productos a través de la cadena de aprovisionamiento, producción, distribución y venta al detal; en consecuencia, esta actividad genera una demanda derivada de operadores de transporte de carga entre los diferentes eslabones de la cadena.

Debido a esto, una eficiente operación de transporte es fundamental para la eficiencia logística, dado el impacto de los costos de transporte en el costo final al detallista y en el precio final de venta al consumidor. Los costos de transporte se convierten en una parte significativa del precio de compra de todos los productos en mercados competitivos. La eficiencia en la operación de transporte se logra mediante la planificación sofisticada de distribución de mercancías y un eficaz enrutamiento del tráfico (Xu & Hancock, 2004). Si se optimiza toda la cadena logística de distribución, los costos totales de los productos serían menores, sin contar con la reducción del exceso de emisiones de CO₂ a la atmósfera, uno de los grandes problemas que enfrenta la sostenibilidad del transporte de carga, (Capineri & Leinbach, 2006) lo que se traduciría en un beneficio general para la sociedad.

Una vieja controversia académica en operaciones y logística es la relación entre la producción y la distribución. Desde un punto de vista convencional, la producción y distribución se consideran funciones separadas, estando la distribución subordinada a la producción; pero la emergencia de redes mundiales de producción evidencian un mayor nivel de integración entre ambas funciones, así como un cambio en sus relaciones (Hesse & Rodrigue, 2006). Dado esto, el transporte, más que un simple



movilidad de carga dentro de las cadenas globales de bienes; es una parte integral del proceso de generación de valor.

4. CADENAS DE TRANSPORTE INTERMODAL Y TRADE CLUSTERS

La interconexión de nodos logísticos en una cadena de transporte intermodal es un proceso de agregación progresiva e incremental de infraestructura logística que reúne instalaciones, equipos y servicios logísticos que habilitan la posibilidad de hacer transbordos de carga entre distintos modos de transporte. Estas infraestructuras se interconectan en una red o supra-estructura logística que se va complejizando en la medida en que se incrementa el volumen de demanda de transporte de carga y la cantidad y complejidad de servicios que se prestan en cada nodo. Los nodos logísticos evolucionan progresivamente en varios tipos de infraestructuras logísticas que se agrupan en lo que ha sido denominado dense trade cluster (Sengpiehl, Oakden, Nagel, Toh, & Shi, 2008).

5. INFRAESTRUCTURAS LOGÍSTICAS

El Institute of Logistics and Supply Management (Sengpiehl et al., 2008) propuso cuatro designaciones para los tipos de "dense trade clusters": Logistics Centers, Inland Ports, Logistics Hubs y como categoría de mayor grado de evolución, Logistics Cities. Estos tipos de cluster de comercio o superestructuras logísticas integradas varían en el tamaño de sus instalaciones y en el rango de los servicios que prestan. A su vez, las diferentes configuraciones de trade clusters pueden incorporar instalaciones físicas específicas como intermodal terminals o warehouses; la evolución y concentración de todas estas supra-estructuras en un solo sitio geográfico es lo que se ha denominado un Logistics Cluster (Sengpiehl, 2010; Sheffi, 2012b).

a. Logistics Centers

Un Logistics Center o Plataforma Logística es un eslabón de la cadena de transporte intermodal que ofrece infraestructura de transbordo eficiente y de apoyo de los servicios logísticos especializados. El trabajo empírico de Konings sobre la eficiencia del transporte de carga intermodal en Estados Unidos introdujo el concepto de "centros integrados para el transbordo, almacenamiento, recolección y distribución de bienes" (Konings, 1996). Estos centros se caracterizan por la integración espacial y funcional del manejo de todos los aspectos logísticos y comerciales del transporte de contenedores. La clave de un logistics center es poseer su propio sistema interno de transporte.



En el contexto europeo, en los últimos 20 años, gobiernos de la comunidad europea hicieron un gran esfuerzo institucional por desarrollar infraestructuras logísticas altamente competitivas en sus países, también conocidas como freight villages. La Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa -UN/ECE- definió formalmente un Logistics Center como una "agrupación geográfica de empresas independientes de transporte de carga" y señala que consisten en, por lo menos, un terminal de carga que ofrece servicios adicionales tales como almacenamiento, mantenimiento y reparación (UN/ECE, 2001).

La Asociación Europea de Freight Villages/Logistics centers señala que "Una plataforma logística es una zona físicamente delimitada en la cual diferentes operadores ejecutan actividades relativas al transporte, la logística y la distribución de mercancías, tanto para el tránsito nacional como el internacional" (Europlatforms EEIG, 2004). En forma resumida, un Logistics Center es un distrito planeado y construido para el manejo óptimo de todas las actividades relativas al movimiento de carga. En forma similar a un barrio residencial, un distrito de carga debe contener no solo infraestructuras logísticas sino también los servicios necesarios para satisfacer los requerimientos de la actividad transportista, tales como servicios aduaneros, oficinas postales, telefónicas, internet, áreas de parqueo, de cargue y descargue, restaurantes, cafés, hoteles, estaciones de servicio, lavaderos de vehículos de carga y almacenes de repuestos (Europlatforms EEIG, 2004).

En España, se adoptó una definición oficial: "Las plataformas logísticas son aquellos puntos o áreas de ruptura de las cadenas de transporte y logística en que se concentran actividades y funciones técnicas y de valor agregado tales como: carga/descarga, intercambio modal, re-embalaje, re-empaque, re-embalaje para una amplia gama de productos, lo cual demanda el concurso de múltiples operadores logísticos especializados.

Este concepto adhiere a las tendencias globales en el sector transporte, donde se fomenta la creación de nuevas plataformas logísticas. Europlatforms da cuenta de 57 logistics centers localizados en ocho países -Italia, España, Alemania, Dinamarca, Portugal, Luxemburgo, Grecia y Francia- integrando más de 1200 operadores logísticos (Meidute, 2007).

A pesar de esfuerzos europeos por adoptar un lenguaje común, las denominaciones "Plataforma Logística" o "Logistics Center" no se han estandarizado globalmente y sus funciones han evolucionado diferencialmente en cada región. El uso del término "plataforma logística" descrito por UN/ECE y Europlatforms se restringe al espacio económico europeo, con un equivalente en el término Logistics Centre utilizado en Japón, E.U y China (Hamzeh, Tommelein, Ballard, & Kaminsky, 2007). El término "Freight Villages" es más utilizado en Reino Unido, España y Grecia, mientras que en



Dinamarca se denominan "Transportcentre" y en Italia "Interporto". En Alemania, son denominados "Güterverkehrszentrum" o "Logistikzentrum" -centros logísticos-; en Francia y países francófonos se denominan Plateform logistique (Europlatforms EEIG, 2004; Seuthe, 1997; UN/ECE, 2001). En general, la terminología de las infraestructuras logísticas es dispersa y ambigua y no se ha alcanzado consenso general para consolidar definiciones universales.

En la academia, se argumenta que "el crecimiento de los 'freight villages' se ha convertido en una nueva forma de intermodalidad especialmente en Europa. Son terminales intermodales localizados al interior del puerto donde el tráfico de contenedores es descargado y re-empacado lejos de las áreas congestionadas" (Capineri & Leinbach, 2006). Se destaca la función descongestionante que desempeñan los logistics centers para los grandes puertos marítimos y los ubican como una categoría de aglomeración de modos de transporte y servicios logísticos de alta tecnología.

b. Inland Ports

Existe dificultad para clasificar la amplia variedad de Inland Ports identificados globalmente (Toh, Oakden, Nagel, Sengpiehl, & Shi, 2008); sin embargo, el término "Inland Port" puede definirse como un sitio logístico que incluye facilidades apropiadas de transporte intermodal, servicios logísticos complementarios y actividades de negocios de valor agregado que facilitan y mejoran tanto el comercio internacional como el flujo de productos a través de la cadena de suministro. En esencia, un Inland Port es un punto nodal que cuenta con equipos de transporte multimodal marítimo/terrestre de contenedores -tales como elevadores de carga, apiladoras telescópicas, grúas pórtico o carretillas-pórtico- que están localizados fuera de las tradicionales fronteras terrestres, áreas y costeras (Toh et al., 2008).

c. Dry Ports

Un puerto seco es una plataforma logística o terminal intermodal situada al interior de un país y que dispone de un enlace directo con un puerto marítimo (UN/ECE, 2001). Entre otras denominaciones, el término "dry port" se usa para definir cierto "objeto" terrestre – desde la perspectiva de la tripulación de un barco- cuando es relevante señalar que ese lugar ha alcanzado cierto grado de sofisticación relativo a los servicios logísticos ofrecidos, en comparación con otro "objeto" terrestre de menor sofisticación. Los "objetos terrestres", en argot mercante, pueden ser: inland terminals, dry ports e inland ports.

En contraste, un "inland port" designa locaciones terrestres de diversos tamaños que ofrecen un amplio rango de servicios logísticos y presenta diferentes tipos de estructura de propiedad: pueden ser de propiedad de los puertos, de los operadores Ferroviarios, de la región o propiedad pública-privada (Rožić, Petrović, & Ogrizović, 2014). En consecuencia, la diferencia entre un dry port y un inland port radica en el grado



de sofisticación de servicios e infraestructura provista por un “objeto terrestre” y en los tipos de relaciones contractuales que se deben realizar para las operaciones de transporte intermodal marítimo/terrestre, que se desprenden del tipo de propiedad del puerto.

d. Freight Hubs

Los freight hubs –o logistics hubs- son nodos de interconexión de carga que permiten transferir carga entre distintos modos de transporte para su redistribución; también son denominados “gateways”, en el mismo contexto (Sirikijpanichkul, Van Dam, Ferreira, & Lukszo, 2007). En forma general, un hub o estación nodal se define como un punto central para la recolección, surtido, transbordo y distribución de bienes en una zona geográfica determinada (UN/ECE, 2001). La función central de un freight hub es la consolidación de carga a gran escala en los terminales, la cual puede ser destinada a una posterior distribución a corta, media o larga distancia, hacia niveles regionales o internacionales (Hesse & Rodrigue, 2004), por lo tanto, el sitio de ubicación de un hub es crucial.

Un freight hub es planeado y operado sobre la base de un diseño de red logística conocido como modelo radial o sistema “Hub&Spoke”. Este sistema consiste en la recogida y posterior distribución de las mercancías a través de un solo punto. Toda la carga llega al hub desde diferentes orígenes y toda la carga sale del hub hacia diferentes destinos. Las empresas transportistas de consolidación de carga y todos los sistemas de transporte intermodal están organizados a manera de redes hub-and-spoke. En tales sistemas, se ofrece servicio de transporte de carga entre un determinado número de puntos de origen-destino –terminales locales / regionales- (Crainic & Kim, 2006).

En consecuencia al diseño logístico tipo Hub&Spoke, la eficiencia y rentabilidad financiera de un freight hub dependerá de las conexiones de transporte y transbordo hacia otros destinos. El número de servicios origen-destino ofrecidos por un hub debe ser significativamente mayor que el número de servicios directos origen-destino operados por los transportadores independientes. Por tanto, aprovechando economías de escala y de alcance, las demandas de transporte de bajo volumen se mueven primero a un punto intermedio –un hub o terminal de consolidación de carga- tal como un aeropuerto, un terminal de contenedores, un patio de trenes o una plataforma intermodal. En el hub, el tráfico de carga es consolidado en flujos mayores que son enrutados a otros hubs con alta frecuencia o alta capacidad de servicio.

(Crainic & Kim, 2006) Para aprovechar el crecimiento del comercio mundial y generar tales economías de escala, los freight hubs deben enfocarse en el desarrollo de una infraestructura que mejore la capacidad instalada de transporte y transbordo de



mercancías y les permita agregar la demanda de múltiples transportistas de carga, aprovechando economías de alcance. Se requieren altos niveles de demanda para que un hub sea rentable, pero una creciente demanda de transporte de carga intermodal plantea un nuevo reto: cómo proporcionar suficiente infraestructura que satisfaga la demanda y mantenga un nivel de servicios satisfactorio, a un costo razonable (Sirikijpanichkul et al., 2007). Este tipo de decisiones deben tomarse con un enfoque prospectivo del pronóstico a largo plazo de la demanda de servicios de transporte.

Este tipo de problemas y las restricciones de espacio hacen que las decisiones de incremento de la capacidad instalada o mejora de tecnología en un hub sean complejas. Los terminales intermodales y freight hubs, y en general los componentes fijos de los sistemas de transporte, están arraigados a las condiciones locales, debido al sitio físico y las restricciones de acceso; en cambio, los modos de transporte en sí mismos evidencian una connatural flexibilidad, donde las redes y los servicios pueden ser modificados en el corto plazo y sin previo aviso (Rodrigue & Hesse, 2006).

El sitio óptimo de localización de un freight hub intermodal es una decisión de cuidado. El trabajo (Sirikijpanichkul et al., 2007) presentó un modelo de decisión para la adecuada localización de un freight hub que considera los procesos de negociación que se presentan entre cuatro stakeholders o agentes principales: propietarios, proveedores de infraestructura de transporte, usuarios y comunidades. La presencia de un freight hub en una región se convierte en un atractivo para la inversión extranjera, pero al tiempo es una inversión riesgosa para los "agentes dominantes" del negocio (Sirikijpanichkul et al., 2007) si no está soportado por una adecuada aglomeración de servicios logísticos. "Una adecuada infraestructura de transporte y una alta calidad de la mano de obra son factores que incentivan la inversión extranjera directa –FDI- en una región determinada" (Hong & Chin, 2007). Hong y Chin plantean que los grandes

Operadores logísticos deciden instalarse en ciudades donde ya existen múltiples proveedores de servicios logísticos –de igual forma que una empresa no consideraría instalarse en una población que no contara con los mínimos servicios públicos-.

Un ejemplo reciente de este fenómeno es la instalación del operador logístico mundial holandés Trafigura en el puerto marítimo/fluviál de Barranquilla (Colombia), mediante inversión accionaria en la Sociedad Portuaria del Caribe, una de las sociedades portuarias que explota la desembocadura del Río Magdalena sobre el mar Caribe. Este hecho es un indicio de la presencia de economías de aglomeración de servicios; en este caso, de servicios logísticos. Hong y Chin afirman que las ciudades capitales, como es de esperarse, atraen más inversión logística; pero no hay evidencia de que las zonas económicas especiales –SEZ- y las ciudades costeras abiertas –tipo



Santa Marta o Cartagena- gocen de ventajas significativas para atraer inversión logística; el caso del puerto de Barranquilla corrobora esta tesis.

e. Logistics Cities

Las "ciudades logísticas" son concentraciones geográficas de industrias relacionadas, situadas alrededor de uno ó más freight hubs adyacentes a un área metropolitana. Una ciudad-logística está conformada por actividades logísticas y activos específicos combinados con una mezcla de compañías ensambladoras, negocios de servicios, almacenes detallista, centros de investigación y oficinas de los servicios de gobierno. Este es un nuevo concepto, que se promueve mundialmente en distintas regiones y países y concentra las estrategias de desarrollo de las competitividades regionales. El ILSCM de la Universidad de Victoria (Australia) ha escogido este tema como su principal línea de investigación y ha definido una logistics city como la progresión final de un dense trade cluster (Sengpiehl et al., 2008).

De acuerdo con Sengpiehl et al, algunas de las principales ciudades que reúne las características para ser tipificadas "ciudades-logísticas" en el mundo y los autores o instituciones que han desarrollado la literatura académica más relevante sobre este fenómeno son:

- Dubai (Emiratos Árabes Unidos): Proffit (2006); MEED (2006); Turner (2006)
- Lingang (China): Leach (2006); Lingang Group (2006)
- Zaragoza (España): Tierney (2004)
- Shenzhen (China): Shenzhen Government (2007); China Economic Review (2007); HKTDC (2004); Jun (2004)

El concepto de ciudad logística involucra un proceso progresivo, en el que se agregan infraestructuras, servicios y capacidades para lograr evolucionar desde simples freight terminals hasta sofisticadas logistics cities. Este concepto se viene utilizando como una herramienta para diseñar políticas regionales y metropolitanas que permitan lograr un crecimiento económico sostenible. Se deben identificar las iniciativas gubernamentales y la intervención estatal necesaria para lograr tales economías de aglomeración (Wu, Sengpiehl, Toh, & Nagel, 2009).



6. ESTRUCTURAS FÍSICAS EN DENSE TRADE CLUSTERS

a. Intermodal Terminals

Los intermodal terminals, son las estructuras físicas más importantes de un logistics centre. Se acepta que un terminal intermodal es un punto de transferencia de carga entre un modo de transporte y otro –e. g. un punto donde se transfiere la carga desde modo ferroviario a modo terrestre, o de modo terrestre a transporte marítimo- utilizando unidades de transporte intermodal, ITUs. UNECE define "terminal" –asumiendo que todo terminal es usado para transporte intermodal- sencillamente como "un lugar equipado para el transbordo y almacenamiento de ITUs". En el contexto europeo, un terminal intermodal está compuesto de una o más pistas conectadas con las principales arterias de la vía férrea y posee un gran área usada para el manejo de todas las operaciones de cargue y descargue. Entre los terminales intermodales más importantes de Europa están los interporti de Bolonia y Verona en Italia, destacándose la presencia de complejos sistemas ferroviarios. El terminal intermodal más importante de Australia es el de Sidney con una demanda proyectada al año 2020 de 1'200.000 TEUS/año.

Para su óptimo funcionamiento, un terminal intermodal requiere de un amplia área de cargue y descargue y de alto grado de accesibilidad. Un estudio desarrollado para determinar la ubicación óptima de un terminal de transporte regional en Kaunas (Lituania), destaca que "el área mínima requerida para el terminal de transporte de Kaunas es de 50 a 60 hectáreas de tierra con la posibilidad de ser ampliado como logistics centre hasta 150 a 200 hectáreas." Labanauskas y Palšaitis plantean que, en su primera fase, el proyectado terminal de transporte intermodal de Kaunas estaría en capacidad de proveer los siguientes servicios: organización de embarques intermodales, organización de transporte de carga por carretera, organización de transporte de carga por las vías férreas de Rusia y Europa. Por ser interface natural entre Rusia y Europa occidental, este pequeño país báltico es una región ideal para convertirse en una gran plataforma logística que interconecte los sistemas férreos este-oeste de Europa.



Se han propuesto varias tipologías de clasificación de terminales intermodales. Una forma de clasificación es por el volumen de movimiento de carga por periodo de tiempo. Un informe técnico para el Departamento de Transporte de Australia utilizó como criterio de selección de una muestra "de significancia nacional", incluir en la encuesta aquellas instalaciones que transfirieran más de 100000 TEU –o su equivalente en carga discreta- por año entre carretera y vía férrea o entre vía férrea y puerto marítimo (Meyrick, 2006). Los resultados de este estudio clasificaron los terminales intermodales en dos categorías conceptuales simples:

- Terminales puros que proveen el servicio de transbordo.
- Terminales de valor agregado, que proveen servicios complementarios.

Otros tipos de clasificación de terminales intermodales han sido propuestos (Aifandopoulou, G., Giannopoulos, G. and Haralampous, G, 2006). Esta clasificación, que a su vez cae en otras categorías ya mencionadas, como el caso de los freight Villages, categoriza los terminales intermodales en cuatro tipos:

- City Terminals
- Freight Villages
- Logistics Park
- Special Logistics Areas

Como se evidencia, el término freight Villages se utiliza indistintamente en la literatura tanto para designar un tipo de terminal intermodal, como para designar una plataforma logística, que a su vez, puede contener un terminal intermodal. La terminología de las estructuras logísticas se ha ido construyendo en la práctica empresarial al mismo tiempo que son analizadas y tipificadas por la investigación académica, por lo que no se encuentra en la literatura un consenso absoluto. Sin embargo, a pesar de la dispersión y escaso consenso en la terminología, la literatura evidencia acuerdo en la naturaleza de los servicios que presta un terminal intermodal y su función básica de servir de transbordo entre un modo de transporte y otro. Otra conclusión en este tema es que "Freight Villages", "Inland Ports" y "Freight Hubs" son mucho más que terminales, dado que estas estructuras se constituyen en la progresión de un simple terminal intermodal mediante la prestación de servicios y funciones adicionales (Sengpiehl et al., 2008).

b. Warehouses

La creciente aplicación de los principios de SCM ha impulsado un mayor crecimiento del almacenamiento auxiliar y la distribución en los terminales intermodales. Los tipos de almacenamiento –o warehousing- en terminales intermodales varían entre el almacenamiento básico en seco hasta los servicios de almacenamiento en instalaciones con atmósfera, temperatura y humedad controladas, con apoyo de alta



Tecnología informática de control de inventarios, movimiento de cargas y capacidad de despacho de órdenes de pedidos. Una instalación a gran escala puede ofrecer bucles de acceso ferroviario, acceso por carretera con células de pesaje de carga integradas y muelles y bahías de carga sellados o cubiertos (Meyrick, 2006).

7. LOGISTICS CLUSTERS

Hay un concepto que emerge del estado del arte de la literatura sobre plataformas logísticas y trade clusters: logistics clusters. Un cluster logístico, en forma similar al cluster industrial, se define como una concentración geográfica de empresas proveedoras de servicios logísticos, tales como 3PL y 4PL, transportadores de carga, proveedores de servicios de almacenamiento –almacenes de depósito-, forwarders –agentes de aduana o sociedades de intermediación aduanera- proveedores laterales de insumos –fabricantes de material de empaque y embalaje, fabricantes de estibas y de material de amarre y fijación, etc.-, fabricantes o comercializadores de contenedores, proveedores de mantenimiento de equipos y contenedores, proveedores de servicios de leasing de equipos de movimiento de carga – montacargas y elevadores- y proveedores de repuestos y partes para equipos de transporte (Rivera et al., 2014). Los clusters logísticos son aglomeraciones de empresas y funciones de negocios que se ubican en la misma región de tal forma que pueden compartir experticia y know-how y disfrutar de beneficios en costos y servicios (Sheffi, 2013). En algunos casos, un cluster logístico, tal como un cluster industrial, puede incluir proveedores de servicios financieros y de aseguramiento, instituciones académicas o de investigación e instituciones gubernamentales de fomento al emprendimiento (Clarkson, Fink, & Kraus, 2007).

a. Clusters logísticos en el mundo

En la actualidad, los clusters logísticos son objeto de gran atención y estudio por parte de la comunidad académica y de las autoridades gubernamentales, en especial como destino de la inversión estatal para el desarrollo de los clusters existentes y la expansión de los nuevos. Algunos de estos clusters logísticos son nodos centrales de las redes continentales de transporte de carga, como el caso de Plataforma Logística-Zaragoza (PLAZA), el mayor parque logístico de Europa, con más de 1200 hectáreas localizado en el corazón del cluster logístico de la región de Aragón, en España. En el desarrollo de este cluster, el gobierno regional de Aragón y la municipalidad de Zaragoza invirtieron cuantiosos recursos, con el fin último de incentivar la generación de empleos de alta calificación y estimular la economía de la región. La creación e impulso de clusters logísticos se constituye en la estrategia estatal por excelencia para incrementar la competitividad regional.



Un caso de estrategia nacional de competitividad enfocada en la logística es el proceso de desarrollo de clusters logísticos en ambos extremos del canal de Panamá; el gobierno panameño busca posicionar ese país como el centro del comercio y la logística de las Américas:

Con la posición de Panamá en una ruta comercial global, la evolución del arbitraje laboral entre Oriente y Occidente y la volátil fijación de precios de tránsito, el nuevo milenio de oportunidad para Panamá será la diversificación del valor captado por la posición única del Canal. El planteamiento para hacer posible la logística de valor agregado en Panamá es de hecho la estrategia necesaria para reducir el costo real de hacer negocios en Panamá al generar soluciones para los factores que incrementan este costo .

Con este plan estratégico y una inversión aproximada de 1.000 millones de dólares, el gobierno panameño busca reducir el tiempo y la volatilidad de las mercancías en tránsito y reducir los costos de insumos directos de las actividades de logística, lo cual podría estimular fuertemente la actividad logística de valor agregado. El caso de Panamá, un país cercano geográfica e históricamente al Caribe colombiano y sus estrategias de competitividad nacional, son de gran interés como referente para estudios similares en la Región Caribe (Balza-Franco & Paternina-Arboleda, 2014). Otra de las estrategias de competitividad adoptadas por Panamá es la creación de “Special Economic Zones” –SEZ-. La razón de ser de estas zonas es la atracción de inversión extranjera directa, mediante incentivos económicos a países, que de otra forma no se interesarían en desarrollar las industrias locales. La interrelación entre estos “polos de atracción”, la estrategia de clusterización como estímulo a la competitividad regional y el desarrollo de clusters logísticos en el contexto del Caribe son prometedoras líneas de futuras investigaciones.

Clusters logísticos de talla mundial tales como Singapur, Rotterdam, Disburg, Dubai, New York, Miami, Chicago, Dallas, Memphis, Louisville y Los Ángeles, siguen ampliando sus instalaciones y diversificando sus servicios. La evidencia, basada en la concentración de la tasa absoluta y relativa de empleo en la industria logística, a partir de estudios en fresh logistics parks en Netherland , parece indicar que el crecimiento de los clusters logísticos en el mundo es sostenido y la tendencia va en aumento. En este estudio, Van den Heuvel et al sostienen que las empresas logísticas localizadas en áreas



De concentración logística especializada obtienen mayores beneficios que otras que se localizan en áreas dispersas. Van den Heuvel et al demostraron que existen tanto economías de aglomeración clásicas como economías específicas de aglomeración logística en áreas de concentración logística.

b. Ventajas de un cluster logístico

En este orden de ideas, el impulso a la consolidación de un cluster de servicios logísticos va de la mano con las ventajas comparativas de una región costera y con su vocación industrial y comercial. A su vez, se presume que la presencia de un cluster logístico tendrá un impacto positivo en la eficiencia de la cadena de suministro de todas las empresas que participen, que con sus propias características y fortalezas locales, hagan más competitiva la industria nacional en el entorno global. Desde un punto de vista operativo, uno de las más importantes ventajas del cluster es la economía del transporte: se favorecen las operaciones de transporte consolidadas –CO- frente a las operaciones directas –DO-, dado que en las operaciones consolidadas, los envíos comparten los costos de transporte implícito en el viaje con otros envíos .

Frecuentemente la creación de un cluster puede incluir instituciones académicas, de consultoría e instituciones de investigación tecnológica; por consiguiente, se presume que la consolidación de un cluster logístico atraería a importantes instituciones de investigación en tecnología y gestión logística como es el caso del programa MIT-Zaragoza y ZLC en PLAZA Logistics Park .

c. Restricciones y amenazas a los clusters logísticos

La emergencia de un cluster logístico puede ser impulsada por políticas gubernamentales, como el caso de la provincia de Aragón , pero se requieren ciertas condiciones del entorno físico para que se pueda cristalizar un proyecto de esa naturaleza. De acuerdo con la literatura, los factores clave que afectan la decisión de localización de empresas locales y extranjeras son la calidad de los servicios de transporte disponibles y la accesibilidad y calidad de la infraestructura general , lo cual conduce a que las operaciones logísticas se localicen relativamente cerca unas a otras, lo que reduce el costo de transporte de todas las empresas clusterizadas.



En contraste, otros factores decisivos como el precio de la mano de obra van en declive. Sin perjuicio de otros aspectos sociales, el argumento de que mantener un bajo costo de la mano de obra incentivaría la localización de empresas extranjeras en otros países, pierde cada vez más peso, ya que estudios sobre backshoring de empresas alemanas otrora externalizadas a España y de empresas norteamericanas que regresan a Estados Unidos, lo demuestran. En un estudio sobre relocalización de empresas industriales alemanas se ponderaron los riesgos potenciales de relocalizar actividades de manufactura en países que ofrecían bajos salarios y bajos costos asociados a la producción. Se analizó cómo la manufactura offshoring ha llegado a ser una opción cada vez más atractiva para empresas de todos los tamaños. Sin embargo, la investigación arrojó que en la producción offshoring, conjuntamente con las oportunidades de mejora de la estructura de costos, los riesgos se incrementan.

La literatura sobre el fenómeno outsourcing en servicios intensivos en conocimiento –KIBS- ayuda a aclarar el efecto del fenómeno offshoring/backshoring sobre la conformación y ciclo de vida de clusters industriales:

(...) Sin embargo, las plantas de Inversión Extranjera Directa estaban muy concentradas espacialmente en las grandes aglomeraciones –clusters- industriales, como la ciudad de Barcelona, la cual, para este tipo de plantas, no sólo era el sitio preferido para la ubicación, sino también para la contratación de diversas tareas de fabricación, incluyendo la mano de obra, tanto calificada como no calificada. Estos resultados sugieren que las decisiones de outsourcing de procesos fabriles o de manufactura de alto nivel, dependen más de la disponibilidad de servicios técnicos y mano de obra calificada, que de la disponibilidad de mano de obra barata (Balza-Franco V. , 2013, pág. 22).

8. CONCLUSIONES

En el contexto del desarrollo de una metrópoli hacia evolucionar en una logistics-city, identificar actividades prioritarias para el desarrollo de la infraestructura logística le permite a las instituciones de gobierno planificar y proteger eficientemente los activos públicos e instalaciones logísticas y lograr su máxima utilización. De igual forma, permite medir la brecha entre la situación actual de una ciudad/región y la economía de aglomeración deseada, de la cual se espera se genere crecimiento económico y del nivel De empleo. Lograr el status de ciudad-logística, emulando a las ciudades



logísticas de talla mundial, puede ser tal vez una de las más ambiciosas metas que persiga una sociedad.

Los clusters logísticos son aglomeraciones de empresas de servicios logísticos, ubicados en una misma región, que comparten experticia y know-how y disfrutan de beneficios en costos y servicios. Un cluster logístico puede incluir proveedores de servicios financieros y de aseguramiento, instituciones académicas o de investigación e instituciones gubernamentales de fomento al emprendimiento. La concentración de todos estos actores en un mismo sitio o región, deben a su vez potencializar la innovación y la competitividad de las empresas participantes del cluster logístico. La terminología del corpus teórico de infraestructuras logísticas y trade clusters se ha ido construyendo en la práctica empresarial simultáneamente con el análisis y tipificación producto de la investigación académica, por lo que no se encuentra en la literatura un consenso absoluto sobre términos que denominan los conceptos.

Se presume que la presencia de un cluster logístico tendrá un impacto positivo en la eficiencia de la cadena de suministro de todas las empresas que participen, que con sus propias características y fortalezas locales, hagan más competitiva la industria nacional en el entorno global. En ese sentido, se espera que el impulso a un cluster logístico atraiga nueva inversión y relocalización de empresas locales productivas exportadoras e importadoras y de sus cadenas de suministro, incluyendo proveedores, distribuidores, clientes y logistic service providers.

Las empresas logísticas localizadas en áreas de concentración logística especializada obtendrían mayores beneficios que otras localizadas en áreas dispersas. Las economías de aglomeración clásicas coexisten con economías específicas de aglomeración logística, presentes en áreas de concentración logística, dense trade centers o clusters logísticos.

Los factores que afectan la decisión de relocalización empresarial –tanto locales como extranjeras- son la calidad y disponibilidad de los servicios de transporte y la accesibilidad y calidad de la infraestructura general. La búsqueda de estas características conduce a que las operaciones logísticas se localicen relativamente cerca unas a otras, lo que reduce el costo de transporte de todas las empresas clusterizadas.

En Europa y particularmente en Alemania, la producción offshoring ha ido gradualmente dando paso al backshoring –repatriación de las actividades de producción que otrora habían sido expatriadas-. El backshoring se convierte en una amenaza para regiones que han invertido recursos para atraer la inversión extranjera directa Incentivando la formación de clusters. Las principales causas del backshoring



son la falta de flexibilidad y problemas de calidad en países extranjeros donde se habían re-localizado esas operaciones. Entre otros factores, la falta de flexibilidad se traduce en la carencia de alternativas de soluciones logísticas de transporte. Las implicaciones de este fenómeno sobre las aspiraciones de ciertas regiones de atraer la inversión extranjera directa mediante una estrategia de cluster son evidentes.

Algunas consecuencias para la formación de clusters industriales y logísticos, que se derivan de los fenómenos de outsourcing y offshoring en manufactura: (i) Tanto empresas locales como extranjeras recurren a la subcontratación como estrategia de manufactura y no necesariamente para obtener ventajas de bajos costos laborales. (ii) La deslocalización no siempre ocurre por la necesidad de reducir costos; se deben considerar otros factores: acceso a los mercados, alianzas estratégicas, reducción del lead time en el mercado local, acceso al mercado de talento humano extranjero, incentivos gubernamentales de otros países, etc. (iii) La decisión de localización de una planta de manufactura de alta tecnología es una decisión estratégica que puede cambiar según las circunstancias y según la oferta de servicios tecnológicos disponibles. La decisión de localización o deslocalización de una empresa manufacturera en una región, o de un gran operador en un cluster logístico va a depender en gran medida de la oferta de servicios y alternativas logísticas disponibles.

Las implicaciones de estos resultados podrían ser útiles para orientar el trabajo de planeación estratégica de ciudades o regiones interesadas en desarrollar clusters industriales o de servicios logísticos. Al mismo tiempo, le advierten a las ciudades que actualmente albergan clusters industriales, o que aspiran a convertirse en clusters logísticos, que las decisiones empresariales de localización son dinámicas y son reversibles.

Las interrelaciones entre “polos de atracción” logística, “distritos logísticos”, estrategias de clusterización como estímulo a la competitividad regional, dense trade clusters y el desarrollo de clusters logísticos en el contexto del Caribe son prometedoras líneas de futuras investigaciones.



REFERENCIAS

- Aifandopoulou, G., Giannopoulos, G. and Haralampous, G. (2006). Development of intermodal freight terminals: A methodology for building optimal networks of terminals and its application in south eastern europe. *Conference of 85th Annual Transportation Research Board Meeting, 22nd – 26th*, Washington: TRB.
- Balza-Franco, V. (2013). Small knowledge intensive business services, ¿Un nuevo campo de investigación en emprendimiento?
- Balza-Franco, V., & Paternina-Arboleda, C. D. (working paper). Clusters industriales, distritos industriales y políticas públicas de competitividad en américa latina. una revisión conceptual.
- Becerra, F., & Naranjo, J. C. (2008). La innovación tecnológica en el contexto de los clusters regionales. *Cuadernos De Administración*, 21(37)
- Capineri, C., & Leinbach, T. R. (2006). Freight transport, seamlessness, and competitive advantage in the global economy. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 6(1), 23-38.
- Clarkson, M., Fink, M., & Kraus, S. (2007). Industrial clusters as a factor for innovative drive—in regions of transformation and structural change: A comparative analysis of east germany and poland. *Journal for East European Management Studies*, 340-364.
- Coase, R. H. (1996). La naturaleza de la empresa (1937). *OE Williamso, & SG Winter, La Naturaleza De La Empresa: Orígenes, Evolución Y Desarrollo*, 29-48.
- Crainic, T. G., & Kim, K. H. (2006). Intermodal transportation. *Transportation*, 14, 467-537.
- de Bok, M. (2009). Estimation and validation of a microscopic model for spatial economic effects of transport infrastructure. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 43(1), 44-59.
- Eriksson, S. (2009). Development of a conceptual model for an integrated logistics cluster: A case study of jonkoping, sweden. *International Journal of Logistics Economics and Globalisation*, 2(1), 77-94.
- Europlatforms EEIG. (2004). *Logistics centers. directions for use*.
- Gobierno de Panamá. (2010). *Plan estratégico de gobierno 2010-2014. Informe público*.
- Hamzeh, F., Tommelein, I. D., Ballard, G., & Kaminsky, P. (2007). Logistics centers to support project-based production in the construction industry. *Proceedings of the 15th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 15)*, 181-191.
- Hesse, M., & Rodrigue, J. (2006). Global production networks and the role of logistics and transportation. *Growth and Change*, 37(4), 499-509. doi:10.1111/j.1468-2257.2006.00337.x
- Hesse, M., & Rodrigue, J. (2004). The transport geography of logistics and freight distribution. *Journal of Transport Geography*, 12(3), 171-184. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.12.004
- Holl, A., & Rama, R. (2014). Foreign subsidiaries and technology sourcing in spain. *Industry and Innovation*, 21(1), 43-64.
- Hong, J. (2007). Transport and the location of foreign logistics firms: The chinese experience. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(6), 597-609.
- Hong, J., & Chin, A. T. H. (2007). Modeling the location choices of foreign investments in chinese logistics industry. *China Economic Review*, 18(4), 425-437. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.chieco.2006.07.001
- Kasilingman, R. G. (2006). *Logistics and transportation. design and planing London: Kluwer*



academics Publishers.

- Kinkel, S., & Maloca, S. (2009). Drivers and antecedents of manufacturing offshoring and backshoring—A german perspective. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 15(3), 154-165.
- Konings, J. (1996). Integrated centres for the transshipment, storage, collection and distribution of goods: A survey of the possibilities for a high-quality intermodal transport concept. *Transport Policy*, 3(1), 3-11.
- Labanauskas, G., & Palšaitis, R. (2007). Study of possibilities to establish regional transport terminal in kaunas. *Transport*, 22(2), 118-121.
- Meidute, I. (2007). Economical evaluation of logistics centres establishment. *Transport*, 22(2), 111-117.
- Meyrick, S. (2006). *National intermodal terminal study* (Final Report. Prepared for Department of Transport and Regional Services). Victoria: Meyrick and Associates.
- Ministerio de Fomento del Gobierno de España. (2011). El lenguaje del transporte intermodal. Retrieved from <https://www.fomento.gob.es>
- North, D. C. (1990). Institutions. *Institutional Change and Economic Performance*, Cambridge,
- Porter, M. (1998). Clusters and the new economics of competition. *Harvard Business Review*, November-December, 77-90.
- Rivera, L., Sheffi, Y., & Welsch, R. (2014). Logistics agglomeration in the US. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 59, 222-238.
- Rodrigue, J., & Hesse, M. (2006). Transportation and the geographical and functional integration of global production networks. *Growth and Change, Special Issue on Global Production Networks*.
- Rožić, T., Petrović, M., & Ogrizović, D. (2014). Container transport flows as a prerequisite for determination of inland terminal location. *Pomorstvo: Scientific Journal of Maritime Research*, 28(1), 3-9.
- Sengpiehl, C. (2010). *Towards the Development of a Holistic Planning Framework for a Logistics City-Cluster: A Multinational Modified Delphi Study*.
- Sengpiehl, C., Oakden, R., Nagel, P., Toh, K. T. K., & Shi, P. (2008). The emergence of logistics cities : Conceptual model. *Journal of Transport and Supply Chain Management*, 2(1), 58-77.
- Seuthe, W. (1997). Das güterverkehrszentrum leipzig-ein europäisches logistikzentrum entsteht. *Ifo Dresden Berichtet*, 4(06), 34-36.
- Shaver, J. M., & Flyer, F. (2000). Agglomeration economies, firm heterogeneity, and foreign direct investment in the united states. *Strategic Management Journal*, 21(12), 1175-1194.
- Sheffi, Y. (2012a). *Logistics clusters delivering value and driving growth*. Cambridge; Massachussets: The MIT Press.
- Sheffi, Y. (2012b). Logistics-intensive clusters: Global competitiveness and regional growth. *Handbook of Global Logistics*, (Springer Science Business Media, NY 2013), 463-500.
- Sheffi, Y. (2013). Supply chains and economies can get more lift from logistics clusters. *Air Cargo World*, 103(2), 35-35.
- Sigler, T. J. (2014). Panama's special economic zones: Balancing growth and development. *Bulletin of Latin American Research*, 33(1), 1-15. doi:10.1111/blar.12035



- Sirikijpanichkul, A., Van Dam, K. H., Ferreira, L., & Lukszo, Z. (2007). Optimizing the location of intermodal freight hubs: An overview of the agent based modelling approach. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 7(4), 71-81. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S1570-6672\(07\)60031-2](http://dx.doi.org/10.1016/S1570-6672(07)60031-2)
- Toh, K., Oakden, R., Nagel, P., Sengpiehl, C., & Shi, P. (2008). A model for an inland port in australia. *Journal of Transport and Supply Chain Management*, 2(1), 78-92.
- UN/ECE. (2001). *Terminology on combined transports*. New York and Geneva: United Nations.
- Van den Heuvel, Frank P, de Langen, P. W., van Donselaar, K. H., & Fransoo, J. C. (2012). Proximity matters: Synergies through co-location of logistics establishments.
- Vera, J., & Ganga, F. (2007). Los clusters industriales: Precisión conceptual y desarrollo teórico. *Cuadernos De Administración*, 20(33).
- Williamson, O. E. (1996). *The mechanisms of governance* Oxford University Press.
- Wu, Y., Sengpiehl, C., Toh, K., & Nagel, P. (2009). The progression to logistics city and its implication of economies of agglomeration. *14th International Symposium on Logistics" Global Supply Chains and Inter-Firm Networks"*.
- Xu, J., & Hancock, K. L. (2004). Enterprise-wide freight simulation in an integrated logistics and transportation system. *Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions On*. 5(4), 342-346.
- Zucker, L., Darby, M., & Brewer, M. (1998). Intellectual human capital and the birth of US biotechnology enterprises. *American economics review* 88 (1) 290-306. *Intellectual Capital and Financing Decisions: Evidence from the US Patent Data*, 23



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTALES DE COLOMBIA Y VENEZUELA

Oscar Torres Yarzagaray^a
ostoyar@hotmail.com

Roberto Carlos Torres Castellar^b
roberto.torres@tecnar.edu.co

Diana Osorio Physco^c
dianyosorio@hotmail.com

Paola Mouthon Ramos^d
dirmaestriaglenap@gmail.com

Fecha de recepción: agosto de 2014. Fecha de aceptación: octubre de 2014

Resumen: Se presenta un panorama general de las políticas públicas ambientales de Colombia y Venezuela. Como metodología se utilizó la investigación documental. Las políticas ambientales de Colombia y Venezuela han sido inspiradas en los principios de la Declaración de Estocolmo y La Cumbre de Río. Estas dos naciones ratificaron 9 tratados internacionales, muchos de estos por presiones extranjeras. Colombia cuenta con una robusta legislación ambiental, sin embargo, los presupuestos para su cumplimiento se quedan cortos, la institucionalidad ambiental es débil. Venezuela no adopta una política ambiental dura debido a su dependencia de la explotación del petróleo.

Palabras clave: Economía ambiental, recursos agotables y desarrollo económico, política pública. Códigos JEL: Q32, Q38, Q50.

Abstract: An overview of environmental public policies in Colombia and Venezuela is presented. As documentary research methodology was used. The environmental policies of Colombia and Venezuela have been inspired by the principles of the Stockholm Declaration and the Rio Summit. 9 These two nations ratified international treaties, many of these by foreign pressures. Colombia has a robust environmental legislation, however, budgets for compliance fall short. Venezuela does not take a hard environmental policy due to its dependence on oil exploitation. Colombia and Venezuela still making the paths of unsustainability.

Keywords: Environmental Economics, exhaustible resources, and economic development, public policy. JEL Classifications: Q32, Q38, Q50.

1. INTRODUCCIÓN

El estado tiene la función de regular y controlar el uso de los recursos naturales y la calidad del ambiente, garantizando la sostenibilidad ambiental y la calidad de vida, materializada en la implementación eficiente de las políticas públicas ambientales, mediante la integración de un conjunto de principios, criterios y orientaciones generales en pro del bienestar de los ciudadanos. Lo anterior justifica la realización de un análisis comparativo sobre la importancia de las políticas públicas ambientales y su influencia en

^a Doctorando en Ciencias Económicas (Finalizado académicamente). Magister en gerencia Pública, especialista en Formulación y evaluación de proyectos, gerencia financiera, economista. Docente universitario.

^b Doctorando en Ciencias Económicas (finalizado académicamente). MBA – Magister en administración, especialista en gerencia del talento humano, economista. Coordinador de investigación de la facultad de ciencias económicas de la Fundación Tecnológica Antonio de Arévalo – Tecnar.

^c Magister en Logística, especialista en gestión Logística, Administradora de Comercio Exterior. Asesora marina mercante, Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla".

^d Magister en dirección de Marketing, especialista en docencia universitaria, Administradora de empresas. Docente universitario y consultor.



el desarrollo de las comunidades y analizar cómo ha sido la implementación de éstas en Colombia y Venezuela.

2. POLÍTICA PÚBLICA AMBIENTAL EN COLOMBIA Y VENEZUELA

2.1. Antecedentes a nivel mundial y de América Latina

La problemática de la preservación del medio ambiente comenzó a ser discutida a nivel mundial en el año 1970, en especial, en la Declaración de Estocolmo realizada en 1972, la cual se originó a raíz de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano. La Cumbre de Estocolmo fue la primera conferencia a nivel mundial realizada en materia ambiental la cual llegó a ser el referente para la adopción de políticas ambientales de las instituciones que la conformaron.

La política ambiental es uno de los tres eslabones fundamentales del desarrollo sostenible, junto con el bienestar social y el económico. Este concepto nació en 1987 en el informe de Brundtland (Conte Grand & D'Elia, 2008). Esta definición fue adoptada como el Principio 3 de la Declaración de Río, la cual siguió a la Cumbre de la Tierra realizada en 1992 en Río de Janeiro. Allí, el desarrollo sostenible se definió como "aquel desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades".

Dentro de las dificultades anotadas para llevar a cabo los principios de la Declaración de Río, Conte (2008) comenta: "Es difícil considerar para los distintos países medidas homogéneas de su política ambiental. Ello implicaría buscar para cada uno, por ejemplo, cuáles son sus políticas locales sobre calidad de agua o de aire".

De la Cumbre de Estocolmo surgen 24 principios básicos los cuales propenden por hacer compatible el desarrollo humano con la preservación del medio ambiente, estos han inspirado las políticas ambientales de Colombia y Venezuela. Entre los principios relevantes adoptados en esta conferencia están:

- La obligación de proteger y mejorar el medio ambiente para las generaciones futuras
- La preservación de los recursos naturales de la Tierra mediante una adecuada planificación u ordenación
- El mantenimiento, restauración o mejora de la capacidad de la Tierra para producir recursos renovables
- Planificar el desarrollo económico atribuyendo importancia a la conservación de la naturaleza
- Propender al desarrollo económico y social que mejore las condiciones de vida de la población (desarrollo sustentable)
- Transferencia considerable de asistencia financiera y tecnológica que complemente los esfuerzos internos de los países en desarrollo



- Tener en cuenta los factores económicos y los procesos ecológicos
- Llegar a un acuerdo entre los Estados y las organizaciones internacionales para hacer frente a los costos económicos que pudieran resultar de la aplicación de medidas ambientales.

De la Conferencia se desprende la responsabilidad de los Estados por adoptar un enfoque integral y coordinado a la hora de planificar su desarrollo económico en aras de hacerlo sustentable, asignar a instituciones nacionales competentes la tarea de planificar, administrar o controlar la utilización de los recursos ambientales de los Estados con el fin de mejorar la calidad del medio, utilizar la ciencia y la tecnología para estudiar, evitar y combatir los riesgos que amenazan el ambiente, emprender una labor de educación ambiental y de difusión de masas para transmitir sentido de responsabilidad en la protección y mejoramiento del medio (Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, 1972).

La Conferencia reconoce el derecho soberano de los estados de explotar sus recursos naturales y la obligatoriedad de garantizar que las actividades que se lleven a cabo dentro de su jurisdicción o bajo su control no perjudiquen al medio ambiente de otros Estados o de zonas situadas fuera de toda jurisdicción nacional. De igual manera, tienen la potestad de desarrollar derecho internacional en lo que se refiere a la responsabilidad y a la indemnización a las víctimas de la contaminación y otros daños ambientales que las actividades realizadas dentro de la jurisdicción o bajo el control de tales Estados causen en zonas situadas fuera de su jurisdicción (Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, 1972).

Una serie de obstáculos impiden el pleno ejercicio de los derechos establecidos en la Conferencia:

La obligación de proteger y mejorar el medio ambiente para las generaciones presentes y futuras, al igual que la necesidad de elevar las condiciones económicas y sociales de los países en desarrollo o la elaboración de un plan integrado y coordinado de políticas ambientales de los Estados a nivel mundial, se ven dosificadas o reducidas a la confianza en las instituciones nacionales competentes para planificar, administrar o controlar la utilización de los recursos ambientales y al derecho soberano de los Estados de explotar sus recursos, situación particularmente difícil en un momento en que las soberanías nacionales se acercaban bastante a la idea de poder nacional absoluto (Bustamante, 2011).

3. COLOMBIA Y VENEZUELA FRENTE A LAS CUMBRES AMBIENTALES

La posición de Colombia y Venezuela en relación a los acuerdos internacionales ratificados y al alcance de las metas establecidas en la Agenda 21 de la Cumbre de la



Tierra es la siguiente:

De los once acuerdos internacionales en materia de desarrollo sostenible, Colombia y Venezuela han ratificado nueve, con un porcentaje de participación en Latinoamérica y el Caribe del 81,82%, por encima del promedio el cual se sitúa en un 80% aproximadamente (Conte Grand & D'Elia, 2008).

El promedio general de Latinoamérica y el Caribe es tan sólo del 33%, debido a que países como Belice, Dominica, Granada, Guatemala, San Cristóbal y Nieves, San Vicente y las Granadinas y Trinidad & Tobago, no han realizado ninguna de las metas de la Agenda 21 (Conte, et al., 2008).

México y Bolivia han alcanzado a ratificar el cien por ciento de los 11 acuerdos internacionales de sostenibilidad, mientras que países como Granada, República Dominicana, San Vicente y Las Granadinas y Surinam han concretado sólo siete acuerdos, con un porcentaje de participación del 63,64%, la menor cifra en relación a Latinoamérica y el Caribe (Conte, et al., 2008).

Por otra parte, y de acuerdo con el cumplimiento de la Agenda 21, se tiene que Colombia ha alcanzado 12 de las 19 metas, con una participación ajustada del 63,16%, mientras que Venezuela tiene un porcentaje de cumplimiento del 57,89%, lo que equivale al cumplimiento de 11 metas (Conte, et al., 2008).

Aunque estos indicadores por sí solos no clarifican verdaderamente el estado de la política ambiental en los países, porque si tomamos el caso de Argentina o Panamá han ratificado casi todos los tratados (10 de 11), pero han tomado muy pocas acciones para cumplir con la Agenda 21 (26% de todas las que deberían haber llevado a cabo (Conte, et al., 2008).

La ratificación de tratados ambientales han tenido influencia externa debido a que han sido condicionados para poder ser objeto de ayuda internacional o para la firma de tratados de libre comercio, más que a la voluntad política de llevar a cabo las decisiones adoptadas en la agenda 21 (Conte, 2008). De lo anterior se desprende que las políticas ambientales de un país estarían en función no sólo del ingreso, sino de complejos factores políticos que incluyen las relaciones con la comunidad internacional.

4. POLÍTICA AMBIENTAL EN COLOMBIA

Colombia ha sido uno de los primeros países de América Latina en contar con una normatividad sobre el manejo y protección de los recursos naturales y el medio ambiente. Desde comienzos de la República y en las mismas Leyes de Indias y los decretos del Liberador se produjeron normas sobre el manejo de los recursos naturales (Tobasura, 2008).



Sin embargo, sólo fue hasta el año 1974, que se expidió el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente (Decreto 2811/74), el cual contiene los principios básicos para un adecuado manejo del ambiente. Como debilidad de este código está el carecer de los instrumentos fundamentales para su aplicación.

De acuerdo con Tobasura (2008), Colombia desde el siglo XIX ha tenido tres tipos de política ambiental:

- ✓ La clásica, que corresponde a la consolidación del Estado nacional y se caracteriza por valores centrados en la supremacía de los seres humanos sobre la naturaleza a la que deben dominar para poderla usufructuar. En vista de que el espacio es percibido como infinito y rico en recursos, la política en este período se centra en definir los títulos de propiedad para lo cual se establecen instrumentos jurídicos y fiscales.
- ✓ La productivista es similar a la política ambiental clásica en cuanto se refiere a los valores que la sustentan, pero difiere de ella en que el Estado se constituye en el actor principal del desarrollo económico y social del país, lo cual se tradujo en una política intervencionista centrada en el plan como principal instrumento de la gestión pública. El enfoque productivista fue complementado con medidas orientadas a la protección de algunos sitios y especies de interés; antes de que fuera promulgado el código de los recursos naturales en 1974, que en la gestión ambiental fue inocuo.
- ✓ La política de desarrollo sostenible surge como consecuencia tanto de un cambio de valores en las relaciones del hombre con la naturaleza como en el cambio del rol del Estado. El hombre se considera hasta cierto punto un elemento más de la naturaleza y el Estado deja de ser el responsable del desarrollo de la sociedad y pasa a ser el garante de las reglas de juego para que los agentes económicos y sociales alcancen sus objetivos. A partir de este período, el medio ambiente se considera como una variable inherente al desarrollo y se eleva a norma constitucional el derecho de los ciudadanos a disfrutar de un ambiente sano, aspectos centrales del marco institucional para la gestión ambiental en el país.

Es sólo a partir de la reglamentación de la Constitución de 1991 que Colombia realiza una transformación fundamental en sus políticas ambientales, inspirados principalmente en la Cumbre de Río de 1992:

Puede afirmarse que en Colombia el conjunto de relaciones entre Estado, medio natural y sociedad, conoció su cambio más significativo con la promulgación de la Ley 99 de 1993 en Colombia (CC, 1993). Con esta ley se establecieron los principios que orientarían el manejo de los asuntos ambientales del país y se redefinió la estructura institucional para el logro de los objetivos de la política (Muñoz Gaviria, 2011).

No obstante el importante desarrollo institucional introducido por la Ley 99 de



1993 con la creación del Sistema Nacional Ambiental (SINA) y de la definición de los mecanismos de actuación entre el Estado y la sociedad civil (Tobasura, 2006, p. 11); ya desde 1968 se había creado el Instituto Nacional de los Recursos Naturales (INDERENA). Este instituto estuvo muy orientado a la conservación (Roth, 2007, p. 192), razón por la cual se concentró en la protección de los recursos naturales en zona rural.

Esto trajo como consecuencia la gestión ambiental urbana debido al constante crecimiento de las grandes ciudades por dinámicas propias, así como que el desplazamiento de la población tuviera un desarrollo casi nulo, antes de la creación del SINA.

Posteriormente, en 1974 con la creación del Código de Recursos Naturales mediante el Decreto 2811 (Ministerio de Agricultura, 1974), se avanzó en materia de principios de gestión y regulación ambiental. Sin embargo, según Tobasura (2006), en este punto aún se carecía del desarrollo institucional necesario para la efectiva implementación de una política ambiental.

Según Rodríguez (1994), *"cerca de cuarenta artículos vinculan el desarrollo económico y social con el medio ambiente"*. Este antecedente preparó el camino para que después de la cumbre de Río de 1992, el país afrontara el reto de redefinir su política ambiental.

17 años después de la nueva organización de la administración ambiental del país realizada en el año 1993 la cual puso en marcha una nueva política ambiental, el informe sobre el estado de los recursos naturales y el ambiente 2009-2010 de la CGN (2010, p. 72), hace la siguiente advertencia en sus conclusiones: *"lo revelado en el presente informe es que a pesar de los modestos resultados, producto del fuerte trabajo de una débil institucionalidad, se sigue manteniendo al país en una senda de insostenibilidad"*.

Este informe plantea preocupaciones en materia presupuestaria, indispensables para llevar a cabo cualquier política pública. Menciona que para el 2009, el presupuesto asignado al SINA (CGN, 2010, p. 72) *"alcanzó apenas el 1,18% del presupuesto general de la Nación y el 0,3% del PIB"*. La entidad plantea los siguientes interrogantes: *"¿Pueden los indicadores ambientales básicos mejorarse con este presupuesto? ¿Qué nivel de eficiencia y eficacia tiene la institucionalidad ambiental en el manejo de estos recursos? ¿Es sostenible el crecimiento económico con este gasto ambiental? ¿Es sostenible el desarrollo del país?"*

Una de las formas como la problemática ambiental, se ha visto reflejada en Colombia a través de las recientes oleadas invernales de los años 2010 y 2011. Estas se creen producto de la acción humana y de no llevarse a cabo medidas de mitigación ambiental, el daño continuará a través de los años.

En Colombia se cuenta con pocos estudios en materia ambiental y estos son



poco maduros y atomizados, además de llevados a cabo desde diversas disciplinas. Se recomienda que estos sean desarrollados desde una visión holística.

Conviene desarrollar un análisis de la política ambiental más allá de la evaluación de la gestión del gobierno y entenderla como un fenómeno político, enfocándose en categorías de análisis como las ideas, los intereses y las instituciones; categorías que recurrentemente se encuentran en los marcos analíticos revisados, pero abordados de forma independiente, lo cual reduce la integralidad reclamada por múltiples expertos en políticas públicas.

Este tipo de análisis permitiría estudiar simultáneamente aspectos tan fundamentales como los actores, sus estrategias, sus cálculos, sus formas de movilización, los valores desde los cuales asumen posición y las dinámicas institucionales que soportan los cambios en las políticas (Muñoz, 2011).

En Colombia se hace necesario el desarrollo de políticas ambientales enfocadas a la problemática y realidades del país con marcos analíticos propios. De igual forma es necesaria la eficacia de la política ambiental en aras de que esta se traduzca en resultados concretos. La política ambiental colombiana debe contar con un presupuesto suficiente para que esto pueda ser una realidad y no sólo buenas intenciones.

5. POLÍTICA AMBIENTAL DE VENEZUELA

A finales de 1999, con la aprobación de una nueva Constitución Nacional (Constitución de la República Bolivariana de Venezuela-CRBV-), se asume un nuevo proyecto del país en el que se considera al “equilibrio ecológico y los bienes ambientales jurídicos, como patrimonio común e irrenunciable de la humanidad” (CRBV, 1999: Preámbulo); también se asume el desarrollo sustentable como modelo a seguir para que el Estado implante una “política de ordenación del territorio atendiendo a las realidades ecológicas, geográficas, poblaciones, sociales, culturales, económicas y políticas” (CRBV, 1999: Art.128).

Además se establece la obligación estatal en la promoción de la agricultura sustentable, “como base estratégica del desarrollo rural integral” (CRBV, 1999: Art. 305) y se define al turismo como una actividad “prioritaria para el país en su estrategia de diversificación y desarrollo sustentable” (CRBV, 1999: Art. 310).

La Constitución Política establece la sustentabilidad ambiental como norma para el ordenamiento del territorio y como instrumento para la planificación y el desarrollo. De igual modo favorece aquellas actividades económicas que favorezcan el uso duradero de los bienes biológicos vegetales, animales y del paisaje.

Con ello, actuando en este nivel superior del legislativo, legitimado además por el carácter refrendario de la CRBV, asumiendo un modelo de desarrollo alternativo, se



establece el marco normativo que debería evitar la continuidad de las disputas institucionales señaladas anteriormente. El territorio y las posibilidades que ofrece para el aprovechamiento sustentable agrícola y turístico, se convierte en la clave para evaluar la inclusión de la sustentabilidad ambiental a lo largo del proceso bolivariano, un período sin embargo bastante heterogéneo en cuanto al desempeño del Gobierno Nacional en el cumplimiento de su obligación de lograr el ordenamiento territorial venezolano como base del desarrollo sustentable del país (De Lisio, 2011).

La Constitución Política de Venezuela brinda orientaciones de desarrollo alternativo; no obstante, se debe recalcar que se trata de posiciones de sustentabilidad de tipo "suave" por cuanto el Estado Nacional no solo mantiene su derecho de propiedad y explotación del petróleo, un recurso natural no renovable (CRBV, 1999: Art 302), en una tradición que se remonta a la segunda década del siglo XX, sino que además Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA) pasa a ser un bien constitucional (CRBV, 1999: Art. 303).

Venezuela a la hora de establecer sus políticas ambientales debe tener en cuenta que no puede establecer posiciones duras, en especial en el corto y mediano plazo, debido a que la nación depende del petróleo. De seguir una política ambiental dura, Venezuela tendría que renunciar a la explotación de cualquier depósito agotable de capital natural, es decir, debería renunciar a la explotación de petróleo. Medidas ambientales fuertes pueden traducirse en una disminución de la producción petrolífera y por ende disminuir los ingresos públicos petroleros de los cuales depende la nación entera para suplir sus necesidades económicas.

Una alternativa a las políticas ambientales duras, la cual es más adecuada a las condiciones de la República de Venezuela, es la definida como sostenibilidad minimalista o "suave", se considera como opción la compensación de la merma del capital natural no renovable (CNNR), con aumento de capital social (CS) y el desarrollo de programas para incrementar la disponibilidad del patrimonio natural renovable (PNR) (De Lisio, 2011).

Para comprender cabalmente el significado y alcance de la sostenibilidad minimalista en Venezuela, se debe tener muy presente que el hidrocarburo ha tenido un peso fundamental en la vida política del país desde su valorización como "riqueza nacional", calificativo que quedó acuñado en la redacción de la primera ley petrolera nacional en 1920. De esta manera Gumersindo Torres, Ministro de Fomento de la época y responsable de la formulación de la misma, quiso resaltar el carácter público de los yacimientos petroleros nacionales anclado en el precepto decimonónico del Estado dueño de toda la riqueza del subsuelo. Así el país de los últimos ochenta años se ha configurado sobre la base de la idea del carácter estatal de la "riqueza" petrolera, es decir de la "riqueza nacional" (De Lisio, 2011).

De lo anterior se desprende que el surgimiento del Ministerio del Ambiente sólo le fue adjudicado las funciones de la gestión de los recursos naturales renovables, es



decir, no le fue adjudicada la planificación de la gestión ambiental petrolera. Los recursos no renovables: hidrocarburos y minerales, quedaron bajo la tutela de otras instancias tales como el Ministerio del Poder Popular para el ambiente, el cual no es el directamente responsable de la planificación de cómo explotar estos recursos.

En la etapa de la administración bolivariana se ha incrementado la legislación ambiental. Los nuevos campos legislados son: calidad ambiental (aire, agua, materiales y desechos peligrosos, desechos no peligrosos y ruido), recursos naturales, diversidad biológica, recursos forestales, fauna silvestre, parques de recreación, áreas bajo Régimen de Administración Especial-ABRAE-control de ejecución de obras y actividades, control de ejecución de obras prevención y control de incendios forestales, zonas costeras, espacios acuáticos e insulares, tierras y desarrollo agrario, guardería ambiental, indígenas, seguridad, salud, planificación, participación, cooperativas, planificación, procedimientos y funciones administrativas (De Lisio, 2011).

Pese a la normatividad vigente en materia ambiental, Venezuela afronta dificultades de sostenibilidad ambiental debido a que los gobiernos de turno han mantenido una posición de privilegiar la explotación petrolera por encima de hacer cumplir los derechos ambientales. No es fácil llevar a cabo una política ambiental venezolana ya que en la estructura productiva actual es políticamente incorrecta una política ambiental firme y carecería de apoyo popular. Una auténtica política ambiental pasaría por la transformación total del aparato productivo venezolano hacia industrias más limpias, lo cual incluiría abandonar la dependencia de petróleo, sembrar este en industrias más limpias, tal vez en inversiones en capital social. Son decisiones duras pero que tarde que temprano tendrán que darse en aras del bien de las generaciones presentes y futuras.

6. CONCLUSIONES

Colombia y Venezuela presentan una robusta legislación en materia de política ambiental, inspirada en cumbres medioambientales celebradas a nivel mundial. Ambas naciones presentan debilidad a la hora de ejecutar sus políticas ambientales: por el lado de Colombia tenemos debilidades de tipo presupuestal e institucional y del lado de Venezuela la imposibilidad financiera de regular con mayor rigor la exploración petrolera, la nación debe evolucionar su aparato productivo hacia industrias más limpias. Lo anterior conlleva a que la sostenibilidad ambiental de estas naciones aún no se alcance.

Aún son grandes los esfuerzos que estas dos naciones deben realizar para hacer realidad la tarea de alcanzar un desarrollo económico sin comprometer el futuro de las próximas generaciones. Se hace necesario el despertar de la conciencia nacional para que el medio ambiente esté en primer lugar en las agendas políticas.



REFERENCIAS

- Bustamante, A. M. (Diciembre, 2011). *Comparing Environmental Policies in the European Union, the Andean Community and Mercosur*. Recuperado desde: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=170024212002>
- Conte-Grand, S.M., D'Elia, V. (Mayo, 2008). *La Política Ambiental En América Latina Y El Caribe*. Recuperado desde: www.ebscohost.com
- De Lisio, A. (2011). *La sostenibilidad ambiental de la política de desarrollo en Venezuela. Instituto Latinoamericano de Investigaciones Sociales - Ildis*.
- Conferencia de Las Naciones Unidas. (1972, Junio 5-16). Declaración de la conferencia de Las Naciones Unidas sobre el medio ambiente humano. *Ministerio del Medio Ambiente de la República de Argentina*. Recuperado desde: <http://www.ambiente.gov.ar/infoteca/aea/descargas/estocolmo01.pdf>
- Muñoz G. A. (2011). *Análisis de la política ambiental colombiana en la década 2000-2010. Medellín: Semestre Económico*.
- Rodríguez, M. (1994). *La política ambiental del fin de siglo: Una agenda para Colombia. Bogotá: CEREC*.
- Tobasura, A. T. (2008). *La política ambiental en los planes de desarrollo en Colombia 1990-2006. Una visión crítica. Manizales: Revista Luna Azul*.
- United Nations. (2002). *Johannesburg Summit 2002-National Implementation Agenda 21: A Report*. Recuperado desde: www.un.org/esa/agenda21/natlinfo/wssd/NIA_REPORT.pdf



REGIONES FUNCIONALES EN LA SUBREGIÓN DEL CANAL DEL DIQUE Y SU ZONA DE INFLUENCIA COSTERA

Luis Fernando López Pineda^a
llopez@cccartagena.org.co

Yunarís Coneo Mendoza^c
yunelv@gmail.com

José Alfonso Sáenz Zapata^b
jsaenz@cccartagena.org.co

Milagro Elena Barraza Pava^d
milibp.ctg@gmail.com

Fecha de recepción: Agosto de 2014

Fecha de aceptación: Octubre de 2014

Resumen: Este artículo presenta los resultados sobre la identificación de las regiones funcionales en la subregión del Canal del Dique y su zona de influencia costera. Para tal fin, se empleó la teoría de grafos (análisis de relaciones) junto con dos indicadores de intensidad comercial. Algunos de los resultados obtenidos indican que existen dos grandes nodos centrales en la subregión del Canal del Dique y su zona de influencia costera, estos son Barranquilla y Cartagena; así mismo se encontró un nodo secundario: Calamar. También se identificaron nodos terciarios (Arjona, Sabanalarga, Luruaco y Turbaco).

Palabras clave: Teoría de grafos, intensidad comercial, insumos, nodo

Clasificación JEL: Q1, Q10, R5, R58, O18.

Abstract: The present study shows the results about the identification of existing functional regions in the subregion of the Canal del Dique and near coastal influence. For this purpose, was used the graphs theory (relationship analysis) along with two indicators of trade intensity. Some of the results indicate that there are two major nodes in the subregion of the Canal del Dique and near coastal influence, these are Barranquilla and Cartagena; Likewise, a child node was found: Calamar, with average influence in the municipalities of the south of the department Atlántico and Arroyhondo; but with a strong business relationship for suppliers of food and groceries to some municipalities of Magdalena. Also Tertiary nodes were identified, these are: Arjona, Sabanalarga, Luruaco and Turbaco.

Keywords: Graphs Theory, trade intensity, inputs, node

^aMagíster en Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Colombia, actualmente se desempeña como Jefe de Investigaciones Económicas y Director del Centro de Estudios para el Desarrollo y la Competitividad CEDEC de la Cámara de Comercio de Cartagena. Dirección de correspondencia: Centro, Calle Santa Teresa, No 32- 41(Cartagena de Indias Colombia).

^bEconomista de la Universidad del Magdalena, actualmente se desempeña como investigador del Centro de Estudios para el Desarrollo y la Competitividad CEDEC de la Cámara de Comercio de Cartagena., Dirección de correspondencia: Centro, Calle Santa Teresa, No 32-41(Cartagena de Indias Colombia).

^cEconomista de la Universidad de Cartagena, investigador asociada al Centro de Estudios para el Desarrollo y la Competitividad CEDEC de la Cámara de Comercio de Cartagena.

^dEconomista de la Universidad de Cartagena, investigadora asociada al Centro de Estudios para el Desarrollo y la Competitividad CEDEC de la Cámara de Comercio de Cartagena.



1. INTRODUCCIÓN

Las fronteras y divisiones políticas en muchos casos son concebidas sin tener en cuenta la configuración natural del territorio, es decir, las diferentes interacciones sociales o económicas que se dan entre los habitantes. Intervenir el territorio sin un conocimiento del tipo de relaciones funcionales involucra como consecuencia un alto riesgo de tener un bajo o nulo impacto de cualquier política pública o de intervención; por lógica esto implica, como lo señala Montricher (citado por Cuervo, 2003), un desgaste en recursos públicos y tiempo.

Es así como, el conocimiento de las regiones funcionales es una “consulta” obligada para cualquier agente del desarrollo. Por lo tanto, para que la gestión del desarrollo del territorio de la subregión del Canal del Dique y su zona de influencia costera¹ tenga los mejores resultados; se hizo una identificación de las regiones funcionales, en las cuales se involucran los municipios de la subregión del Canal del Dique y su zona de influencia costera.

Inicialmente se muestra la metodología empleada para la identificación de las regiones funcionales y posteriormente se presentan los resultados obtenidos a partir de los intercambios en sentido económicos.

2. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

Las regiones, más allá de las fronteras políticas, se relacionan de manera funcional. Es decir, por razones culturales, económicas, geográficas o de otra índole, las regiones tienen a configurarse de una manera, donde casi siempre se comparten mercados de bienes, servicios o de trabajo. Generalmente, en la literatura, la metodología empleada en la identificación de regiones funcionales, toma como variable base el flujo de pasajeros, teniendo en cuenta básicamente el mercado laboral. Así, la relación observable, con la cual se hacen las mediciones es: el lugar donde trabaja la persona, versus el lugar donde vive (Berdegué, Julio, et al, 2011; Rodríguez, Tomás, et al, 2013).

Con la información de desplazamiento laboral, se construye un indicador que se refleja en una matriz que indica, las regiones funcionales a partir de un umbral determinado, el cual varía según la infraestructura y los servicios de transporte (Berdegué, Julio, et al, 2011 p 10).

Ahora bien, un principio básico en la determinación de las regiones funcionales es la contigüidad, es decir la proximidad espacial (Paredes, Dusan, s.f); sin embargo, existen relaciones funcionales que rompen este principio, y que por su importancia deben considerarse.

En el caso del Canal del Dique y su zona de influencia costera, hay investigaciones que analizan la subregión desde una óptica socioeconómica—en mayor

¹ Los municipios que conforman la subregión del Canal del Dique y su zona de influencia costera, se encuentran listados y representados en los anexos 1 y 2.



Medida con información secundaria-, tal es el caso de Aguilera (2006) y López y Sáenz et al (2013). En tanto que, otros estudios abordan las capacidades y potencialidades económicas (López y Sáenz, et al 2013), así como las organizaciones de base social existentes en el territorio (López y Sáenz, et al 2014). Mientras que otras investigaciones miran, con un enfoque ambiental, al Canal del Dique (Mogollón, 2014).

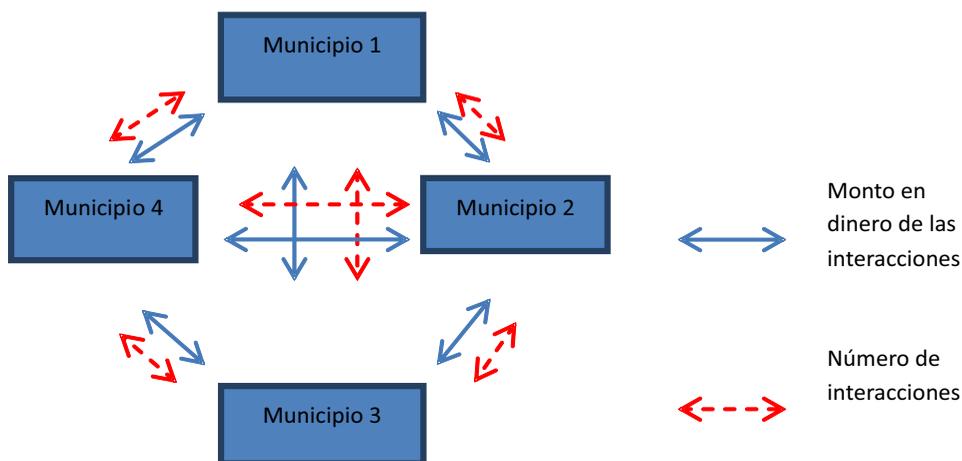
Así las cosas, no existen estudios que aborden la identificación de las regiones funcionales en la subregión del Canal del Dique y su zona de influencia costera. Este es el primero de ellos. A diferencia de algunos estudios, la variable base, a partir de la cual se hace la identificación, es el intercambio de mercancías y no la movilidad de pasajeros.

3. METODOLOGÍA EMPLEADA

La metodología involucra dos elementos para el análisis: uno relacional, a partir de la teoría de grafos, y uno de intensidad de comercio, con base en el monto del valor transado y el número de transacciones. Los datos que alimentaron el análisis fueron obtenidos a través de entrevistas estructuradas (870 entrevistas), aplicadas a los actores de la base productiva del territorio (27 municipios estudiados): agricultores, ganaderos, pescadores y mayoristas, principalmente.

La siguiente ilustración representa los indicadores de intensidad comercial, a saber, el monto en dinero de las transacciones, y el número de transacciones:

Ilustración 1. Intensidad del comercio a partir del monto de dinero de las interacciones y el número de interacciones



Fuente Diseño de Francisco Javier Maza Ávila



La Teoría de Grafos, por su parte, contempla dos conjuntos: uno finito, no vacío, que en su interior tiene unos elementos llamados nodos, y otro conjunto de elementos que son pares ordenados de nodos (Ruiz, Alejandro, 2007). El conjunto de nodos se podría llamar "V" y el conjunto de pares ordenados de nodos "K", así un grafo es:

$$G = \{V, K\}. [1]$$

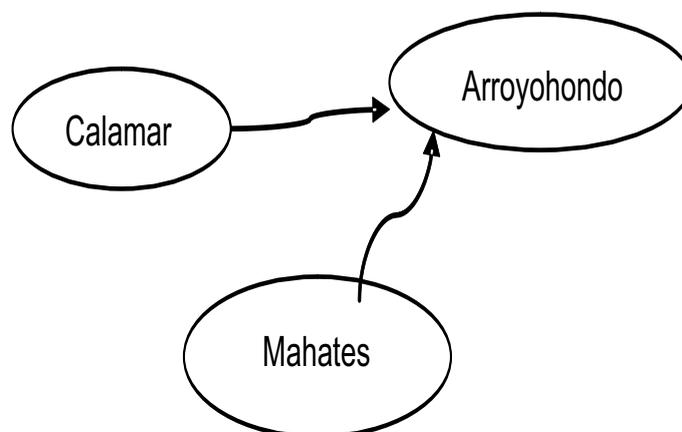
En este estudio, los nodos (V) son los 27 municipios objeto de estudio, más los municipios diferentes a ellos con los cuales tengan relación comercial. Por su parte, los pares ordenados de nodos (K), son las relaciones comerciales que existan entre los municipios.

Para efectos de ilustración, imagínese que existen tres municipios, que tiene relaciones comerciales entre sí:

$$V = \{\text{Arroyohondo, Calamar, Mahates}\}$$
$$K = \{(\text{Arroyohondo, Calamar}), (\text{Arroyohondo, Mahates})\}$$

En este ejemplo hipotético, las relaciones que se dan son de proveeduría, donde Arroyohondo es un comprador de insumos provenientes de Calamar y Mahates. Gráficamente se muestra de la siguiente manera:

Ilustración 2. Relación de nodos



Fuente Diseño de los autores



4. ANÁLISIS DE RESULTADOS BASADO EN EL VOLUMEN DEL COMERCIO REGIONAL

El análisis realizado en esta parte se centra en el volumen de comercio inter municipal, entendiéndose como volumen de comercio la suma de las ventas efectuadas por cada uno de los municipios objeto de estudio, más los insumos que éstos demandan.

A partir del análisis de grafos se logró establecer los nodos centrales que están determinando el comercio en la subregión. Los 27 municipios que fueron abordados en esta investigación son representados en el mapa de redes (tal cual y como se muestra en la ilustración 3) con un nodo de forma cuadrada, mientras que los municipios que tuvieron algún tipo de intercambio comercial con los 27 municipios de la subregión se representaron con nodos de forma circular. Por otro lado, la compra de insumos se ilustra con una raya de color rojo, mientras que la venta de productos, con una raya de color azul.

Ahora bien, la ubicación de cada municipio dentro del mapa de relaciones comerciales, no está asociada con una ubicación espacial, es decir, que si un nodo está cerca a otro, no significa que los municipios que representan esos nodos, se encuentren cerca en sentido geográfico uno de otro.



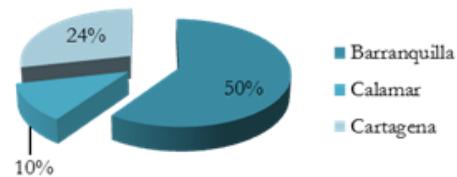
En la ilustración anterior se logra apreciar tres centros nodales que concentran la mayor cantidad de asociaciones de intercambio comercial, estos son: Barranquilla, Cartagena y Calamar. De los tres municipios, el que mayor cantidad de relaciones comerciales registró fue Barranquilla (50%).

Gráfico 1 . Porcentaje del número de relaciones comerciales de los municipios de la subregión del Canal del Dique y su zona de influencia costera con los centros nodales y otros municipios

Porcentaje frente a los centros nodales y otros municipios.



Porcentaje en relación a los centros nodales.

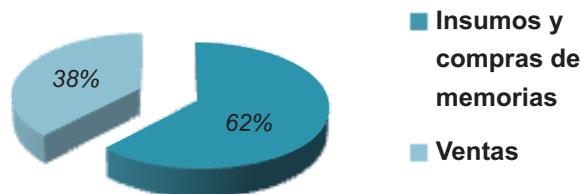


Fuente: Cálculo de los autores con base en entrevistas aplicadas actores de la economía en la Subregión del Canal del Dique y su zona de influencia costera.

La mayoría de los intercambios comerciales hacia los centros nodales corresponden a compra de insumos. De esta manera, solo el 38% de las relaciones comerciales en la subregión, corresponden a venta de productos agropecuarios y pesqueros.

Calamar, por su parte, muestra una importante compra de abarrotes y productos veterinarios.

Gráfico 2 . Porcentaje de las relaciones comerciales que se dan entre los la subregión del Canal del Dique y su zona de influencia costera y los nodos centrales: Barranquilla, Cartagena y Calamar



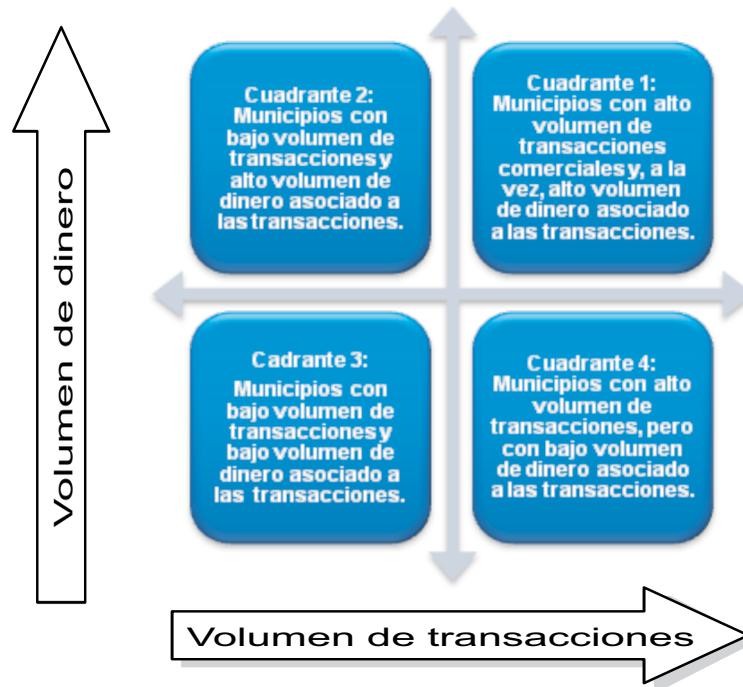
Fuente: Cálculo de los autores con base en entrevistas aplicadas actores de la economía en la Subregión del Canal del Dique y su zona de influencia costera.



Además de los tres centros nodales identificados, se logra apreciar pequeños nodos, como Arjona, Turbaco, Sabanalarga, y Luruaco (los cuales se señalan con círculos de color gris en la ilustración 3). Cabe señalar que Turbaco, podría tener más relaciones funcionales, las cuales no se ven reflejadas en el presente análisis, ya que sólo se limita a las relaciones de tipo comercial; este municipio, así como otros de un tamaño similar o superior (medido en número de habitantes), pueden mostrar importantes relaciones funcionales medidas desde la movilidad de pasajeros.

Hasta el momento, el análisis a partir de la teoría de grafos ha permitido identificar los centros nodales que concentran la mayor cantidad de relaciones comerciales. Para establecer el grado de fortaleza de las asociaciones comerciales, se aplicaron los indicadores de intensidad comercial explicados arriba, empleando la siguiente relación entre ellos:

Ilustración 4. Clasificación de la intensidad del comercio con los nodos a partir del volumen de dinero y de transacciones

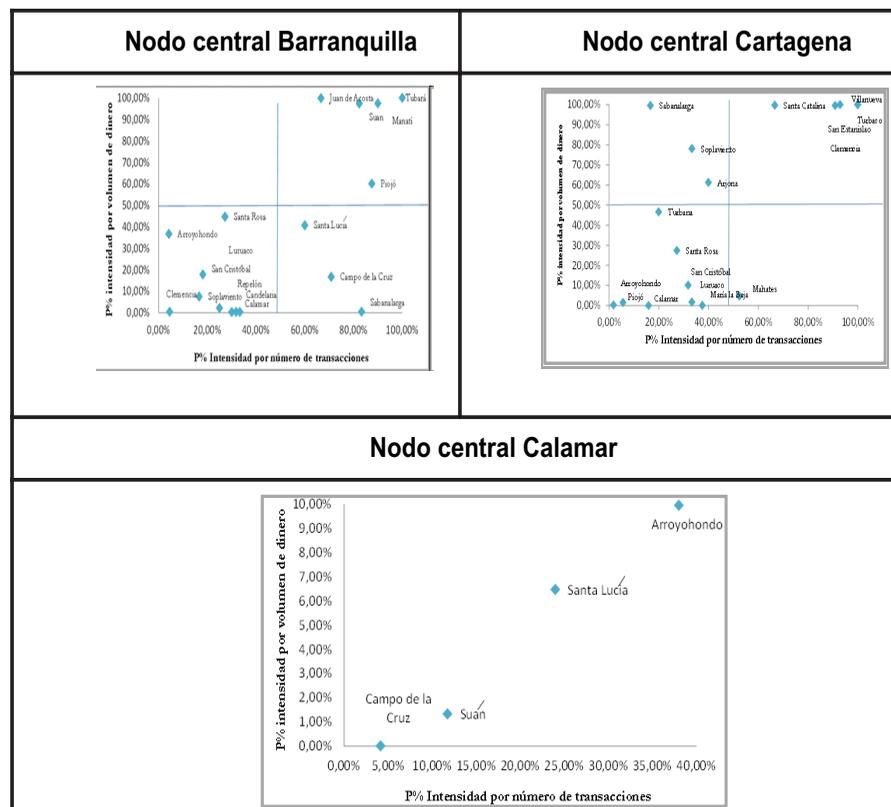


Fuente: Diseño de los autores



A partir de la clasificación anterior, se puede decir que tienen mayor "fuerza" en la relación funcional frente al nodo, aquellos municipios que estén en el cuadrante uno.

Gráfico 3. Grado de intensidad en el volumen de comercio con los principales nodos centrales Barranquilla y Cartagena, y con Calamar como nodo secundaria.



Fuente: Cálculo de los autores con base en entrevistas aplicadas actores de la economía en la Subregión del Canal del Dique y su zona de influencia costera

En relación a los municipios que tienen mayor intensidad comercial con Barranquilla, éstos venden con mayor frecuencia: maíz, millo, guandul y tomate, los cuales provienen en mayor medida de Piojó. Así mismo, el maíz y el millo de estos municipios tienen una participación importante en el volumen de dinero de las transacciones frente a Barranquilla; sin embargo, es la Palma Amarga la que mayor participación tiene en el monto de dinero del total de las transacciones (64,62%). Por el lado de los insumos comprados a Barranquilla, son los herbicidas, las vacunas para ganado bovino y los implementos de pesca, los que más número de transacciones



registran.

Por su parte, los municipios que están asociados al nodo central Cartagena (cuadrante 1) registraron un mayor número de transiciones comerciales de venta, específicamente ñame y maíz (42,8%); así mismo, el ñame registró el 68% del monto total de ventas a Cartagena, seguido por el maíz (12%). Cabe destacar que el ñame y el maíz son producidos –para estos municipios- en mayor medida en Villanueva. En el caso de Santa Catalina, sus ventas hacia Cartagena son principalmente de maíz, solo que su participación en comparación con Villanueva es inferior. Con San Estanislao las relaciones son más de compra de insumos, donde son las vitaminas y las vacunas para la producción ganadera son los productos que más se transan.

De otra parte, comparado con los nodos principales (Barranquilla y Cartagena), en general, los municipios de la subregión presentan menor intensidad de "atracción" comercial hacia Calamar. Sin embargo, municipios como Arroyohondo, Santa Lucía, Suán y Campo de la Cruz, tienen una "atracción" comercial nada despreciable hacia este municipio bolivarense. El total de las relaciones comerciales que estos municipios tienen con Calamar, se da en su mayoría para adquirir insumos.

Ahora bien, Calamar juega un papel más importante como nodo central, no hacia los municipios de Bolívar o Atlántico, sino hacia los municipios que están al frente de él, atravesando el río Magdalena. Así, las tiendas de abarrotes de estos municipios se han convertido en los principales demandantes de mercancía provista por los graneros y mayoristas de Calamar. Muchos de estos negocios se ubican precisamente en la calle principal que da frente al puerto, donde la carga es despachada a través de un *jhonson* (una canoa con motor de uso tradicional en la región) a los municipios del Magdalena. Las mercancías (frutas, verduras y abarrotes) que Calamar provee a los municipios del Magdalena, de Bolívar y Atlántico, son traídas de otros lugares, entre los cuales se cuenta a Bucaramanga, Neiva y Barranquilla.

Existen otros nodos centrales en el interior de la subregión, los cuales son más pequeños y estarían conformando microcircuitos conectados de paso con los grandes nodos (Barranquilla y Cartagena). Algunos tienen un énfasis en la proveeduría de insumos hacia municipios aledaños; en tanto que otros se comportan más como pequeños centros consumidores. Se trata de Arjona, Sabanalarga, Luruaco y Turbaco. Arjona, por ejemplo, establece relaciones de proveeduría y ventas con municipios como Mahates, María la Baja y Turbana; en las entrevistas efectuadas en campo se encontró que Arjona provee semillas a María la Baja y a Turbaco, mientras que a Mahates le provee herbicidas. Por otro lado, María la Baja le vende pescado a Arjona. A su vez, Arjona vende productos a Cartagena. Por su parte, Sabanalarga también se constituye en un micronodo, ya que vende insumos a municipios como Luruaco, Candelaria y Repelón, a la vez que compra a Calamar yuca y a Repelón maíz y sorgo; con Cartagena también tiene una relación comercial proveyéndola de maíz.



Por su parte, Luruaco se constituye en un micronodo principalmente receptor y proveedor de insumos provenientes de Barranquilla, Cartagena, Calamar, Clemencia y Sabanalarga. Los insumos de pesca los trae de Barranquilla y Cartagena, mientras que los insumos agrícolas los compra en Sabanalarga. Las ventas de insumos se destinan a Repelón, Clemencia y Calamar. A diferencia de Luruaco; Piojó, Mahates, Campo de la Cruz y Juan de Acosta son casos especiales de municipios que en lugar de ser grandes consumidores de insumos originados en diferentes partes, son vendedores de productos con una diversidad de destinos en sus ventas bastante notables, lo que muestra la riqueza que los dota.

Por ejemplo Piojó es un municipio de mucha riqueza, que vende a cinco municipios, incluyendo a los dos grandes nodos centrales (Barranquilla y Cartagena). Lo que más vende en términos de número de transacciones a Barranquilla es tomate, guandul y maíz, mientras lo que más vende en términos de pesos (dinero) es la palma amarga, la cual también es vendida en Juan de Acosta; en Palmar de Candelaria vende Millo y en Usiacurí comercializa guandul, maíz, millo y yuca. Cabe destacar la diversidad de productos agrícolas que este municipio comercia, entre ellos, además de los mencionados anteriormente, están: el ají, ajonjolí, el frijol, ñame, pepino, plátano y Zaragoza.

Por último, es de resaltar que existe una gran relación funcional de municipios como Arroyohondo, Calamar, Suán, Santa Lucía y Campo de la Cruz, con Venezuela. Tanto así que se llegó a afirmar en una de las entrevistas, que una gran parte de pobladores de Hato Viejo y corregimiento de Calamar, habían ido por lo menos una vez a Venezuela. En algunas conversaciones sostenidas con las personas que habitan estos municipios, muchas comentaron tener familiares en Venezuela.

También en Campo de La Cruz después de la inundación de 2010, muchas personas pudieron sostenerse de alguna manera con los giros enviados por familiares que residían en el vecino país; las cuales actualmente siguen recibiendo giros. Se presume que muchas de las migraciones que se dieron a Venezuela fueron hacia regiones de este país, que tienen estructuras económicas muy similares a las de estos municipios sobre todo en lo referente a la ganadería.

5. PRODUCTOS DIFERENTES A LOS AGROPECUARIOS Y PESQUEROS

Además de los productos agropecuarios y pesqueros, los municipios del territorio elaboran alimentos procesados a partir de la leche y el maíz (los productos primarios que más abundan en el medio); en algunos casos estos productos tienen como principal mercado a los nodos centrales Barranquilla y Cartagena. Éstos son el queso y



el bollo, el queso se produce de manera artesanal y es bastante común, casi que en todos los municipios se encuentran las llamadas queseras, las cuales tienen prácticamente el mercado asegurado en los nodos centrales. También se producen textiles en Juan de Acosta y hay una mayorista en Arroyohondo que comercializa tuza de maíz con Barranquilla.

“El queso lo vendo ahí en el mercado de Bazurto [Cartagena] uno se mete por el pasaje popular, está por ahí Drogas la Rebaja [...] tenemos varios compradores” (Entrevista al señor productor de queso. Grabación efectuada en Mahates, Bolívar el 23 de noviembre de 2012, grabación libre número: 121123_027).

En Arroyohondo hay varias queseras, pero hay una que es la más grande, pues varios ganaderos afirmaron vender la leche al dueño de esa quesera. De acuerdo a los resultados de las entrevistas el 55% de la leche vendida a queseros fue comprada por la quesera en mención. El propietario tiene un punto de distribución en Barranquilla. Otros casos interesantes corresponden a una quesera en Calamar y otra en Campo de la Cruz. En el caso de la quesera que opera en Campo de la Cruz, ésta –según afirmaciones de los entrevistados- vende el queso a la Olímpica en Barranquilla. Un mayorista de leche que provee a estas queseras lo explica mejor:

“...Hoy compré 1.249 litros [...] ese es el promedio diario que compro [...]. La leche la vendo a una quesera en Calamar [...], una parte (de la producción de queso) va para Cartagena y otra para Barranquilla [...] y a la quesera Tiasira aquí en Campo (vende en la Olímpica en Barranquilla)”. (Entrevista a mayorista comercializador de leche. Grabación efectuada en Campo de la Cruz, Atlántico, el 7 de diciembre de 2012, grabación libre número: 121207_006).

El bollo de maíz es uno de los productos alimenticios, además del queso, que más se fabrica en los municipios estudiados. Por ejemplo, Arjona es llamado la capital del bollo precisamente por la abundante producción de este alimento. En Mahates se entrevistó a varias bollerías, quienes afirmaron vender el bollo no sólo en sus municipios sino que también lo sacan a Cartagena. Por ejemplo, una señora que produce a “pulso” 2.700 bollos al mes, de los cuales el 74% son vendidos en Cartagena. Otro productor de bollo residente en Mahates produce 24.000 bollos al mes, y lo hace con un molino eléctrico, además de abastecer las tiendas del municipio, una parte de la producción es destinada –por encargo- a Cartagena. Se pudo identificar otros casos de productores de bollo en Calamar y en Santa Lucía; sin embargo, la producción de éstos es vendida en los mismos municipios.

Por otro lado, en Arroyohondo hay una mayorista que comercializa “tuza” (en el argot popular de esta región tuza es la envoltura natural del maíz); por inspección ocular



6. ALGUNOS MUNICIPIOS CON DIVERSIDAD EN EL DESTINO DE VENTAS: ANÁLISIS DE CASOS²

Uno de los casos más interesantes es Mahates, pues vende productos originados en este municipio a ciudades que están, incluso por fuera de la frontera de la subregión del Canal del Dique y su zona de influencia costera. Además de vender en los mercados de Cartagena, Barranquilla, Arjona y San Cayetano y María la Baja; abastece también a Medellín y Cali. de los corregimientos que mayor producción y comercialización evidencian es Malagana, este corregimiento es un importante productor de mango, incluso, hay un festival del mango que se celebra en honor a este producto. La producción de mango tiene varios destinos, entre ellos está Barranquilla, Cartagena, Cali y Medellín. El mango que se vende en algunas de ciudades tiene principalmente fines agroindustriales, se emplea, por ejemplo, en la producción de jugos por parte de Postobón (jugo Hit), empresa ubicada en Barranquilla; también se fabrican dulces (aparentemente en Medellín).

Foto 5 . Producción de mango en Malagana, corregimiento de Mahates



Fuente: José Alfonso Sáenz Zapata

En Malagana se dan varias variedades de mango, pero las más comunes son: el filipino y el de hilaza; según entrevistas aplicadas a los productores, el primero se produce en mayor cantidad que el segundo y tiene como destino Medellín, mientras que el segundo es vendido en Barranquilla. Malagana no sólo produce mango - y de gran calidad - también produce otro tipo de frutales que son comercializados hacia otros municipios, esto lo puede explicar mejor un comerciante al por mayor de frutas de Malagana:

“...Yo compro naranja, compro mango, compro limón, zapote [...] Todo eso se produce aquí [...] Hay tres [productos] principales que son el mango, la naranja y el pomelo. [...] En Malagana se despachan dos carros diarios de mango, cada carro lleva 20.000 mangos” (Entrevista a mayorista de frutas. Grabación efectuada en Malagana corregimiento de Mahates, Bolívar, el 26 de noviembre de 2012, grabación libre número: 121126_006).

² Los análisis que se hacen a nivel de municipio no son estadísticamente significativos, ya que la encuesta solo tiene representatividad a nivel agregado de los 27 municipios. Se asume el análisis de estos municipios como casos.



Se conoció sobre el comercio de pescados proveniente de Mahates: en este municipio hay un puerto que tiene una afluencia de comercio alrededor de la pesca bastante dinámico, en las mañanas muy temprano se puede apreciar una cantidad considerable de mujeres con grandes recipientes (donde depositan los pescados) que esperan a los pescadores; éstas compran los pescados y los preparan ahí mismo (desviceran los pescados) mientras juegan bingo a la orilla del Dique. Algo de esta producción se vende en el mismo municipio, otra sale hacia corregimientos de Mahates como Malagana y Palenque o municipios como Arjona y San Cayetano. Sin embargo, uno de los principales mercados de los pescados es Cartagena.

Foto 6 . Comercio de pescado en Mahates



Fuente: José Alfonso Sáenz Zapata

La dinámica del comercio de pescados en Mahates, es realmente importante para este municipio; lo cual es evidente en el nivel de inversión que hacen las mujeres que venden este producto; el promedio de inversión por cada una es de \$200.000 diarios. Sin embargo, hay mayoristas que compran la carga de tres o cuatro canoas, donde cada canoa podría estar conteniendo hasta mil pescados. La pesca es sin duda, una de las principales fuentes de ingreso de muchos hogares, al punto, incluso de existir un barrio entero donde habitan en su mayoría pescadores; este barrio está en las inmediaciones del puerto en mención.

“...Todos los días, aquí no fallamos, invierto doscientos mil, ciento y pico; cuando muy poquito, ciento cincuenta mil. [...] Yo vendo en Arjona” (Entrevista a minorista de pescado. Grabación efectuada en Máhates el 23 de noviembre de 2012, grabación libre número: 121123_009).

“Yo invierto \$100.000 ó \$150.000 (diarios) dependiendo de lo que traigan [...] Yo vendo en Palenque. [...] Hay como cinco mujeres (además de mi) que venden en Palenque. Compran en Gambote y Evitar (corregimiento de Mahates)” (Entrevista a minorista de pescado. Grabación efectuada en Máhates el 23 de noviembre de 2012, grabación libre número: 121123_009).



“Yo tengo una, dos, tres canoas, lo que ellos traigan, si traen mil arenca, o barbules, yo les recibo. Si cada canoa trae mil pescados tengo que recibírselos [...] me voy para San Cayetano (a vender) (Entrevista a mayorista de pescado. Grabación efectuada en Mahates, el 23 de noviembre de 2012, grabación libre número: 121123_011).

Como puede notarse, el comercio de pescados en este municipio, y otros, está en manos de las mujeres. Además de los casos recién citados, hay una mayorista que es considerada como una de las más grandes; ella comercializa cerca del 33% de los pescados en Cartagena, el resto lo distribuye a minoristas en el mismo municipio.

“...Ahora estoy comprando 100 kilos (diarios) de mojarra lora [...] De bagre unos 30 ó 25 kilos, de bocachico si no compro mucho, por lo menos hoy encontré 12 (pescados) [...] De mojarra amarilla póngale 300 (pescados) (diarios). [...] Yo le vendo a las demás vendedoras (en Mahates) [...] (también) Le llevo (pescados) a una señora (que vive en Cartagena)” (Entrevista a mayorista de pescado. Grabación efectuada en Mahates el 23 de noviembre de 2012, grabación libre número: 121123_020).

Mahates también vende yuca, maíz y ñame; una parte de esta producción es adquirida –sobre todo el ñame que se da en la parte alta- por unos cuantos mayoristas que compran la producción en el corregimiento de San Joaquín para después revenderla en Cartagena.

Cuadro 5. Algunos casos de productos y destino de la producción de Mahates

| Productos | Municipios |
|----------------------------------|--|
| Maíz | Cartagena |
| Yuca | Cartagena |
| Pescados (arenca, barbul, otros) | San Cayetano, Arjona, María la Baja, Cartagena |
| Mango, naranja, limón, pomelo | Cartagena, Barranquilla, Cali y Medellín |

Fuente: Diseño y cálculo de los autores con base en entrevistas realizadas en campo

Otro caso interesante es el de Piojó, este municipio vende una diversidad sobresaliente de productos en relación a otros municipios, destacándose con mayor número de transacciones asociadas a la venta el maíz y la yuca, le siguen otros productos como el millo y el guandul. Su principal cliente es Barranquilla, con quien transa la mayor cantidad de ventas, siendo el guandul, el millo y el tomate los productos que registran una mayor frecuencia en transacciones, mientras que la palma amarga es la que reporta un mayor valor en dinero en relación al total de las ventas. Usiacurí es el segundo destino de las ventas de Piojó, hacia este municipio envía para la venta maíz, yuca, millo y guandul; otros destinos son Juan de Acosta y Cartagena.



Cuadro 6 . Algunos casos de productos y destino de la producción de Piojó

| Productos | Municipios |
|---------------|---|
| Ají | Barranquilla |
| Ajonjolí | Barranquilla |
| Frijol | Barranquilla |
| Guandul | Barranquilla, Usicaurí |
| Maíz | Barranquilla, Usicaurí |
| Millo | Barranquilla, Usicaurí y Palmar de Candelaria |
| Ñame | Barranquilla |
| Palma Amar ga | Barranquilla, Juan de Acosta |
| Patilla | Barranquilla |
| Pepino | Barranquilla |
| Plátano | Barranquilla |
| Tomate | Barranquilla |
| Yuca | Barranquilla, Usicaurí |
| Zaragoza | Barranquilla |
| n.d | Cartagena |

Fuente: Diseño y cálculo de los autores con base en entrevistas realizadas en campo

Campo de la Cruz es otro de los municipios que posee una diversidad interesante en el destino de las ventas de sus productos, por ejemplo, algunos entrevistados residentes en el corregimiento de Bohórquez, manifestaron vender en Barranquilla principalmente, maíz y yuca. Por otro lado, las cooperativas de ganaderos venden leche a las agroindustrias de lácteos de Barranquilla, hay tres cooperativas que comercializan con empresas diferentes. Hacia Santa Lucía y Calamar comercializan leche para proveer a las queseras; y un pequeño comerciante de Bohórquez vende melón, ají topito, ají pimentón y maíz verde en los mercados de Barranquilla, Santa Marta y Villanueva. El maíz verde se vende casi que en su totalidad en Villanueva para la producción de bollo.

“El producto que se comercializa aquí es el maíz verde, el melón y ají pimentón y ají topito [...] Eso se vende en el mercado, se vende pa' Barranquilla y Santa Marta a mayoristas en el mercado [...] Pa' Villanueva (Bolívar) de lo que movilizó (maíz verde) puedo vender el 60%, en Barranquilla puedo vender el 20% y en Santa Marta el 20%. El ají pimentón lo vendo todo en Santa Marta y el ají topito en Barranquilla” (Entrevista a pequeño comerciante, Grabación efectuada en Bohórquez, corregimiento de Campo de la Cruz, el 7 de diciembre de 2012, grabación libre número: 121207_024).



Cuadro 7 . Algunos casos de productos y destino de la producción de Campo de la Cruz

| Productos | Municipios |
|--------------|--|
| Leche | Santa Lucía, Calamar, Barranquilla |
| Melón | Villanueva |
| Maíz | Barranquilla, Villanueva y Santa Marta |
| Yuca | Barranquilla |
| Ají topito | Barranquilla |
| Ají pimentón | Santa Marta |

Fuente: Diseño y cálculo de los autores con base en entrevistas realizadas en campo.

7. CONCLUSIONES

En resumen, existen dos grandes nodos centrales en la subregión del Canal del Dique y su zona de influencia costera, estos son Barranquilla y Cartagena, la mayor parte de las relaciones comerciales que tienen los municipios de la subregión se transan precisamente con estos municipios. En mayor medida son relaciones comerciales para adquisición de insumos; mientras que tan solo una parte –inferior al 40%- de las relaciones corresponden a ventas de los municipios de la subregión hacia los principales nodos.

Existen otros nodos en la subregión que podrían considerarse como secundarios y terciarios. Calamar se perfila como un nodo secundario con influencia media en los municipios del sur del Atlántico (Suán, Santa Lucía, Campo de la Cruz) y en Arroyondo; pero con una poderosa relación comercial de proveeduría de víveres y abarrotes a algunos municipios del Magdalena como: Zapayán, Puerto Niño y Heredia; de esta manera Calamar funciona como centro de acopio, pues muchas de las mercancías que revende provienen, incluso, de ciudades lejanas como Bucaramanga y Neiva.

Los nodos terciarios son Arjona, Sabanalarga, Luruaco y Turbaco. Cabe destacar que Luruaco funciona como un nodo receptor y proveedor de insumos; en tanto que Arjona y Sabanalarga tienen un énfasis más marcado hacia la proveeduría de insumos a otros municipios de la subregión. Por su parte, Turbaco funciona como un micronodo consumidor. También se identificaron algunos casos especiales de municipios que tienen diversidad importante en el destino de sus ventas, éstos son: Mahates, Piojó, Campo de la Cruz y Juan de Acosta.



REFERENCIAS

- Aguilera, M. (2006). "El Canal del Dique y su subregión: Una economía basada en la riqueza hídrica". *Banco de la República, seccional Cartagena*.
- Berdegú, J., Benjamín, J. (2011). "Territorios funcionales en Chile". Documento de trabajo No 102. Programa dinámicas territoriales rurales. Rimisp – *Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural*.
- Cuervo, G. (2003). Pensar el territorio: los conceptos de ciudad global y región en sus orígenes y evolución. SERIE Gestión pública, No 40. *Comisión para el Desarrollo de América Latina y el Caribe (Cepal)*. Recuperado desde: http://books.google.com.co/books?id=omvdaELkUz4C&pg=PA43&dq=regi%C3%B3n+funcional%22politica+p%C3%BAblica%22&hl=es&sa=X&ei=LL5IUf2zHoiGqgHW_oGwAw&ved=0CC8Q6AEwAQ#v=onepage&q=regi%C3%B3n%20funcional%22politica%20p%C3%BAblica%22&f=false.
- López y Sáenz et al (2013). "Diagnóstico socioeconómico de la subregión del Canal del Dique y su zona de influencia costera". Serie Avances de Investigación. Centro de Estudios para el Desarrollo y la Competitividad. *Cámara de Comercio de Cartagena*.
- López y Sáenz et al (2013). "Capacidades y potencialidades de la subregión del Canal del Dique y su zona de influencia costera". Serie Avances de Investigación. Centro de Estudios para el Desarrollo y la Competitividad. *Cámara de Comercio de Cartagena*.
- López y Sáenz et al (2013). "Organizaciones de base social de la subregión del Canal del Dique y su zona de influencia costera". Serie Avances de Investigación. Centro de Estudios para el Desarrollo y la Competitividad. *Cámara de Comercio de Cartagena*.
- Mogollón, J. (2014). El Canal del Dique, historia de un desastre ambiental.
- Paredes, D. (s.f). "Una metodología para delimitar regiones funcionales (RUF) usando la conmutación a larga distancia: Evidencia empírica para Chile". *Universidad Católica del Norte*. Chile.
- Rodríguez, T. y Bayres, K. et al (2013). "Territorios funcionales de Nicaragua" Documento de trabajo No 22. Serie de Estudios Territoriales. Rimisp – *Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural*.
- Ruiz, A. (2007). "Coloquio, Redes: Teoría y práctica, Análisis de redes sociales "Pajek"". *Laboratorio de Redes, IIMAS, UNAM.MEXICO*.



APLICACIÓN DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS PARA MEDIR EFICIENCIA AL CASO URUGUAYO

Oscar Torres Yarzagaray^a

ostoyar@hotmail.com

Roberto Carlos Torres Castelar^b

roberto.torres@tecnar.edu.co

Diana Osorio Physco^c

dianyosorio@hotmail.com

Orlando Zapateiro Altamiranda^d

ozapateiro@hotmail.com

Fecha de recepción: agosto de 2014. Fecha de aceptación: octubre de 2014

Resumen: El siguiente artículo presenta los resultados de la investigación realizada, que tiene como objetivo principal mostrar la eficiencia de la industria manufacturera con base a datos estadísticos de variables macroeconómicas que sirven como insumo para la realización de cálculos y así poder determinar el grado de eficiencia de Uruguay con base al comparativo de los demás países analizados. La herramienta utilizada es el Análisis envolvente de datos.

Palabras clave: Tasa de desempleo, formación bruta de capital, consumo de energía, PIB manufacturero, PIB minero, análisis envolvente de datos.

Abstract: The following article presents the results of research carried out, whose main objective is to show the efficiency of the industry manufacturera based on statistical data of macroeconomic variables that serve as input for the realization of load and also to determine the efficiency of Uruguay based on a comparative of the other countries analyzed. The grassy used is surround Data Analy.

Keywords: Unemployment rate, gross capital formation, energy consumption, PIB manufacturer, PIB mining data envelope analysis.

1. INTRODUCCIÓN

Tanto en la industria manufacturera como en la industria de servicios, cualquier proceso productivo incluye una serie de insumos (*inputs*) que son transformados para generar un producto (*output*) con el objeto de satisfacer las necesidades de los clientes y obtener altos niveles de utilidades como retribución a la inversión realizada por los socios de las empresas en todos los sectores económicos. Bajo este concepto, las empresas necesitan identificar cuáles son sus niveles de productividad y eficiencia a la hora de utilizar los recursos que se necesitan para su transformación.

^a Doctorando en Ciencias Económicas (Finalizado académicamente). Magister en gerencia Pública, especialista en Formulación y evaluación de proyectos, gerencia financiera, economista. Docente universitario.

^b Doctorando en Ciencias Económicas (finalizado académicamente). MBA – Magister en administración, especialista en gerencia del talento humano, economista. Coordinador de investigación de la facultad de ciencias económicas de la Fundación Tecnológica Antonio de Arévalo – Tecnar.

^c Magister en Logística, especialista en gestión Logística, Administradora de Comercio Exterior. Asesora marina mercante, Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla".

^d Docente y Coordinador de Investigación de la Facultad de Administración Marítima de la Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla"



Generar un producto (*output*) con el objeto de satisfacer las necesidades de los clientes y obtener altos niveles de utilidades como retribución a la inversión realizada por los socios de las empresas en todos los sectores económicos. Bajo este concepto, las empresas necesitan identificar cuáles son sus niveles de productividad y eficiencia a la hora de utilizar los recursos que se necesitan para su transformación.

La eficiencia es un concepto que posee diversas interpretaciones. Quizá la idea más extendida de eficiencia sea el concepto de óptimo Paretiano, bajo la cual se establece que ninguna asignación de recursos puede modificarse para mejorar la situación de alguien sin empeorar la de otro (Gravelle & Rees, 1981).

(Farrell, 1957) Ha sido uno de los primeros en investigar de manera sistemática el concepto de eficiencia y de establecer una guía para su medición. El objetivo de este trabajo es presentar una técnica, que de acuerdo con sus ideas, permita medir la eficiencia de Uruguay con respecto a los demás países de Latinoamérica, por medio de una herramienta No Paramétrica sistematizada inicialmente por (Charnes, Cooper, & Rhodes, 1978) denominada Análisis Envolvente de Datos (DEA, por sus siglas en inglés: *Data Envelopment Analysis*). A partir de esta metodología es posible precisar la frontera tecnológica basada en unidades productivas que, por sus buenos resultados, son consideradas como aquellas que realizan las mejores prácticas productivas en relación a las otras unidades.

2. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del trabajo se tomarán en cuenta los datos macroeconómicos:

- a. Tasa de desempleo (Input).
- b. Formación Bruta de Capital (Input).
- c. Consumo de energía (Input).
- d. PIB Manufacturero (Output).
- e. PIB Minero (Output).

Con estos datos se precisa calcular la eficiencia de cada país de América Latina por medio de la metodología del Análisis Envolvente de Datos empleando el programa computacional EMS (*Efficiency Measurement System*), el cual arroja la eficiencia técnica relativa de las variables que se van a estudiar y que fueron mencionadas anteriormente.

Una vez los datos son calculados con la ayuda de este programa, se tomarán los datos de eficiencia de Uruguay y se compara con el resto de países en los períodos comprendidos entre 2007 y 2012.



3. MARCO TEÓRICO

3.1. Envoltente de datos

En los estudios realizados por (Farrell, 1957), se consideraba que la frontera de producción era conocida. Sin embargo, al llevar estos supuestos a la práctica, no es así como él creía y, por tanto, es necesario estimarla.

Los métodos de estimación para construir la frontera de producción pueden clasificarse, en función de que se quiera o no especificar una forma funcional que relacione los inputs con los outputs, en métodos paramétricos o no-paramétricos. A su vez, pueden emplearse métodos estadísticos o no para estimar la frontera que, en última instancia, puede ser especificada como estocástica o determinista.

El Análisis Envoltente de Datos (DEA) es una técnica No-Paramétrica, determinista, que recurre a la programación matemática. La metodología DEA surge a raíz de la tesis doctoral de (Rhodes, 1978) y puede considerarse como una extensión del trabajo de (Farrell, 1957). Básicamente, DEA es una técnica de programación matemática que permite la construcción de una superficie envoltente, frontera eficiente o función de producción empírica, a partir de los datos disponibles del conjunto de Unidades objeto de estudio, de forma que las Unidades que determinan la envoltente son denominadas Unidades Eficientes y aquellas que no permanecen sobre la misma son consideradas Unidades Ineficientes. El DEA permite la evaluación de la eficiencia relativa de cada una de las Unidades.

El Análisis Envoltente de Datos (DEA) es un método de apoyo a las decisiones basado en programación lineal para identificar funciones de producción empíricas. Estos modelos DEA entregan:

- a. La eficiencia relativa para un conjunto de unidades comparables.
- b. Unidades de referencia para las unidades ineficientes.
- c. Una frontera de eficiencia desde el punto de vista de las mejores prácticas observadas.

3.2. Caracterización de los modelos DEA

Los modelos de Análisis Envoltente de Datos pueden ser clasificados en función de:

- a. El tipo de medida de eficiencia que se proporciona: modelos radiales y no radiales.
- b. La orientación al modelo: Input orientado, Output orientado o Input-Output orientado.
- c. La tipología de los rendimientos a escala que caracterizan la tecnología de producción, entendida ésta como la forma en que los factores productivos



(Inputs) son combinados para obtener un conjunto de productos (Outputs), de tal forma que esa combinación de factores puede caracterizarse por la existencia de rendimientos a escala constantes o variables a escala¹.

3.2.1. Orientación de los modelos DEA

(Charnes, Cooper, & Rhodes, 1978) establecen que la eficiencia puede ser caracterizada con relación a dos orientaciones (orientaciones) básicas pudiendo hacer referencia a modelos.

- a. **Input orientados:** este tipo de modelo orientado a los insumos buscan, dado el nivel de Outputs, la máxima reducción proporcional en el vector de Inputs mientras permanece en la frontera de posibilidades de producción. Una unidad no es eficiente si es posible disminuir cualquier Input sin que se altere sus Outputs.
- b. **Output orientados:** este modelo busca, dado un nivel de inputs, el máximo incremento proporcional de los Outputs permaneciendo dentro de la frontera de posibilidades de producción. Es decir, una unidad no puede ser considerada eficiente si se puede aumentar cualquier Output sin aumentar ningún Input y sin disminuir otro Output.

3.2.2. Tipos de rendimientos a escala

Con el propósito de evaluar la eficiencia de un conjunto de Unidades es necesario identificar el tipo de rendimiento a escala que caracteriza la tecnología de producción.

Los rendimientos a escala que indican los incrementos de la producción que son resultado del incrementar todos los factores de producción en el mismo porcentaje, pueden ser constantes, crecientes o decrecientes.

- a. Rendimientos constantes a escala: cuando el incremento porcentual del Output es igual al incremento porcentual de los recursos productivos.
- b. Rendimientos crecientes a escala: se dice que la tecnología exhibe este tipo de rendimientos cuando el incremento porcentual del Output es mayor que el incremento porcentual de los factores.
- c. Rendimientos decrecientes a escala: cuando el incremento porcentual del Output es menor que el incremento porcentual de los Inputs.

¹ Aplicable a las empresas o unidades productoras, hace referencia a cuanto se incrementa el producto cuando se amplía la escala de producción, considerando todos los factores productivos. Específicamente alude a la proporción en que aumenta el volumen de producto en relación al incremento de los factores de producción.



3.3. Modelos básicos de DEA

3.3.1. Modelo DEA-CCR

Es un modelo desarrollado por (Charnes, Cooper, & Rhodes, 1978) que proporciona medidas de eficiencia radiales, Input-Output orientadas y supone una convexidad, fuerte eliminación gratuita de Inputs y Outputs y rendimientos constantes a escala. La representación del modelo DEA-CCR es la siguiente:

a. DEA-CCR Output Orientado

El modelo de programación lineal CCR-Output en su forma primal para cada DMU es:

Hallar u_r ; donde $r=1, \dots, t$ y v_i ; con $i=1, \dots, m$, tal que:

$$\text{Maximizar } Z = \sum_{r=1}^t u_r \cdot Y_{rj} \quad (1)$$

Sujeto a:

$$\sum_{r=1}^t v_i \cdot X_{ij} = 1 \quad (2)$$

$$\frac{\sum_{r=1}^t u_r \cdot Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i \cdot X_{ij}} \leq 1; i=1, \dots, n \quad (3)$$

$$u_r \geq \varepsilon; v_i \geq \varepsilon; \varepsilon \cong 0 \quad (4)$$

Dónde:

X_{ij} = Cantidad del i -ésimo insumo que entra a la j -ésima DMU.

Y_{rj} = Cantidad del r -ésimo producto que sale de la j -ésima DMU.

Las X_{ij} y las Y_{rj} son parámetros conocidos.

v_i = Peso del i -ésimo insumo que entra a la j -ésima DMU.

u_r = Peso del r -ésimo producto que sale de la j -ésima DMU.

DMU: Unidad de decisión

Al modificar (3), el modelo se reescribe, así:

$$\text{Maximizar } Z = \sum_{r=1}^t u_r \cdot Y_{rj} \quad (5)$$

Sujeto a:

$$\sum_{r=1}^t v_i \cdot X_{ij} = 1 \quad (6)$$

$$\sum_{r=1}^t u_r \cdot Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i \cdot X_{ij} \leq 0; j=1, \dots, n \quad (7)$$

$$u_r \geq \varepsilon; v_i \geq \varepsilon; \varepsilon \cong 0 \quad (8)$$

Aquí, el modelo es totalmente operativo y solucionable empleando el método simplex, método que debe su dificultad computacional a la cantidad de restricciones más que a la cantidad de variables. Generalmente el número de v_i y u_r es pequeño en comparación con la cantidad de DMU's por esto, si se tienen muchas DMU's, j será grande y el método tendrá una cantidad de restricciones apreciables, por lo anterior, se acostumbra resolver el problema empleando el DUAL del problema primal, ya que el problema DUAL tendrá tantas variables como restricciones tenga el problema primal, y un número de restricciones igual al número de variables del primal, por lo que resulta



computacionalmente ventajoso resolver el problema mediante el DUAL, para ello asociamos una variable dual a cada restricción del principal y lo expresamos en su forma canónica, así:

Hallar u_r ; $r=1, \dots, t$ y v_i ; $i=1, \dots, m$; tal que:

| | |
|--|---------------------------------|
| $\text{Maximizar } Z = \sum_{r=1}^t u_r \cdot Y_{rj}$ | |
| Sujeto a: | |
| $\sum_{r=1}^t v_i \cdot X_{ij} = 1$ | (φ) |
| $\sum_{r=1}^t u_r \cdot Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i \cdot X_{ij} \leq 0;$ $j=1, \dots, n$ | $[(\lambda)_j]; j=1, \dots, n.$ |
| $-u_r \leq -\varepsilon$ | $(S_r^+); r=1, \dots, t$ |
| $-v_r \leq -\varepsilon$ | $(S_r^-); r=1, \dots, m$ |
| $\varepsilon \cong 0$ | |

Formulando el dual queda así:

$$\text{Minimizar } Z = \varphi - \varepsilon [(\sum_{r=1}^t S_{r,-}) + (\sum_{i=1}^m S_{r,-})]$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - S_{r,+} \geq Y_{rj}; r = 1, \dots, t$$

$$X_{ij} \varphi - \sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j - S_{i,-} \geq 0; i=1, \dots, m$$

φ irrestricta o libre; $\lambda_j \geq 0; j=1, \dots, n$

$$S_{r,+} \geq 0; r=1, \dots, t; \quad S_{r,-} \geq 0; i=1, \dots, m$$

b. DEA CCR – Input orientado

De forma similar, el modelo dual para el CCR – Input orientado de programación lineal es el siguiente

$$\text{Maximizar } Z = \varphi + \varepsilon [(\sum_{r=1}^t S_{r,+}) + (\sum_{i=1}^m S_{r,-})]$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - S_{r,+} \geq Y_{rj}; r = 1, \dots, t$$

$$X_{ij} \varphi - \sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j - S_{i,-} \geq 0; i=1, \dots, m$$

φ irrestricta o libre; $\lambda_j \geq 0; j=1, \dots, n$

$$S_{r,+} \geq 0; r=1, \dots, t; \quad S_{r,-} \geq 0; i=1, \dots, m$$



c. DEA BCC – Input Orientado

Una de las principales consideraciones al modelo CCR es el hecho de que el modelo calcula la eficiencia de las DMUs bajo el supuesto de retorno a escala constante. De esta manera, la dimensión de las DMUs que se comparan debe ser parecida, es decir, las DMUs que no son eficientes han de tener capacidad para alcanzar el nivel de eficiencia de las DMUs más eficientes. A este tipo de eficiencia, se le denomina eficiencia global y tiene lugar cuando la DMU seleccionada de referencia es la de mayor productividad de todas las unidades que se están estudiando. Pero también se podrían considerar problemas donde las DMUs tuvieran dimensiones diferentes a las DMUs eficientes no pudiendo ser capaces de conseguir alcanzar la eficiencia de estas. Para resolver este inconveniente y poder trabajar con problemas a escala variable, (Charnes, Cooper, & Rhodes, 1984) añaden al modelo anterior, en su presentación dual la siguiente restricción:

d. DEA BCC – Output Orientado

$$\text{Minimizar } Z = \varphi - \varepsilon \left[\left(\sum_{r=1}^t S_{r-} \right) + \left(\sum_{i=1}^m S_{r-} \right) \right]$$

Sujeto a:

$$\begin{aligned} & \sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - S_{r+} \geq Y_{ij}; r = 1, \dots, t \\ & X_{ij} \varphi - \sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j - S_{i-} \geq 0; ri=1, \dots, m \\ & \varphi \text{ irrestricta o libre}; \lambda_i \geq 0; j=1, \dots, n \\ & S_{r+} \geq 0; r=1, \dots, t; \quad S_{r-} \geq 0; i=1, \dots, m \end{aligned}$$

De manera similar, el modelo dual de programación lineal para el modelo DEA BCC – Input Orientado es el siguiente:

$$\text{Maximizar } Z = \varphi + \varepsilon \left[\left(\sum_{r=1}^t S_{r+} \right) + \left(\sum_{i=1}^m S_{r-} \right) \right]$$



Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + S_{r-} \leq X_{ij}; i = 1, \dots, m$$

$$Y_{rj} \varphi - \sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j + S_{i+} \leq 0; r=1, \dots, t$$

φ irrestricta o libre; $\lambda_i \geq 0; j=1, \dots, n$

$$S_{r+} \geq 0; r=1, \dots, t; \quad S_{r-} \geq 0; i=1, \dots, m$$

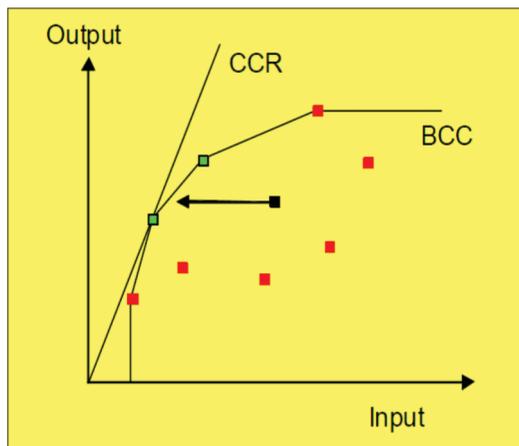
$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

3.4. PROYECCIONES DE LOS MODELOS DEA

3.4.1. Proyecciones de los modelos DEA orientados a los Inputs

Sintetizando, los modelos orientados a los inputs tienen por objeto minimizar el nivel de entradas produciendo por lo menos el mismo nivel de salidas observadas.

Gráfica 1. Proyección modelos DEA CCR y DEA BCC Inputs Orientados

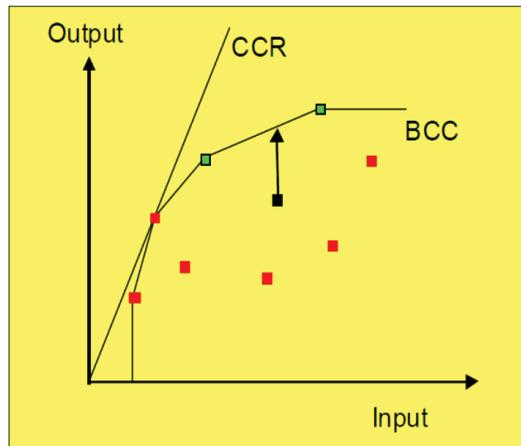


Fuente: Marcela González. Universidad de Talca. Departamento de Modelación y Gestión Industrial
Facultad de Ingeniería

3.4.2. Proyecciones de los modelos DEA orientados a los Outputs

Los modelos orientados a los Outputs tienen por objeto maximizar el nivel de salidas manteniendo constante el nivel de entradas observadas.



Gráfica 2. Proyección modelos DEA CCR y DEA BCC Outputs Orientados

Fuente: Marcela González. Universidad de Talca. Departamento de Modelación y Gestión Industrial – Facultad de Ingeniería

4. LAS VARIABLES

Las variables a tener en cuenta en el cálculo de la eficiencia se describen a continuación:

4.1. Tasa de Desempleo

Las empresas demandan diferentes factores para producir bienes o servicios. Uno de esos factores es el trabajo. Por su parte, los hogares ofrecen su trabajo a cambio de un salario que les permita adquirir bienes o servicios en la economía. Diversos aspectos, tanto de corto como de largo plazo, no permiten que en un momento específico todas las empresas encuentren la cantidad de trabajo que están demandando ni que todas las personas que ofrezcan su capacidad de trabajo se encuentren empleadas.

La tasa de desempleo no es más que un indicador de la evolución en el tiempo de la proporción de personas que, estando en edad de trabajar y con intención de la misma, se encuentran desocupadas (Banco de la República, 2013). En otras palabras, la tasa de desempleo expresa el nivel de desocupación entre la población económicamente activa (CEPAL).

4.2. Formación Bruta de Capital

Comprende los desembolsos en concepto de adiciones a los activos fijos de la economía más las variaciones netas en el nivel de los inventarios (El Banco Mundial;).



Este es un concepto macroeconómico utilizado en las cuentas nacionales. Estadísticamente mide el valor de las adquisiciones de activos fijos nuevos o existentes menos las cesiones de activos fijos realizados por el sector empresarial, los gobiernos y los hogares. En el análisis macroeconómico, la Formación Bruta de Capital, es uno de los componentes del gasto de inversión, que se incluye dentro del PIB, lo que muestra como una gran parte del nuevo valor añadido en la economía se invierte en lugar de ser consumido.

4.3. Consumo de energía

El consumo de energía eléctrica mide la producción de las centrales eléctricas y de las plantas de cogeneración menos las pérdidas ocurridas en la transmisión, distribución y transformación y el consumo propio de las plantas de cogeneración (El Banco Mundial).

4.4. Producto Interno Bruto Manufacturero (PIB)

El producto Interno Bruto o Producto Bruto Interno (PBI) es una medida macroeconómica que expresa el valor monetario de la producción de bienes y servicios de la demanda final de un país durante un período determinado de tiempo, normalmente un año.

A continuación se presentan una tabla con los valores de las variables en el período comprendido por los años 2007-2011:

El PIB Manufacturero y el PIB minero representan las salidas para la ejecución del modelo, mientras que la Tasa de Desempleo, la Formación Bruta de Capital y el Consumo de Energía representan las salidas.

Tabla 1: Valores de las variables de estudio. Años 2007 - 2011

| PERIODO | PAISES | PIB MANUFACTURERO | PIB MINERO | TASA DESEMPLEO | FORMACION BRUTA CAPITAL | CONSUMO ENERGIA |
|---------|-----------|----------------------|---------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| 2007 | ARGENTINA | 46.042,6 | 10.172,9 | 8,5 | 52.783,2 | 373.527,2 |
| | BOLIVIA | 1.273,2 | 1.060,4 | 7,7 | 1.527,2 | 37.825,8 |
| | BRASIL | 145.980,0 | 20.167,7 | 9,3 | 175.741,1 | 1.398.573,1 |
| | COLOMBIA | 17.915,0 | 16.222,7 | 7,1 | 30.086,0 | 175.154,9 |
| | CHILE | 23.720,4 | 9.572,9 | 11,4 | 38.943,8 | 168.518,7 |
| | ECUADOR | 6.298,0 | 3.690,2 | 7,4 | 9.230,4 | 67.719,2 |
| | PARAGUAY | 1.051,4 | 9,1 | 7,2 | 1.697,7 | 26.522,5 |
| | PERÚ | 14.161,7 | 7.311,3 | 8,4 | 21.344,5 | 91.917,2 |



| | | | | | |
|-----------|-----------|----------|------|-----------|-------------|
| URUGUAY | 2.926,9 | 54,7 | 9,6 | 3.576,3 | 19.558,9 |
| VENEZUELA | 24.312,5 | 42.031,6 | 8,4 | 47.987,3 | 293.385,0 |
| ARGENTINA | 48.135,7 | 10.281,0 | 7,9 | 57.571,9 | 365.053,4 |
| BOLIVIA | 1.319,8 | 1.303,7 | 6,7 | 1.812,4 | 40.550,4 |
| BRASIL | 150.310,9 | 20.880,9 | 7,9 | 199.594,6 | 1.451.698,5 |
| COLOMBIA | 18.164,2 | 15.307,9 | 7,8 | 35.917,1 | 177.593,6 |
| CHILE | 23.866,0 | 10.473,0 | 11,5 | 42.782,3 | 179.263,7 |
| ECUADOR | 6.872,0 | 3.690,7 | 6,9 | 10.704,8 | 72.746,7 |
| PARAGUAY | 1.072,0 | 9,5 | 7,4 | 2.000,1 | 28.632,3 |
| PERÚ | 15.450,3 | 7.869,0 | 8,4 | 28.066,1 | 99.883,9 |
| URUGUAY | 3.165,1 | 55,6 | 7,9 | 4.267,1 | 22.653,6 |
| VENEZUELA | 24.632,5 | 43.234,0 | 7,3 | 46.313,0 | 356.163,1 |
| ARGENTINA | 47.871,8 | 10.170,8 | 8,7 | 51.703,8 | 361.814,0 |
| BOLIVIA | 1.383,3 | 1.277,3 | 7,9 | 1.864,8 | 42.431,5 |
| BRASIL | 137.183,2 | 20.217,5 | 8,1 | 186.174,1 | 1.417.097,7 |
| COLOMBIA | 17.394,2 | 15.149,4 | 9,7 | 31.573,2 | 173.849,5 |
| CHILE | 22.875,9 | 11.618,3 | 13,0 | 42.232,8 | 165.459,8 |
| ECUADOR | 6.819,1 | 3.678,0 | 8,5 | 10.626,9 | 77.168,3 |
| PARAGUAY | 1.063,5 | 9,8 | 8,2 | 1.861,8 | 29.413,8 |
| PERÚ | 14.361,1 | 7.927,6 | 8,4 | 25.821,6 | 109.362,5 |
| URUGUAY | 3.044,2 | 93,6 | 7,6 | 4.059,9 | 23.818,9 |
| VENEZUELA | 23.045,7 | 39.911,2 | 7,9 | 42.538,3 | 355.403,3 |
| ARGENTINA | 52.576,6 | 10.013,7 | 7,7 | 62.679,5 | 377.292,0 |
| BOLIVIA | 1.419,1 | 1.329,0 | 6,5 | 2.004,0 | 43.034,2 |
| BRASIL | 151.087,6 | 22.960,7 | 6,7 | 225.892,5 | 1.552.938,1 |
| COLOMBIA | 17.839,1 | 15.371,2 | 8,2 | 36.073,2 | 180.186,7 |
| CHILE | 23.295,5 | 12.849,3 | 12,4 | 44.162,5 | 163.350,6 |
| ECUADOR | 6.757,8 | 3.682,9 | 7,6 | 11.225,1 | 78.909,2 |
| PARAGUAY | 1.130,4 | 10,1 | 7,0 | 2.265,9 | 31.289,8 |
| PERÚ | 16.313,9 | 7.951,9 | 7,9 | 32.551,1 | 111.899,9 |



| | | | | | | |
|------|-----------|-----------|----------|------|-----------|-------------|
| | URUGUAY | 3.143,6 | 93,3 | 7,1 | 4.539,2 | 25.266,9 |
| | VENEZUELA | 22.506,7 | 39.199,2 | 8,7 | 42.218,1 | 418.919,2 |
| 2011 | ARGENTINA | 58.348,3 | 9.661,1 | 7,2 | 73.053,5 | 439.922,0 |
| | BOLIVIA | 1.471,9 | 1.398,9 | 5,8 | 2.479,3 | 45.715,4 |
| | BRASIL | 151.279,5 | 23.693,3 | 6,0 | 236.544,2 | 1.615.609,1 |
| | COLOMBIA | 19.198,2 | 14.696,8 | 7,1 | 42.427,5 | 196.210,9 |
| | CHILE | 24.461,1 | 14.698,2 | 11,5 | 51.521,0 | 176.212,0 |
| | ECUADOR | 7.136,1 | 3.815,7 | 6,0 | 12.885,5 | 78.200,2 |
| | PARAGUAY | 1.112,8 | 10,7 | 6,5 | 2.515,2 | 31.765,1 |
| | PERÚ | 17.292,9 | 7.963,7 | 7,7 | 35.471,8 | 123.163,6 |
| | URUGUAY | 3.233,0 | 84,5 | 6,3 | 4.789,1 | 25.897,1 |
| | VENEZUELA | 23.168,3 | 39.834,6 | 8,3 | 44.062,7 | 337.800,4 |

Fuente: Equipo Compilador y Consolidador. Amaury Jimenez, Efrain Cuadro y Francisco Maza

5. SELECCIÓN DEL MODELO

El modelo para el cálculo de la eficiencia es el DEA BBC – Input Orientado, debido a que las variables de entrada representan gastos que influyen en los niveles del Producto Interno Bruto, tanto en el sector manufacturero como en el sector minero. Por ello, para que estas Unidades se encuentren en la frontera, es necesario minimizarlas para alcanzar niveles máximos de eficiencia.

El programa computacional utilizado para ejecutar el modelo es el EMS (Efficiency Measurement System), el cual es una aplicación de entorno Windows que se encuentra libremente en la página del autor.

Para ingresar los datos y correr el programa es necesario organizar los datos, en una hoja de cálculo de MS Office Excel en el orden como se presentó en la Tabla 1.

Luego se cargan los datos y se establece qué tipo de modelo se va a utilizar para calcular la eficiencia.

De acuerdo con esto, los resultados obtenidos de los niveles de eficiencia en los países de Latinoamérica, durante los años 2007 hasta el 2011, son los siguientes:



Tabla 2. Resultados del cálculo de Eficiencia bajo el modelo DEA BCC – Input Orientado

| Países | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ARGENTINA | 97,36% | 98,49% | 100,00% | 100,00% | 100,00% |
| BOLIVIA | 100,00% | 100,00% | 94,86% | 100,00% | 100,00% |
| BRASIL | 100,00% | 100,00% | 97,22% | 100,00% | 100,00% |
| COLOMBIA | 100,00% | 94,14% | 87,06% | 90,58% | 95,85% |
| CHILE | 96,84% | 92,21% | 96,27% | 100,00% | 100,00% |
| ECUADOR | 96,05% | 93,16% | 87,36% | 85,94% | 100,00% |
| PARAGUAY | 100,00% | 95,47% | 91,22% | 96,57% | 100,00% |
| PERÚ | 100,00% | 100,00% | 93,89% | 100,00% | 100,00% |
| URUGUAY | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 98,19% | 100,00% |
| VENEZUELA | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 98,98% | 98,02% |

Fuente: Elaboración propia. EMS (Efficiency Measurement System).

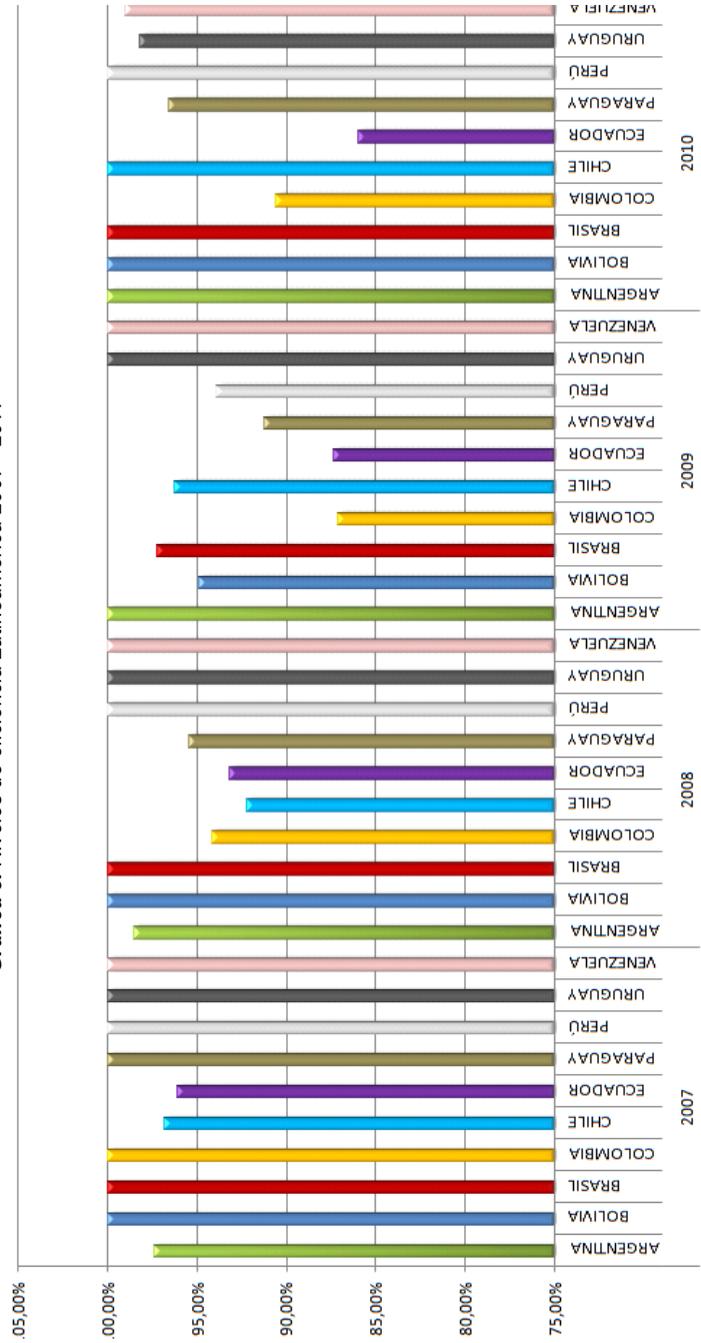
Los valores en color rojo, representan los valores de las eficiencias de los países de Latinoamérica entre el año 2007 y 2011, que se encuentran distantes de la frontera de producción eficiente. Mientras que los valores que se encuentran en negro, representan aquellas unidades Eficientes que se encuentran sobre la frontera de producción. En el caso de Uruguay que es el país de estudio, se puede observar que durante el 2007 hasta el 2009 se encontraba sobre la frontera de producción, luego en el año 2010 solo alcanza un 98,19% de eficiencia, para luego situarse sobre la frontera de producción en el año 2011.

A continuación, se presentan gráficamente los resultados de las eficiencias de los países latinoamericanos.





Gráfica 3. Niveles de eficiencia Latinoamérica 2007 -2011



Fuente: Elaboración propia



Como se puede observar el país que presenta los más altos niveles de eficiencia es Uruguay con un promedio durante los cinco años de estudio, del 99,64%, mientras que Ecuador finaliza el grupo con un promedio del 92,50% en esos cinco años.

A continuación se presenta el Ranking del promedio de las eficiencias durante el 2007 hasta el 2011:

Tabla 3. Ranking Latinoamérica de Eficiencia (Promedio 2007 –2012)

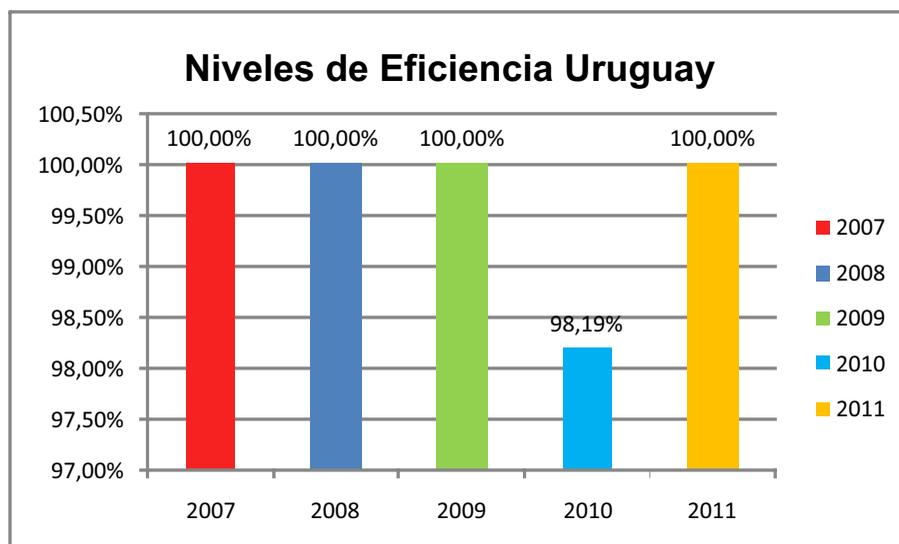
| Ranking | Países | Eficiencia |
|---------|-----------|------------|
| 1 | URUGUAY | 99,64% |
| 2 | BRASIL | 99,44% |
| 3 | VENEZUELA | 99,40% |
| 4 | ARGENTINA | 99,17% |
| 5 | BOLIVIA | 98,97% |
| 6 | PERÚ | 98,78% |
| 7 | CHILE | 97,06% |
| 8 | PARAGUAY | 96,65% |
| 9 | COLOMBIA | 93,53% |
| 10 | ECUADOR | 92,50% |

Fuente: elaboración propia

De lo anterior se puede hacer referencia a que Uruguay, durante los años 2007 hasta 2011, dentro de los indicadores macroeconómicos mostrados (Ver Tabla 1), maneja eficientemente sus recursos en cuanto a que probablemente establece políticas para la generación de empleo en la industria manufacturera y minera, haciendo uso de bajos costos en inversión de activos y un óptimo consumo de energía eléctrica en la producción de bienes y servicios, con el fin de incrementar el Producto Interno Bruto, y conformarse como una de las economías más fuertes teniendo en cuenta *solo* las tres variables de entrada (*Tasa de desempleo, Formación Bruta de Capital y Consumo de Energía*) y las variables de salida (*PIB Manufacturero y PIB Minero*).

Ahora se presenta el comportamiento de la eficiencia de Uruguay en los años 2007 hasta el 2012:



Gráfica 4. Niveles de eficiencia de Uruguay años 2007 –2011.

Fuente: Elaboración propia

En el año 2010, Uruguay presentó niveles de Ineficiencia del 1,81% en el rendimiento de la economía teniendo en cuenta las variables objeto de estudio. La variable más influyente del modelo es la *Tasa de Desempleo* (Input), debido a que en los resultados arrojados por el programa EMS, presentó más cambios en la asignación automática de los pesos (v_t), concluyendo que la *Tasa de Desempleo* representa un rubro significativamente influyente en el crecimiento económico de los países latinoamericanos, ya que representa la fuerza laboral con que cuenta un país para transformar los insumos en bienes y servicios.

A continuación se muestran los rankings con los niveles de eficiencia por período, del más eficiente al menos eficiente:

Tabla 4. Ranking de eficiencia Latinoamérica Año 2007

| Período | Ranking | DMU | Score |
|---------|---------|-----------|---------|
| 2007 | 1 | BOLIVIA | 100,00% |
| | 2 | BRASIL | 100,00% |
| | 3 | COLOMBIA | 100,00% |
| | 4 | PARAGUAY | 100,00% |
| | 5 | PERÚ | 100,00% |
| | 6 | URUGUAY | 100,00% |
| | 7 | VENEZUELA | 100,00% |
| | 8 | ARGENTINA | 97,36% |
| | 9 | CHILE | 96,84% |
| | 10 | ECUADOR | 96,05% |

Fuente: elaboración propia



Tabla 5. Ranking de eficiencia Latinoamérica Año 2008

| Período | Ranking | DMU | Score |
|---------|---------|-----------|---------|
| 2008 | 1 | BOLIVIA | 100,00% |
| | 2 | BRASIL | 100,00% |
| | 3 | PERÚ | 100,00% |
| | 4 | URUGUAY | 100,00% |
| | 5 | VENEZUELA | 100,00% |
| | 6 | ARGENTINA | 98,49% |
| | 7 | PARAGUAY | 95,47% |
| | 8 | COLOMBIA | 94,14% |
| | 9 | ECUADOR | 93,16% |
| | 10 | CHILE | 92,21% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Ranking de eficiencia Latinoamérica Año 2009

| Período | Ranking | DMU | Score |
|---------|---------|-----------|---------|
| 2009 | 1 | ARGENTINA | 100,00% |
| | 2 | URUGUAY | 100,00% |
| | 3 | VENEZUELA | 100,00% |
| | 4 | BRASIL | 97,22% |
| | 5 | CHILE | 96,27% |
| | 6 | BOLIVIA | 94,86% |
| | 7 | PERÚ | 93,89% |
| | 8 | PARAGUAY | 91,22% |
| | 9 | ECUADOR | 87,36% |
| | 10 | COLOMBIA | 87,06% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Ranking de eficiencia Latinoamérica Año 2010

| Período | Ranking | DMU | Score |
|---------|---------|-----------|---------|
| 2010 | 1 | ARGENTINA | 100,00% |
| | 2 | BOLIVIA | 100,00% |
| | 3 | BRASIL | 100,00% |
| | 4 | CHILE | 100,00% |
| | 5 | PERÚ | 100,00% |
| | 6 | VENEZUELA | 98,98% |
| | 7 | URUGUAY | 98,19% |
| | 8 | PARAGUAY | 96,57% |
| | 9 | COLOMBIA | 90,58% |
| | 10 | ECUADOR | 85,94% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Ranking de eficiencia Latinoamérica Año 2011

Tabla 8. Ranking de eficiencia Latinoamérica Año 2011

| Período | Ranking | DMU | Score |
|---------|---------|-----------|---------|
| 2011 | 1 | ARGENTINA | 100,00% |
| | 2 | BOLIVIA | 100,00% |
| | 3 | BRASIL | 100,00% |
| | 4 | CHILE | 100,00% |
| | 5 | ECUADOR | 100,00% |
| | 6 | PARAGUAY | 100,00% |
| | 7 | PERÚ | 100,00% |
| | 8 | URUGUAY | 100,00% |
| | 9 | VENEZUELA | 98,02% |
| | 10 | COLOMBIA | 95,85% |

Fuente: elaboración propia

6. CONCLUSIONES

Como conclusión se puede observar que la metodología DEA, cual sea el modelo que se trabaje, permite trabajar con múltiples entradas y múltiples salidas, sin necesidad de establecer hipótesis sobre cuál será la forma de la función de producción, entregando una puntuación de eficiencia para cada Unidad.

Así mismo, permite que los inputs y los outputs puedan ser medidos en diferentes unidades, comparándolas con aquellas que presentan las mejores prácticas observadas, indicando metas para aquellas unidades ineficientes.

En general, la metodología de Análisis Envolvente de Datos, entrega una visión general sobre aspectos administrativos y operacionales de las políticas gubernamentales de los países, en términos de sus indicadores macroeconómicos.



REFERENCIAS

- Banco de la República, B. C. (2013). *Banco de la República de Colombia*. Recuperado desde: <http://www.banrep.gov.co/es/tasas-empleo-desempleo>
- CEPAL, C. E. (s.f.). *CEPAL*. Recuperado desde: http://celade.cepal.org/redatam/PRYESP/SISPPI/Webhelp/tasa_de_desempleo.htm
- Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E. (1984). *Efficiency characterization in different DEA models Socio-Economic Planing Sciences*. Volumen 22.
- Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E. (1978). *Measuring the efficiency of decision-making units. European Journal of Operational Research*.
- El Banco Mundial., (s.f.). *El Banco Mundial*. Recuperado desde: <http://datos.bancomundial.org/indicador/NE.GDI.TOTL.ZS>
- El Banco, Mundial., (s.f.). *El Banco Mundial*. Recuperado desde: <http://datos.bancomundial.org/indicador/EG.USE.ELEC.KH.PC>
- Farrell, M. J. (1957). *The measurement of productive efficiency. Journal of the Royal Statistical Society, Series A* 120 (3).
- Gravelle, H., & Rees, R. (1981). *Microeconomía. Prentice Hall*, 3a Edición.
- Rhodes, E. (1978). *Data Envelopment Analysis and Approaches for Measuring the Efficiency of Decisionmaking Units with an Application to Program Follow-Through in U.S. Education Ph. D. dissertation, School of Urban and Public Affairs. Carnegie-Mellon University*.



LA SUBREGIÓN DEL CANAL DEL DIQUE: POTENCIALIDADES Y CAPACIDADES

Luis Fernando López Pineda^a

llopez@ccccartagena.org.co

Yunaris Coneo Mendoza^c

yunelv@gmail.com

José Alfonso Sáenz Zapata^b

jsaenz@ccccartagena.org.co

Milagro Elena Barraza Pava^d

milibp.ctg@gmail.com

Fecha de recepción: agosto de 2014. Fecha de aceptación: octubre de 2014

Resumen: Este artículo hace un análisis sobre las capacidades y potencialidades económicas de los municipios de la subregión del Canal del Dique y su zona de influencia costera, abarcando los sectores: Agropecuario, acuícola y turismo. Las metodologías de análisis, variaron según el sector económico, considerando, desde las capacidades agrológicas y aprovechamiento de las mismas, hasta inventarios turísticos. Los resultados arrojan, para la agricultura, la existencia de potencial agrológico altamente subutilizado. Por su parte, en el caso del turismo, se identificó potencial en diferentes segmentos, sobretodo en ecoturismo. En cuanto a la ganadería, la avicultura, la porcicultura y la producción bufalina, son actividades poco desarrolladas en la subregión, con un gran potencial económico.

Palabras claves: Potencialidades económicas, coeficiente de GINI, conflicto por subutilización, conflicto por sobreutilización, frontera agrícola.

Clasificación JEL: Q, Q1, Q10, Q11, Q12, R5, R51, R52, R58, O18.

Abstract: This paper makes an analysis of the capabilities and economic potential of the municipalities in the subregion The Canal del Dique and near coastal influence, covering the following sectors: Agriculture, aquaculture and tourism. Analysis methodologies, varied by industry, whereas, from agrologic capabilities and use of them, to touristic inventory. The results show, for agriculture, the existence of highly underutilized agrological potential. Meanwhile, in the case of tourism potential was identified in different segments, especially in ecotourism. In terms of livestock, poultry, pig and buffalo production activities are underdeveloped in the subregion, with great economic potential.

Keywords: Economic Potential, GINI coefficient, conflict underuse, overuse conflict, agricultural frontier.

Classification JEL: Q, Q1, Q10, Q11, Q12, R5, R51, R52, R58, O18.

^a Magister en Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Colombia, actualmente se desempeña como Jefe de Investigaciones Económicas y Director del Centro de Estudios para el Desarrollo y la Competitividad CEDEC de la Cámara de Comercio de Cartagena. Dirección de correspondencia: Centro, Calle Santa Teresa, No 32-41 (Cartagena de Indias Colombia).

^b Economista de la Universidad del Magdalena, actualmente se desempeña como investigador del Centro de Estudios para el Desarrollo y la Competitividad CEDEC de la Cámara de Comercio de Cartagena., Dirección de correspondencia: Centro, Calle Santa Teresa, No 32-41 (Cartagena de Indias Colombia).

^c Economista de la Universidad de Cartagena, investigador asociada al Centro de Estudios para el Desarrollo y la Competitividad CEDEC de la Cámara de Comercio de Cartagena.

^d Economista de la Universidad de Cartagena, investigador asociada al Centro de Estudios para el Desarrollo y la Competitividad CEDEC de la Cámara de Comercio de Cartagena.



1. INTRODUCCIÓN

Las capacidades y potencialidades económicas de un territorio, son la fuente principal del crecimiento y desarrollo endógeno. Es por eso que su diagnóstico e identificación, son apenas básicos para la elaboración de cualquier agenda de desarrollo económico local, siendo ésta en sí misma, una hoja de ruta que apunta hacia la superación de la pobreza.

En la subregión del Canal del Dique y su zona de influencia costera¹, la pobreza es casi palpable, presentando un Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) y de miseria promedio de 56% y de 25% respectivamente, lo que muestra una situación realmente preocupante.

Diversos estudios, muy pocos por cierto, han abordado el análisis de la subregión del Canal del Dique desde la óptica social y económica. En este sentido, uno de los referentes más importantes, es el estudio realizado por Aguilera (2006), el cual hace un análisis de aspectos geográficos, sociales y económicos, permitiendo así, conocer el potencial productivo. López y Sáenz, et al (2013), por su parte, identificaron las regiones funcionales de esta subregión, a partir de los intercambios comerciales. Estos mismos autores, hicieron un diagnóstico de las organizaciones de base social, así como un diagnóstico general de la subregión, abarcando temas como la organización político administrativa, aspectos económicos, sociales e institucionales.

No obstante lo anterior, aún falta conocer más sobre las capacidades y potencialidades de la subregión del Canal del Dique, siendo necesario llegar incluso a precisiones y minucias que sirvan de conocimiento base para proyectos productivos que impulsen el desarrollo endógeno. Este artículo con base en información primaria (se entrevistaron 870 personas) y secundaria, pretende hacer un humilde esfuerzo en ese sentido.

Los resultados se presentan en el siguiente orden: inicialmente se abordan las capacidades y potencialidades económicas agrícolas, luego las acuícolas y pecuarias, y por último las asociadas al turismo y la cultura. Al final unas breves conclusiones.

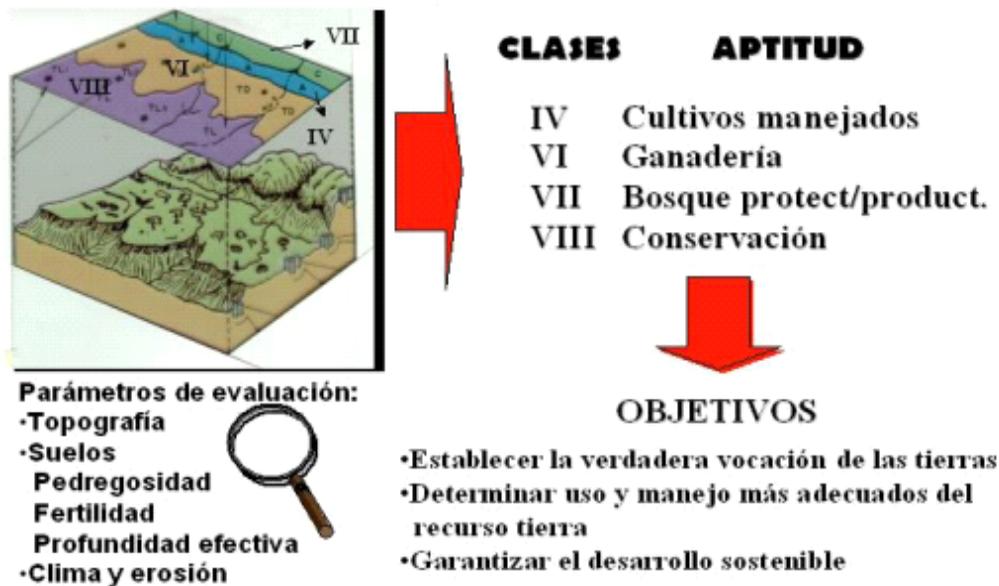
¹ La subregión del Canal del Dique y su zona de influencia costera, se encuentra ubicada en el Caribe Colombiano, y está conformada principalmente por municipios de los departamentos del Atlántico y Bolívar. Estos son: Arjona, Arroyohondo, Calamar, Cartagena, Clemencia, Mahates, María la Baja, San Cristóbal, San Estanislao, Santa Catalina, Santa Rosa de Lima, Soplaviento, Turbana y Villanueva en el departamento Bolívar; Barranquilla, Candelaria, Campo de la Cruz, Juan de Acosta, Luruaco, Manatí, Projó, Puerto Colombia, Repelón, Santa Lucía, Sabanalarga, Suán, Tubará y Usiacurí correspondientes al departamento del Atlántico. El estudio abarca a todos estos municipios, con excepción de Cartagena y Barranquilla.



2. CAPACIDADES Y POTENCIALIDADES AGRÍCOLAS

Existen diferentes tipos de suelos, los cuales deberían tener usos asociados según la aptitud de cada uno; éstos están determinados, entre otras cosas, por ciertos factores como: humedad, acidez, fertilidad y la forma del relieve. Así, un suelo que desde la óptica de la productividad sea el mejor, debe reunir además de una combinación adecuada de los factores recién mencionados; condiciones como: terreno plano y mecanizable (Meisel y Pérez 2006).

Figura 1. Estructura de la aptitud del suelo

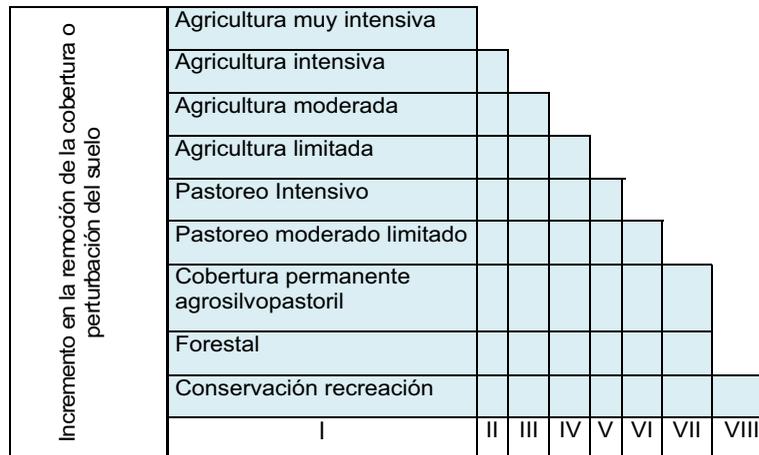


Fuente: Malagón (s.f.)

Las capacidades agrológicas de los municipios ubicados en la subregión del Canal del Dique, se caracterizan por tener suelos productivos para el desarrollo de actividades agrícolas principalmente. De acuerdo a los Planes de Ordenamiento Territorial (POT's) de los territorios, las características agrológicas se componen de diferentes clases según sean los atributos de la tierra de acuerdo al clima, pendiente, características físico-químicas, erosividad, drenaje y peligros de inundación.



Figura 2. Vocación del suelo según tipo de suelo



Fuente: Tomado de Malagón, Dimas (1998)

Cuadro 1. Aptitud de las tierras generales que más se presentan en la subregión del Canal del Dique y su zona de influencia costera

| Clase agrológica | Factores limitantes | Usos y prácticas de manejo recomendadas |
|------------------|--|---|
| IIs | Fertilidad moderada. | Son aptas para cultivos intensivos como el arroz, sorgo, maíz, plátano, guineo, guayaba, níspero, zapote, papaya y pastos mejorados. |
| IIIcs | Deficiencia de humedad un semestre, o profundidad moderada o superficial por sodio a menos de 100 cm o fuerte acidez o ligeramente salinos o sódicos. | Agricultura intensiva durante un semestre: maíz, arroz seco, ají, tabaco, adecuación de riego. Pastoreo con rotación de potreros. |
| IVs | Presencia de sales y sodio, o drenaje pobre excesivo o superficies o fragmentos de roca mayor a 15%, o reacción moderadamente alcalina o muy fuertemente ácida o fertilidad baja o muy baja o texturas gruesas o pendiente o carbonatados. | Cultivo de sorgo, maíz, algodón, tabaco, ñame, yuca. Pastos con fertilizantes; pastoreo controlado: en clima cálido y húmedo pastos controlados a PH ácido aplicación de enmiendas calcáreas. |



| | | |
|--------|--|---|
| IVes | Pendiente, erosión moderada o fuerte acidez o fragmentos gruesos o muy superficiales. | Combinación de cultivos (ñame, yuca, maíz, frijol negro) con especies forestales. Se debe favorecer la regeneración natural para controlar la erosión. En zonas de clima cálido húmedo se debe plantar frutales perennes, caña, cacao, etc. |
| VI s | Pendiente, erosión moderada, o muy alta susceptibilidad a la erosión o muy baja fertilidad o toxicidad mineral o muy superficial, o con sales o sodios cerca de la superficie o extrema o muy fuerte acidez o cambio textual profundo. | Bosques, pastos adaptados a la acidez con prácticas de conservación para evitar la erosión, frutales, cacao, pastoreo controlado. En la s unidades de clima medio se puede plantar café con sombrío. |
| Vles | Pendiente, erosión moderada, o muy alta susceptibilidad a la erosión o texturas gruesas o condiciones climáticas, o extrema acidez. | Frutales, caña panelera, bosque, frutales y pastos. Bosqu es y pastos con prácticas de conservación de suelos para prevenir la erosión. |
| VII es | Pendiente entre 50% y 75%, erosión severa o muy alta susceptibilidad a la erosión. | Unidades para bosque productor o protector. En áreas de menor pendiente se puede cultiv ar frutales, no es recomendable la actividad agropecuaria. |
| VII n | Drenaje muy pobre o que permanecen inundados o con nivel freático cerca a la superficie todo el año. | Protección de flora y fauna, se puede realizar pesca controlada cuando permanecen inundados. |
| VIII | Pendiente mayor a 75%, erosión severa, miscelánea erosionado, afloramientos rocosos o drenaje pantanosos. | Protección de flora y fauna, camaronerías. |

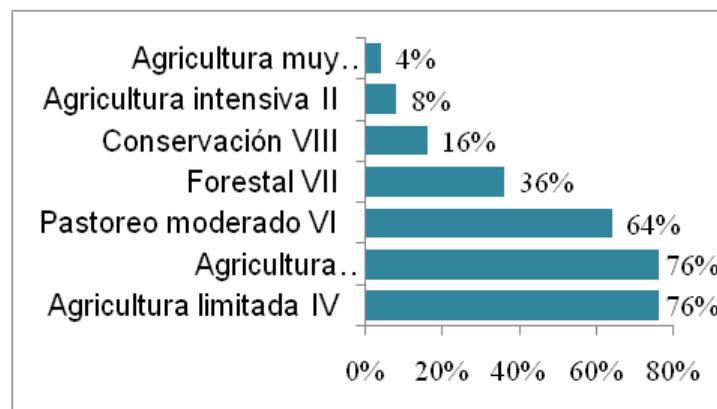
Fuente: Tomado de. Estudio General de Suelos y Zonificación General de Tierras del Departamento de Bolívar (2004). Página 162.



Según la clasificación que se presenta en el cuadro 1, los suelos deberían tener destinados usos específicos, es decir, que de acuerdo a su categoría, será la actividad que se desarrolle para el territorio.

La clasificación de los suelos en los municipios de la subregión del Canal del Dique y su zona de influencia costera es la siguiente:

Gráfico 1. Porcentaje del número de municipios según frecuencia de tipo de suelo por municipio en la Subregión del Canal del Dique y su zona de influencia costera



Fuente: Diseño de los autores con base en documentos POT, Planes de desarrollo e información documental de la Subregión del Canal del Dique y su zona de influencia costera.

Como puede notarse en el gráfico 1, la vocación de los suelos en la mayoría de los municipios está direccionada a las actividades relacionadas con la agricultura limitada y moderada (suelo tipo III y IV); así el 76% de los municipios poseen tierras tipo IV y tipo III. Mientras que sólo María la Baja presenta una vocación para el desarrollo de agricultura intensiva (tipo II), el cual se recomienda utilizar en cultivos tecnificados en los siguientes productos: arroz, sorgo, maíz, yuca, plátano, frutales, aplicación de riego, control de plagas y enfermedades (Alcaldía de María la Baja).

Los municipios que pertenecen a la subregión, y que se ubican en Bolívar presentan vocación de suelo de tipo III y IV, principalmente tipo III, pues hay ocho municipios con esta clasificación de suelo; esto muestra que el suelo de estos municipios tiene más vocación en el desarrollo de actividades de agricultura moderada. Por otra parte, los municipios de la subregión pertenecientes al departamento de Atlántico, presentan en mayor proporción suelos de tipo IV y VI, que corresponden a actividades de agricultura limitada y pastoreo. Se resalta que el municipio de Repelón presenta vocación para el desarrollo de actividades de agricultura muy intensiva (tipo I), "...Estos suelos se localizan en las partes planas del municipio de Repelón, cabecera y corregimientos" (Alcaldía de Repelón, 2012, p. 42).

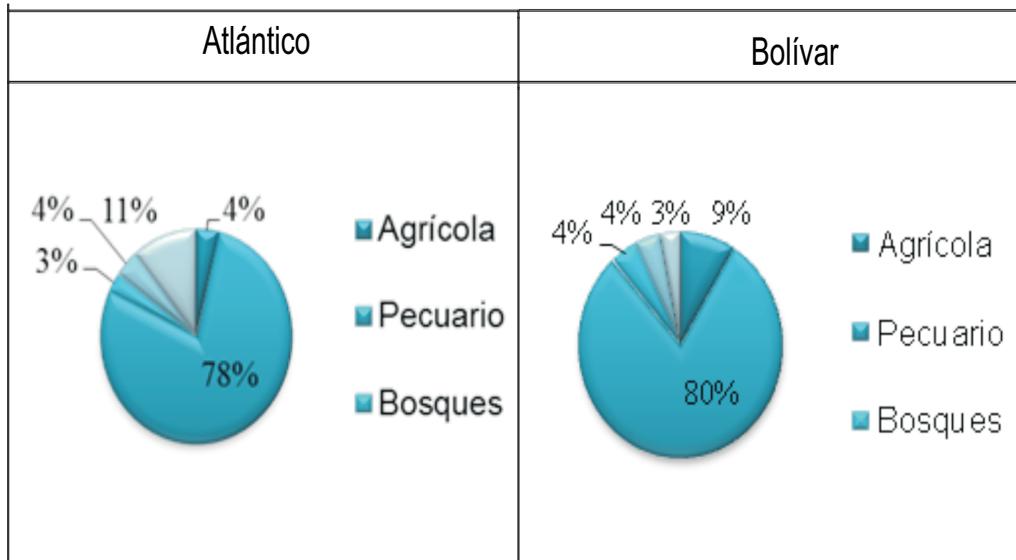


3. USOS ACTUALES DEL SUELO

El uso de los suelos en la subregión del Canal del Dique y su zona de influencia costera se centra en la agricultura, los bosques comerciales, la ganadería, y los rastrojos; las dos primeras actividades no son explotadas en la totalidad de acuerdo a su potencial, mientras que las dos últimas sobrepasan su potencial con relación a su utilización.

El total de hectáreas en uso de los departamentos de Bolívar y Atlántico fue de 1.766.396 en 2011, de las cuales la mayor cantidad se encuentra en Bolívar (85%). Los usos del suelo en estos dos departamentos están asociados, en mayor proporción, la actividad pecuaria (79% del total de las hectáreas de Atlántico y Bolívar), seguido de lejos por la actividad agrícola (8%). A nivel nacional, el empleo de la mayor parte del suelo es similar a la de Atlántico y Bolívar, pues el 78% de la tierra se utiliza en actividades pecuarias; sin embargo, hay un mayor uso en bosques (10%) que en Atlántico y Bolívar.

Gráfico 2. Usos del suelo en el departamento del Atlántico y Bolívar 2011



Fuente: DANE. Encuesta Nacional Agropecuaria 2011



En cuanto a los usos agrícolas, la tierra se emplea en su mayor parte en el desarrollo de cultivos transitorios, como el maíz y la yuca. Por su parte, la mayoría de las tierras que se destinan para fines pecuarios se utilizan para cultivar pastos y forrajes, los cuales son la base del alimento del ganado vacuno; en el departamento de Bolívar el 81% del suelo es utilizado para estos fines, en cambio en el Atlántico e incluso a nivel nacional, la proporción es un poco menos (70% en el del Atlántico y 68% a nivel nacional).

El área perdida por razones de inundaciones o deslizamientos es, para el caso del Atlántico, del 11%, mientras que en Bolívar es inferior (3%); esta diferencia puede estar siendo explicada, en parte, por la inundación ocurrida en 2010, la cual afectó más a los municipios del “cono sur” del Atlántico que a los municipios de Bolívar.

4. ANÁLISIS DE CAPACIDADES AGROLÓGICAS VS APROVECHAMIENTO ACTUAL DEL SUELO

Los tipos de suelos que se presentan con más frecuencia en los municipios de la subregión son tipo III y IV, es decir, aptos para agricultura moderada y limitada; no obstante, como se ha podido notar, los usos en mayor medida son otros; básicamente pecuarios. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Meisel y Pérez (2005) para el caso general de la Región Caribe:

“Si se siguieran estrictamente las recomendaciones técnicas de utilización del suelo, alrededor del 30% de las tierras de la región deberían estar siendo utilizadas en actividades agrícolas, para completar un 60% si se siguiera la recomendación de destinar otro 30% a la conservación. Sin embargo, la realidad es totalmente diferente, sobre todo en lo que tiene que ver con la actividad agrícola, ya que como se observó [...] tan sólo un 6% del territorio de la Costa Caribe está siendo destinado a estas actividades.

Existe aparente sobre-utilización de tierras con potencial agrícola en actividades pecuarias, ya que mientras el potencial de tierras para estas actividades es del 17%, están siendo utilizadas para ese efecto más del 50% del total de la región. En síntesis, son las actividades pecuarias las causantes del desbalance agroecológico en el uso de los suelos en la Costa Caribe” (Meisel y Pérez, 2005. p. 50).

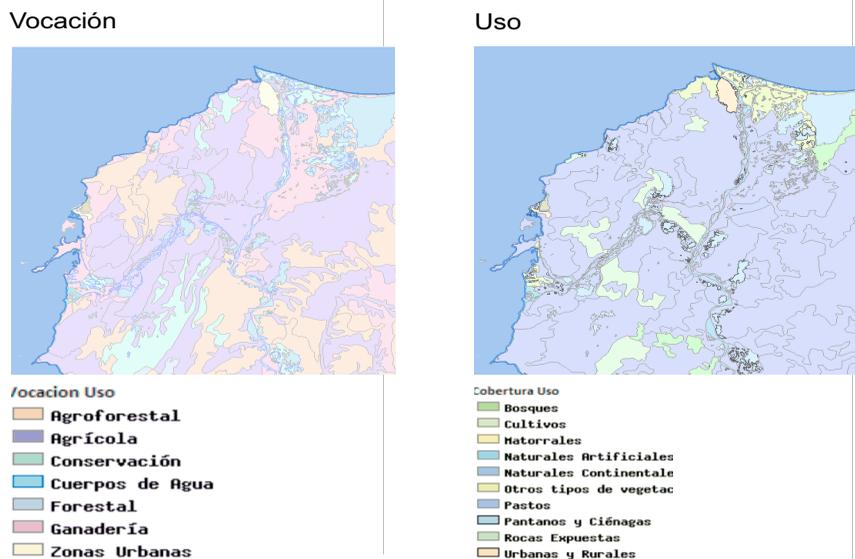
Al darse un uso al suelo diferente a su vocación se generan conflictos que terminan, como menciona Meisel y Pérez (2006), produciendo un desbalance agroecológico; problema que parece ser común, incluso a nivel nacional. Es así como en todo el país el 32,7% de la tierra se sobreutiliza y el 29,7% se subutiliza (Malagón, Dimas, s.f.). Es notable entonces, que uno de los principales conflictos del suelo se produce principalmente por: subutilización (agricultura), sobreutilización (ganadería) y usos inadecuados; también existen otros tipo de causas como: conflictos ilegales, mineros, incompatibilidad en usos marinos y costeros, así como conflictos legales en áreas



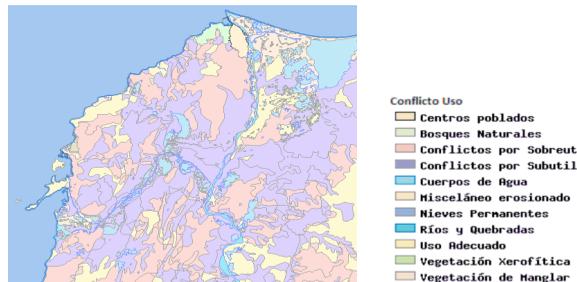
protegidas. En este orden de ideas, de acuerdo al mapa 1, la subutilización de la actividad agrícola constituye uno de los principales conflictos del suelo en la subregión del Canal del Dique.

A lo anterior hay que sumarle el conflicto por sobreutilización en actividades pecuarias, ya que parte de las tierras que deben ser dedicadas a la agricultura se emplean en siembra de pastos para la ganadería. El cuadro 2 muestra por municipio la proporción de tierras dedicadas a los diferentes usos (agrícolas, pecuarias, bosques, otros usos), y es notable que en la mayoría la proporción pecuaria es mucho mayor que la agrícola.

Mapa 1 . Usos del suelo en la subregión del Canal del Dique y Zona Costera



Conflicto vocación vs uso del suelo.



Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Rescatado el 15 de febrero de 2013, en: http://geoportal.igac.gov.co:8888/siga_sig/Agrologia.seam



Cuadro 2. Porcentaje del uso del suelo según actividad por municipio

| Municipio | Área agrícola sembrada total 2006 | Área sembrada en pastos total (No de has) 2006 | Área en bosques total (No de has) 2006 | Área en otros usos total | Total usos |
|--------------------|-----------------------------------|--|--|--------------------------|------------|
| Arjona | 1,9% | 92,4% | 2,3% | 3,5% | 100% |
| Arroyohondo | 1,2% | 92,6% | 3,1% | 3,1% | 100% |
| Calamar | 7,9% | 89,2% | 0,0% | 2,9% | 100% |
| Campo de la Cruz | 8,5% | 80,6% | 0,0% | 10,9% | 100% |
| Candelaria | 3,3% | 89,4% | 1,2% | 6,1% | 100% |
| Clemencia | 3,1% | 95,6% | 0,0% | 1,3% | 100% |
| Juan de Acosta | 11,5% | 75,7% | 3,8% | 8,9% | 100% |
| Luruaco | 9,7% | 86,1% | 1,4% | 2,8% | 100% |
| Mahates | 5,7% | 90,2% | 0,2% | 4,0% | 100% |
| Manatí | 1,9% | 96,1% | 0,0% | 2,0% | 100% |
| María la Baja | 18,9% | 76,7% | 0,0% | 4,4% | 100% |
| Piojó | 11,1% | 82,4% | 3,1% | 3,4% | 100% |
| Puerto Colombia | 0,0% | 47,8% | 0,0% | 52,2% | 100% |
| Repelón | 19,0% | 77,5% | 0,7% | 2,8% | 100% |
| Sabanalarga | 3,6% | 91,0% | 0,8% | 4,5% | 100% |
| San Cristóbal | 5,4% | 87,7% | 0,0% | 6,9% | 100% |
| San Estanislao | 5,5% | 92,4% | 0,5% | 1,7% | 100% |
| Santa Catalina | 1,4% | 92,3% | 1,5% | 4,7% | 100% |
| Santa Lucía | 5,6% | 88,4% | 0,0% | 6,0% | 100% |
| Santa Rosa de Lima | 3,3% | 89,4% | 0,4% | 6,8% | 100% |



| | | | | | |
|-------------|-------|-------|------|------|------|
| Soplaviento | 5,6% | 91,3% | 0,0% | 3,1% | 100% |
| Suán | 8,2% | 82,7% | 0,9% | 8,2% | 100% |
| Tubará | 8,7% | 84,5% | 1,3% | 5,5% | 100% |
| Turbaco | 3,9% | 89,5% | 0,6% | 6,0% | 100% |
| Turbana | 1,7% | 92,5% | 1,7% | 4,1% | 100% |
| Usiacurí | 8,6% | 87,5% | 0,7% | 3,2% | 100% |
| Villanueva | 11,3% | 79,4% | 7,4% | 2,0% | 100% |

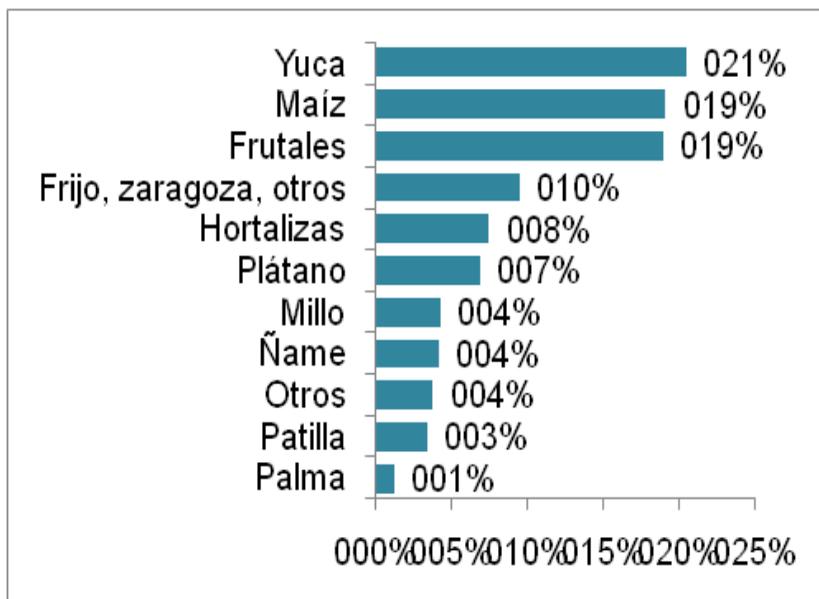
Fuente: Cálculo de los autores con base en Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial (SIGOT) (<http://sigotn.igac.gov.co/sigotn/>).

5. CAPACIDADES AGROLÓGICAS VS CONCENTRACIÓN DEL SUELO

Las capacidades agrológicas del suelo de la subregión del Canal del Dique y su zona costera están definidas hacia la actividad agrícola, esta capacidad se ha concentrado en productos como: la yuca, maíz, ñame, frijol, millo, frutales, ahuyama, patilla, zaragoza, guandul, entre otros; también se cultivan productos permanentes, algunos de los cuales son el plátano y la palma. Sin embargo, existen productos que no son muy comunes en la subregión y que pueden aprovecharse para su cultivo teniendo en cuenta la vocación de los suelos; por ejemplo, en tierras tipo IIIcs se puede cultivar arroz seco, ají y tabaco; en tierras tipo IVes hay condiciones para el cultivo de: frijol negro y frutales perennes (caña, cacao, etc), y en tipo IVs se tiene el sorgo y el algodón (cuadro 1).



Gráfico 3 . Usos del suelo por producto agrícola



Fuente: Cálculo de los autores con base en entrevistas aplicadas a los agricultores y ganaderos de la Subregión del Canal del Dique y su zona costera.

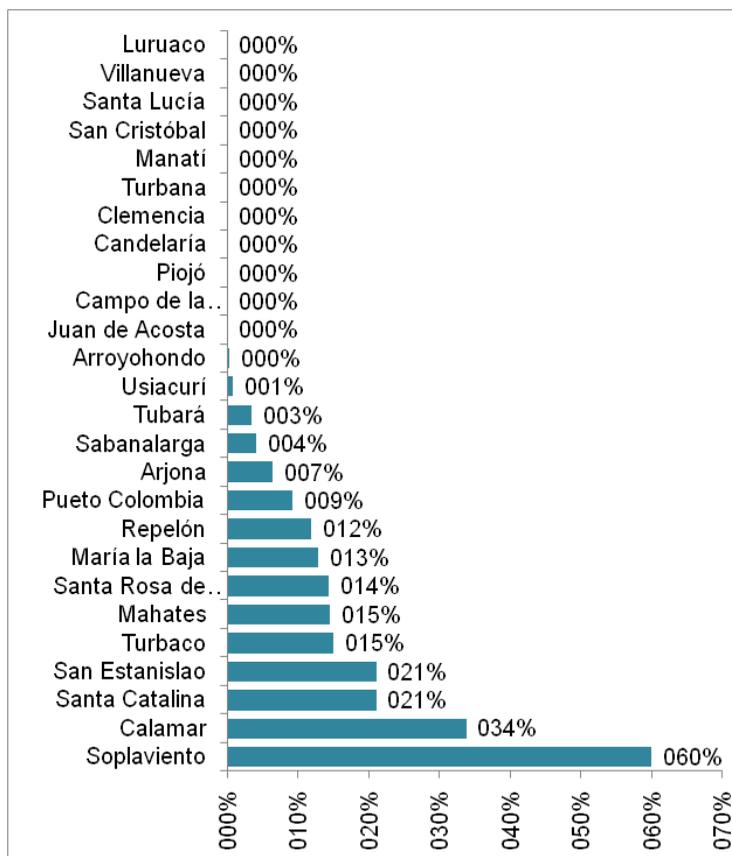
A lo anterior hay que agregar que aún hay potencial de expansión de la frontera agrícola en algunos municipios, este potencial se puede emplear adecuadamente si se siembra acorde a la vocación.

La medición del potencial se obtuvo de la siguiente manera: al área total de cada municipio se le restó la extensión empleada en actividades agrícolas, pecuarias, bosques y otros usos²; el remanente sería la extensión de tierra que aún no ha sido empleada y que puede ser considerado como un potencial para expandir la frontera agrícola. Los datos para este cálculo corresponden al año 2006. Si bien es cierto que 2006 no es tan reciente; saber qué municipios, en ese año, tenían un potencial de expansión, puede indicar el potencial de expansión de la frontera agrícola en la actualidad. Así las cosas, si se parte de que las condiciones estructurales no han cambiado en años recientes, el cálculo del potencial de expansión que se acaba de explicar, puede indicar qué municipios tienen más potencial de expansión que otros, además de dar una medida sobre la proporción aproximada de qué tanto podría seguir expandiéndose la frontera agrícola. Por las razones explicadas, dicha proporción podría resultar, en la actualidad, relativamente inferior a la que se muestra en el gráfico 4.

²Otros usos hace referencia a las extensiones de tierra ocupadas por los cuerpos de agua, el casco urbano y semiurbano



Gráfico 4. . Porcentaje de área rural por expandir según municipio (2006)



Fuente: Cálculo de los autores. El área sembrada agrícola, en pastos, bosques y otros usos corresponde al año 2006 tomada del Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial (SIGOT) (<http://sigotn.igac.gov.co/sigotn/>). La extensión de cada municipio fue tomada de: la Federación Colombiana de Municipios (<http://www.fcm.org.co/index.php?id=162>) año 2010, la cual se basa en información del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

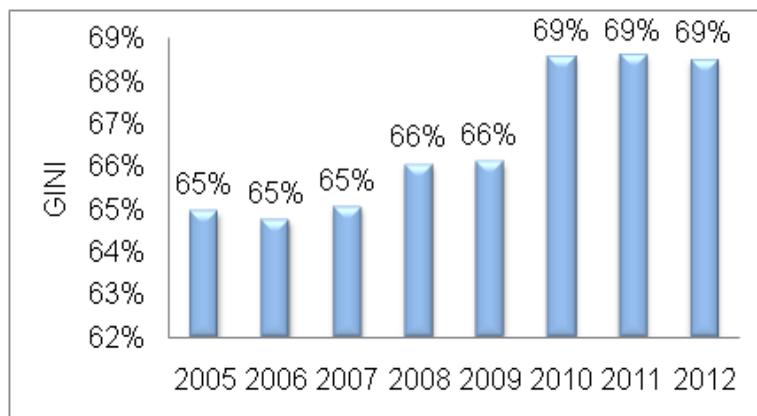
Se puede apreciar que los municipios de la subregión del Canal del Dique y su zona costera que mayor potencial de expansión tienen son: Soplaviento, seguido por Calamar. En el caso del primer municipio, éste tiene suelos tipo III y IVs, es decir, aptos para agricultura, situación similar ocurre en Calamar, quien registra suelos tipo III, IV, VI y VII; de los cuales, los suelos más abundantes son los tipo III y IV.



Una de las limitaciones para el uso adecuado de los suelos es precisamente la concentración de la tierra en pocas manos. Así, el 60% de las personas entrevistadas afirmó tener propiedad sobre algún terreno, que según dijeron, habían sido adquiridos a través de diferentes formas: por posesión, herencia y dueños con escritura; sin embargo, se encuentra un porcentaje bastante amplio de agricultores que no tienen tierra (alrededor del 40%), los cuales para acceder a ella tienen que prestarlas, o tenerlas como comodato³. Por consiguiente, la tenencia de tierra es un determinante en el uso del suelo de acuerdo a sus capacidades.

El comportamiento del GINI, en los 27 municipios en la subregión, muestra que los niveles de concentración en relación a las tierras se ha incrementado en los últimos tres años, con una leve reducción de 0,01 para el 2012, lo que implica evidencia de que existen mayores cantidades de hectáreas o de suelo cultivable e idóneo para el desarrollo de diversos cultivos en manos de pocos propietarios. En el gráfico 5 se logra apreciar un incremento del GINI en los últimos tres años, siendo los municipios de Turbana (0,90) y Tubará (0,88), los que muestran una mayor concentración, superando incluso el GINI reportado a nivel nacional (0,88).

Gráfico 5 . Coeficiente de GINI promedio de los municipios de la subregión del Canal del Dique y su zona de influencia costera*



Fuente: Diseño de los autores con base en información IGAC *Es el promedio sobre 27 municipios de la subregión del Canal del Dique y su zona de influencia costera, excluye a Cartagena y Barranquilla.

El aprovechamiento del potencial de expansión y el uso adecuado de las tierras que aún faltan por cultivar, dependen en alguna medida de la concentración de la tierra ya que la voluntad de cultivar algo en ella también estaría concentrada. Si los pocos dueños de la mayor extensión de tierra de un municipio deciden desarrollar la ganadería en sus predios, aunque la vocación del suelo sea agrícola; entonces, gran parte del suelo entraría en un conflicto de uso vs vocación del suelo. En cambio, si la tierra no está concentrada, las voluntades sobre su uso estarían en manos de muchas personas, si

³ Esta parte se aborda con más detalle en el apartado Costos de las actividades agrícolas, pecuarias y acuícolas en los municipios de la subregión del Canal del Dique y Zona Costera.

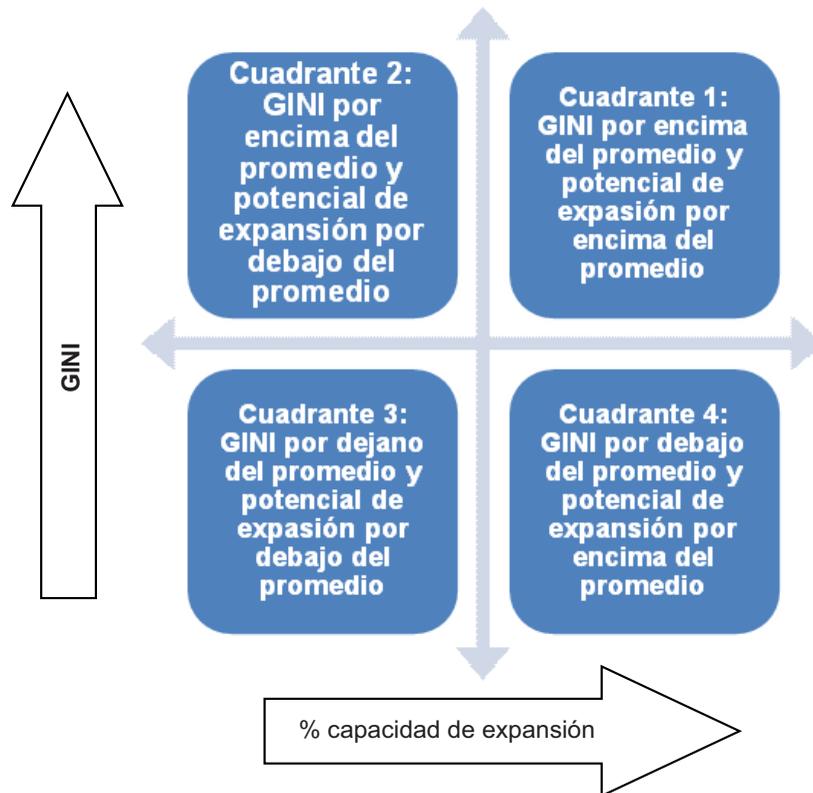


alguna de ellas, decide desarrollar una actividad que no va acorde a la vocación del suelo, el conflicto por uso que se pueda derivar de ahí impactaría sólo una pequeña parte del territorio.

Ahora bien, los campesinos son conscientes de darle un uso adecuado a la tierra, incluso, desean tener conocimiento técnico sobre la zonificación del suelo, con miras a obtener los mejores rendimientos y mantener una sostenibilidad del recurso.

Para determinar qué municipios tienen un potencial de expansión importante que pueda ser aprovechado adecuadamente dado el nivel de concentración de la tierra, se relacionaron las variables: potencial de expansión y coeficiente de GINI en un gráfico de dispersión que se divide en cuatro cuadrantes, los cuadrantes fueron establecidos a partir del promedio del potencial de expansión y el promedio del coeficiente de GINI. Para ilustración, véase la siguiente figura:

Figura 3 . Relación de porcentaje de expansión de las tierras vs coeficiente de GINI

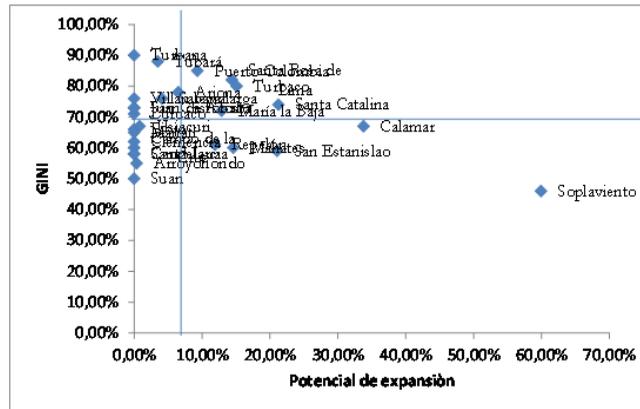


Fuente: Diseño de los autores



El cuadrante óptimo o situación ideal es el cuadrante cuatro, donde se tiene un potencial de expansión superior al promedio y, a la vez, un coeficiente de GINI inferior al promedio; los municipios que se encuentran ahí seguramente tendrán más posibilidades de aprovechar mejor las riquezas del territorio de manera sostenible e inclusiva; lo cual es posible si se hace una expansión de la frontera de producción a partir de la incorporación de unidades de tierra que no están siendo empleadas, si, y sólo si la expansión se hace teniendo en cuenta el uso adecuado de la tierra según su vocación, y a través de la concesión de pequeñas extensiones de tierra a los campesinos para su explotación agropecuaria.

Gráfico 6. Potencial de expansión vs coeficiente de GINI de los municipios de la subregión del Canal de Dique y su zona de influencia costera



Fuente: Cálculo de los autores. El área sembrada agrícola, en pastos, bosques y otros usos corresponde al año 2006 tomada del Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial (SIGOT) (<http://sigotn.igac.gov.co/sigotn/>). La extensión de cada municipio fue tomada de: la Federación Colombiana de Municipios (<http://www.fcm.org.co/index.php?id=162>) año 2010, la cual se basa en información del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). El coeficiente de GINI tiene como fuente el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Cuadro 3. Relación de porcentaje de expansión de las tierras vs coeficiente de GINI

| Municipio | PE 2006 | GINI | Cuadrante | Descripción del cuadrante | Clase de suelo |
|-------------|---------|-------|-----------|---|-------------------------|
| Arjona | 6,5% | 78,0% | Dos | GINI por encima del promedio y potencial de expansión por debajo del promedio | Clase III, VI, VII |
| Arroyohondo | 0,4% | 55,0% | Tres | GINI por debajo del promedio y potencial de expansión por debajo del promedio | Clase III, IV, VI, VIII |
| Calamar | 33,8% | 67,0% | Cuatro | GINI por debajo del promedio y potencial de expansión por encima del promedio | Clase III, IV, VI, VII |



| | | | | | |
|------------------|-------|-------|--------|---|-----------------------------------|
| Campo de la Cruz | 0,0% | 60,0% | Tres | GINI por debajo del promedio y potencial de expansión por debajo del promedio | Clase IV |
| Candelaria | 0,0% | 58,0% | Tres | GINI por debajo del promedio y potencial de expansión por debajo del promedio | Clase IV |
| Clemencia | 0,0% | 62,0% | Tres | GINI por debajo del promedio y potencial de expansión por debajo del promedio | Clase III, VI |
| Juan de Acosta | 0,0% | 73,0% | Dos | GINI por encima del promedio y potencial de expansión por debajo del promedio | Clase III, IV, VI, VII |
| Luruaco | 0,0% | 71,0% | Dos | GINI por encima del promedio y potencial de expansión por debajo del promedio | Clase III, IV, VI |
| Mahates | 14,6% | 60,0% | Cuatro | GINI por debajo del promedio y potencial de expansión por encima del promedio | |
| Manatí | 0,0% | 65,0% | Tres | GINI por debajo del promedio y potencial de expansión por debajo del promedio | Clase IV, VI, VII y VIII |
| María la Baja | 12,9% | 72,0% | Uno | GINI por encima del promedio y potencial de expansión por encima del promedio | Clase II, III, IV, VI, VII y VIII |
| Piojó | 0,0% | 66,0% | Tres | GINI por debajo del promedio y potencial de expansión por debajo del promedio | Clase III, IV y VI |
| Puerto Colombia | 9,3% | 85,0% | Uno | GINI por encima del promedio y potencial de expansión por encima del promedio | Clase III |



| | | | | | |
|--------------------|-------|-------|--------|---|-------------------------|
| Repelón | 11,9% | 61,0% | Cuatro | GINI por debajo del promedio y potencial de expansión por encima del promedio | Clase I, III, IV y VI |
| Sabanalarga | 4,1% | 76,0% | Dos | GINI por encima del promedio y potencial de expansión por debajo del promedio | Clase III, IV y VI |
| San Cristóbal | 0,0% | 73,0% | Dos | GINI por encima del promedio y potencial de expansión por debajo del promedio | Clase III, VII y VIII |
| San Estanislao | 21,1% | 59,0% | Cuatro | GINI por debajo del promedio y potencial de expansión por encima del promedio | Clase III, IV s y IV es |
| Santa Catalina | 21,3% | 74,0% | Uno | GINI por encima del promedio y potencial de expansión por encima del promedio | Clase III y VI |
| Santa Lucía | 0,0% | 58,0% | Tres | GINI por debajo del promedio y potencial de expansión por debajo del promedio | Clase IV y VI |
| Santa Rosa de Lima | 14,4% | 82,0% | Uno | GINI por encima del promedio y potencial de expansión por encima del promedio | Clase III, IV, VI y VII |
| Soplaviento | 59,9% | 46,0% | Cuatro | GINI por debajo del promedio y potencial de expansión por encima del promedio | Clase III y IV s |
| Suán | 0,0% | 50,0% | Tres | GINI por debajo del promedio y potencial de expansión por debajo del promedio | Clase IV |
| Tubará | 3,5% | 88,0% | Dos | GINI por encima del promedio y potencial de expansión por debajo del promedio | Clase VI |



| | | | | | |
|------------|-------|-------|------|---|--------------------------------------|
| Turbaco | 15,1% | 80,0% | Uno | GINI por encima del promedio y potencial de expansión por encima del promedio | Clase III, IV, VI y VII |
| Turbana | 0,0% | 90,0% | Dos | GINI por encima del promedio y potencial de expansión por debajo del promedio | Clase IIIs, IIIcs, IV s, IV es, VIII |
| Usiacurí | 0,8% | 67,0% | Tres | GINI por debajo del promedio y potencial de expansión por debajo del promedio | Clase III y VI |
| Villanueva | 0,0% | 76,0% | Dos | GINI por encima del promedio y potencial de expansión por debajo del promedio | Clase III, IV s y IV es |

Fuente: Cálculo de los autores. El área sembrada agrícola, en pastos, bosques y otros usos corresponde al año 2006 tomada del Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial (SIGOT) (<http://sigotn.igac.gov.co/sigotn/>). La extensión de cada municipio fue tomada de: la Federación Colombiana de Municipios (<http://www.fcm.org.co/index.php?id=162>) año 2010, la cual se basa en información del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). El coeficiente de GINI tiene como fuente el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

6. CONCLUSIONES

En el cuadrante óptimo se encuentran los siguientes municipios: Soplaviento, con tierras aplicables a agricultura (III y IVs), Repelón (I, III, IV y VI) el único municipio con tierras tipo I, Calamar (III, IV, VI y VII), Mahates y San Estanislao (III, IVes, IVs).

Por último, cabe añadir que además de aprovechar el potencial de expansión de una forma adecuada, resulta aún más valioso, el aprovechamiento a partir de la intensificación de la producción en las unidades de tierra que se están empleando actualmente con fines productivos, es decir, aumentar el rendimiento por hectárea. Esto último, se puede lograr a través de la aplicación de la ciencia y la tecnología.



REFERENCIAS

- Aguilera, M. M. (2003). “El canal del Dique y su subregión: una economía basada en la riqueza hídrica.” *Banco de la República, Centro de Estudios Económicos Regionales, Documentos de trabajo sobre economía regional. No 72.* Cartagena de Indias (Colombia).
- Alcaldía municipal de Repelón, (2012). “Plan de Desarrollo del municipio de Repelón 2012-2015”. Extraído el 22 de agosto de 2014 desde: http://www.repelon-atlantico.gov.co/apc-aa-files/66306437323762306662376432303365/PLAN_DESARROLLO_2012_2015.pdf
- Alcaldía municipal de Mahates Bolívar, (2012). “Plan de Desarrollo Municipal de Mahates 2012 – 2015 “Con Sentido Social para Gobernar”. Extraído el 22 de agosto de 2014 desde: http://mahates-bolivar.gov.co/apc-aa-files/65613362353739336162333433663030/PROGRAMA_DE_GOBIERNO_MUNICIPAL___NICOLAS_CANTILLO_ORTIZ.pdf
- Alcaldía municipal de Sabanalarga Atlántico, (2012). Plan de Desarrollo Municipal 2012 – 2015 “Ahora le toca al Pueblo un Desarrollo Seguro”. Extraído el 22 de agosto de 2014 desde: <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/sabanalargaatl%C3%A1nticopd20122015.pdf>
- Alcaldía municipal de Usiacurí, (2012). Plan de Desarrollo Municipal de Usiacurí 2012 – 2015 “Siempre Adelante”. Extraído el 22 de agosto de 2014 desde: http://www.usiacuri-atlantico.gov.co/apc-aafiles/61653866346438386638643330333732/PDM_USIACURI_Abril_29_2012.pdf
- Cervantes y Espitia, (2010). “Viabilidad de los sistemas bufalinos en Colombia”. *Revista Colombiana de Ciencias Administración.* 2(1). Extraído el 22 de agosto de 2014 desde: http://www.recia.edu.co/documentos-recia/recia3nuevo/revisiones/3Bufalos_Esperanza.pdf
- Chicco y Garbati, (1972). La harina de la yuca en el engorde de cerdos. *Agronomía Tropical*, 22 (6), 599-603. Extraído el día 22 de agosto de 2014 desde: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at2206/arti/chicco_c.htm
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi, (2004). Estudio General de Suelos y Zonificación General de Tierras del Departamento de Bolívar (2da. Ed).
- López, Luis y Sáenz, José et al (2013). “Diagnóstico socioeconómico de la subregión del Canal del Dique y su zona de influencia costera”. *Cámara de Comercio de Cartagena, Centro de Estudios para el Desarrollo y la Competitividad, Serie Avances de Investigación No 7.* Cartagena de Indias (Colombia).
- López, Luis y Sáenz, José et al (2013). “Regiones funcionales en la subregión del Canal del Dique y su zona de influencia costera”. *Cámara de Comercio de Cartagena, Centro de Estudios para el Desarrollo y la Competitividad, Serie Avances de Investigación No 9.* Cartagena de Indias (Colombia).
- López, Luis y Sáenz, José et al (2013). “Organizaciones de base social en la subregión del Canal del Dique y su zona de influencia costera”. *Cámara de Comercio de Cartagena, Centro de Estudios para el Desarrollo y la Competitividad, Serie Avances de Investigación, 10.* Cartagena (Colombia).
- Malagón, Dimas (s.f.). Los suelos de Colombia. Extraído el día 15 de febrero de 2013 desde: <http://www.sogeocol.edu.co/documentos/05loss.pdf>
- Malagón, Dimas (1998). El recurso del suelo en Colombia –inventario y problemática-. *Revista Académica Colombiana de Ciencias, XXI*, 13-52.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y Departamento Nacional de Planeación, (2011). “Plan sectorial de turismo 2011-2014 – “turismo factor de prosperidad para Colombia”. Extraído el 22 de agosto de 2014 desde: [file:///C:/Users/jsaenz/Downloads/PlanSectorialTurismo2011%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/jsaenz/Downloads/PlanSectorialTurismo2011%20(1).pdf)
- Ministerio de Agricultura. Gobernación de Atlántico, FNFH, Asohofrucol. (2006). Plan Frutícola Nacional, Desarrollo de la Fruticultura en el Atlántico. Barranquilla. Extraído el 22 de agosto de 2014 desde:
- Pérez V, Gerson Javier (2005). “Bolívar: industrial, agropecuario y turístico.” *Banco de la República, Centro de Estudios Económicos Regionales, Documentos de trabajo sobre la economía regional, No 58.* Cartagena de Indias (Colombia).
- RADDAR Consumer Knowledge Group, (2013). Microeconomic Outlook 2013, Comprometria pollo, septiembre de 2013.





RECONOCIMIENTO DE OBJETIVOS EN IMÁGENES DE VIDEO UTILIZANDO VISIÓN ARTIFICIAL

Reynaldo Rafael Mendoza Iglesias^a
rmendoza@cotecmar.com

Mario de la Fuente Martín^b
mariodlf@et.mde.es

Fecha de recepción: agosto de 2014. Fecha de aceptación: octubre de 2014

Resumen: Se presenta el procedimiento llevado a cabo para el reconocimiento de objetivos en imágenes de video en tiempo real. El trabajo se basa en el reconocimiento de patrones mediante el uso de tecnologías de visión por computador por medio de la librería de código abierto OpenCV (Open source Computer Vision) para el tratamiento de imágenes y entrenamiento de clasificadores de objetos. A lo largo del trabajo se profundizará en los aspectos técnicos de entrenamiento del clasificador de objetos describiendo el procedimiento realizado para su entrenamiento como los procesos de adquisición de imágenes y otras actividades relacionadas con todo el proceso de aprendizaje y clasificación. Para finalizar, se presentarán los resultados y conclusiones obtenidas a partir del resultado de varios clasificadores con distintos parámetros de entrenamiento. El funcionamiento de los clasificadores entrenados fue verificado con una aplicación desarrollada en el lenguaje de programación Java.

Palabras clave: reconocimiento de patrones, visión artificial, visión por computador, clasificador de objetos, OpenCV.

Abstract: This article describes the procedure carried out for the target recognition in video images in real time. The work is based on pattern recognition by using computer vision technologies through the open source library OpenCV (Open Source Computer Vision) for image processing and training of object classifiers. Throughout the paper we will delve into the technical aspects for the training of the object classifiers, describing the procedure done to its training as the process of image acquisition and related activities about the learning process and classification. Conclusions are presented from the result of several trained classifiers with different training parameters. The performance of the trained classifiers was verified with a software application developed in Java programming language.

Keywords: pattern recognition, artificial vision, computer vision, object classifier, OpenCV.



^aIngeniero Electrónico. Máster en Tecnologías para la Defensa, Universidad Politécnica de Madrid. Diseñador de la División de Electricidad y Electrónica – Gerencia de Diseño e Ingeniería de Cotecmar, Cartagena de Indias, Colombia. Ingeniero.

^bTécnico en Telecomunicaciones. Especialidad equipos electrónicos, Universidad Politécnica de Madrid. Capitán del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos del Ejército de Tierra del Reino de España, Madrid, España.

1. INTRODUCCIÓN

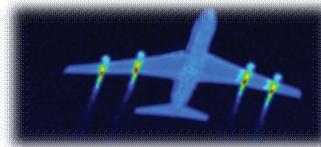
La visión artificial o visión por computador es considerada un campo de la inteligencia artificial cuyo objetivo final es utilizar los computadores para emular la visión humana, incluyendo el aprendizaje y la capacidad de hacer inferencias y tomar acciones basadas en entradas visuales (González, R. y Woods, R., 2002).

El reconocimiento de patrones utilizado en el presente trabajo es el punto de partida para el reconocimiento de objetivos que constituye un aspecto fundamental para el desarrollo de actividades de vigilancia en el entorno civil y militar. Está siendo utilizado en diversas aplicaciones como control de accesos (login al computador, ingreso a instalaciones), identificación (atentados, disturbios, personas desaparecidas, reconocimiento de amenazas), entre otras. Por otro lado, el seguimiento de objetos por imágenes también se ha extendido para la realización de vigilancia remota y rastreo de objetos. Las Tecnologías de procesamiento y análisis de la señal de video son complemento al trabajo que pueda realizar un operador.

Existen desarrollos tecnológicos de reconocimiento de objetivos cuyos costos y capacidades están relacionados con la característica utilizada para llevar a cabo dicho reconocimiento, debido a que determina los sensores y/o requerimientos de procesamiento y cálculo. Algunas características utilizadas para el reconocimiento de objetivos son: la firma espectral, la sección transversal de radar, los patrones acústicos, patrones de imágenes, entre otros (ver). El presente trabajo muestra los resultados del uso de patrones en imágenes como característica para reconocer objetivos empleando software de código abierto de visión por computador y entrenamiento de clasificadores.



Fuente: (Sinodefenceforum, 2011)



Fuente: (Overton, G, 2011)

Figura 1. Reconocimiento de objetivos
Izquierda: a partir de su patrón de imagen.
Derecha: a partir de su firma infrarroja



El trabajo contempla el entrenamiento de clasificadores para el reconocimiento de cualquier objeto deseado, el trabajo ha sido desarrollado en este caso de uso para el reconocimiento de un robot móvil Summit XL de la empresa Robotnik, basado en las herramientas de software gráfico y de visión por computador, en concreto se ha trabajado con la librería OpenCV.

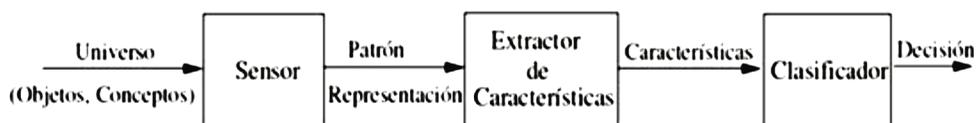
OpenCV es un conjunto de librerías que proporcionan funciones y programas completos relacionados con la visión por computador, siglas de las cuales deriva su nombre (Open source Computer Vision). OpenCV suministra una demostración de clasificadores para detección de rostros, ojos, sonrisas, entre otros. Adicionalmente suministra programas o funciones que nos permiten entrenar clasificadores para generar nuestro propio clasificador para la detección de un objeto deseado. También cuenta con una documentación detallada donde realizar consultas.

1.1. Clasificador de objetos

Los clasificadores de objetos hacen parte de una de las etapas que conforman un sistema de reconocimiento de patrones (ver) y su objetivo es realizar la toma de decisiones del sistema.

Figura 2. Etapas de un sistema de reconocimiento de patrones.

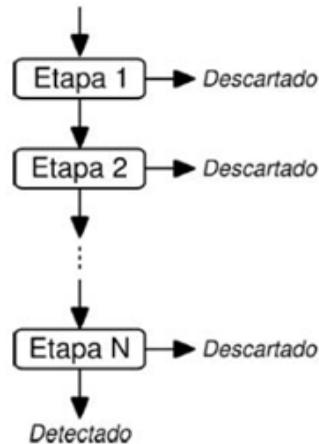
Fuente: (Kittler, J, 2002).



La clasificación puede ser supervisada si se tiene un conjunto de muestras para entrenar al clasificador o no supervisada si no existe entrenamiento previo. En el desarrollo del trabajo se hizo uso de un algoritmo de aprendizaje supervisado conocido como boosting que funciona entrenando clasificadores débiles en forma consecutiva y los combina en lo que se llama un clasificador fuerte, a este proceso se le conoce como "aprendizaje de un clasificador". Durante la etapa de entrenamiento de un detector de objetos que usa el algoritmo boosting se crean varios clasificadores fuertes que permiten decidir cuales regiones de la imagen contienen el objeto. Luego se organizan los clasificadores fuertes en una estructura en cascada (ver) para mejorar la eficiencia del detector.



Figura 3. Cascada de clasificadores fuertes por Viola y Jones.
Cada etapa está compuesta por un clasificador fuerte.
Fuente: (Morelli, A. y Padonavi S, 2011).



1.2. Características HAAR y LBP

Una manera de clasificar imágenes es compararla pixel a pixel con un conjunto de imágenes ya conocido y clasificarla como la clase de la imagen más parecida, esta opción no es eficiente, por lo que se utilizan otras técnicas mucho más eficientes como la extracción de características o “features” del objeto.

La característica o “feature” se refiere al resultado de aplicar una operación en un área determinada de la imagen y su vecindad o a un patrón dentro de la imagen.

Para formar clasificadores, Viola y Jones (2004) evalúan las características o “features” de la imagen para decidir la presencia de un determinado objeto. Los clasificadores son construidos a partir de una variante de features que se conocen como “Haar-like features”, el nombre es debido a que el resultado es similar a aplicar filtros de Haar sobre la imagen. Un ejemplo de los filtros Haar se muestran a continuación y su cálculo consiste en hallar la diferencial entre la integral de la imagen en las zonas blancas y la integral de la imagen en las zonas negras.

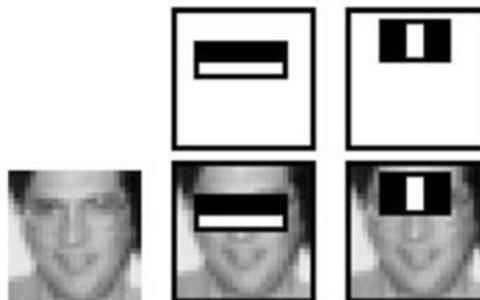
Figura 4. Tipos de features usados por Viola y Jones.
Fuente: (Morelli, A. y Padonavi S, 2011).

$$\mathbb{F} = \left\{ F_1 : \begin{array}{|c|} \hline \blacksquare \\ \hline \end{array}, F_2 : \begin{array}{|c|} \hline \square \\ \hline \end{array}, F_3 : \begin{array}{|c|} \hline \blacksquare \square \\ \hline \end{array}, F_4 : \begin{array}{|c|} \hline \square \blacksquare \\ \hline \end{array}, F_5 : \begin{array}{|c|} \hline \blacksquare \square \\ \hline \end{array} \right\}$$



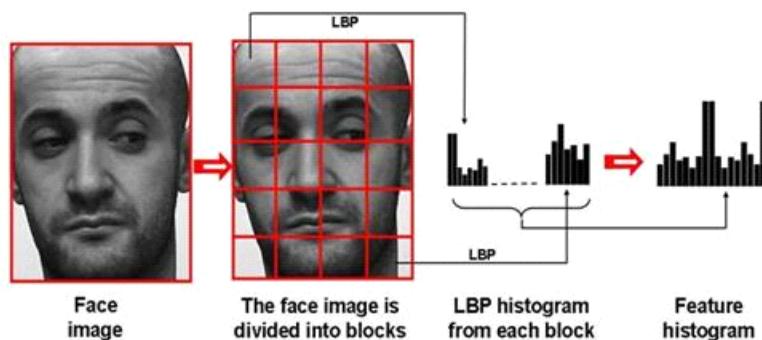
Una aplicación de los features Haar es en la captura de las características presentes en los rostros: oscurecimiento de la imagen en la zona de los ojos respecto a la zona de las mejillas, aclaramiento en la zona del puente nasal, etc. La siguiente figura muestra el concepto:

Figura 5. Características que puede capturar un feature.
Fuente: (Viola, P. y Jones, M, 2004).



Otro tipo de feature utilizada es la Local Binary Patterns - LBP (patrones binarios locales) en la que se obtiene el vector de características de la imagen a través del histograma de las celdas que contienen los pixeles, que a su vez se obtienen dividiendo la imagen examinada en celdas que contienen los pixeles, cada pixel es comparado con sus ocho vecinos y se le asigna un valor de uno o cero por lo que se obtiene un numero binario de ocho dígitos. El vector de características obtenido puede ser procesado usando Support Vector Machine – SVM (máquinas de vectores de estados) o un algoritmo de aprendizaje de clasificación de imágenes (Pietikäinen, M. y Zhao, G., 2009). La muestra la descripción de un rostro usando LBP.

Figura 6. Descripción de rostro con patrones locales binarios.
Fuente: (Pietikäinen, M. y Zhao, G., 2009).



2. METODOLOGÍA

2.1. Entrenamiento del clasificador

Para el entrenamiento de los clasificadores se hizo uso de:

- Un robot móvil tipo Summit XL de la empresa Robotnik como el objetivo a reconocer (ver).
- Un dron aéreo tipo AR Drone 2.0 de la empresa Parrot para adquirir las imágenes positivas y negativas requeridas para el entrenamiento del clasificador (ver). Imágenes positivas (que contienen el robot móvil) y negativas (no contienen el robot móvil) en entornos abiertos con distintos fondos (grava, asfalto, arena, vegetación) y en recintos cerrados (hangar) (ver).

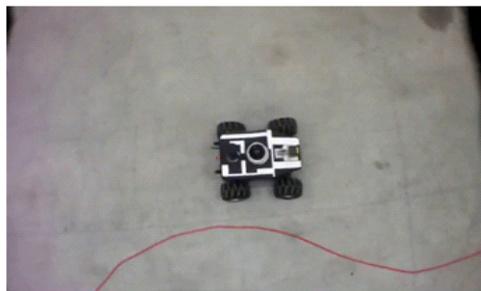
*Figura 7. Robot móvil tipo Summit XL.
Fuente: (Robotnik, 2014)*



*Figura 8. Dron AR 2.0.
Fuente: (Parrot, 2014)*



Figura 9. Imagen positiva del robot tomada desde el dron en fondo de asfalto.



Para el desarrollo del clasificador se utilizaron imágenes en formato Jpg de 1280*720 pixeles.

Se utilizaron distintos fondos:

- Grava: FnG
- Vegetación: FnV
- Camino de arena. FnC
- Asfalto en interior: FnI
- Asfalto en exterior: FnA



La figura 10 y la figura 14 muestran fotografías de los distintos fondos utilizados.

A partir de las imágenes positivas y negativas y con las herramientas que brinda OpenCV se realizó el entrenamiento del clasificador. OpenCV cuenta con dos aplicaciones para el entrenamiento de clasificadores en cascada: `opencv_haartraining` y `opencv_traincascade`. `Opencv_traincascade` es una versión más reciente y soporta características Haar y LBP.



Figura 10. Ambiente interior: asfalto



Figura 11. Ambiente exterior: asfalto



Figura 12. Ambiente exterior: grava



Figura 13. Ambiente exterior: vegetación.



Figura 14. Ambiente exterior: camino de arena.

La información utilizada y generada para la obtención del clasificador se describe a continuación:



Imágenes positivas

La siguiente tabla describe las imágenes positivas utilizadas

Tabla 1. Imágenes positivas. El patrón A corresponde al robot móvil.

| Nomenclatura | | | | Fondo (Fn) | Patrón (Pt) | Luz (Lz) | Horario (Hr) | Cantidad |
|--------------|-----|-----|-----|------------|-------------|----------|--------------|----------|
| FnI | PtA | Lz0 | Hr0 | Interior | A | N/A | N/A | 127 |
| FnA | PtA | LzS | HrM | Asfalto | A | Sol | Mañana | 40 |
| FnC | PtA | LzS | HrM | Camino | A | Sol | Mañana | 297 |
| FnG | PtA | LzS | HrM | Grava | A | Sol | Mañana | 230 |
| FnV | PtA | LzS | HrM | Vegetación | A | Sol | Mañana | 517 |
| TOTAL | | | | | | | | 1211 |

Imágenes negativas

La siguiente tabla describe las imágenes negativas utilizadas

Tabla 2. Imágenes negativas.

| Nomenclatura | | | | Fondo (Fn) | Patrón (Pt) | Luz (Lz) | Horario (Hr) | Cantidad |
|--------------|-----|-----|-----|------------|-------------|----------|--------------|----------|
| FnI | Pt0 | Lz0 | Hr0 | Interior | N/A | N/A | N/A | 152 |
| FnA | Pt0 | LzS | HrM | Asfalto | N/A | Sol | Mañana | 20 |
| FnC | Pt0 | LzS | HrM | Camino | N/A | Sol | Mañana | 442 |
| FnG | Pt0 | LzS | HrM | Grava | N/A | Sol | Mañana | 108 |
| FnV | Pt0 | LzS | HrM | Vegetación | N/A | Sol | Mañana | 416 |
| TOTAL | | | | | | | | 1138 |

Archivo de regiones positivas

A partir de las imágenes positivas se generó un archivo txt con lista de regiones positivas conteniendo para cada imagen: ubicación (ruta), nombre, número de objetos de interés en la imagen, posición del objeto en la imagen (x, y), ancho y alto del objeto (w, h). Para esto se utiliza object marker de opencv, que permite seleccionar el objeto de interés dentro de la imagen.



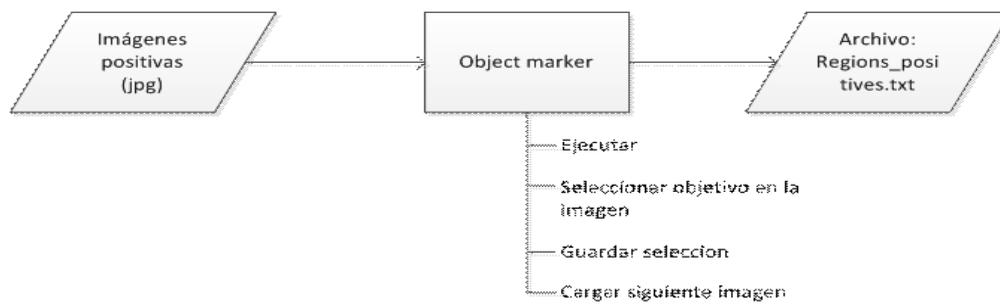


Figura 15. Generación de archivo de regiones positivas.

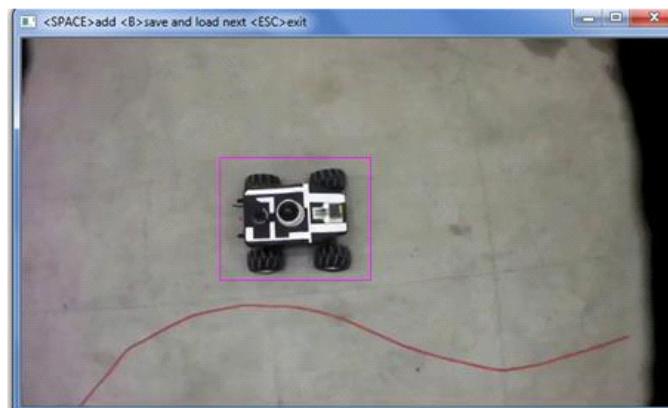


Figura 16 . Object marker: imagen cargada con objetivo seleccionado.

La siguiente figura muestra un ejemplo del archivo de regiones positivas generado:

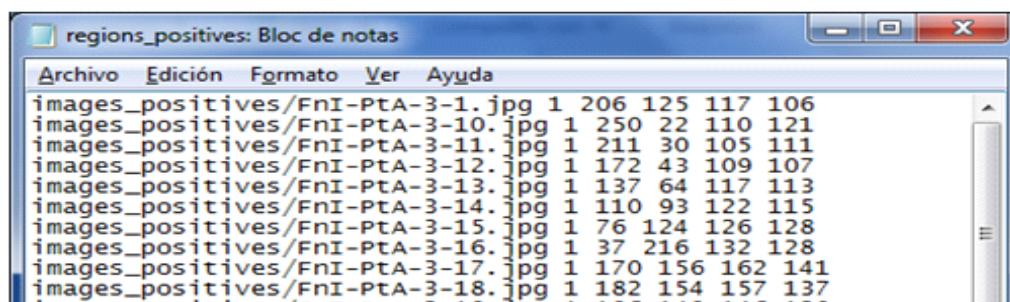


Figura 17. Archivo de regiones positivas.



Archivo de muestras positivas

A partir del archivo de regiones positivas se genera un archivo vec que contiene las muestras positivas para el entrenamiento. Para esto se utiliza opencv_createsamples

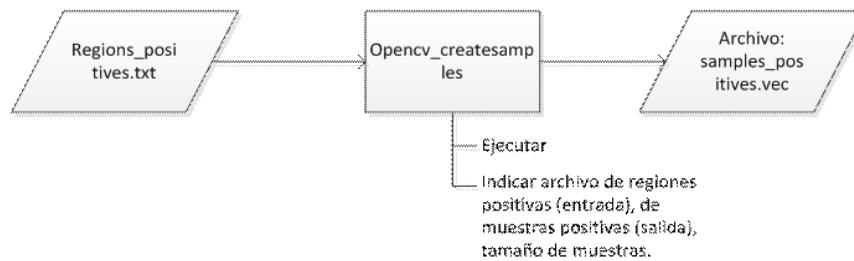


Figura 18 . Generación de archivo de muestras positivas.

En la siguiente figura se puede observar una muestra generada:

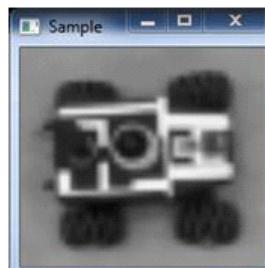


Figura 19. Muestra positiva.

Archivo de imágenes negativas

Se debe crear un archivo txt con lista de imágenes negativas conteniendo para cada imagen: ubicación (ruta), nombre. La siguiente figura muestra un ejemplo del archivo de imágenes negativas generado:

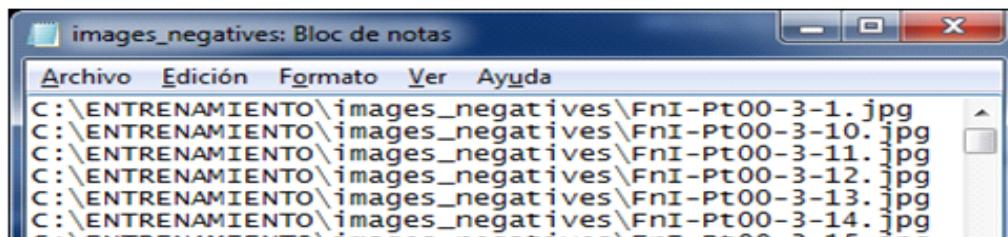


Figura 20. Archivo de imágenes negativas.



Generación del clasificador

El clasificador es entrenado a partir del archivo de muestras positivas vec y el de imágenes negativas. El resultado son archivos XML.

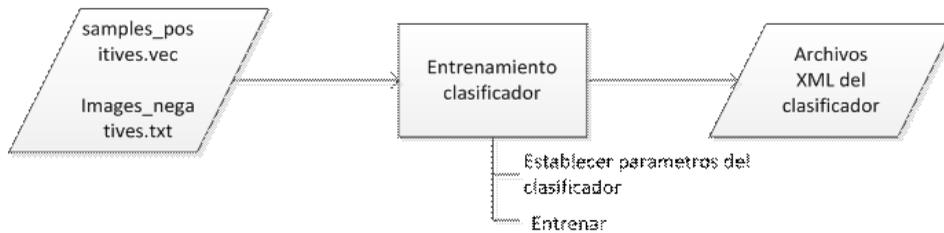


Figura 21 . Generación de clasificador.

A continuación se describen los parámetros más relevantes utilizados en el entrenamiento:

- numPos*: Entero con el número de muestras positivas usadas para una etapa del clasificador. Debe ser menor al que contiene el archivo VEC, se utilizó aproximadamente el 90% de muestras que contiene el archivo VEC.
- numNeg*: Entero con el número de muestras negativas usadas para una etapa del clasificador. Puede ser igual o mayor a la cantidad de imágenes negativas disponibles.
- numStages*: Numero de etapas en cascada con las que debe ser entrenado.
- featureType*: tipo de feature utilizado durante el entrenamiento: HAAR, LBP.
- minHitRate*: Tasa mínima de aciertos deseada para cada etapa del clasificador. Si se selecciona un valor de 1 se impone que no se aceptan falsos negativos durante el entrenamiento.
- maxFalseAlarmRate*: Tasa de falsos positivos máxima deseada para cada etapa del clasificador. Si se selecciona un valor de cero se impone que el objeto es detectado correctamente en todas las imágenes negativas.

La tabla 3 muestra los parámetros usados para el entrenamiento de los clasificadores.

Tabla 3. Parámetros para entrenamiento de clasificadores

| Clasificador No. | Num Pos | Num Neg | Num Stages | Feature Type | minHit Rate | MaxFalse AlarmRate | Fondo us: Pos/Ne: |
|------------------|---------|---------|------------|--------------|-------------|--------------------|-------------------|
| 1 | 127 | 152 | 12 | LBP | 0,995 | 0,1 | Fn/Fn |
| 2 | 127 | 152 | 9 | HAAR | 0,995 | 0,1 | Fn/Fn |
| 3 | 127 | 152 | 16 | LBP | 0,995 | 0,1 | Fn/Fn |
| 4 | 800 | 1138 | 9 | LBP | 0,995 | 0,1 | Todos/To |
| 5 | 700 | 1138 | 9 | HAAR | 0,995 | 0,1 | Todos/To |
| 6 | 780 | 1138 | 11 | LBP | 0,995 | 0,2 | Todos/To |
| 7* | 1000 | 5000 | 13 | LBP | 0,997 | 0,3 | Todos/To |
| 8* | 1000 | 1138 | 11 | LBP | 0,995 | 0,2 | Todos/To |



Los clasificadores 7 y 8 fueron entrenados considerando 200 imágenes de vegetación adicionales respecto a los anteriores.

2.2. Pruebas del clasificador

Una vez se dispone del fichero XML resultado del entrenamiento del clasificador, se verificó su rendimiento para cada fondo de la siguiente manera:

Procedimiento

1. Se utilizó aproximadamente un 10% de imágenes positivas y negativas de las utilizadas en el entrenamiento, estas imágenes son diferentes a las utilizadas en el entrenamiento (imágenes de prueba).
2. A cada imagen de prueba se le aplicó el clasificador entrenado y se verificó para cada una:
 - a. **Para las imágenes positivas:**
 - o Detección correcta - verdadero positivo: objetivo presente y detectado.
 - o Detección incorrecta - Falsos negativos: objetivo presente no detectado.
 - o Detección incorrecta - Falsos positivos: objetivo ausente y detectado.
 - b. **Para las imágenes negativas:**
 - o Detección correcta - verdadero negativo: objetivo ausente no detectado.
 - o Detección incorrecta - Falsos positivos: objetivo ausente y detectado.

Rendimiento de los clasificadores

1. Se obtiene la tasa de acierto para el conjunto imágenes de prueba positiva y negativa de cada fondo. La tasa de acierto para imágenes positivas es calculada como:

$$TAP = DC / TIP \quad 1)$$

TAP = Tasa de acierto de imágenes positivas.

DC = Detecciones Correctas

TIP = No. total imágenes positivas de prueba.

La tasa de acierto para las imágenes negativas se calcula de forma similar.

1. Un acierto en una imagen positiva (objeto presente) permite validar 2 aspectos:
 - a. Que no hay falsos negativos porque el objeto es detectado con éxito.
 - b. Que no hay falsos positivos porque solo es detectado el objeto de interés.
- Un acierto en una imagen negativa (objeto ausente) permite validar 1 solo aspecto:
 - a. Que no hay falsos positivos porque no es detectado el objeto.



Los 3 aspectos permiten garantizar una precisión del 100%. De esta manera, el acierto de una imagen positiva (validación de 2 aspectos) permite garantizar un 67% de la precisión, mientras el acierto de una imagen negativa (validación de 1 aspecto) permite garantizar un 33%. Esta es la ponderación asignada a cada tasa de acierto.

El rendimiento R para cada fondo es calculado de la siguiente forma:

$$R = (0,67 \times TAP + 0,33 \times TAN) \times 100\% \quad (2)$$

TAP = Tasa de acierto de imágenes positivas.

TAN = Tasa de acierto de imágenes negativas.

Criterios de aceptación

Se considera un valor aceptable de precisión del clasificador si el rendimiento es igual o mayor al 80%. Este valor establece que si los aciertos en imágenes negativas son del 100%, en las positivas debe ser del 70% y si los aciertos en imágenes positivas son del 100%, en las imágenes negativas debe ser del 40%.

3. RESULTADOS

Evaluación de clasificadores

A continuación se muestra una parte del resultado de las pruebas realizadas a un clasificador entrenado para obtener su rendimiento cuando el fondo es asfalto en exterior (FnA). El título 'Clasificador No.' de la tabla coincide con el clasificador del mismo ítem en la tabla 3.

Se puede observar que el rendimiento del clasificador No. 1 es bajo: 14% para detectar correctamente el objeto en imágenes positivas y del 0% para no detectarlo en imágenes negativas.

Tabla 3. Reporte de pruebas de clasificador.

| | Imágenes positivas | | | | Imágenes negativas | | |
|--|--------------------|----------|----------------|----------------|--------------------|----------|----------------|
| | Image n No. | Correcta | Incorrecta | | Image n No. | Correcta | Incorrecta |
| | | | Falso Negativo | Falso positivo | | | Falso positivo |
| Clasificador No.:1 Fondo: FnA | 1 | | | x | 1 | | x |
| | 2 | | x | x | 2 | | x |
| | 3 | | | x | 3 | | x |
| | 4 | | x | x | 4 | | x |
| | 5 | | x | x | 5 | | x |
| | 6 | x | | | | | |
| | 7 | | x | x | | | |



| | | | | | | |
|---------------------|------|---|---|---|---|---|
| Resumen FnA | 7 | 1 | 6 | 5 | 0 | 5 |
| Tasa Aciertos | 0,14 | | | 0 | | |
| Rendimiento FnA (%) | 9 | | | | | |

Las siguientes figuras muestran los resultados de las pruebas realizadas a los clasificadores No. 1 y 2 funcionando en un entorno cerrado (FnI) y abierto (FnA) respectivamente, y en el mismo fondo (asfalto).

El clasificador No. 1 funciona mejor que el No.2 en entorno cerrado, el No. 2 detecta más falsos positivos.

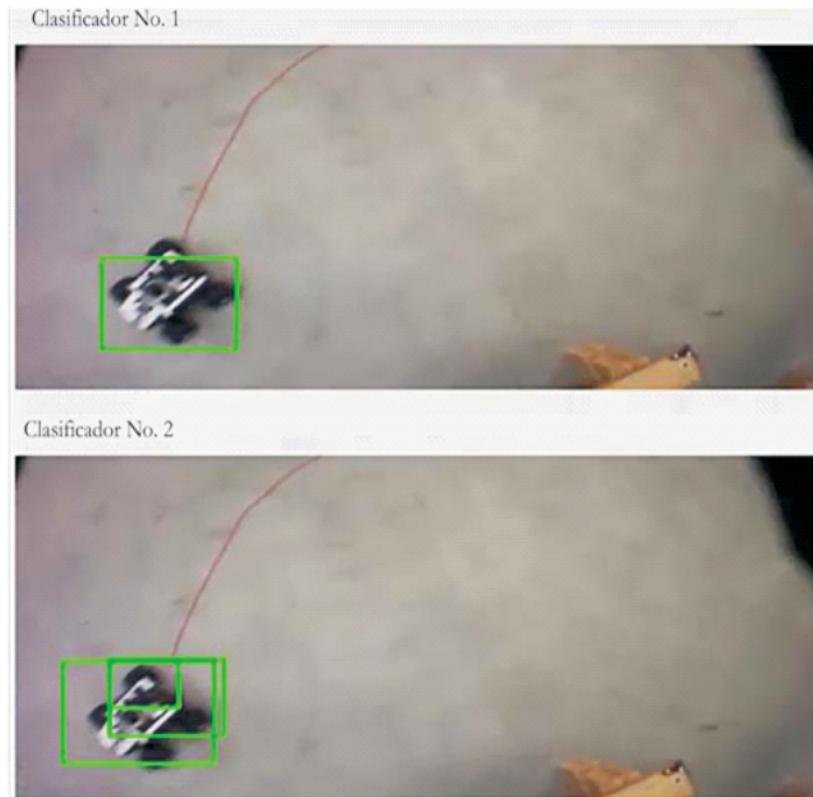


Figura 22. Funcionamiento de clasificadores en entorno cerrado.

En entorno abierto el clasificador No. 2 funciona mejor que el No.1, en este caso el No.1 detecta más falsos positivos.



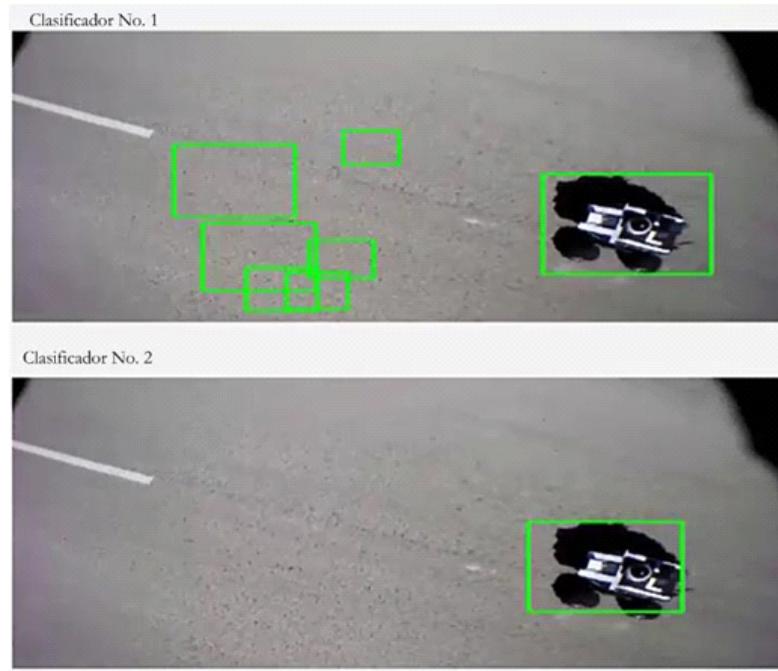


Figura 23. Funcionamiento de clasificadores en entorno abierto.

Resumen de resultados

La tabla a continuación resume el rendimiento de los clasificadores entrenados. Se describe el rendimiento de cada fondo resaltando los que superan el criterio de aceptación establecido (mayor a 80%).

Tabla 5. Rendimiento de clasificadores entrenados.

| Clasif No. | Rendimiento (%) | | | | | Stages-feature | nPos/nNeg | HitRate/falseAlarm Rate | Fondo |
|------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|----------------|-----------|-------------------------|-------|
| | Fnl | FnA | FnC | FnG | FnV | | | | |
| 1 | 100 | 9 | 31 | 0 | 6 | 12 - LBP | 127/152 | 0,995/0,1 | Fnl |
| 2 | 95 | 91 | 81 | 33 | 32 | 9 - HAAR | 127/152 | 0,995/0,1 | Fnl |
| 3 | 89 | 13 | 39 | 7 | 32 | 16 - LBP | 127/152 | 0,995/0,1 | Fnl |
| 4 | 95 | 100 | 91 | 91 | 83 | 9 - LBP | 800/1138 | 0,995/0,1 | Todos |
| 5 | 95 | 100 | 100 | 97 | 75 | 9 - HAAR | 700/1138 | 0,995/0,1 | Todos |
| 6 | 100 | 100 | 87 | 97 | 71 | 11 - LBP | 780/1138 | 0,995/0,2 | Todos |
| 7 | 89 | 100 | 93 | 94 | 88 | 13 - LBP | 1000/5000 | 0,997/0,3 | Todos |
| 8 | 98 | 91 | 42 | 27 | 31 | 11 - LBP | 1000/1138 | 0,995/0,2 | Todos |



3.1. Análisis de resultados

Los parámetros de entrenamiento deben ser establecidos de manera equilibrada para evitar obtener un clasificador que funcione en los extremos, es decir, muy riguroso o muy débil. Los valores dependen de cada aplicación específica principalmente del patrón que se desea detectar y del fondo o entorno donde será detectado.

Fondo de imágenes de entrenamiento

El entorno o fondo en los que se requiere detectar el objetivo debe ser considerado en el entrenamiento del clasificador: los clasificadores entrenados con imágenes solo de interior funcionan bien en este entorno, pero no en entorno exterior. El clasificador No. 5 (entrenado con imágenes interior y exterior) tiene mejor rendimiento en exterior que el No. 2 (entrenado con imágenes solo de interior).

Etapas de entrenamiento

En cada etapa de entrenamiento se obtiene más precisión del clasificador (debido a que en la siguiente etapa se re-evalúan imágenes), pero se debe tener en cuenta que establecer muchas etapas puede 'sobre entrenar' el clasificador y no detectar el objetivo. Las etapas del clasificador deben ser seleccionadas acuerdo a la cantidad de imágenes disponibles para el entrenamiento y considerando las tasas de acierto y falsa alarma que se requieran. El clasificador No.1 ha sido entrenado con 12 etapas y presenta un rendimiento levemente mayor al No.3 que ha sido entrenado con 16 etapas.

Tasa de acierto (hitRate)

Determina el rechazo de falsos negativos en las imágenes positivas, un valor muy alto de este parámetro genera un clasificador estricto o riguroso, contrario al caso de establecer un valor muy bajo (genera un clasificador débil), en ambos casos se puede obtener un clasificador que no detecte el objetivo correctamente.

Tasa de falsa alarma (falseAlarmRate)

En cada etapa se agregan características (features) y los falsos positivos decrecen hasta alcanzar la tasa de falsa alarma. Un valor muy alto de este parámetro conlleva a tener un clasificador que detecte una gran cantidad de falsos positivos.

LBP Vs HAAR

El entrenamiento con HAAR requiere más tiempo de procesamiento que el LBP, pero es más preciso. Se puede observar que el clasificador No. 2 a pesar de tener menos etapas que el No. 1, tiene un mayor rendimiento que el No. 1 en asfalto y uno muy similar en interior.



4. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede afirmar que las herramientas informáticas de código abierto que actualmente existen destinadas al procesamiento digital de imágenes y a la visión por computador permiten realizar aplicaciones con un muy buen rendimiento y calidad, lo que puede conllevar a que algunas de estas herramientas sean de uso dual (ámbito civil y militar) con las modificaciones pertinentes requeridas para cada campo de aplicación.

Tal como se comentó en el análisis de resultados de los clasificadores de objetos, para la obtención de un clasificador óptimo se debe partir del patrón de interés, el entorno donde será reconocido y las imágenes positivas y negativas (cantidad, fondo) que son usadas para el entrenamiento. Se pudo observar que no hay parámetros establecidos o formulaciones matemáticas que permitan obtener los mejores valores para el entrenamiento, y que estos dependen de la aplicación específica.

El presente trabajo puede ser utilizado como base de partida o guía para el desarrollo de sistemas que requieran el reconocimiento de objetivos de interés civil o militar haciendo uso de tecnología de visión por computador, el procedimiento descrito para el entrenamiento de clasificadores permite generar un clasificador para el reconocimiento de un nuevo objetivo de interés utilizando imágenes positivas de dicho objetivo y, como ya se ha mencionado, imágenes negativas preferiblemente del entorno de operación.

Como trabajo futuro resultaría interesante investigar un modelo o formulación matemática que permita establecer o brindar una aproximación de los parámetros de entrenamiento de los clasificadores de objetos considerando el patrón y el entorno o fondo de operación. Adicionalmente, OpenCV cuenta con una aplicación para determinar de manera rápida con imágenes de prueba el rendimiento de los clasificadores en cascada que han sido entrenados utilizando la versión antigua de entrenamiento (`opencv_haartraining`), por lo que se plantea trabajar o profundizar en la generación de una aplicación que permita determinar este rendimiento para clasificadores entrenados con la versión nueva (`opencv_traincascade`).



REFERENCIAS

- González, R. y Woods, R. (2002). *Digital Image Processing*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Kittler, J. (2002). *Reconocimiento de patrones*. Obtenido de http://iie.fing.edu.uy/ense/assign/recpat/material/sistemas_rec_patrones.pdf
- Morelli, A. y Padonavi S. (2011). *Detección y reconocimiento de caras*. Tesis de Licenciatura en Ciencias de la Computación. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.
- OpenCV. (2014). *Open Source Computer Vision*. Obtenido de <http://opencv.org/>
- Overton, G. (2011). *Photonics applied: Defense: IR countermeasures aim for safer flights*. Obtenido de <http://www.laserfocusworld.com/articles/print/volume-47/issue-8/features/photonics-applied-defense-ir-countermeasures-aim-for-safer-flights.html>
- Parrot. (2014). *AR. Drone 2.0*. Obtenido de <http://ardrone2.parrot.com/>
- Pietikäinen, M. y Zhao, G. (2009). *Local Texture Descriptors in Computer Vision*. Obtenido de http://www.ee.oulu.fi/mvg/files/File/ICCV2009_tutorial_Matti_guoying-Local%20Texture%20Descriptors%20in%20Computer%20Vision.pdf
- Robotnik. (2014). *Summit XL*. Obtenido de <http://www.robotnik.es/robots-moviles/robot-movil-summit-xl/>
- Sinodefenceforum. (2011). *J-20, The new generation fighter III*. Obtenido de <http://www.sinodefenceforum.com/air-force/j-20-new-generation-fighter-iii-51-5600.html>
- Viola, P. y Jones, M. (2004). *Robust Real-Time Face Detection*. Obtenido de <http://www.vision.caltech.edu/html-files/EE148-2005-pring/pprs/viola04jcv.pdf>



SISTEMA GENERAL DE REGALÍAS: ¿CÓMO VA LA INVERSIÓN EN LOS DEPARTAMENTOS PORTUARIOS DE COLOMBIA?¹

María del Pilar López Rodríguez^a
mapiloro111@gmail.com

Fecha de recepción: agosto de 2014. Fecha de aceptación: octubre de 2014

Resumen: Entre las apuestas estratégicas de crecimiento económico de Colombia se encuentra el incremento substancial de la capacidad portuaria del país. Este artículo propone la priorización de los recursos de regalías hacia el financiamiento de proyectos de inversión que fortalezcan el desarrollo de los departamentos con zonas portuarias en Colombia, como un instrumento de consolidación del modelo territorial, esencial para mejorar la competitividad internacional del país. Se evidencia el poco uso de las regalías como una fuente alternativa de recursos para el financiamiento de los nuevos proyectos portuarios y conexos.

Palabras clave: regalías, puertos marítimos, competitividad regional.

Abstract: One of the strategic bets Colombia's economic growth, is the substantial increase in port capacity in the country. This paper proposes prioritization of royalties to finance inversion projects that strengthen the development of the departments with port areas in Colombia, as a tool to consolidate the territorial model, essential to improve international competitiveness. The results show little use of royalties as an alternative source of funds for financing new port projects.

Key words: royalties, seaports, regional competitiveness.

1. INTRODUCCIÓN

Según lo propuesto en el Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018, el camino hacia el desarrollo oportuno de Colombia descansa en tres pilares: sociedad equitativa, economía oportuna y medio ambiente. De las siete estrategias planteadas en el segundo pilar, dos tienen relación directa con las zonas portuarias: i) estrategias para tener mayor producción y exportación dentro de los ámbitos de agricultura e industria y ii) estrategias para incrementar la cantidad de vías desarrolladas (terrestres y marítimas) (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2011).

¹Este artículo fue elaborado en el marco del proyecto de investigación "Sistema General de Regalías en Colombia: Realidades e implicaciones en la distribución espacial de los recursos minero-energéticos.", del grupo de investigación "Economía, Gestión, Territorio y Desarrollo Sostenible- GEOS", adscrito a la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de San Buenaventura Cali.

^aMagíster en Políticas Públicas, Universidad Torcuato Di Tella – Buenos Aires, Argentina. Economista, Universidad Autónoma de Occidente – Cali, Colombia. Docente T.C. e investigadora del grupo GEOS, Universidad de San Buenaventura Cali, Colombia.



Esta apuesta económica es altamente representativa si se piensa en la estrecha relación que existe entre la dinámica del comercio exterior y los puertos marítimos colombianos, aunado al auge minero-energético que está viviendo el país. Al respecto se tiene según la DIAN, que entre Enero y Junio de 2014 se importaron 22.233.905 toneladas, el 97,3% de la carga por vía marítima, mientras la carga exportada fue de 66.145.048 toneladas, el 98,7% por vía marítima. Complementariamente, según cifras del DANE entre Enero y Julio de 2014, el 60,5% del valor de las exportaciones correspondieron al sector minero, 10 años atrás la participación de este sector con respecto al total de las exportaciones era de tan sólo el 29%.

Colombia cuenta con 10 zonas portuarias marítimas, ocho de ellas ubicadas en la costa caribe y dos de ellas en la costa pacífica. Los departamentos que abarcan dichas zonas son: Atlántico, Bolívar, La Guajira, Magdalena, Nariño, San Andrés, Sucre y Valle; y si bien estos podrían considerarse como puentes de desarrollo, la realidad se presenta distinta: un ejemplo de ello es el índice de necesidades básicas insatisfechas (NBI), que a excepción del Valle evidencia para los departamentos en mención un porcentaje de la población con necesidades básicas sin cubrir superior al NBI nacional, que para el 2011 el DANE estimó en el 27,78%.

La provisión de bienes y servicios públicos por parte de los gobiernos locales representa una de las mayores competencias asignadas constitucionalmente, pero la capacidad fiscal de los territorios para cumplir con la ejecución del gasto público no da abasto, aún con rentas complementarias como las transferencias provenientes del Sistema General de Participaciones (SGP). ¿En dónde queda entonces la política de desarrollo portuario del país? Una fuente importante de recursos para la financiación del desarrollo territorial de las regiones portuarias, alternativa a los recursos de inversión de la Nación y al esquema de concesiones privado, lo constituyen las regalías, ya que el nuevo sistema posibilita la inversión en proyectos de alto impacto, que promuevan el desarrollo y la competitividad regional, con prelación hacia la población más pobre.

Bajo esta línea, el propósito de este documento es identificar los avances del nuevo Sistema General de Regalías (SGR) en materia de inversión, para los ocho departamentos del país que cuentan con zonas portuarias, con el ánimo de promover el control social de estos recursos y vigilar la gestión pública de los mismos. Este artículo comienza con los elementos teóricos que dan cuenta de la relación entre las regalías, la descentralización fiscal y el desarrollo económico; seguidamente se da paso a una descripción sucinta de las regiones objeto de estudio, para luego analizar el componente de inversión del nuevo SGR; y se finaliza con una discusión de los resultados a manera de reflexión final.



2. CONSIDERACIONES TEÓRICAS SOBRE REGALÍAS

La relación entre la explotación de recursos mineros energéticos y el apalancamiento del desarrollo económico sobre estas actividades extractivas, ha sido ampliamente discutida en la literatura económica: una perspectiva es la teoría de la maldición de los recursos naturales, cuyo argumento principal expone que los países con estructuras económicas sustentadas en la minería, tienden a un pobre crecimiento económico en el largo plazo (Sachs and Warner, 1997, 2001; Auty and Gelb, 2000; Collier and Goderis, 2007). El caso colombiano pareciera exhibir muestras de ello, según los resultados del estudio de Perry y Olivera (2010, 15-6) "la presencia de producción de hidrocarburos parece tener un efecto negativo significativo sobre el crecimiento departamental...Por su parte, el efecto de la presencia de explotaciones carboníferas tiene efectos positivos, aun cuando estos no son significativos en todas las estimaciones"; por lo que algunos departamentos ya se han pronunciado:

La Guajira debe abandonar su modelo de desarrollo con base en la explotación y extracción de los recursos naturales (carbón, gas y sal) e iniciar un proceso auténtico de transformación productiva, redefiniendo las funciones y el papel que hasta ahora ha venido desempeñando el Estado y la sociedad regional (Gobernación de la Guajira, 2012, 30).

¿Qué alternativas existen? Si bien hay evidencia sobre los impactos negativos asociados a la abundancia y las bonanzas minero-energéticas (Marroquín, 2006; Hinojosa, Bebbington, Barrientos and Addison, 2010); es necesario canalizar la transitoria abundancia de estos recursos, para aminorar dichos efectos, tal como lo expone la Comisión Económica para América Latina y El Caribe:

América Latina y el Caribe enfrentan retos y tensiones en relación con el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales. Entre otros, debe lograr mayor progresividad en la participación del Estado en las rentas extraordinarias por explotación minera —particularmente dada la persistencia del actual ciclo de auge— y preservar el dinamismo de la inversión en ese sector, así como en el de los hidrocarburos y las exportaciones agrícolas. (CEPAL, 2013, 7)

Acorde a lo anterior, dentro del proceso de descentralización adoptado hace varias décadas por el Estado colombiano, se reestructuró el SGR mediante el Acto Legislativo No. 5 de 2011; ya que la descentralización de las regalías² puede constituir un buen apalancamiento financiero para los gobiernos locales (Abril, 2012, 23); para ello el artículo 361 de la Constitución Política Colombia de 1991 establece que las regalías se destinarán:

Al financiamiento de proyectos para el desarrollo social, económico y ambiental de las entidades territoriales; al ahorro para su pasivo pensional; para inversiones físicas en educación, para inversiones en ciencia, tecnología e innovación; para la generación

² Entendida como la contraprestación económica a favor del Estado colombiano, causada por la explotación de un recurso natural no renovable.



De ahorro público; para la fiscalización de la exploración y explotación de los yacimientos y conocimiento y cartografía geológica del subsuelo; y para aumentar la competitividad general de la economía buscando mejorar las condiciones sociales de la población.

3. REFERENTES SOCIOECONÓMICOS DE LOS DEPARTAMENTOS PORTUARIOS EN COLOMBIA

En años recientes, el impulso que la globalización le ha dado al comercio internacional ha puesto de manifiesto la importancia que tiene la actividad portuaria como factor de crecimiento y desarrollo de las economías locales; por lo que se esperaría que las regiones que cuentan con ventajas geográficas potenciadoras del comercio internacional, como lo son los puertos fluviales y marítimos, puedan apropiarse en mayor medida de los beneficios³ derivados de estos procesos de interrelación económica supranacional. No obstante, la realidad en Colombia parece diferir con esta hipótesis: Aguilera y Galvis (2002) señalan que "La Costa Caribe es una de las regiones del país que muestra un rezago relativo en su desarrollo frente a otras áreas geográficas del territorio nacional" (p. 7), mientras Pérez (2007) ratifica esta situación para la otra zona costera del país:

El Valle del Cauca, pese a ser parte de la Costa Pacífica, región con departamentos muy pobres como Chocó y Nariño, es uno de los departamentos con mejores indicadores socio-económicos junto con Antioquia y Bogotá. Sin embargo, paradójicamente, la población que le otorga su condición costera, el municipio de Buenaventura, no refleja los buenos resultados del departamento al que pertenece, aun siendo la ciudad que alberga uno de los puertos marítimos más importantes del país (p. 2).

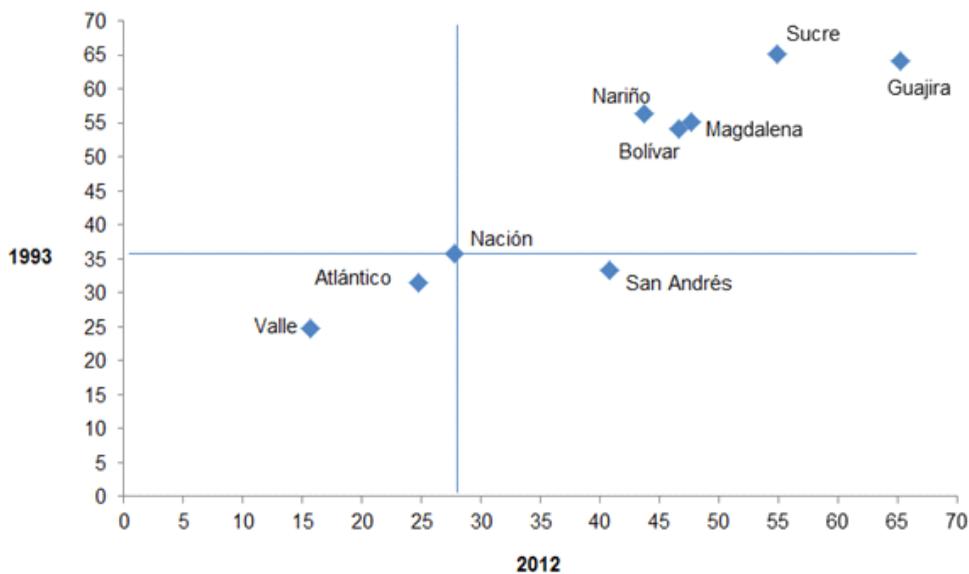
Una aproximación a la problemática referida se presenta en el Gráfico 1. Si bien la población con NBI en los departamentos del Valle y Atlántico no sólo se redujo, sino que se mantuvo por debajo de la media nacional; el NBI en Buenaventura ascendía al 36,06 % en 1993 y al 35,85 % en el 2012; mientras que en Barranquilla fue del 27,76 % en 1993, y del 17,72 % en el 2012.

Los departamentos de Bolívar, Nariño, Magdalena y Sucre disminuyeron su índice de NBI pero permanecieron por encima de la media nacional; entre tanto, los departamentos que podrían considerarse en peor situación son: La Guajira, ya que no sólo se mantuvo por encima de la media en el país, sino que su población con NBI se incrementó en 1,15 puntos porcentuales; y San Andrés, que pasó de estar por debajo de la media nacional en 1993 a encontrarse por encima en el 2012, incrementando su población en condiciones de pobreza en 7,53 puntos porcentuales.

³ Acceso a mercados, precios más bajos para las importaciones de insumos y bienes intermedios, adopción de mecanismos de transferencia tecnológica, entre otros.



Gráfico 1. Colombia. Departamentos portuarios. Población con Necesidades Básicas Insatisfechas. 1993 y 2012. Valores porcentuales.



Elaboración propia. Fuente: DANE

Grosso modo, en casi veinte años el panorama de la pobreza en estos ocho departamentos no ha cambiado significativamente. Si bien la dinámica económica asociada al mercado privado pueden coadyuvar a mejorar el bienestar general de la población, la competencia de redistribuir esos ingresos equitativamente entre toda la población recae en el gobierno central y subnacionales; por lo que se esperaría una relación directa entre el desempeño fiscal de las entidades territoriales (Ver Tabla 1) y su capacidad de mejorar las condiciones de vida de su población.

Tabla 1. Colombia. Departamentos portuarios. Desempeño fiscal. 2000 y 2012

| Año | 2000 | | 2012 | | Desempeño | |
|------------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------|
| | Posición | Indicador | Posición | Indicador | Cambio* | Indicador** |
| Atlántico | 11 | 58,95 | 2 | 76,98 | + | Sostenible |
| Sucre | 18 | 65,10 | 4 | 76,34 | + | Sostenible |
| Valle | 7 | 35,06 | 9 | 74,42 | - | Sostenible |
| Bolívar | 9 | 54,11 | 10 | 74,05 | - | Sostenible |
| La Guajira | 21 | 50,24 | 18 | 70,86 | + | Sostenible |
| Magdalena | 13 | 54,88 | 20 | 68,92 | - | Vulnerable |
| Nariño | 5 | 50,81 | 22 | 66,90 | - | Vulnerable |
| San Andrés | 3 | 44,29 | 29 | 55,62 | - | Riesgo |



Nota: *El desempeño para el departamento es positivo si asciende en el ranking (siendo el mejor 1, y el peor 32). **La interpretación del indicador es: i) ≥ 80 solvente, ii) ≥ 70 y < 80 sostenible; iii) ≥ 60 y < 70 vulnerable, iv) ≥ 40 y < 60 riesgo, y v) < 40 deterioro. Fuente: Desempeño fiscal de los departamentos – DNP.

Según los indicadores de desempeño fiscal estimados por el DNP y resumidos en la Tabla 1, se puede identificar que de manera general los ocho departamentos mejoraron su desempeño fiscal, aun así, en términos relativos departamentos como: Valle, Bolívar, Magdalena, Nariño y San Andrés; desmejoraron su posición en el ranking. Dentro de los indicadores de desempeño fiscal está la magnitud de la inversión⁴, que salvo para San Andrés (44,40%) y Valle (68,11 %), se encontraba entre el 74,42 % y el 90,78% para los seis departamentos restantes; no obstante, al contrastar este buen dinamismo de la inversión (en formación bruta de capital y social) con el respaldo del servicio de la deuda⁵ se tiene el pago de los créditos públicos de Atlántico, Valle, Nariño y San Andrés superaban entre 2,5 y 10 veces los ingresos disponibles que lo respaldan.

El desempeño fiscal de los departamentos en referencia condiciona su capacidad de transformar substancialmente las condiciones de pobreza de su población, en especial para aquellos cuyas finanzas son vulnerables o están en riesgo. Para resumir, La Contraloría General de la República de Colombia (2010) señala que:

Los puertos ejercen un papel muy débil como dinamizadores y generadores de oportunidades de desarrollo económico y social para las localidades donde están ubicados; las ciudades que cuentan con esta ventaja natural de poseer un puerto, normalmente están ubicadas en departamentos que tienen alta participación en la economía nacional, por su representatividad dentro del PIB nacional, lo cual contrasta con los índices de pobreza que allí se presentan, manifestados en altos porcentajes de Necesidades Básicas Insatisfechas (p.75-76).

4. EL NUEVO SGR EN LOS DEPARTAMENTOS PORTUARIOS DE COLOMBIA

De lo descrito en los apartados anteriores se podría inferir la necesidad de identificar y estructurar políticas de alto impacto encaminadas a la reducción de la pobreza en estos departamentos de vocación portuaria -y por qué no, exportadora-. Dado que las principales fuentes de financiamiento con las que cuentan estas entidades territoriales están orientadas a cubrir los gastos de funcionamiento y de inversión social (mayormente asociados al mejoramiento en la provisión y ampliación de la cobertura de bienes y servicios básicos), la puesta en marcha de proyectos que optimicen la estructura económica de estas regiones, apoyadas en sus ventajas comparativas (portuarias), puede encontrarse en los recursos por regalías.

Hasta el 2011 gran parte de las regalías se repartían mediante asignación directa entre los departamentos y municipios productores, y el restante entre las otras entidades territoriales a través del Fondo Nacional de Regalías. Si bien la normativa (principalmente la Ley 141 de 1994 y el Decreto 1747 de 1995) establecía algunas

⁴El indicador de magnitud de la inversión pública permite cuantificar el grado de inversión que hace la entidad territorial, respecto del gasto total. Se espera que este indicador sea superior a 70%.

⁵proporción de los ingresos disponibles que están respaldando el servicio de la deuda y se espera que la deuda total no supere la capacidad de pago de la entidad ni comprometa su liquidez en el pago de otros gastos.

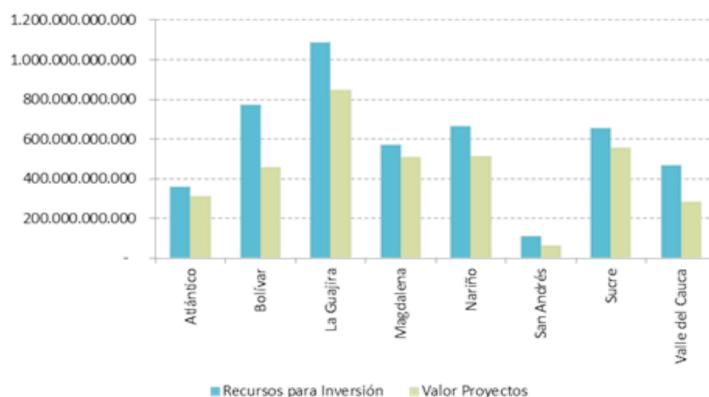


consideraciones sobre los mecanismos de inversión de estos recursos, esto no fue suficiente y se presentaron serios problemas asociados a: inequidad en la distribución, malos manejos de los recursos, ineficiencia en la inversión entre otros. Para ejemplificar, un estudio de Candelo, Durán, Espitia, Garcés y Restrepo (2010) revela una gran disparidad en la asignación de estos ingresos entre los municipios, y para la mayoría de estos, un bajo impacto en el uso de las regalías para mejorar la gestión social.

Producto de la problemática descrita se reestructura el sistema y entra a regir bajo la Ley 1530 de 2012 el nuevo SGR, que en esencia disminuyó las asignaciones directas que percibían las entidades territoriales productoras y con áreas de influencia⁶, y canalizó los recursos a través de cinco fondos: dos destinados al ahorro⁷ y tres para financiar la inversión⁸.

En el Gráfico 2 se presenta el valor de las regalías que presupuestalmente fueron distribuidas a cada uno de los ocho departamentos estudiados, durante el periodo 2012-2014 para financiar proyectos de inversión; así como también, el valor de los recursos que han sido aprobados para financiar dichos proyectos. Estos departamentos⁹ concentran el 26,0 % (\$4,68 billones) del total de las regalías destinadas a inversión¹⁰ para esos tres años (\$17,98 billones).

Gráfico 2. Colombia. Regiones portuarias. Sistema General de Regalías. Total de recursos presupuestados para inversión y valor de los proyectos aprobados financiados con recursos del sistema. 2012-2014. valores en pesos corrientes.



Nota: El total de los recursos para inversión corresponde a la sumatoria de las asignaciones presupuestales directas, del Fondo de Compensación Regional, del Fondo de Desarrollo Regional y del Fondo de Ciencia y Tecnología para el periodo 2012 -2014. Fuente: Decreto 1243 de 2012 y Ley 1606 de 2012. Cálculos y elaboración propia.

⁶ Son las entidades territoriales con puertos marítimos y fluviales por donde se transportan dichos recursos y áreas conexas a los puertos.

⁷ Fondo de Ahorro y Estabilización (FAE), y el Fondo de Ahorro Pensional Territorial (FONPET).

⁸ Fondo de Ciencia y Tecnología, Fondo de Compensación Regional y Fondo de Desarrollo Regional.

⁹ Este valor corresponde tanto a los recursos asignados a la gobernación, como a los municipios de los ocho departamentos del estudio.

¹⁰ Los proyectos que quieran financiarse con recursos de regalías pueden hacerse con cargo a las regalías asignadas directamente, como a través de los fondos de Desarrollo, de Compensación y de Ciencia y Tecnología. El valor de los recursos por inversión del Gráfico 3 corresponden a la sumatoria de estos cuatro aspectos



En términos nominales se destaca La Guajira como el mayor receptor de recursos dentro del comparativo, ya que captura el 23,3 % de los recursos destinados a estos departamentos, y ha asignado el 77,7 % de las regalías a proyectos de inversión; mientras que San Andrés aparece como el de menor captación de regalías con el 2,3 % y a la fecha ha invertido el 59,1 % de sus recursos. No obstante, en términos per cápita San Andrés es la región que recibe más regalías, seguida de La Guajira, con \$1.41 millones por habitante y \$1,17 millones por habitante respectivamente; en contraste con el Valle y Atlántico que presentan los últimos lugares, con \$102 mil y \$147 mil de regalías para inversión por habitante.

Si bien un objetivo del SGR es priorizar la distribución de estos recursos hacia la población más pobre - por lo que es de esperarse que las regiones más ricas como Atlántico y Valle reciban menos regalías - (Ley 1530 de 2012), el reto de promover el desarrollo y la competitividad regional es aún mayor para los departamentos con un segmento considerable de la población en condiciones estructurales de pobreza, entre los que se encuentran precisamente La Guajira y San Andrés.

¿Cómo se han canalizado los recursos por regalías desde el cambio de sistema? En términos del volumen de proyectos aprobados, la Tabla 2 muestra que Nariño es el líder dentro de los ocho departamentos, con el 29,7% del total de los proyectos, seguido por Sucre (20,2 %), Bolívar (14,8 %) y La Guajira (14,5 %).

Tabla 2. Colombia. Departamentos portuarios. Total de proyectos aprobados. 2012-2014 (septiembre).

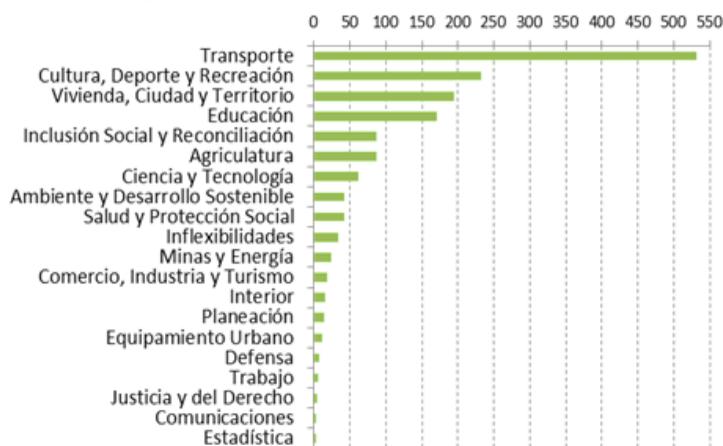
| Departamento | Cantidad |
|--------------|----------|
| Nariño | 471 |
| Sucre | 318 |
| Bolívar | 234 |
| La Guajira | 228 |
| Valle | 119 |
| Magdalena | 117 |
| Atlántico | 80 |
| San Andrés | 10 |
| Total | 1577 |

Fuente: DNP. Cálculos y elaboración propia.



Entre tanto, en términos de las áreas priorizadas para la inversión con regalías, en el Gráfico 3 se presenta de manera agregada la cantidad de proyectos que han sido aprobados por los órganos colegiados correspondientes por sector.

Gráfico 3. Colombia. Departamentos portuarios. Sistema General de Regalías. Número de proyectos aprobados por sector. 2012-2014 (septiembre).



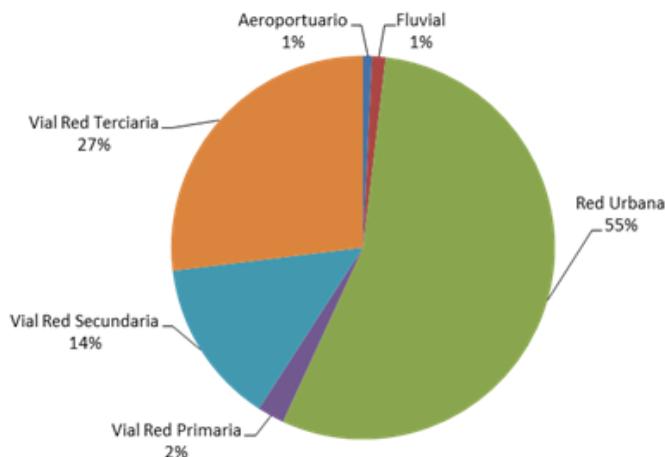
Fuente: DNP. Cálculos y elaboración propia.

Entre los años 2012 y hasta septiembre del año 2014 el sector que ha concentrado el mayor número de proyectos aprobados es el de Transporte, con 531 proyectos que suman \$1,15 billones; siendo los departamentos con mayor número de proyectos aprobados: Nariño (141), Sucre (129) y Bolívar (93). Con 232 proyectos aprobados, el segundo sector es el de Cultura, Deporte y Recreación, por un total de \$154,76 mil millones, liderado por Nariño (87), Bolívar (44) y Sucre (31). El tercer sector es el de Vivienda, Ciudad y Territorio, con 194 proyectos aprobados por un valor de \$260,84 mil millones, con Nariño (71), Sucre (42) y La Guajira (34) como los departamentos con más cantidad de proyectos en este sector.

Complementariamente, en el Gráfico 4 se aprecia que los subsectores con mayor número de proyectos aprobados dentro del sector transporte están asociados a la construcción y mejoramiento de la malla vial: Red Urbana (292 proyectos), Red Terciaria (143 proyectos) y Red Secundaria (74); no obstante, respecto al valor de la inversión la jerarquía varía: Para los proyectos de Red Urbana se han asignado \$310.2 mil millones, que incluyen la construcción y mejoramiento de vías urbanas; la asignación para los proyectos de Red Terciaria es de \$179,44 mil millones, destinados principalmente a la elaboración de estudios y pavimentación de carreteras que conectan corregimientos, veredas y municipios; y en los proyectos de Red Secundaria se han asignado \$415,64 mil millones. Para estos tres casos Sucre se destaca por ser el departamento con mayor valor de la inversión, mientras Nariño es el que presentó mayor número de proyectos.



Gráfico 4. Colombia. Departamentos portuarios. Sistema General de Regalías. Número de proyectos aprobados en el sector transporte por subsector. 2012-2014 (septiembre). Valores porcentuales.



Fuente: DNP. Cálculos y elaboración propia.

En contraste, los proyectos aprobados en el subsector fluvial tan solo representan el 1% del total, siendo seis: cinco presentados en Nariño y uno en Bolívar (Ver Tabla 3), por un total de 1,53 mil millones.

Tabla 3. Colombia. Departamentos portuarios. Sistema General de Regalías. Descripción de los proyectos aprobados en el subsector transporte fluvial. 2012-2014 (septiembre).

| Departamento | Descripción | Estado | Valor SGR |
|--------------|--|----------------------------|------------------------|
| Bolívar | Construcción de muelle fluvial de pasajeros en la cabecera municipal de Altos del Rosario - Bolívar, Caribe. | Sin contratar | \$155.628.724 |
| Nariño | Construcción muelle saltadero Francisco Pizarro - Nariño, Occidente. | En ejecución | \$421.327.694 |
| | Construcción de muelle - Municipio de Mosquera, Nariño. | En ejecución | \$266.971.072 |
| | Construcción dos muelles en la cabecera municipal sobre el río Iscuande - Municipio de Santa Bárbara, Nariño, Occidente. | En proceso de contratación | \$209.480.214 |
| | Mejoramiento de muelle y construcción de estructura de acceso en la vereda Palambi, río Chagui - Municipio de Tumaco, Nariño, Occidente. | Terminado | \$213.510.484 |
| | Construcción de infraestructura para el transporte fluvial en la vereda barro colorado - Municipio de Tumaco, Nariño, Occidente. | Sin contratar | \$266.606.355 |
| Total | | | \$1.533.524.543 |

Fuente: DNP. Cálculos y elaboración propia.



5. CONCLUSIONES

Entre los objetivos propuestos en el SGR se encuentra que estos recursos deben direccionarse a promover el desarrollo y la competitividad regional, bajo condiciones de equidad en la distribución de los ingresos, que contribuya a mejorar la inclusión y la equidad social. Aunque existe evidencia de una distribución interregional de las regalías acorde las condiciones socioeconómicas¹¹ de los departamentos portuarios; no es muy clara la armonización entre las necesidades prioritarias de la población (condiciones socioeconómicas) y de la economía de estos territorios (competitividad internacional); y la priorización de los proyectos de inversión con el SGR.

El 33,7% de los proyectos de inversión aprobados por los ocho departamentos portuarios para ser financiados por regalías pertenecen al sector transporte, y dentro de estos, el 1% está asociado al subsector fluvial. Dada la importancia que tiene el transporte marítimo en estas regiones, ¿qué podría explicar estos bajos niveles de inversión? La respuesta podría estar en el modelo de concesión privado como una fuente alternativa a la participación pública, para financiar la modernización de la infraestructura portuaria, especialmente aquella que soporta la actividad del sector minero (INCOPLAN, 2010).

Si bien esta estrategia consiguió responder a la necesidad de adaptar rápida y eficientemente el territorio a las nuevas condiciones de mercado internacionales que se vivieron en la década del 90, y el fracaso del modelo de la administración centralizada de los puertos marítimos (Viloria, 2000; Collazos y Borrero, 2006); un informe de la Contraloría General de la República considera que en Colombia:

La existencia de diversos organismos estatales competentes, con escasa presencia en las localidades donde se desarrolla la actividad portuaria, diluye la posibilidad de concreción, visión global, unicidad de criterio y decisión en materia de adopción de políticas, administración, regulación, inspección, vigilancia y control (2010, 73).

Entonces, cobra gran importancia la participación del Estado en dos esferas: como planificador del desarrollo portuario del país, en respuesta a las demandas crecientes del comercio internacional; y como inversor, al promover el desarrollo de proyectos que mejoren la competitividad de los departamentos portuarios, y mitiguen los efectos socioeconómicos negativos asociados a las actividades minero-energéticas, y que coexisten con las actividades portuarias.

¹¹Las regalías que destinadas a los fondos de inversión (Fondo de Ciencia y Tecnología, Fondo de Desarrollo Regional y Fondo de Compensación Regional) se distribuyen entre los departamentos y municipios de manera general utilizando criterios de población, desempleo y necesidades básicas insatisfechas.



REFERENCIAS

- Acto Legislativo 5. (Noviembre 18, 2011). *Por el cual se constituye el Sistema General de Regalías, se modifican los artículos 360 y 361 de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones sobre el Régimen de Regalías y Compensaciones*. Diario Oficial 48134.
- Abril, J. (2012). *Mineral Wealth in the Decentralization and Royalties Era: Case study of La Guajira, Colombia (1990 - 2010)*. International Institute of Social Studies.
- Aguilera, M. y Alvis, J. (2000). *Perfil socioeconómico de Barranquilla, Cartagena y Santa Marta. Banco de la República, (DTSER-17)*. Extraído el día 10 de Septiembre de 2014 desde: <http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/DTSER17-PerfilCasaquilla.pdf>.
- Auty, R. and Gelb, A. (Mayo de 2000). *Political Economy of Resource-Abundant States*. Annual Bank Conference on Development Economics.
- Candelo, R., Durán., Espitia, J.Garcés J. y Restrepo Johon. (2010), Las regalías en Colombia y su impacto en el ámbito Subnacional. *Desafíos*, 22(1), 143-203. Universidad del Rosario.
- Collazos, J. y Borrero, S. (2006). *Las Sociedades Portuarias Regionales en el Comercio Exterior Colombiano: Una reseña sobre la importancia del puerto de Buenaventura*. Centro Regional de Estudios Económicos Cali – Banco de la República. Ensayos sobre Economía Regional.
- Collier P. and Goderis B. (2007). *Commodity Prices, Growth, and the Natural Resource Curse: Reconciling a Conundrum*. University of Oxford. CSAE WPS/2007-15. Extraído el día 10 de Septiembre de 2014 desde: <http://www.csae.ox.ac.uk/workingpapers/pdfs/2007-15text.pdf>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2013). *Recursos Naturales en UNASUR. Situación y tendencias para una agenda de desarrollo regional*. Extraído el día 1 de agosto de 2014 desde: <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/3/49893/recursosnaturalesunasur.pdf>
- Contraloría General de la República de Colombia. (2010). *Desarrollo de las Concesiones Portuarias en Colombia*. Extraído el día 10 de Octubre de 2014 desde: <http://www.contraloriagen.gov.co/documents/10136/15848373/Estudio+de+Puertos.pdf/09342309-a7ee-41f7-a907-b85420a0c097>
- Decreto 1747 de 1995. (Octubre 12, 1995). *Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 141 de 1994, referente a la distribución de los recursos del Fondo Nacional de Regalías*. Diario oficial 42049.
- Decreto 1243 de 2012. (Junio 13, 2012). *Por el cual se ajusta el presupuesto del Sistema General de Regalías para la vigencia fiscal de 2012*.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. (Agosto, 2014). *Anexos (Actualización cifras cabecera y resto 30 de junio de 2011) [archivo de datos]*. Extraído desde:



<http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-sociales/necesidades-basicas-insatisfechas-nbi>

Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (Agosto, 2014). *Anexos estadísticos 2014 Colombia, exportaciones totales según CIIU Rev.3. 199-2014 (Julio) [archivo de datos]*. Extraído desde: <http://www.dane.gov.co/index.php/es/comercio-exterior/exportaciones/97-boletines/comunicados-y-boletines/4464-exportaciones>.

Departamento Nacional de Planeación. (2004). *Balance del Desempeño Fiscal de los Municipios y Departamentos 2000–2003*. Extraído desde: https://pwh.dnp.gov.co/Portals/0/archivos/documentos/DDTS/Evaluacion_Seguimiento_Descen-tralizacion/4b_Balance%20desempe%C3%B1o%20fiscal%20de%20municipios%20%20departamentos_%202000-2003.pdf.

Departamento Nacional de Planeación. (2011). *Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014*. Extraído el día 10 de octubre de 2013 desde: <https://www.dnp.gov.co/Plan-Nacional-de-Desarrollo/PND-2010-2014/Paginas/Plan-Nacional-De-2010-2014.aspx>.

Departamento Nacional de Planeación. (2013). *Desempeño Fiscal de los Departamentos y Municipios 2012*. Extraído desde: https://pwh.dnp.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=X_G5bTPjHaM%3d&tabid=386.

Departamento Nacional de Planeación. (2014). *Avances OCAD. [Archivo de datos]*. Extraído desde: <https://www.sgr.gov.co/SMSCE/MonitoreoSGR/AvancesOCAD.aspx>

Departamento de Impuestos y Aduanas Nacionales (Agosto, 2014). *Estadísticas de Carga y Descarga de las Importaciones y Exportaciones en Colombia [archivo de datos]*. Extraído desde: http://www.dian.gov.co/descargas/cifrasygestion/EEconomicos/Productos_y_Servicios/EstadisticasCarga/Estadisticas_de_Carga_de_las_Importaciones_y_Exportaciones_e_n_Colombia_Enero_Junio_2014.pdf.

Gobernación de la Guajira. (2012). *Plan de Desarrollo de la Guajira 2012-2015*. Extraído el día 10 de octubre de 2013 desde: http://www.laguajira.gov.co/web/attachments/528_Plan%20de%20Desarrollo%202012-%202015%20La%20Guajira%20Primer.pdf.

Hinojosa, L., Bebbington, A., Barrientos, A. and Addison, T. (2010). *Social Policy and State Revenues in Mineral-Rich Contexts*. United Nations Research Institute for Social Development. Programme Paper Number 44.

INCOPLAN. (2010). *Infraestructura de Transporte Multimodal y de Logísticas Integradas para el Desarrollo de la Industria Minera en Colombia con Énfasis en Puertos*. Estudio Técnico Sectorial. Extraído el día 30 de Agosto de 2014 desde: <http://www.simco.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=0CBLMjONx3M=&tabid=282>

Ley 141 de 1994. (Junio 20, 1994). *Por la cual se crean el Fondo Nacional de Regalías, la Comisión Nacional de Regalías, se regula el derecho del Estado a percibir regalías por la explotación de recursos naturales no renovables, se establecen las reglas para su liquidación y distribución y se dictan otras disposiciones*. Diario oficial 41414.

Ley 1530 de 2012. (Mayo 17, 2012). *Por la cual se regula la organización y el funcionamiento del sistema general de regalías*. Diario Oficial 48433.



- Ley 1606 de 2012. *Por la cual se decreta el presupuesto del Sistema General de Regalías para el Bienio del 1° de enero de 2013 al 31 de diciembre de 2014*. Diario oficial 48651.
- Marroquín, A. (2006). *El Camino del Desarrollo*. Revista de la Comisión Nacional de Regalías. (13). Bogotá: Comisión Nacional de Regalías.
- Perez, G. (2007). *Historia, Geografía y Puerto como Determinantes de la Situación Social de Buenaventura*. CEER – Cartagena. No. 91.
- Perry, G. y Olivera, M. (2010). *El Impacto del Petróleo y la Minería en el Desarrollo Regional y Local en Colombia*. Fedesarrollo, Working paper No. 51 de 2009-06.
- Sachs, J.D. and Warner, A.M. (Noviembre, 1997). *Natural Resource Abundance and Economic Growth, Center for International Development and Harvard Institute for International Development*. Extraído el día 10 de Septiembre de 2010 desde: file:///C:/Users/implopez2/Downloads/NaturalResourceAbundanceWarner.pdf
- Sachs, J.D. and Warner, A.M. (2001). The Curse of Natural Resources', *European Economic Review*, 45(4), 827-838.
- Viloria, J. (2000). *De Colpuertos a las sociedades portuarias: los puertos del caribe colombiano, 1990-1999*. Documentos de trabajo sobre economía regional. No. 16.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (Agosto, 2014). *Anexos estadísticos 2014 Colombia, exportaciones totales según CIIU Rev.3. 199-2014 (Julio) [archivo de datos]*. Extraído desde: <http://www.dane.gov.co/index.php/es/comercio-exterior/exportaciones/97-boletines/comunicados-y-boletines/4464-exportaciones>



CONTROL ORIENTED DYNAMIC PEM FUEL CELL SYSTEM MODEL

Fontalvo Morales Víctor^a
vfontalvo@uninorte.edu.co

Sanjuan Mejía Marco^b
msanjuan@uninorte.edu.co

Fecha de recepción: agosto de 2014. Fecha de aceptación: octubre de 2014

Abstract: hybrid energy generation systems allow a transition from conventional systems, and the opportunity to test and learn about fuel cell performance in a given setting. This paper presents an open cathode fuel cell dynamic model. This model can be used to design control strategies and design test benches to test fuel cells stacks. Results demonstrate that the predictions in voltage and current in the fuel cell stack are close to experimental data obtained from manufacturer.

Keywords: Fuel Cell, Dynamic model, Hydrogen, Electrical power generation, Dynamic simulation.

Resumen: Sistemas de generación de energía híbridos permiten una transición de los sistemas convencionales, y la oportunidad de probar y aprender sobre el rendimiento de células de combustible en un entorno dado. En este trabajo se presenta un modelo dinámico de celdas de combustible de cátodo abierto. Este modelo se puede utilizar para diseñar estrategias de control y diseño de bancos de pruebas para poner a prueba pilas de combustible. Los resultados demuestran que las predicciones en el voltaje y la corriente en la pila de células de combustible están cerca de los datos experimentales obtenidos del fabricante.

Palabras Claves: Fuel Cell, modelo dinámico, hidrógeno, generación de energía eléctrica, la simulación dinámica

1. INTRODUCTION

Energy is usually defined as the ability to do work; particularly electrical energy has become indispensable for the development of society. Our quality of life is completely dependent on availability of electricity both in industrial, commercial and residential sectors. Most of the electrical energy is currently obtained from fossil fuels (oil, coal and natural gas mostly), unfortunately the continued use of these non-renewable sources have severely impacted the environment due to continuous gas emissions from the combustion of these fuels. Fuel cells are electrochemical devices capable of producing electrical power as long as the fuel and oxidant supply is not interrupted. Although the operating principle of fuel cells has been known since the mid nineteenth century it was not until the mid-twentieth century when thanks to the space race fuel cells became a practical, providing power and drinking water aboard ships.

^aMechanical Engineer, MSc, Ph.D Student and researcher in Mechanical Engineering Department, Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia

^bMechanical Engineer, Ph.D. Professor and researcher in Mechanical Engineering Department, Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia



In recent decades it has resumed the interest in fuel cells as an alternative technology for generating electricity from renewable energy sources such as hydrogen, with greenhouse gas emissions almost null. It's not the first time that fuel cells are a topic of interest to the scientific community, but unlike previous waves, this time there is a strong interest from the industrial sector and the government sector which has helped early in his marketing development. While the basic principle of operation of fuel cells dates back more than a century, today there are many challenges to be addressed both in terms of the materials used in the cell and in the control strategies implemented to ensure its proper functioning. In terms of materials relates the biggest challenges for marketing are linked to high costs, especially of the catalysts and the membrane, the former being typically platinum based polymeric membrane normally, but with the necessary treatments to grant property very specific as its mechanical strength which allows to manufacture very thin thickness and permeability to gases but not to liquids and permeability mainly in the gas phase of protons only (the core) of the hydrogen atoms while forcing electrons to circulate through an external circuit, thereby generating current. The control system remains a challenge due to the strong non-linearities present in the systems formed by fuel cells, and hybrid systems that integrate the fuel cell with conventional systems, for example gas turbines in power generation plants, or systems based on renewable energy sources such as wind farms or solar. Nonlinearities make conventional control strategies loops using only PID controllers have poor performance because these controllers are tuned using identifications from an operating point of the system, and while this is in operation in these neighborhoods the answer is acceptable, but in the moment load conditions, fuel feed or oxidant (oxygen or air) and the operating point change, the response of the control system is spoiled.

2. FUEL CELL SYSTEM ANALYTICAL MODEL

The model used in the simulation takes account of three different phenomena:

- a) Mass transfer
- b) Thermodynamics
- c) Electrochemical

Mass Transfer

The fuel cell uses hydrogen and air to generate electricity. The hydrogen is supplied to the fuel cell anode and the air is supplied to the fuel cell cathode.

This model allows the calculation of the pressure and mass flow circulating in the cell.

Cathode

The cathode is supplied with moist air. It is assumed that moist air contains only water, oxygen and nitrogen.

Mass Balance

The water content contained in the air depends on the temperature and the relative humidity.



The water content contained in the air depends on the temperature and the relative humidity.

$$w_e = \frac{m_v}{m_a} = 0.622 \frac{\phi_e p_{sat}(T_e)}{p_e - \phi_e p_{sat}(T_e)} \quad 1)$$

The water saturation pressure can be estimated using the regression proposed by (Musio et al., 2011)

$$p_{sat}(T) = -2.1794 + 0.02953 \cdot T - 9.1873 \times 10^{-5} \cdot T^2 + 1.4454 \times 10^{-7} \cdot T^3 \quad 2)$$

The different components of moist air are related with the moist air mass flow. It is assumed dry air is formed by 79% nitrogen and 21 % oxygen.

The content of oxygen in the air supply is defined by:

$$\dot{m}_{O_2,e} = 0.21 \frac{M_{O_2}}{M_a} \frac{1}{1 + w_e} \dot{m}_e \quad 3)$$

And for the nitrogen:

$$\dot{m}_{N_2,e} = 0.79 \frac{M_{N_2}}{M_a} \frac{1}{1 + w_e} \dot{m}_e \quad 4)$$

Now the mass balance in the cathode can be written for each component.

For the water

$$\frac{dm_v^{ca}}{dt} = \dot{m}_{v,e}^{ca} - \dot{m}_{v,s}^{ca} + \dot{m}_v^{ca,GDL} + \dot{m}_{eva}^{ca} \quad 5)$$

Where,

$\dot{m}_{v,e}^{ca}$: Water input mass flow on the cathode side.

$$\dot{m}_{v,e}^{ca} = \frac{w}{1 + w_{r,e}} \dot{m}_{ah,e}^{ca} \quad 6)$$

And

$$\dot{m}_{ah,s}^{ca} = K^{ca}(p^{ca} - p_{suc}) \quad 7)$$

$\dot{m}_{v,s}^{ca}$: Water output mass flow on the cathode side

$$\dot{m}_{v,s}^{ca} = K^{ca} \frac{m_v^{ca}}{(m_a^{ca} + m_v^{ca})} (p^{ca} - p_{suc}) \quad 8)$$

$\dot{m}_v^{ca,GDL}$: Water mass flow through the GDL on the cathode side

$$\dot{m}_v^{ca,GDL} = A_{fc} \cdot n_c (D_v^{ca}) \cdot \left(\frac{c_v^{ca,GDL} - c_v^{ca,can}}{\delta_{GDL}} \right) \quad 9)$$

c_v^j : Molar concentration

$$c_v^j = \frac{p_v^j}{RT_{fc}} \quad \text{para} \quad 10)$$

$j = ca, can; ca, GDL$



Nam and Kaviany (Nam & Kaviany, 2003) propose the following relation for mass transport on porous media.

$$\langle D_v^{ca} \rangle = D_v \varepsilon \left(\frac{\varepsilon - 0.11}{1 - 0.11} \right)^{0.785} (1 - s^{ca})^2 \quad 11)$$

And

ε : Media porosity (0.5 for carbon fibers paper)

s^{ca} : Media saturation. This is the relation between the volume occupied by the water and the total volume occupied by the porous $\frac{V_{H_2O}}{V_p}$

\dot{m}_{eva}^{ca} : Condensed/evaporated in the cathode.

Zemansky proposed in (Zemansky & Dittman, 1979) an equation to estimate the evaporation/condensation mass flow.

$$\dot{m}_{eva}^{ca} = \min \left(A_{fc} (p_{sat}(T_{fc}) - p_v^{ca}) \sqrt{\frac{M_v}{2\pi RT_{fc}}}, \dot{m}_l^{ca,GDL} \right) \quad 12)$$

Notice, \dot{m}_{evap} will be positive when $p_v^{ca} < p_{sat}(T_{fc})$. The logical restriction guarantee the model does not calculate mass flow greater than the available water in the cell (dynamic). The liquid water used as restriction for equation 12 is defined by the liquid water mass balance (see equation 13)

$$\rho_l^{H_2O} \cdot \frac{dV_l^{ca,GDL}}{dt} = \dot{m}_{cond}^{ca,GDL} - \dot{m}_l^{GDL \rightarrow ca} \quad 13)$$

Where

$\dot{m}_l^{GDL \rightarrow ca}$: Liquid water flowing from GDL toward cathode channels due to capillary effect (the GDL is a porous media). This model is explained in detail in (Nam & Kaviany, 2003) and simplified by (del Real, Arce, & Bordons, 2007), where simplified concentration gradients are used.

$$\dot{m}_l^{GDL \rightarrow ca} = \frac{\rho_l \cdot A_{fc} \cdot n_{fc} \cdot K \cdot S^3}{\mu_l} \left| \frac{d\rho_c}{dS} \right| \frac{S^{ca}}{\delta^{GDL}} \quad 14)$$

The term $\left| \frac{d\rho_c}{dS} \right|$ can be approximated to the constant value 30,312 kPa (Nam & Kaviany, 2003) although it formally depends of the Leverette.

S^{ca} : The liquid saturation can be calculated with the model proposed by (Nam & Kaviany, 2003) and adapted by (del Real et al., 2007)

$$S^{ca} = \begin{cases} \frac{s^{ca} - s_{im}}{1 - s_{im}} & \text{para } s_{im} < s^{ca} \leq 1 \\ 0 & \text{para } 0 \leq s^{ca} \leq s_{im} \end{cases} \quad 15)$$

The remaining terms from equation 1 are

ρ_l : Liquid water density ($978 \frac{kg}{m^3}$)



A_{fc} : Fuel cell area

n_{fc} : Number of cells in the stack

S^3 : Relative permeability

K : Absolute permeability ($2.55 \times 10^{-13} m^2$)

μ_l : Water viscosity ($0.000405 kg/m\cdot s$)

s_{im} : Immobile saturation (0.1)

From equation $\dot{m}_{cond}^{ca,GDL}$ is the water condensation (or evaporation) rate in the porous media, and defined by (Nam & Kaviany, 2003)

$$\begin{aligned} \dot{m}_{evap}^{ca,GDL} &= -\dot{m}_{cond}^{ca,GDL} \\ &= -M_{H_2O} \gamma \left[\frac{p^{GDL} - p_{sat}(T_{fc})}{R_u T_{fc}} \right] \varepsilon V^{GDL} \quad 16) \end{aligned}$$

With the logical constraint

$$If V_l^{ca,GDL} = 0 \ \& \ \dot{m}_{evap}^{ca,GDL} > 0 \rightarrow \dot{m}_{evap}^{ca,GDL} = 0$$

The volume of liquid water in the GDL is critical, it can flood the cell and thereby restricting gas flow through the GDL and delaying the reaction both the anode side and the cathode.

The remaining gases mass flow balances are as follows

For oxygen

$$\frac{dm_{O_2}^{ca}}{dt} = \dot{m}_{O_2,e} - \dot{m}_{O_2,s} - \dot{m}_{O_2,react} \quad 17)$$

Where

$$\dot{m}_{O_2,react} = n_{fc} M_{O_2} \frac{I}{4F} \quad 18)$$

This is the oxygen required in the electrochemical reaction in the cell.

$$\frac{dm_{N_2}^{ca}}{dt} = \dot{m}_{N_2,e} - \dot{m}_{N_2,s} \quad 19)$$

Input flows were defined at the beginning of the section, and output flows can be estimated from

$$\begin{aligned} \dot{m}_{j,s}^{ca} &= K^{ca} \frac{m_j^{ca}}{(m_a^{ca} + m_b^{ca})} (p^{ca} - p_{suc}) \\ \text{for } j &= O_2, N_2 \quad 20) \end{aligned}$$

For nitrogen

$$\frac{dm_{N_2}^{ca}}{dt} = \dot{m}_{N_2,e} - \dot{m}_{N_2,s} \quad 21)$$



Pressures

The cathode must contain in a finite volume a variable amount of mass, this variation will depend mainly on the magnitude of the mass flows into the cell and from the load demand. Increases and decreases on the mass inside the cathode produce pressure changes depending on the operating temperatures and the gases included in the model can be estimated by using the ideal gas equation. Pressures have to be dynamically determined in the different volumes of the cathode since as shown in equation the concentrations of the gases and hence the magnitude and direction of mass transfer of these gases are functions of pressure.

Since the volume of the cathode is a constant value the partial pressure of each gas can be calculated as follows:

$$p_j^{ca} = \frac{m_j RT_{fc}}{M_j V^{ca}} \text{ for } j = O_2, N_2, v \quad (22)$$

Pressure inside the cathode will be the addition of the gases partial pressures.

$$p^{ca} = \sum_{j=1}^3 p_j^{ca} \text{ for } j = O_2, N_2, v \quad (23)$$

Finally pressures in the cathode side are defined with the variations of them in the GDL

$$\frac{dp_v^{ca,GDL}}{dt} = RT_{fc} \left(\frac{N_v^{mem} - N_v^{ca,ca}}{\delta^{GDL}} + \frac{N_v^{gen}}{V^{GDL}} + \frac{\dot{m}_{evap}^{ca,GDL}}{M_{H_2O} V^{GDL}} \right) \quad (24)$$

This last equation assumes a gas ideal behavior, and therefore is only valid for the gas phase.

The term N_v^{gen} depends on the load, the electrochemical reaction and can be calculated as

$$N_v^{gen} = \frac{I}{2F} \quad (25)$$

Membrane

There are many mechanisms that allow water to flow through the various components of the fuel cell. In the case of the membrane vapor flow coming from this can be estimated by the equation proposed by which considers two phenomena; an electro-osmotic drag due to the presence of an electrical potential in a porous medium (Nafion membrane), also is present the phenomenon of vapor diffusion to the anode due to the concentration gradient.



$$N_v^{mem} = n_d \frac{I}{A_{fc} F} - \alpha_w D_w \frac{c_v^{ca} - c_v^{an}}{\delta^{mem}} \quad (26)$$

The term $\left(n_d \frac{I}{A_{fc} F}\right)$ makes reference to the electrosmotic drag due to hydrogen, and the electro-osmotic drag factor n_d is defined by (Dutta & Shimpalee, 2001) as:

$$n_d = 0.0029 \lambda_{an,ca}^2 + 0.05 \lambda_{an,ca} - 3.4 \times 10^{-19} \quad (27)$$

and

$$\lambda_j = 0.043 + 17.81 a_j - 39.85 a_j^2 + 36 a_j^3 \text{ for } j = an, ca \quad (28)$$

$$a_j = \frac{y_{H_2O} p_j}{p_{sat}(T_{fc})} \quad (29)$$

Notice that, a_j from equation 29 is in this study the relative humidity in each membrane side.

The second term on equation 26 is the back diffusion of vapor from the cathode towards the anode due to concentration gradient. The diffusion mass transfer coefficient is calculated using the equations proposed by (Dutta & Shimpalee, 2001)

$$D_w = D_{\lambda_{an}} \exp\left(2416 \left(\frac{1}{303} - \frac{1}{T_{fc}}\right)\right) \quad (30)$$

$$D_{\lambda_{an}} = \begin{cases} 10^{-10} & \lambda_{an} < 2 \\ 10^{-10}(1 + 2(\lambda_{an} - 2)) & 2 \leq \lambda_{an} \leq 3 \\ 10^{-10}(3 - 1.67(\lambda_{an} - 3)) & 3 < \lambda_{an} < 4.5 \\ 1.25 \times 10^{-10} & \lambda_{an} \geq 4.5 \end{cases} \quad (31)$$

Note that mass transfer is increased when the cell temperature increases and the relative humidity in the anode decreases.

α_w Correction factor is used to adjust the transport vapor through the membrane as these correlations may be outdated since were developed for approximately ten years

$$c_v^j = \frac{\rho^{mem,seca}}{M^{mem,seca}} \lambda_j \text{ for } j = an, ca \quad (32)$$

Ballard membrane has the following parameters

$$\begin{aligned} \delta^{mem} &= 35 \mu m \\ \rho^{mem,seca} &= 2 \times 10^{-3} \text{ kg/m}^3 \\ M^{mem,seca} &= 1.1 \text{ kg/kmol} \end{aligned}$$



Anode

The analysis of the mass transfer phenomena for the anode is similar to the one showed for the cathode governing equations. Mass transfer and pressure in the anode are summarized

Mass Balances

For Hydrogen

$$\frac{dm_{H_2}^{an}}{dt} = \dot{m}_{H_2,e} - \dot{m}_{H_2,s} - \dot{m}_{H_2,react} \quad (33)$$

The input flow is function of anode pressure, hydrogen supply line pressure and control valve. The output flow is function of the purge valve; the system is designed to operate in a "dead-end" configuration, which means the hydrogen leave the anode side using periodically purges. The last term is function of the electrochemical reaction, basically depends on the current demanded to the system.

$$\dot{m}_{H_2,react} = n_{fc} M_{H_2} \frac{I}{2F} \quad (34)$$

Output flows of hydrogen and vapor can be calculated with the following equation

$$\dot{m}_{j,s}^{an} = K^{an} \frac{m_j^{an}}{(m_{H_2}^{an} + m_v^{an})} (p^{an} - p_{atm}) \text{ for } j = H_2, v \quad (35)$$

To evaluate the water content in the anode is necessary to consider the two phases in

$$\frac{dm_v^{an}}{dt} = \dot{m}_v^{an,GDL} + \dot{m}_{evap}^{an} - \dot{m}_{v,s}^{an} \quad (36)$$

The definition of the flow mass balance is similarly to what was proposed for the cathode.

$$\dot{m}_v^{an,GDL} = A_{fc} \cdot n_c \left[D_v \varepsilon \left(\frac{\varepsilon - 0.11}{1 - 0.11} \right)^{0.785} (1 - s^{an})^2 \right] \cdot \left(\frac{c_v^{an,GDL} - c_v^{an,can}}{\delta^{GDL}} \right) \quad (37)$$

$$\dot{m}_{eva}^{an} = \min \left(A_{fc} (p_{sat}(T_{fc}) - p_v^{ca}) \sqrt{\frac{M_v}{2\pi RT_{fc}}}, \dot{m}_l^{an,GDL} \right) \quad (38)$$

For the liquid phase

$$\frac{dm_v^{an}}{dt} = \dot{m}_v^{an,GDL} + \dot{m}_{evap}^{an} - \dot{m}_{v,s}^{an} \quad (39)$$



The terms of the mass balance for the liquid phase are detailed below.

$$\dot{m}_l^{GDL \rightarrow an} = \frac{\rho_l \cdot A_{fc} \cdot n_{fc} \cdot K \cdot S^3}{\mu_l} \left| \frac{d\rho_c}{dS} \right| \frac{S^{an}}{\delta^{GDL}} \quad (40)$$

Evaporating flow calculation is determined previously during the balance of the gaseous phase and the flow of liquid water that is dragged of the anode during purge can be estimated on the assumption that all liquid water that may have condensed in the anode channel exits in each purge.

$$\dot{m}_{l,s}^{an} = \frac{m_t^{an}}{t_{purga}} \quad \text{If } \sum \dot{m}_{j,s}^{an} > 0 \quad (41)$$

Pressures

Since the volume of the anode is a constant value the partial pressure of each gas can be calculated as follows:

$$p_j^{an} = \frac{m_j RT_{fc}}{M_j V^{ca}} \quad \text{for } j = H_2, v \quad (42)$$

Pressure inside the anode will be the addition of the gases partial pressures.

$$p^{an} = \sum_{j=1}^2 p_j^{an} \quad \text{for } j = H_2, v \quad (43)$$

To complete the calculation of the pressures in the anode is necessary to consider changes in partial pressure of vapor in the GDL.

$$\frac{dm_v^{an,GDL}}{dt} = \dot{m}_v^{mem} + \dot{m}_{evap}^{ca,GDL} - m_v^{ca,ca} + \dot{m}_v^{gen} \quad (44)$$

Using an ideal gas model

$$\frac{dp_v^{an,GDL}}{dt} = RT_{fc} \left(\frac{\dot{m}_{evap}^{an,GDL}}{M_{H_2O} V^{GDL}} - \frac{N_v^{mem} + N_v^{an,can}}{\delta^{GDL}} \right) \quad (45)$$

The molar flow per unit area into the channels of the anode can be calculated using equation ; if the vapor concentration is higher in the GDL than in the channels, towards them will be the direction of flow; positives values indicate that the steam leaves the GDL.

$$N_v^{an} = \langle D_v^{an} \rangle \left(\frac{c_v^{an,GDL} - c_v^{an,can}}{\delta^{GDL}} \right) \quad (46)$$

Similar to cathode and with the same restriction, the flow of steam that evaporates or condenses can be determined by

$$\begin{aligned} \dot{m}_{evap}^{an,GDL} &= -\dot{m}_{cond}^{an,GDL} \\ &= -M_{H_2O} \gamma \left[\frac{p_{an}^{GDL} - p_{sat}(T_{fc})}{R_u T_{fc}} \right] \varepsilon V^{GDL} \quad (47) \end{aligned}$$

To complete the fluid dynamic equations are required to evaluate the variations of liquid water content in the anode GDL



$$\rho_l^{H_2O} \cdot \frac{dV_l^{an,GDL}}{dt} = M_{H_2O} \gamma \left[\frac{p_{ca}^{GDL} - p_{sat}(T_{fc})}{R_u T_{fc}} \right] \varepsilon V_{GDL} - \frac{\rho_l^{H_2O} \cdot A_{fc} \cdot n_{fc} \cdot K \cdot S^3}{\mu_l} \left| \frac{d\rho_c}{dS} \right| \frac{S^{ca}}{\delta^{GDL}} \quad (48)$$

Thermodynamic model

It has been shown up to this point the fuel cell stack model by analyzing variations in mass per volume of the cells that compose it, assuming that all behave in a similar manner within these. Essentially, pressures and mass transfer phenomena on mostly gaseous components are strongly affected by temperature variations as reflected in the equations so far presented.

The energy balance proposed includes the electrochemical reaction that is exothermic and the heat transfer to the air flowing through the cathode which has to supply the electrochemical reaction with the oxygen required and regulate the stack temperature. The analysis is based on the law of Dalton, so that it assumes that the enthalpy change in the system is equivalent to the sum of the enthalpies of each gas in the fuel cell. An uniform distribution it is assumed, so that a relaxation calculations once the simulation control system incorporates the following energy balance calculation is simplified and computational requirements are reduced.

$$\begin{aligned} m_{fc} C_{fc} \frac{dT_{fc}}{dt} = & \dot{H}^{reac} - \Delta \dot{H}_{H_2}^{pur} - \Delta \dot{H}_{H_2O}^{pur} \\ & - \Delta \dot{H}_{aire}^{enf} - \dot{W}^{elec} \end{aligned} \quad (49)$$

$$\begin{aligned} \dot{H}^{reac} = & \dot{m}_{H_2, reac} (h_f^0 + \Delta h)_{H_2} \\ & + \dot{m}_{O_2, reac} (h_f^0 + \Delta h)_{O_2} \\ & - \dot{m}_{H_2O, reac} (h_f^0 \\ & + \Delta h)_{H_2O(g)} \end{aligned} \quad (50)$$

$\Delta \dot{H}_{H_2}^{pur}$ Energy lost with the hydrogen released in each purge. It did not reacted but changed its temperature

$$\Delta \dot{H}_{H_2}^{pur} = \dot{m}_{H_2, s}^{an} \Delta h_{H_2} \Big|_{@T_{fc} - T_{amb}} \quad (51)$$

$\Delta \dot{H}_{aire}^{enf}$ Energy transferred to excess air flowing through the fuel cell stack.

$$\begin{aligned} \Delta \dot{H}_{aire}^{enf} = & \dot{m}_{N_2, s}^{ca} \Delta h_{N_2} \Big|_{@T_{fc} - T_{ref}} \\ & + \dot{m}_{O_2, s}^{ca} \Delta h_{O_2} \Big|_{@T_{fc} - T_{ref}} \\ & + \dot{m}_{v, s}^{ca} \Delta h_v \Big|_{@T_{fc} - T_{ref}} \\ & + \dot{m}_{l, s}^{ca} c_p (T_{fc} - T_{ref}) \end{aligned} \quad (52)$$



During the purge of the anode water may exist in both the liquid phase and the gas phase (see equations and) present in the flow being dragged by purging hydrogen.

$$\begin{aligned} \Delta \dot{H}_{H_2O}^{pur} = & \dot{m}_{v,s}^{an} \Delta h_{H_2O(g)} \Big|_{@T_{fc}-T_{ref}} \\ & + \dot{m}_{l,s}^{an} c_{p_{H_2O(l)}} (T_{fc} \\ & - T_{ref}) \end{aligned} \quad (53)$$

Finally, the energy balance is defined by calculating the electric power of the cell which is a function of the operating voltage and current. It will be shown in the next section of the paper, the cell voltage is a function of the partial pressures of the gases inside the cell and its operating temperature, variables which have been defined in the dynamic model presented so far.

Electrochemical model

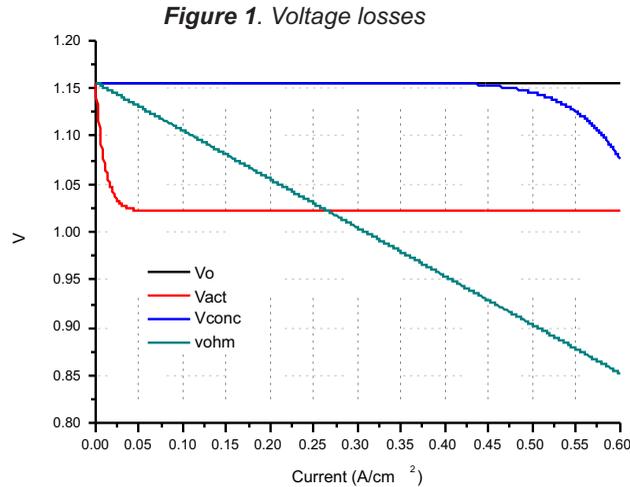
The ideal electric potential of a fuel cell is defined by the Nernst equation.

$$\begin{aligned} E(T, p) = & - \left(\frac{\Delta H}{nF} - \frac{T \Delta S}{nF} \right) \\ & + \frac{RT}{nF} \ln \left[\frac{p_{H_2} p_{O_2}^{0.5}}{p_{H_2O}} \right] \end{aligned} \quad (54)$$

The Nernst equation alone is not enough to describe the electrical potential during the actual operation of the system. The main sources of voltage loss are presented. Observe the three voltage losses on .

1. **Activation:** The chemical reaction requires a voltage different to the equilibrium potential, otherwise the reaction stops. This phenomena is typically associated with the slower electrode (cathode) and is inversely related with the activation current.
2. **Electrical resistance:** All the fuel cell stack components has its own electrical resistance which induce a voltage drop that can be modeled with the Ohm law, that means greater currents has greater ohmic losses.
3. **Concentration:** An uniform concentration was assumed for cathode and anode in the model presented so far, but in the practice there is a different concentration on the surface in contact with the catalyst, therefore there is a concentration gradient, and greater currents induce greater gradients, due to the rate of the reaction (greater at higher currents) therefore higher the load, higher the voltage loss.





The actual voltage vs. current curve is known as polarization curve, and there are a couple of ways to plot it, proposed the following equation

$$V_{fc} = a_1 + a_2(T_{fc} - T_{fc}^0) + a_3(0.5 \ln(p_{O_2}^{ca}) + \ln(p_{H_2}^{an})) - a_4 \left(1 - \exp\left(-\frac{I_{st}}{A_{fec}^{efec} a_5}\right) \right) - a_6 \frac{I_{st}}{A_{fec}^{efec}} - a_7 \left(\frac{I_{st}}{A_{fec}^{efec}} \right)^{1+a_8} \quad (55)$$

For the stack used as reference the constants are the following

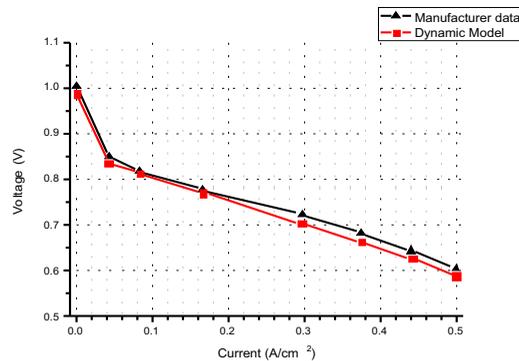
Table 1. Electrochemical model parameters

| | |
|-------|-------------------------|
| a_1 | 1.1564 |
| a_2 | 2.9300×10^{-3} |
| a_3 | 3.0440×10^{-1} |
| a_4 | 1.3482×10^{-1} |
| a_5 | 1.0475×10^{-2} |
| a_6 | 5.0548×10^{-1} |
| a_7 | 2.1888×10^1 |
| a_8 | 10 |

The model response was compared with experimental data supplied by the manufacturer



Figure 2. Polarization curve



3. FUEL CELL STACK CONTROL VALVE

A control valve is required to control the hydrogen flow supplied to the fuel cell stack. The flow in the can be modeled by

$$\dot{V}_{H_2} = K_v N_9 P_1 Y \sqrt{\frac{x}{MT_1 Z}}$$

The valve dynamics can be represented with a first order differential equation.

$$\tau_v \frac{dK_v}{dt} + K_v = \frac{K_{v,max}}{100} m$$

Where τ_v represent the valve time constant and m is the control signal. Parameters of the valve are shown in table 2.

Table 2 . Valve parameters

| Description | Symbol | Magnitude |
|---|----------|--------------------------------------|
| Specific Heat Relation | γ | 1.4 |
| Supply temperature | T_1 | 298 K |
| Kinematic viscosity | ν | $80.29 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}$ |
| Molecular mass | M | $2.016 \frac{kg}{kmol}$ |
| Compressibility factor | Z | 1.001 |
| Supply Pressure | P_1 | 1.5 bar |
| Discharge Pressure | P_2 | 1.37 bar |
| Relation between pressure drop and the supply pressure ($\frac{\Delta P}{P_1}$) | x | 0.09 |
| Expansion factor | Y | 0.9 |
| Numerical constant ($\frac{m^3}{h}; bar$) | N_9 | 2.46×10^3 |
| Valve coefficient | K_v | $K_v = 6,6 \times 10^{-2}$ |



4. CONCLUSIONS

The fuel cell power is defined by the polarization curve, although this may be moved depending on the partial pressures of hydrogen, oxygen and water vapor; polarization thus limited power conditions suitable for the operation of the equipment, how much greater difference exists between the couple voltage and current to the values obtained in the polarization voltage-current curve, greater the control challenge.

For the test bench simulation a dynamic model that considers phenomena of mass transfer through the main components of the cell (GDL and membrane) on both sides (cathode and anode) was implemented for this mass balances were used for component that enters and leaves the cell, as well as phase changes if there is a possibility that this occurs (water vapor). Temperature changes were contemplated in the cell using energy balances that include the energy associated with the chemical reactions that take place inside the cell. Finally thanks to the fluid dynamic model mentioned can be known pressures and temperatures within the cell and incorporated by the electrochemical model (a regression model from manufacturer's operating data) was used to calculate the voltage and current in the fuel cell for a given operating condition. Due to the complexity of the model was implemented into a numerical simulation software Matlab-Simulink in which for 150 second simulation time was required about 60 minutes of machine time and for operation in closed loop of about 200 second time simulation machine was in the range 100 to 120 minutes



REFERENCES

- Barbir, F. (2005). *PEM fuel cells: theory and practice*. Elsevier. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:PEM+Fuel+Cells+Theory+and+Practice#0>
- Del Real, A. J., Arce, A., & Bordons, C. (2007). Development and experimental validation of a PEM fuel cell dynamic model. *Journal of Power Sources*, 173(1), 310–324. doi:10.1016/j.jpowsour.2007.04.066
- Dutta, S., & Shimpalee, S. (2001). Numerical prediction of mass-exchange between cathode and anode channels in a PEM fuel cell. *Journal of Heat and Mass Transfer*, 44(11), 2029–2042. doi:10.1016/S0017-9310(00)00257-X
- Grove, W. (1839). On Voltaic Series and the Combiantion of Gases by Platinum. *The London and Edinburgh Philosophical Magazine and Journal of Science*, XIV, 127–131.
- Müller, E. A., & Stefanopoulou, A. G. (2006). Analysis, modeling, and validation for the thermal dynamics of a polymer electrolyte membrane fuel cell system. *Of Fuel Cell Science and Technology*. Retrieved from <http://link.aip.org/link/?JFCSAU/3/99/1>
- Musio, F., Tacchi, F., Omati, L., Gall o Stampino, P., Dotelli, G., Limonta, S., ... Grassini, P. (2011). PEMFC system simulation in MATLAB-Simulink® environment. *International Journal of Hydrogen Energy*, 36(13), 8045–8052. doi:10.1016/j.ijhydene.2011.01.093
- Nam, J. H., & Kaviany, M. (2003). Effective diffusivity and water-saturation distribution in single- and two-layer PEMFC diffusion medium. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 46(24), 4595–4611. doi:10.1016/S0017-9310(03)00305-3
- Zemansky, M. W., & Dittman, R. H. (1979). *Calor y Termodinámica*. Retrieved from <http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=UNCPE.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=001128>
- Ziogou, C., Voutetakis, S., Papadopoulou, S., & Georgiadis, M. C. (2011). Modeling, simulation and experimental validation of a PEM fuel cell system. *Computers & Chemical Engineering*, 35(9), 1886–1900. doi:10.1016/j.compchemeng.2011.03.013



ARMAS BIOLÓGICAS RIESGO LATENTE. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

Cristhian Mendoza Perez^a
Mendozap21@gmail.com

Marena Vitola Quintero^b
Azulmarena@hotmail.com

Fecha de recepción: agosto de 2014. Fecha de aceptación: octubre de 2014

Resumen: Diversas discusiones sobre el peligro que representan las armas biológicas para las poblaciones humanas se han venido realizando a nivel mundial, sin embargo, resultan insuficientes en el esfuerzo para dimensionar el potencial bioterrorista que poseen algunos microorganismos. Teniendo en cuenta que el bioterrorismo encierra el uso no legítimo, o la amenaza de uso, de microorganismos o toxinas obtenidas de organismos vivos, para provocar enfermedades o la muerte en humanos, animales o plantas, con el objeto de intimidar a gobiernos o sociedades para alcanzar objetivos ideológicos, religiosos o políticos. De esta definición puede extraerse que los atentados bioterroristas comparten con la guerra biológica el uso de las conocidas como armas biológicas, armas no convencionales que basan su potencialidad en la capacidad de infectar y causar enfermedades mediante el empleo de microorganismos o toxinas derivadas de ellos. Por estos riesgos se hace necesario realizar una revisión sistemática de la literatura biomédica e histórica pertinente, que permita tener un conocimiento mínimo sobre los microorganismos comúnmente usados como armas biológicas tales como *Bacillus anthracis*, *Yersinia pestis* y *Clostridium botulinum*, entre otros y la magnitud de las enfermedades que podrían generar en poblaciones humanas.

Palabras clave: Armas biológicas, Bioterrorismo, Microorganismos, Enfermedades, Revisión sistemática

Abstract: Different discussions about the danger that represent biological weapons for the human population has been taking place worldwide, however, these efforts are not enough to measure the bioterrorist potential present in some microorganism. Assuming that bioterrorism carries the illegal use, or threatening use, of microorganisms or living organisms' toxins, to produce diseases or even death in humans, animals or plants in order to intimidate governments or societies reaching ideological, religious or political goals. This definition finds out the connection between bioterrorism assaults and biological warfare by using biological weapons, which are known as non-conventional weapons and its potential is based on the infecting capacity and disease spreading by manipulating microorganisms or resultant toxins from them. As a consequence, a systematical biomedical literature and historical review needs to be done which allows getting a minimal knowledge about microorganisms commonly used as biological weapons, such as *Bacillus anthracis*, *Yersinia pestis* y *Clostridium botulinum*, among others, and the great number of diseases that can attack to human beings.

^aBiólogo. M.Sc. Biología Celular y Estructural. Universidad Federal de Viçosa (Minas Gerais-Brasil).

^bIngeniera de Sistemas. Especialista en Telecomunicaciones de la UNAB. Docente Escuela Naval "Almirante Padilla"



Keywords: Biological weapons, bioterrorism, microorganisms, diseases, systematical review.

1. INTRODUCCIÓN

Históricamente las sociedades han hecho uso de las guerras, desarrollo tecnológico e integración de los diferentes grupos étnicos en sociedades para su evolución. Sin embargo, a lo largo de la historia, distintas epidemias ocasionadas por agentes infecciosos han tenido un gran impacto en la conformación del mundo actual (Diamond, 1999). Desde el punto de vista de la biología poblacional, la tasa reproductiva básica de una epidemia establece que la introducción y subsiguiente diseminación de un agente infeccioso en una población dependen de tres factores. El primero de ellos es dado por el riesgo de transmisión por exposición (tasa de ataque), el segundo por la frecuencia de la exposición por unidad de tiempo, y, por último, por la susceptibilidad de la población al agente en cuestión (Giesecke, 1994).

Un ejemplo de la introducción de un agente infeccioso en una población humana ocurrió en la conquista de las Américas, cuando junto al conquistador europeo arribaron al nuevo continente un conjunto de enfermedades infecciosas a las que la población nativa del continente jamás había sido expuesta. El efecto de su diseminación en la población *amerindia* susceptible fue aniquilante y devastador. Se trata fundamentalmente de virosis de transmisión respiratoria, como viruela, influenza y sarampión que, producto del "encuentro de poblaciones" en un trasiego de población casi unidireccional y mayoritario desde Europa hacia América, favorecieron la supremacía de un pequeño grupo de exploradores sobre vastos dominios como fueron el imperio azteca y el incaico de ese entonces. Al respecto la introducción de numerosa población africana, a través del mercadeo de esclavos, tuvo decisiva influencia en la propagación de estas "nuevas" enfermedades en la naciente colonia (Cordero, 2001).

Teniendo en cuenta los antecedentes, es notable que a lo largo de la historia la aparición y uso de microorganismos causantes de grandes epidemias ha marcado el rumbo de la sociedad actual, situación que se acentúa a partir de los atentados del 11 de septiembre de 2001, que generaron una serie de reacciones políticas y académicas que obligan a revisar esta distancia entre bioética y violencia extremista. De allí, la importancia de conocer sobre este tipo de fenómenos, puesto que representan un riesgo real para la salud y estabilidad de cualquier país. Es por esto que el propósito de este trabajo es realizar una revisión sistemática de la literatura del tema en cuestión, que permita obtener información con rigor científico que ayude a entender qué son las armas biológicas, cuáles son las más comunes, qué enfermedades las ocasionan y el modo en que son utilizadas por los terroristas.



2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una búsqueda en las bases de datos PubMed, Medline, SciELO y LILACS, de artículos publicados entre los años 1966 y 2005, utilizando los siguientes criterios de búsqueda "biological warfare", "Bioterrorism", "Biological weapons" "microorganisms warfare", así como diversos artículos encontrados en la Web. En el análisis de aquellas publicaciones relevantes se identificaron citas biográficas pertinentes, siendo incluidas en la recopilación de la literatura revisada.

3. RESULTADOS

Se identificaron 30 artículos publicados en la búsqueda primaria, se recopilaron otras 10 referencias secundarias, muchas de las cuales corresponden a ensayos históricos y tratados de medicina militar. En total se consultaron 40 referencias directas o indirectas sobre el uso de agentes biológicos como método de guerra a lo largo de la historia del hombre, y sus consecuencias en poblaciones humanas.

De este modo se identificaron tres aspectos importantes del estado del arte en lo referente a armas biológicas, que son: Historia del uso de las armas biológicas, microorganismos usados como armas biológicas y las enfermedades que pueden producir, los cuales se relacionan a continuación.

3.1. *Historia del uso de las armas biológicas*

El uso de agentes infecciosos usados intencionalmente no es nuevo en las actividades de tipo militar, a lo largo de la historia existen evidencias que indican que culturas como las persas y romanas, contaminaban el agua potable de los pozos y acueductos de sus enemigos, arrojando en ellos animales muertos, además de los eventos provocados en el siglo XIV por los tártaros en Kaffa, se tienen registrados otros eventos donde se utilizaron armas biológicas, como es el caso de la distribución de cobijas de enfermos con viruela a los indígenas norteamericanos por el ejército americano, o la contaminación intencional con cólera del río Mississippi durante la guerra civil, y como ejemplo de la eficacia de los agentes infecciosos tenemos las epidemias de sarampión y viruela que asolaron a la población mexicana en la guerra de la conquista, y que para algunos autores fueron la explicación de la eficiencia militar de los conquistadores (Tucker, 1999).

En el caso del continente asiático, el país nipón también se dedica a desarrollar armas biológicas para destrucción masiva durante su ocupación en Manchuria, desde 1932 hasta el final de la Segunda Guerra Mundial, bajo la dirección de Shiro Ishii. La unidad 731 era la base para la creación de armas biológicas y los experimentos eran llevados a cabo en prisioneros chinos. La unidad 731 fue responsable de epidemias con



Vibrio cholerae, *Shigella spp.*, *B. anthracis* y *Y. pestis* en diversas regiones de China. Específicamente, pulgas contaminadas con *Y. pestis* fueron dispersadas mediante aviones y se les considera responsables de múltiples brotes de plaga en China (Harris, 1992).

Pasando al continente Europeo, más específicamente durante la Segunda Guerra Mundial prisioneros en campos de concentración Nazis fueron expuestos a *Rickettsia prowazekii*, al virus de la hepatitis A y *Plasmodium spp*, con el objetivo de crear sulfonamidas y vacunas contra estas infecciones. Sin embargo, no existe evidencia alguna de que estos experimentos fueron llevados a cabo para la creación de armas biológicas por parte del Gobierno de Adolfo Hitler. Además es importante mencionar que procedimientos como el establecimiento de los postulados de Koch y el avance de la microbiología moderna han contribuido al aislamiento y producción de gran cantidad de agentes infecciosos. En el siglo XX existe evidencia de que el ejército alemán desarrolló un programa para la creación de armas biológicas durante la Primera Guerra Mundial. El *Bacillus Anthracis* o *Burkholderia mallei* fueron usados por los alemanes para contaminar ganado vacuno que fue exportado a Rusia (Christopher, 1997).

En el continente americano, el país que se ha caracterizado por la producción de armas biológicas es Estados Unidos de América (EUA), en donde la producción de este tipo de armas inicia en el año 1942 en Fort Detrick con la producción de 5.000 bombas que contenían esporas de *B. Anthracis*. A pesar de que no hay evidencia del uso de este tipo de bombas durante la Segunda Guerra Mundial, en el periodo de la posguerra la creación de un vasto arsenal de armas biológicas en EUA se fortalece con la incorporación de científicos japoneses de la unidad 731. Específicamente, este programa tiene importantes avances durante la guerra contra Corea (1950-1953). En los años siguientes a esa guerra, el gobierno de EUA es acusado en múltiples ocasiones de la utilización de armas biológicas durante el conflicto (Van Courtland, 1992). Por su parte, EUA lanza acusaciones en contra de la Unión Soviética de la utilización, en lugares como Laos (1975), Kampuchea (1979) y en Afganistán (1979), de micotoxinas producidas por *Fusarium spp* (lluvia amarilla) y que actúan bloqueando la síntesis de ADN en células humanas. La tensión generada en estos años de la Guerra Fría entre Rusia y EUA, sobre la base de los alegatos acerca de la producción y uso de armas biológicas, lleva a la creación de una Convención Internacional, en 1972, para la prohibición del desarrollo, producción y almacenamiento de armas biológicas. El tratado que resultó de dicha convención se firmó por más de 100 países incluyendo EUA y la Unión Soviética (Christopher, 1997; Harris, 1992; Van Courtland).

A raíz de los ataques terroristas del 11 de septiembre EE.UU., se ve en la obligación de proclamar una reacción política inmediata, es por eso que el Congreso debió debatir la proposición de asignar 11 mil millones de dólares para combatir el bioterrorismo, más de la mitad de los cuales – 5,9 mil millones – se destinan a mejorar, según cita periodística, el "sistema de salud pública de la nación lo cual ayudará a defenderse contra el uso deliberado de enfermedades como un arma". Este presupuesto incluye vacunas, antibióticos e infraestructura estratégicamente diseñada para la



defensa biológica; contempla además un fuerte aumento de recursos para los NIH (*National Institutes of Health*), expresamente destinados a investigar en torno al bioterrorismo, y 1,6 mil millones de dólares para "sistemas locales y estatales que han sufrido años de presupuestos bajos" (Miller, 2002).

Por lo anterior el desarrollo y uso de armas biológicas será motivo de discusión en todo el mundo, debido a que siempre se intentará justificarlas éticamente como medios de defensa para cualquier nación. Sin embargo, es importante mencionar que el uso de este tipo de microorganismos con fines guerreristas es impredecible, porque así como se justifica como herramienta de defensa, puede convertirse en un elemento de destrucción masiva en represalia contra cualquier país, afectando la población civil.

3.2. **Microorganismos usados como armas biológicas y las enfermedades que producen**

Para que un microorganismo pueda ser usado con el propósito de convertirse en un arma biológica, debe ser de fácil manipulación en el laboratorio, bajos costos de producción y poder sobrevivir durante largo tiempo en condiciones adversas, así como tener la capacidad de diseminarse rápidamente en aerosoles o a través de alimentos (Cole, 1996; Franz et al., 1997; Mandell, 2000).

En el Tabla 1 se exponen las tres categorías en las que se clasifican los agentes infecciosos de acuerdo a su facilidad de transmisión y mortalidad producida, con base en Centers for Disease Control and Prevention (CDC).

Tabla 1. Características más Importantes de cada una de las categorías de microorganismos potencialmente peligrosos.

Fuente: Centers for Disease Control and Prevention (2005). *Potential Biological Weapons Threats. Bioterrorism.*

| CATEGORIA A | CATEGORIA B | CATEGORIA C |
|---|---|---|
| -Se diseminan fácilmente o se transmiten persona a persona. -Producen alta mortalidad, con potencial para un gran impacto en Salud pública. -Pueden causar pánico y desequilibrio social. -Requieren acción especialmente, intervención sanitaria pública. | -Se diseminan con facilidad moderada -Causan morbilidad moderada y mortalidad baja. -Requieren refuerzos específicos de la capacidad diagnóstica y aumento en la vigilancia de la enfermedad. | -Son fácilmente disponibles. -Presentan facilidad en su producción y diseminación. -Poseen potencial para provocar alta morbilidad y mortalidad, además de tener impacto público importante |

De igual manera se relacionan los microorganismos que se incluyen en cada categoría (Tabla 2), teniendo en cuenta que en la categoría B se sitúan los microorganismos que representan un gran riesgo frente a la seguridad de alimentos y agua.



Tabla 2. Microorganismos potencialmente amenazantes de acuerdo a su categoría.Fuente: Centers for Disease Control and Prevention (2005). *Potential Biological Weapons Threats. Bioterrorism.*

| | |
|-------------|--|
| CATEGORIA A | PATOGENO |
| | <i>Bacillus anthracis</i> (antrax) |
| | <i>Clostridium botulinum</i> toxin (botulismo) |
| | Fiebres hemorrágicas virales |
| | <i>Francisella tularensis</i> (tularemia) |
| | <i>Variola major</i> (viruela) |
| | <i>Yersinia pestis</i> (peste) |
| CATEGORIA A | |
| | <i>Coxiella burnetii</i> |
| | <i>Brucella species</i> (brucelosis) |
| | <i>Rickettsia prowazekii</i> (tifus) |
| | AMENAZA CONTRA SEGURIDAD ALIMENTOS Y AGUA: |
| | <i>Burkholderia mallei</i> (muermo) |
| | <i>Burkholderia pseudomallei</i> (Meloidosis) |
| | <i>Chlamydia psittaci</i> (psitacosis) |
| | <i>Clostridium perfringens</i> (toxina epsilon) |
| | Cryptosporidium parvum |
| | Enterobacterias: <i>Salmonella</i> , <i>Shigella</i> , <i>Escherichia coli</i> (O157:H7) |
| | <i>Coxiella burnetii</i> (Fiebre Q) |
| | <i>Vibrio Cholerae</i> (Cólera) |
| CATEGORIA C | Arbovirus (Dengue) |
| | Flavovirus (Fiebre Amarilla) |
| | Hantavirus |
| | Leishmania (Leishmaniasis) |
| | <i>Mycobacterium Tuberculosis</i> (Tuberculosis multiresistente). |
| | <i>Tick borne virus</i> (Encefalitis). |
| | <i>Trypanosoma cruzi</i> (Chagas) |
| | Virus Nipah |

A continuación se describen algunas de las enfermedades que son generadas por estos microorganismos:

a. Carbunco (ántrax)

Es la enfermedad producida por *Bacillus anthracis*, bacilo gram positivo esporulado causante de infección en herbívoros y que accidentalmente produce enfermedad en el hombre. El microorganismo puede permanecer en la naturaleza en



Forma de esporas que son muy resistentes por largos periodos de tiempo. Debido a sus características como son: alta potencia, fácil accesibilidad y relativa fácil contaminación, podría utilizarse como arma biológica. Una millonésima de un gramo es la dosis letal. Un kilogramo, dependiendo de las condiciones del ambiente, tiene el potencial de matar cientos de miles de personas en un área metropolitana. En casos naturales, más de 95% de los casos son cutáneos y 5% respiratorios. El periodo de incubación va de 1 a 60 días. El carbunco cutáneo es muy característico, se presenta principalmente en manos y brazos, seguido de la cara y el cuello. Consiste en una pápula que da mucha comezón, semejando una picadura por un insecto, ésta crece en los siguientes 1 a 2 días y se convierte en una úlcera rodeada de vesículas, la lesión es de 1 a 3 cm de diámetro, redonda y regular, se produce una cicatrización central de color negro. Después de 1 a 2 semanas la lesión empieza a secar y la cicatriz se cae, no es raro que existan crecimientos de los ganglios regionales (Jernigan et al., 2001).

La forma respiratoria es secundaria a la germinación de la espora al ser transportada por macrófagos a los ganglios hiliares y mediastinales, donde producen hemorragia e inflamación muy importantes; ésta se extiende hacia la pleura produciendo derrame. Los síntomas se inician con manifestaciones generales que duran de 1 a 3 días y que se caracterizan por mal estado general, fiebre moderada, tos seca y en ocasiones la sensación de opresión subesternal, seguidas de una fase de inicio súbito acompañada de choque séptico en 1 a 2 días. Los síntomas predominantes en esta fase son disnea en reposo, estridor, tos seca, taquicardia, fiebre elevada, sudoración profusa, en ocasiones acompañada de sangrado del tubo digestivo. Aproximadamente 20% del ántrax cutáneo puede ser mortal, mientras que la forma respiratoria casi siempre lo es. En los 10 casos confirmados de carbunco (ántrax) por inhalación que se han presentado en EUA, el periodo de incubación tuvo un promedio de cuatro días, los síntomas iniciales fueron fiebre, escalofríos, diaforesis, fatiga, tos no productiva, disnea, náusea y vómito. Todos presentaron anomalías en la radiografía de tórax de las cuales siete tuvieron ensanchamiento mediastinal. El 60% sobrevivieron con antibióticos (Jernigan et al., 2001).

b. Peste

Es producida por el microorganismo *Yersinia pestis*, que es un bacilo gram negativo. Se trata de una enfermedad primariamente de animales y es transmitida de los reservorios animales, principalmente roedores, a través de pulgas o la ingestión de tejidos animales contaminados. Los humanos se infectan por la exposición a la pulga; menos frecuentemente, la infección puede transmitirse de persona a persona en la forma neumónica a través de gotitas de Flügge. La transmisión puede ocurrir también durante el manejo de tejidos o líquidos contaminados con el microorganismo.

La forma clásica, o bubónica, ocurre después de un periodo de incubación de 2 a 8 días después de la infección y se caracteriza por el inicio súbito de fiebre, escalofríos, debilidad y cefalea; casi inmediatamente el paciente nota el crecimiento de un ganglio



Muy doloroso, generalmente en axila, ingle o cuello; estos ganglios pueden ser de 1 a 10 cm. El paciente desarrolla sepsis grave, 25% de ellos pueden desarrollar lesiones en la piel que consisten en vesículas, pústulas o pápulas cerca del ganglio o bubón. También puede acompañarse de púrpura.

La forma neumónica es la forma de presentación más probable que se da en caso de un ataque bioterrorista; es producida por la aspiración de gotitas de Flügge o por la invasión hematógena secundaria de los pulmones. Es altamente contagiosa y tiene una muy elevada mortalidad. Después de un periodo de incubación de 2 a 3 días se produce una neumonía que produce lesiones confluentes y en ocasiones cavitadas, se acompaña de tos productiva, en ocasiones hemoptisis, cuyo esputo contiene los bacilos. Esta forma es casi invariablemente fatal a menos que se inicie tratamiento dentro de las 24 horas luego de iniciados los síntomas. El paciente fallece de insuficiencia respiratoria aguda o choque (Franz et al., 1997; Mandell, 2000).

c. *Tularemia*

Es producida por un cocobacilo gram negativo llamado *Francisella tularensis* que produce infección principalmente en animales. Existen reportes del potencial de este microorganismo en una guerra biológica debido a que la tasa de ataque después de una exposición masiva aérea es de 82.5% y la mortalidad de 6.2%, con costos para los servicios de salud entre 456 y 562 millones de dólares (Pesik et al., 2001; Franz et al., 1997). Esta es una enfermedad principalmente del hemisferio norte que afecta a conejos, ardillas y roedores. La transmisión al humano ocurre generalmente por mordeduras de artrópodos y pulgas o el contacto o ingestión de productos contaminados; aunque es posible la transmisión en aerosoles, no se ha reportado transmisión humano a humano. Las manifestaciones dependen de la virulencia del microorganismo, la puerta de entrada y el estado inmunológico del paciente. Las variedades sintomáticas incluyen: ulceroglandular, glandular, oculoglandular, faríngea, tifoídica y neumónica, aunque las manifestaciones con mucha frecuencia son de más de un tipo.

Los síntomas se inician 3 a 5 días después de la exposición. Inicia con cefalea, fiebre, escalofríos, mal estado general, disminución del apetito. Pueden aparecer además tos, dolor en tórax, vómitos, disfagia, dolor abdominal y diarrea. Sin tratamiento la fiebre dura hasta 32 días. La forma neumónica es posible que sea la más común en caso de una exposición por bioterrorismo, ya que es producida por la inhalación del organismo, aunque también puede ocurrir por la diseminación hematógena al pulmón. Se caracteriza por síntomas respiratorios progresivos que pueden llegar hasta síndrome de insuficiencia respiratoria progresiva del adulto; el esputo no sugiere el diagnóstico; puede acompañarse de derrame pleural. El diagnóstico debe sospecharse ante una neumonía atípica de la comunidad que no responde a tratamiento (Franz et al., 1997; Mandell, 2000).



d. Brucelosis

Se produce por cocobacilos gramnegativos aerobios no toxigénicos y no formadores de esporas. Existen seis especies de brucela y cada una infecta a diferentes huéspedes animales en los que usualmente provoca aborto e infertilidad. Solamente cuatro especies son patógenas para el humano, *Brucella melitensis*, *Brucella suis*, *Brucella abortus* y *Brucella canis*. El humano se infecta por contacto con tejidos de animales infectados o la ingestión de productos animales contaminados. No se produce transmisión de persona a persona, pero es altamente infectante en aerosol; los EUA procesaron *B. suis* como arma biológica en los años de las décadas de 1940 y 1950 en la forma de aerosol seco.

Es un parásito de neutrófilos, intracelular, y se localiza dentro de órganos (pulmón, bazo, hígado, sistema nervioso central –SNC–, médula ósea y membranas sinoviales). Los síntomas son similares en pacientes con infección oral, por aerosol o percutánea. Usualmente hay fiebre, escalofríos y malestar. Las manifestaciones respiratorias se presentan en 20% de los pacientes y se manifiestan por tos seca y dolor pleurítico. Sacroileitis y osteomielitis vertebral son las manifestaciones osteoarticulares más comunes. La endocarditis y afección del SNC son raras pero constituyen las principales causas de mortalidad. Aun sin antibióticos la mayoría de los pacientes se recuperan en un año, pero son comunes las recaídas (Balk et al., 2000; Franz et al., 1997).

e. Botulismo

Resulta de la intoxicación por las neurotoxinas producidas por *Clostridium botulinum*; se han descrito siete toxinas basadas en diferencias antigénicas. Los serotipos A, B, E y F producen enfermedad en el hombre mientras que C y D casi exclusivamente producen enfermedad en animales. Es un microorganismo anaerobio, que produce esporas altamente resistentes al calor y la desecación; la ebullición estimula su crecimiento, por lo que su destrucción requiere de altas temperaturas a presión. La forma de infección es la gastrointestinal, donde la toxina es absorbida en duodeno y yeyuno, desde donde pasa a la sangre y alcanza los nervios periféricos en la unión neuromuscular, allí previene la liberación de acetilcolina. También produce su toxicidad al ser inhalada. El inicio de la sintomatología varía de la cantidad de toxina ingerida, pero se puede esperar desde 24 a 36 horas, hasta varios días después de la exposición. Los síntomas incluyen parálisis craneal (bilateral) acompañada de midriasis, diplopía, ptosis, fotofobia, disartria, disfonía, disfagia. Posteriormente se presenta parálisis simétrica descendente, que puede culminar en falla respiratoria. La progresión desde el inicio de los síntomas hasta la falla respiratoria suele durar 24 horas (Balk et al., 2000; Franz et al., 1997).



f. *Virus Ebola*

Pertenece a la familia *Filoviridae*. El virus Ebola es muy virulento y produce una enfermedad grave de rápida evolución, con alta mortalidad. Recientemente el virus se ha aislado de los macacos y se cree que son el reservorio natural. Se desconoce el mecanismo de transmisión, pero una vez establecida la infección, se presentan casos en la población principalmente en personas que mantienen contacto íntimo con los enfermos y en los trabajadores de la salud. El periodo de incubación va de 5 a 10 días, posterior al cual los pacientes se presentan con un inicio súbito de fiebre, cefalea frontal severa, anorexia, malestar y mialgias. Dos a tres días después se presenta un deterioro clínico manifestado por faringitis, conjuntivitis, náusea, vómito, dolor abdominal y diarrea líquida. Cinco días después se presenta un exantema máculo-papular en tronco y posteriormente aparecen petequias, equimosis, hemorragia subconjuntival, epistaxis, hemoptisis, hematemesis y melena. Suele presentarse choque hipovolémico que progresa a la muerte renal (Franz et al., 1997; Gradon et al., 2000; Mandell, 2000).

4. DISCUSIÓN

Como se hizo evidente en la revisión bibliográfica, a lo largo de la historia el bioterrorismo ha generado agresiones dañinas y éticamente contrarias a los principios que deben regir el entorno de la sociedad civil. Lo que hace de las armas biológicas un elemento productor de miedo en las poblaciones humanas debido a la incertidumbre sobre su aparición y la facilidad con la que se esparce, además del caos político y militar que podría generar este tipo de ataques. Según Ungar (1998), el pánico moral se genera frente a circunstancias intrasociales y se combate con mecanismos de control social. La magnitud y la duración del estado de pánico moral son variables y están sujetas a influencias por los medios de comunicación, aun cuando estas interacciones son interpretadas de muy diverso modo. Las autoridades gubernamentales pueden diagnosticar un estado de pánico sin haber sondeado adecuadamente la opinión de la ciudadanía, generando una respuesta exagerada frente a los riesgos reales y creando nuevas situaciones de incertidumbre moral.

Este tipo de eventos que generan intimidación en las sociedades, fueron utilizados desde antes de la época de la conquista del continente americano, ya que estas estrategias eran usadas en las guerras del medioevo que se desarrollaban en el viejo mundo. En 1422 el ejército lituano catapultaba cadáveres y excrementos a los defensores de Carolstein (Austria) (Katona, 2002), los españoles en 1495, a su vez, entregaban vino contaminado con sangre de leprosos a sus adversarios franceses. Por lo anterior, la réplica de este tipo de tácticas al momento de llegar a las Américas no es extraña, puesto que los comandantes de la conquista aprendieron estas estrategias en las guerras con sus vecinos.

En la historia reciente, es innegable que los eventos del 11 de septiembre en



Estados Unidos, han aumentado el temor a posibles ataques bioterroristas, lo que ha desencadenado en reacciones políticas y militares en el aumento de recursos para contrarrestar este tipo de amenazas, pero muchas de estas reacciones involucran directamente la investigación sobre microorganismos con potencial bioterrorista, lo que resulta contradictorio porque un elemento utilizado netamente para objetivos investigativos, puede convertirse sin ningún problema en un arma de destrucción masiva. Según Lane y Fauci & Quintiliani (2001) los eventos del 11 de septiembre, aunados al brote de casos de ántrax cutáneo y por inhalación en EUA, sugieren que la posibilidad del bioterrorismo es una realidad en el nuevo milenio. Entre el 4 de octubre y el 23 de noviembre de 2001, el Centro de Prevención y Control de Enfermedades (CDC, por sus siglas en inglés) ha confirmado un total de 11 casos de ántrax por inhalación y siete de ántrax cutáneo en EUA, como resultado de la utilización de *B. anthracis* como arma biológica. La mayoría de los casos se han asociado epidemiológicamente con el sistema postal de ese país. Este tipo de eventos inesperados en la población civil ha causado una extraordinaria movilización de los sistemas de protección social y de recursos para la salud, no sólo en EUA sino en todo el mundo. Este es el primer aviso de una insólita situación (Jernigan et al., 2001).

De otro lado, es notable que existan más armas biológicas en potencia que enfermedades que actualmente afecten a los seres humanos, animales o cultivos, por lo que es viable afirmar que las armas biológicas son innumerables. Sin embargo, para elegir un microorganismo como arma biológica, va a depender de que cumpla con determinadas características vitales para el atacante que la convertirían en una amenaza real y masiva, como por ejemplo una fácil diseminación. Según Kortepeter et al (2001), existen cuatro rutas para la transmisión de los microorganismos:

Contacto directo: ocurre al tocar directamente al paciente sin que se tenga ningún tipo de barrera

Contacto indirecto: sucede sin que se tenga ninguna protección cuando se tocan superficies, equipo médico o mobiliario

Gotas: esta transmisión se da cuando se inhalan gotas mayores a cinco micras, es decir al toser, estornudar, hablar o en algún procedimiento como broncoscopías

Aire: la transmisión por gotas ocurre cuando se aspiran gotas menores a cinco micras, que de igual manera se expulsan al toser, estornudar, hablar o en algún procedimiento invasivo.

Dentro de los microorganismos que cumplen con este tipo de características, por lo que son potenciales armas biológicas se encuentran: además del bacilo del ántrax, la infección por *Yersinia pestis* (plaga o peste), la variola mayor (viruela), la toxina botulínica (botulismo), la infección por *Francisella tularensis* (tularemia), y las fiebres hemorrágicas ocasionadas por los filovirus (Marburg y Ebola) y por el grupo de los arenavirus como Lassa (Fiebre de Lassa) y el virus de la fiebre hemorrágica argentina



(CDC, 2001; Dennis et al., 2001).

5. CONCLUSIONES

La evidencia expuesta demuestra que es imperante tener información de primera mano sobre el bioterrorismo y el daño que este puede ocasionar al ser humano, debido a que la utilización de armas biológicas a escala global ya no es hoy en día, una amenaza teórica sino una realidad cuyo potencial destructivo es extremadamente elevado.

El bioterrorismo genera situaciones inesperadas y explosivas al interior de una población humana, debido a que no es fácil de tipificar entre los daños sociales y reacciones humanas hasta ahora conocidas, es por esto y por su falta de predictibilidad e indeterminismo, que el bioterror representa un riesgo latente para cualquier nación.

El cambiante panorama epidemiológico que se presenta actualmente a nivel mundial, obliga a tener una infraestructura suficiente para realizar diagnósticos rápidos de enfermedades emergentes, raras o insólitas, que finalmente podrían consolidarse como una agresión bioterrorista. Esto permitiría acciones preventivas y de reacción oportunas por parte de los grupos interdisciplinarios responsables de la seguridad nacional con el fin de preservar la vida de la población civil en general, así como la estabilidad militar y política de un país.

REFERENCIAS

- Balk SJ, Abramson JS, Baker CJ, Peter G. (2000). Chemical -biological terrorism and its impact on children: A subject review. *Pediatrics*. 105 (3).
- CDC. (2001). Recognition of illness associated with the intentional release of a biologic agent. *MMWR Morb Mortal Wkly*. 50 (41), 893-897.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2005). Potential Biological Weapons Threats. *Bioterrorism*.
- Christopher G, Cieslak T, Pavlin J, et al. (1997). Biological warfare: A historical perspective. *JAMA*. 278 (5), 412-417.
- Cole LA. (1996). The specter of biological weapons. *Sci Am* 275 (6),30-35.
- Cordero del Campillo M. (2001). Las grandes epidemias en la América colonial. *Arch Zootec*. 50, 597-612.
- Dennis Dt, Inglesby T, Henderson T, et al. (2001). Tularemia as a biological weapon. Medical and public health management. *JAMA*, 285 (21), 2763-2773
- Diamond J. Up to the starting line. (1999). Guns Germs, Steel. The fates of human societies. *New York (NY): WW Norton & Company*. 35-52.
- Franz DR, Jahrling PB, Friedlander AM, McClain DJ, Hoover DL, Bryne WR et al . (1997). Clinical recognition and management of patients exposed to biological warfare agents. *JAMA*. 278 (5), 399-411.
- Giesecke J. (1994). Mathematical models for epidemics. En: *Modern Infect Dis Epidemiol. Oxford University Press*. 109-123.
- Gradon J. (2000). An outbreak of Ebola virus: Lessons for everyday activities in the intensive care unit. *Crit Care Med*. 28 (1), 284-285.
- Harris S. (1992). Japanese biological warfare research on humans: A case study of microbiology and ethics. *Ann NY Acad Sci*. 666, 21-52.
- Jernigan JA, Stephens DS, Ashrord DA, Omenaca C, Topiel MS, Galbraith M. (2001). Bioterrorism-related inhalational Anthrax: The first 10 cases reported in the United States. *Emerg Infect Dis*. 6 (7), 1-26.
- Katona P. (2002). The history of bioterror and biowarfare. *Buss Brief Glob Health*. 3, 1-2.
- Kortepeter M, Christopher G, Cieslak T, Culpepper R, Darling R, Pavlin J et al . (2001). USAMRIID'S Medical management of biological casualties handbook. *Fort Detrick (MD): US Army Medical Research Institute of Infectious Diseases (USA-MRIID)*. 4.
- Lane CH, Fauci AS. (2001). Bioterrorism on the home front. A new challenge for american medicine. *JAMA*. 286 (20), 2597-2599.



- Mandell. (2000). Principles and practice of infectious diseases. Londres (UK): Churchill Livingstone, Inc. 5.
- MILLER, J. (2002). George W. Bush pide más fondos para biodefensa. *El Mercurio, Santiago*. p. A4.
- Pesik N, Keim ME, Iserson KV. (2001). *Terrorism and the ethics of emergency medical care. Ann Emerg Med.* 37, 642-646.
- Quintiliani R Jr., Majan AK, Quintilliani R. (2001). Fatal case of inhalational anthrax mimicking intra-abdominal sepsis. *Clin Infect Dis.* 33. Extraído desde: <http://www.emory.edu/ID/011434.web.pdf>
- Roberson SE, Hul I BP, Tomor LO, Bele O, LeDuc JW, Esteves K. (1996). Yellow fever: A decade of reemergence. *JAMA.* 276 (14), 1157-1162.
- Tucker J. (1999). Historical trends related to bioterrorism: An empirical analysis. *Emerg Infect Dis.* 5 (4), 498-504.
- UNGAR, S. (1998). Hot Crises and media reassurance: A comparison of emerging diseases and Ebola Zaire. *British Journal of Sociology.* 49, 36-56.
- Van Courtland Moon JE. (1992). The Korean war case. *Ann NY Acad Sci.* 666, 53-83.



LA INDUSTRIA TEXTIL-CONFECCIÓN Y LA INTERVENCIÓN DEL GOBIERNO COLOMBIANO

Oscar Torres Yarzagaray^a
ostoyar@hotmail.com

Diana Osorio Physco^b
dianayosorio@hotmail.com

Fecha de recepción: agosto de 2014. Fecha de aceptación: octubre de 2014

Resumen: El objetivo de este trabajo es mostrar la importancia del Estado colombiano con las regulaciones e intervenciones realizadas a una industria existente en Colombia y analizar su función como interventor en el desarrollo y establecimiento de políticas de precios, arancelarias, de restricción y de impulso en la industria Textil-Confección que ha presentado situaciones no favorables cuando se trata de competir por un segmento del mercado de la producción textilera (telas y prendas de vestir), debido a la introducción de productos a precios más bajos con relación a los precios de la industria local.

De igual manera, se busca dar a conocer cómo estas políticas establecidas por el Estado repercuten sobre el comportamiento de la oferta y demanda en cuanto a los conceptos de excedentes del consumidor y del productor y el tipo de elasticidad presentadas con y sin la intervención gubernamental.

En la industria Textil-Confección, las medidas implementadas por el Estado, presentaron un cambio positivo desde que se decretaron políticas arancelarias para contrarrestar la entrada de grandes volúmenes de productos procedentes de países con ventajas competitivas en este sector y en especial con aquellos países con los cuales Colombia no ha firmado aún Tratados de Libre Comercio.

Por esta razón el gremio textil en la última década ha recobrado la confianza y ha aprovechado que los excedentes generados para aumentar la infraestructura e invertir en Investigación y Desarrollo.

Palabras clave: Industria Textil-Confección, Tratados de Libre Comercio, consumidor, productor, elasticidad de la demanda.

Abstract: The aim of this paper is to show the importance of the Colombian State regulations and interventions to an existing industry in Colombia and analyze their role as auditor in the development and establishment of pricing policies, tariff restriction and moratorium Textile -Garment industry has presented unfavorable situations when it

^a Doctorando en Ciencias Económicas (Finalizado académicamente). Magister en gerencia Pública, especialista en Formulación y evaluación de proyectos, gerencia financiera, economista. Docente universitario.

^b Magister en Logística, especialista en gestión Logística, Administradora de Comercio Exterior. Asesora marina mercante, Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla".



comes to competing for a market segment of the textile production (textiles and clothing) due to the introduction of products at lower prices relative to prices local industry.

Likewise, it seeks to show how these policies established by the State impact on the behavior of supply and demand in terms of the concepts of consumer surplus and producer and type of elasticity presented with and without government intervention.

In the Textile-Garment industry, the measures implemented by the State presented a positive change since tariff policies were enacted to counter the entry of large volumes of products from countries with competitive advantages in this sector and especially with those countries with Colombia which has not signed FTAs. Therefore the textile guild in the last decade has regained confidence and has used those profits to increase infrastructure and invest in research and development.

Keywords: Textile-Garment Industry, FTAs, consumer, producer, elasticity of demand.

1. INTRODUCCIÓN

Desde que Colombia fue declarada como un Estado Social de Derecho ha obtenido facultades como organismo interventor sobre las decisiones políticas, económicas y sociales.

(La Constitución Política de Colombia de 1991, Artículo 1) Afirma: "*Colombia es un Estado Social de Derecho, organizado en forma de república unitaria, descentralizada, con autonomía de sus entidades territoriales, democrática, participativa y pluralista, fundada en el respeto de la dignidad humana, en el trabajo y la solidaridad de las personas que la integran y en la prevalencia del interés general*".

Las intervenciones del estado juegan un papel fundamental en el desarrollo de las actividades comerciales en todos los sectores económicos, ya sea impulsando o tomando iniciativas para corregir los altibajos presentados en la economía.

Con la apertura a nuevos mercados por medio de los acuerdos comerciales, la industria colombiana ha tenido inconvenientes cuando trata de competir con países que son potencias mundiales en segmentos de mercados específicos.



En el caso colombiano, los Tratados de Libre Comercio pactados con ciertos países de América Latina, Asia, Europa y Estados Unidos, han puesto en peligro la industria Textil-Confección, debido a la introducción de productos intermedios y terminados a precios muy bajos, representados por costos de producción que alcanzan aproximadamente un 50 por ciento menos que los costos locales.

Por esta razón, el gobierno en sus facultades administrativas debe hacer frente a este tipo de situaciones, implementando políticas arancelarias que ayuden a frenar las importaciones excesivas y aumentar la producción nacional para que pueda ser más competitiva.

2. LA INDUSTRIA TEXTIL EN COLOMBIA

2.1. CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR

El sector Textil-Confección se encuentra conformado por distintos procesos y representantes estratégicos; primeramente, se encuentran los proveedores que realizan las instalaciones en el mercado de los insumos o materias primas de la industria; en segundo lugar, se encuentran las empresas textiles que tienen a su cargo el proceso de manufactura con la preparación y transformación del *Hilo*; y por último, se encuentran las empresas de confecciones que son las responsables por la fabricación de los productos finales y la oferta de servicios complementarios para diferentes empresas destinadas a la comercialización mediante canales de distribución y el consumidor final (Superintendencia de Sociedades, 2013).

La industria textil colombiana es una de las más representativas de la actividad económica del país, participando con más del 12 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) industrial y alrededor del 1,6 por ciento del valor agregado nacional y forma parte de las actividades de exportación, contribuyendo con más del 5 por ciento del total de exportaciones nacionales. Debido a esto, la industria textil y de confecciones se ha transformado en la más importante representación de exportaciones no tradicionales de Colombia.

En el año 2011, las industrias textil y de confecciones presentaron incrementos significativos, que fueron jalonados principalmente por la demanda interna. Incrementos del 6,4 por ciento y 5,5 por ciento respectivamente.

De igual forma, las importaciones para ese mismo año crecieron en un 75 por ciento con bienes procedentes de países como China y la India, destacándose como los más importantes países proveedores del territorio nacional, con relación a este sector económico. Lo anterior justifica la importancia de la regulación del Estado en estos



Periodos y posteriores a ellos, para lograr sostener la industria nacional a unas tasas de crecimiento, aun cuando las importaciones de estos países asiáticos crecen tan significativamente.

Gráfica 1. Contribución porcentual de los principales países importadores de la industria Textil-Confección a Colombia. 2011.



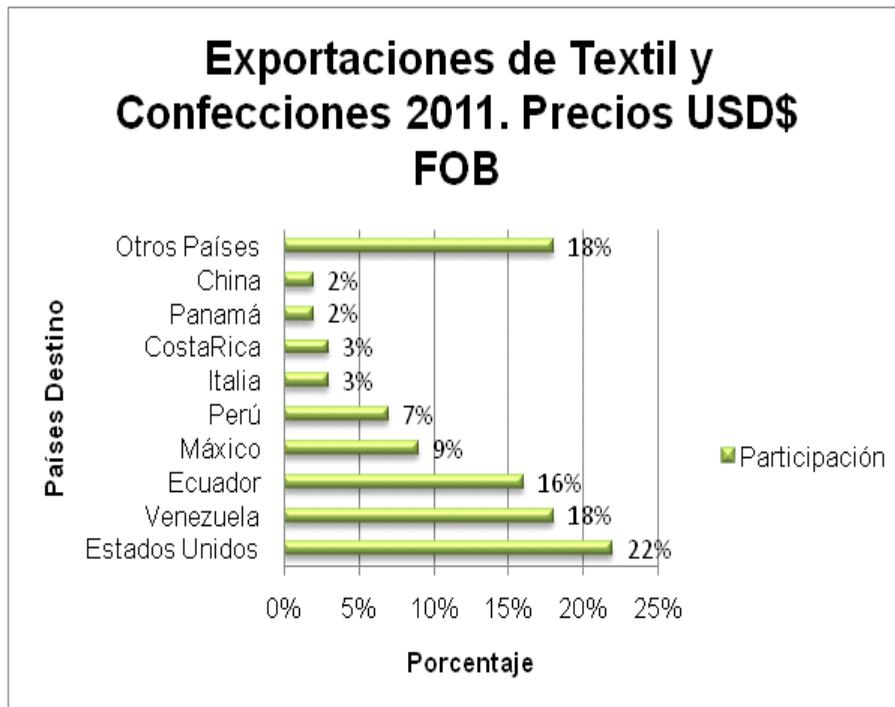
Fuente: PROEXPORT. Elaboración propia.

Por otra parte, Colombia ofrece sus productos textiles a países como Venezuela, México y Ecuador, convirtiéndose en los destinos preferidos por la industria nacional para llevar a cabo sus relaciones comerciales. Así mismo, desde la puesta en marcha del Tratado de Libre Comercio con los estados Unidos, las oportunidades de inversión para la producción textil ha generado la confianza suficiente para incursionar en este mercado.

El 53 por ciento de las exportaciones del sector hacen referencia a las confecciones, mientras que un 26 por ciento corresponden a textiles.



Gráfica 2. Participación de los principales destinos de la Industria Textil- Confección en el exterior.



Fuente: DANE. Elaboración Propia.

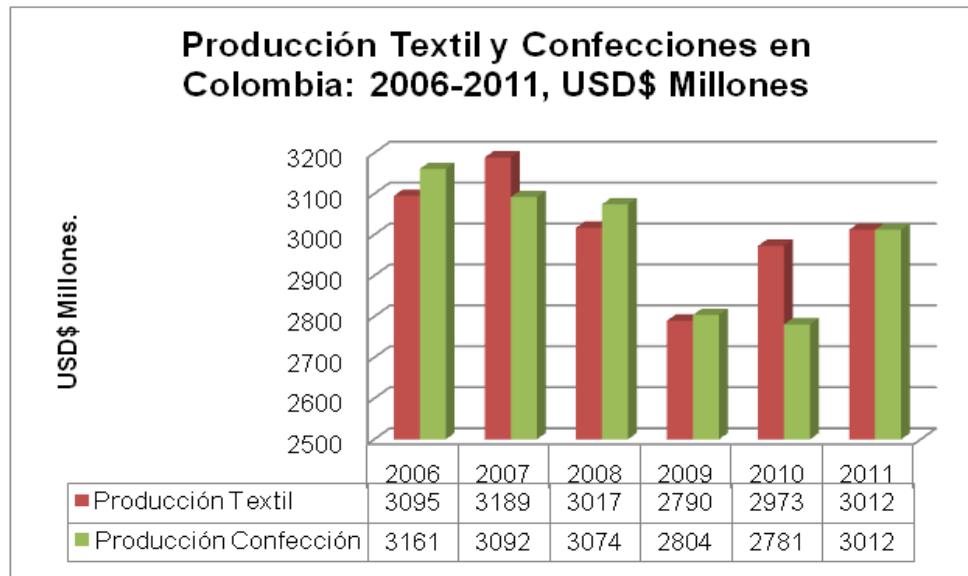
A nivel nacional, los departamentos que mayor rendimiento presentaron en la producción de textiles y confecciones fueron Antioquia y Cundinamarca, contribuyendo con más del 90 por ciento de la producción total nacional. El nivel de producción de este sector se ha desarrollado en los últimos años por medio del aumento en el consumo, la reactivación de las ventas, la multiplicidad de los destinos de exportación y el crecimiento económico de los asociados productivos.

El último informe oficial de la Superintendencia de Sociedades mostró que la producción nacional de esta industrial creció un 10,3 por ciento debido especialmente al incremento del subsector de las confecciones, las cuales aumentaron en un 20 por ciento.

A continuación se presenta la evolución de la industria textil, con relación a los dos subsectores que la componen desde el año 2006 hasta el 2011.



Gráfica 3: Producción de la industria textil en Colombia desde el año 2006 hasta el año 2011. Cifras en Millones de Dólares.



Fuente: Superintendencia de Sociedades. Elaboración propia.

Desglosando un poco más la información, se observa el comportamiento del sector textil durante el periodo 2006 a 2011, mostrando el comportamiento de los sectores textil y confección. En el año 2008 comenzó un decrecimiento hasta el 2009 y de ahí hasta el 2010 nuevamente comenzó a crecer equilibrando la producción textil con la de las confecciones en Colombia según datos de la Superintendencia de sociedades.

En el año 2011 el incremento de las industrias textiles y de confección se explica por el incremento de la demanda interna entre otras.

Con esta información, se puede decir que los consumidores a nivel del territorio nacional, gastaron en todo lo relacionado con las prendas de vestir, la suma de 6,9 billones de pesos según los datos obtenidos de la Gran Encuesta Integrada de Hogares reportada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE. Este comportamiento es el reflejo del crecimiento de las ventas totales, las cuales han aumentado a una tasa compuesta anual del 8 por ciento desde el año 2000.

La demanda interna cerró el 2011 con un crecimiento del 8,8 por ciento con respecto al 2010, donde se observó el mayor consumo en los hogares que pasó del 5 por ciento en el año 2010 y alcanzó el 6,5 por ciento en el 2011, lo que equivaldría a un 60 por ciento de la demanda interna total, acompañado de un ajuste de tan sólo el 0,22 por ciento de los precios lo que garantizó una estabilidad en los precios a nivel nacional.



2.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA INDUSTRIA TEXTIL EN COLOMBIA

Sin duda alguna, el decrecimiento de los años 2009 y 2010 se debe al contrabando, el lavado de activos y las desproporcionadas importaciones a causa de los acuerdos comerciales que han entrado en vigencia entre Colombia y varios países de América Latina, Europa y Asia. Esto ha causado un impacto negativo en la industria textil y de confecciones puesto que ha generado un desequilibrio económico e incluso en el caso más extremo, ha provocado el cierre de ciertas compañías en Colombia.

Es cierto que los Tratados de Libre Comercio advierten la posibilidad de encontrar nuevos mercados a nivel internacional y de explotar ciertos sectores de la economía, aumentando la capacidad de producción y la generación de empleo. No obstante, también es cierto que esta apertura trae como consecuencia la inestabilidad en algunos sectores de la economía, que se vuelven vulnerables cuando tratan de competir con países que son potencia en materia de industria.

Un claro ejemplo es el Tratado de Libre Comercio previsto entre Colombia y China – éste último potencia por naturaleza en la industria textil -: éste podría generar posibles desequilibrios futuros desde el punto de vista económico y social para el sector; lo anterior justificado por los avances y la especialización que se convierten en ventajas comparativas y competitivas, las cuales afectarían negativamente el desarrollo de este sector en Colombia.

Por otra parte, sólo hasta el año 2004, el mercado internacional de la industria textil, según cifras de la Organización Mundial del Comercio (OMC), se administraba por *Cuotas*, que inmediatamente fueron suprimidas, la oferta de bienes se disparó en todo el mundo, en especial por aquellos productos provenientes de Asia, comandados por China, como cabeza mundial en la producción, trayendo como consecuencia, que los precios disminuyeran en todos los países.

En el caso de Colombia, al igual como está sucediendo en el panorama mundial, la revaluación del peso colombiano, el cual ha alcanzado una apreciación del 38 por ciento en los últimos 10 años, no solo ha traído como consecuencia importaciones mucho más baratas, sino que también ha generado que los costos internos de las empresas del sector, (medido en dólares, materias primas, mano de obra y gasto energético) estén causando la baja de competitividad.

Un salario mínimo en Colombia alcanza los USD\$327 aproximadamente, mientras que en México es de sólo USD\$150 y en Perú de USD\$294. Y si miramos el costo de la mano de obra de los países asiáticos, podremos observar que en China el salario mínimo es de USD\$150, en Pakistán de USD\$82 y en Indonesia de USD\$103.

En otras palabras, los países asiáticos abarcan la mayoría de la producción mundial de confecciones y del sector textil, con costos de producción muy por debajo del 50 por ciento del salario en dólares de la industria colombiana.

En el año 2005, existía una relación de 1 a 5. Es decir, por cada dólar que entraba



En el año 2005, existía una relación de 1 a 5. Es decir, por cada dólar que entraba a Colombia se exportaban 5 dólares. En el 2011, la relación pasó a ser de 1 a 1 y en el 2012, la relación pasó a ser menor, inclinándose favorablemente para aquellos bienes procedentes del extranjero.

2.3. INTERVENCIÓN DEL GOBIERNO COLOMBIANO EN LA INDUSTRIA TEXTIL Y DE CONFECCIONES

Los Tratados de Libre Comercio como factores determinantes en la expansión de los mercados, eliminación de fronteras económicas y factor dinamizador de la globalización, se han convertido en casi todos los sectores de la economía colombiana como los generadores del desequilibrio entre la demanda y la oferta.

La inclusión de nuevos productos al país y su respectiva comercialización ha beneficiado mucho más a los consumidores y ha perjudicado notoriamente a las empresas productoras nacionales. Al abrirse la frontera económica entre países, los consumidores jalonarán la industria a su favor, aumentando sus excedentes como consecuencia de la comercialización en el mercado nacional de productos primarios e intermedios, e incluso productos finales, a precios por debajo de precios locales. En otras palabras, los consumidores pagarán precios por la obtención de productos muy por debajo del precio acostumbrado. Y en una industria donde la mano de obra nacional representa el doble de la mano de obra asiática, muchas de las empresas locales no arriesgarán mucho y optarán por fusionarse, venderse o simplemente liquidarse.

En relación con lo anterior, el hecho que ayudó a incrementar las importaciones, fue la decisión que se tomó por parte del Estado colombiano a finales del 2011 y principios del 2012, en reducir los aranceles, lo que se convirtió en una amenaza real para los textiles. Posterior a esto Colombia en el 2013, busca generar equilibrios mediante la aplicación de aranceles a las reexportaciones generadas por la zona libre de Colón Panamá, las cuales afectaron directamente las industrias de confecciones, textiles y calzado. Esa zona representa el 7 por ciento del Producto Interno Bruto de Panamá.

Sumado a eso, se encuentra el costo de la energía que se necesita para la producción, la cual está arrastrando a la industria, debido a los sobrecostos generados en el sector energético y que en comparación a la competencia representa una determinante en los altos costos en la industria textil-confección.

De igual forma, la calidad de la infraestructura vial de Colombia afecta negativamente, lo que implícitamente eleva los costos de transporte. Las empresas productoras para poder colocar sus productos en los principales puertos del país, deben pagar fletes excesivamente altos y esto se le suma directamente al costo de producción.

Por esta razón la diferencia entre la producción nacional y la extranjera está



Por esta razón la diferencia entre la producción nacional y la extranjera está determinada por los precios. A manera de ejemplificar, un *Jean* exportado desde Colombia puede alcanzar a valer en el mercado internacional de USD\$10 a USD\$12. Sin embargo, una misma prenda con características muy similares proviene del mercado asiático con un precio de USD\$5. Por esta razón muchas compañías tomaron la determinación de pasar de empresas netamente productoras a comercializadoras.

En el caso de Coltejer, que por décadas ha representado a la industria textil colombiana - hoy día es una empresa del grupo textil Kaltex de México -, fue una de las menos beneficiadas desde que se impartió esta medida arancelaria por parte del gobierno nacional, y junto con eso la firma de Tratados de Libre Comercio con países que son potencia mundial en gran parte de todos los productos que de igual forma se producen en Colombia. Coltejer en el año 2012 se vio en la necesidad de reducir su planta de personal en un 15 por ciento y en el 2013 un 10 por ciento adicional, ocasionando pérdidas para finales del año fiscal en el 2013 de más de \$30.000 millones.

Con esto no cabe más que decir, que la apertura de Colombia no sólo en la industria textil sino en otros sectores de la economía, fue muy temprana y apresurada con la cual la industria nacional no contaba con la suficiente preparación para amortiguar el impacto generado.

Por otra parte, las medidas tomadas por el Estado nacional para frenar el aumento de las importaciones y socorrer la industria textil, consistieron en aplicar un arancel mixto compuesto por un *ad valorem* del 10 por ciento, adicionando otro específico de USD\$5 por cada kilogramo introducido al país. Esta medida se tomó transitoriamente mientras se esperaban los resultados.

Claro está que esta medida tomada por el Estado colombiano no aplica para aquellos países con los cuales Colombia firmó acuerdos de libre comercio. El resultado esperado es un impacto positivo para la industria nacional, debido a que el 70 por ciento de las confecciones que entran al país pertenecen a mercados diferentes.

Sin embargo, esta no fue la única medida proteccionista que el Estado tomó para salvaguardar la industria textil en Colombia. La creación del Decreto 074 de Diciembre de 2013, incrementó el empleo en un 21,2 por ciento en todo el territorio nacional.

La Cámara Colombiana de Confecciones y Afines (CCCyA) reconoció el gran logro obtenido con este decreto, recobrando la confianza de los consumidores sobre los productos de origen nacional.

Esta medida, que consistió en aumentar los aranceles a todas las partidas referentes a prendas de vestir terminadas e importadas de otros países, con el propósito de que el gremio industrial volviera a fijarse en la confección nacional con altos niveles de calidad como una alternativa válida y fuerte para el comercio, generando múltiples ingresos a Colombia y constituyéndose como uno de los sectores más generadores de empleos en los últimos años.



Según informe de la CCCyA, se percibe un ambiente distinto y muy favorable, el cual nunca se había visto años atrás. Con esto se logró reactivar el sector de confecciones dando como resultados, importantes cambios favorables en el crecimiento de la producción.

Básicamente, este decreto especifica que en un rango entre USD\$0 a USD\$10 por cada kilogramo de producto terminado (Confección), quedaría el arancel con el mismo coeficiente que son USD\$5 por kilogramo más el 10% del valor. A partir de los USD\$10, el arancel es de USD\$3 por cada kilogramo más el 10 por ciento del valor.

El objetivo de esta medida es que en los rangos de precios medios y altos, el arancel tendría una disminución para no desincentivar el comercio formal. Sin embargo, cabe resaltar que esta determinación del Estado colombiano sobre el arancel aplicado a países con los cuales Colombia no goza de Tratados de Libre Comercio, es simplemente aplicada a la de los bienes importados en su calidad de intermedio o productos terminados, mientras que la preocupación del gremio textil radica en que se deben implementar medidas adicionales para salvaguardar la producción de hilos y textiles, que son los insumos principales de la confección.

2.4. EXCEDENTES DEL CONSUMIDOR Y DEL PRODUCTOR Y LA ELASTICIDAD DE LA DEMANDA Y OFERTA DE LA INDUSTRIA TEXTIL EN COLOMBIA

2.4.1. Excedente del consumidor y la elasticidad de la demanda

Se entiende por excedente del consumidor, al beneficio económico obtenido por los consumidores, producto de la diferencia entre el precio que estarían dispuestos a pagar y el precio realmente pagado.

Según (Pindyck & Rubinfeld, 2009) definen el concepto de excedente del consumidor como la medición del grado de bienestar que obtienen los individuos en todo su conjunto por poder comprar un bien en el mercado, mostrando la diferencia entre la cantidad máxima que está dispuesto a pagar un consumidor por un bien y lo que realmente paga.

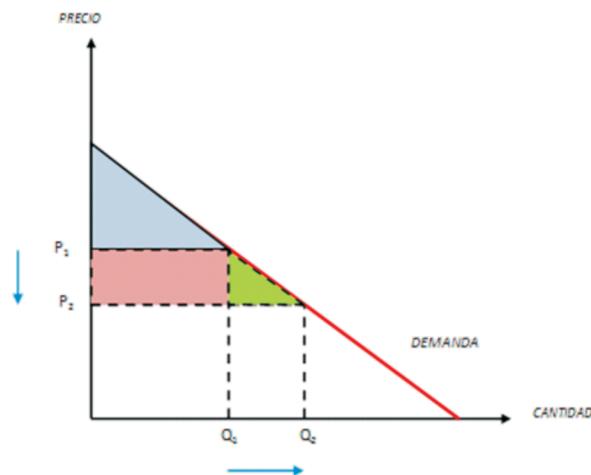
Para el caso colombiano, el cual importa bienes de la industria textil-confección en su gran mayoría de China, ha sufrido cambios en el comportamiento del excedente de los consumidores del territorio nacional. Al disminuir los precios, el excedente se incrementa, trayendo más beneficios para los consumidores los cuales son atendidos en un nicho mucho más amplio con precios aún más competitivos.

En la Gráfica 4 se puede identificar el excedente del consumidor generado cuando se adquieren cantidades de bienes Q_1 a un precio P_1 (zona azul). Cuando el



precio baja, debido a la inclusión al territorio nacional de bienes importados, en especial de aquellos que tienen relaciones comerciales con Colombia, el excedente de los consumidores se incrementa, dando como resultado un excedente adicional para los consumidores que adquirieron cantidades de bienes Q_1 a precios P_1 y un excedente del consumidor para los nuevos compradores que adquieren cantidades de bienes Q_2 a precios más bajos P_2 .

Gráfica 4. Comportamiento del excedente del consumidor.



Fuente: Elaboración propia

Bajo este concepto y de acuerdo con la realidad presentada en la industria textil colombiana, cualquier cambio que se presente como disminución del precio aumenta significativamente el excedente de los consumidores, abarcando un nicho de mercado mucho más amplio caracterizado por la variedad en precios y características propias de los productos elaborados y/o comercializados.

La entrada de productos terminados está favoreciendo en gran medida a los consumidores nacionales que optan por comprar diferentes estilos y productos con características innovadoras. Mientras que los más afectados son las empresas nacionales que por el excesivo costo de la mano de obra y de energía, ofrecen productos a precios por encima de la competencia, los cuales no son competitivos y no llaman la atención de un gran segmento del mercado.

Esta situación fue marcada por la supresión arancelaria ocurrida en los últimos años y que generó un comportamiento distinto de los consumidores que apreciaban más los productos extranjeros. Los comercializadores y los clientes finales han sido los más favorecidos, por eso muchas de las empresas productoras optaron por funcionar bajo la modalidad de comercializadores.

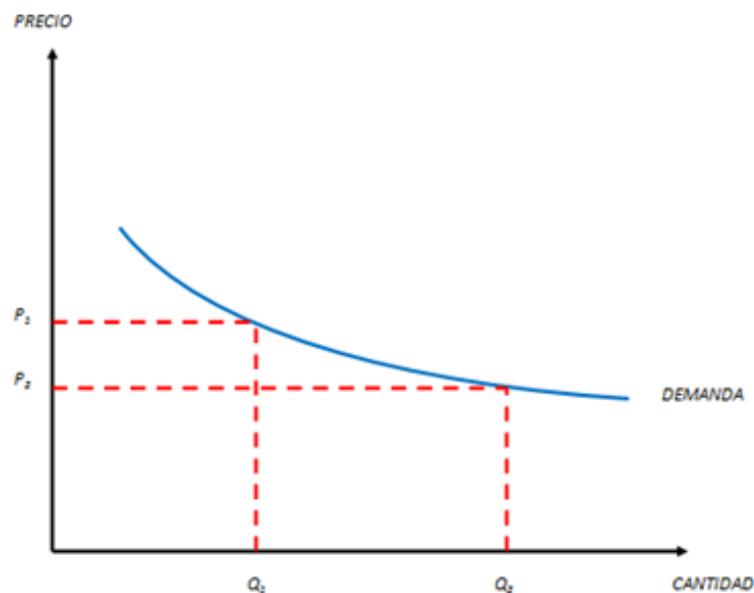


Por otra parte, desde el punto del comportamiento de la demanda vista desde la perspectiva de la elasticidad, la mayoría de los países que emprenden negociaciones y acuerdos comerciales con otros países potencia en una industria determinada, su demanda tiende a presentar una elasticidad de tipo elástica con desplazamientos hacia un mayor número de cantidades de bienes. Las variaciones en los precios son menores a las experimentadas con las cantidades de bienes y/o servicios.

En pocas palabras, los consumidores optarán por comprar productos mucho más baratos y que son de origen extranjero ya que conociendo el excedente generado, podrán obtener beneficios económicos por tomar tal decisión en el mercado.

En Colombia, la entrada de productos terminados desde China, Estados Unidos y México, está obligando a que la demanda nacional se comporte elásticamente. A continuación se presenta una apreciación del cambio producido por la inclusión de nuevos productos textiles al mercado colombiano y su repercusión en la demanda nacional.

Gráfica 5. Comportamiento aproximado de la elasticidad de la demanda en la industria Textil-Confección en Colombia.



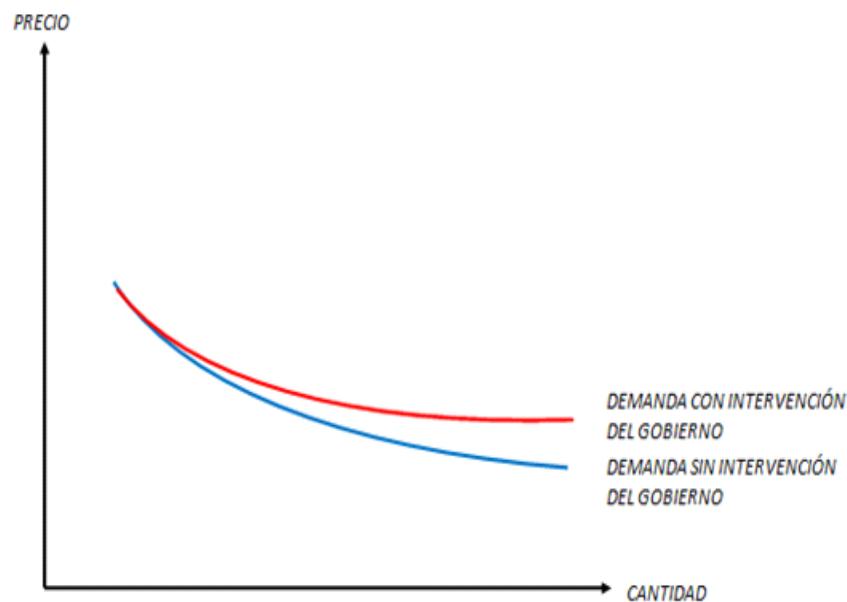
Fuente: Elaboración Propia.



Como se puede apreciar, el incremento producido en las cantidades demandadas es mucho mayor que el incremento en los precios de éstas. Por tal motivo, la elasticidad tiende a ser elástica, dejando como resultados una amplia área bajo la curva de demanda y por encima del punto de equilibrio el cual corresponde a todo ese excedente de los consumidores generado por la importación de productos intermedios y terminados, en especial de aquellos países con los cuales Colombia tiene Tratados de Libre Comercio.

Con las medidas tomadas por el gobierno nacional, la demanda debe tener un desplazamiento hacia arriba, ya que se implementaron restricciones a los países que no tienen TLC con Colombia y que son importadores en un 60% aproximadamente. Lo anterior se expresa gráficamente de la siguiente manera.

Gráfica 6. Desplazamiento de curva de Demanda provocado por la intervención del Gobierno.



2.4.2. Excedente del productor y la elasticidad de la oferta

Según la definición de (Pindyck & Rubinfeld, 2009) el excedente del productor se define como la suma de la diferencia entre el precio de mercado del bien y el costo marginal de producción en todas las unidades productivas. En pocas palabras, el excedente del productor es el beneficio que los productores adquieren por la venta de sus productos, a un precio por encima de sus costos marginales.

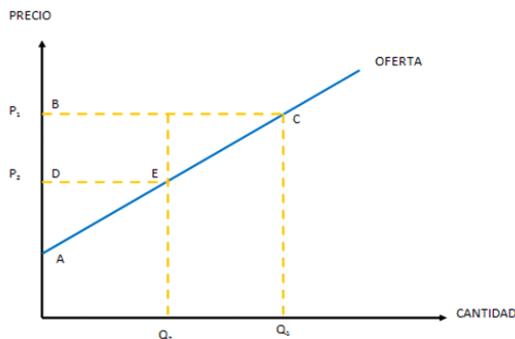
Actualmente la industria textil-confección está pasando por un proceso de recuperación bajo en el cual se instauraron medidas proteccionistas para contrarrestar el impacto generado por los Tratados de Libre Comercio, debido a las excesivas importaciones de productos intermedios y terminados con costos de producción muy bajos, que compiten fácilmente despojando a la industria nacional del mercado, obligando la fusión y/o cierre de ciertas empresas que por años han sido representantes de la industria textil en Colombia.

En el momento en que entraron en vigencia los Tratados de Libre Comercio en Colombia, la oferta de productos textiles sufrió un cambio significativo en el excedente de los productores y éstos disminuyeron hasta tal punto que se colocaron por debajo del costo marginal, generando pérdidas muy grandes para toda la industria. De igual manera, la diversidad de productos y precios bajos ha causado que la curva de la oferta tenga un tipo de elasticidad dócil, abarcando un gran segmento del mercado destinado para una población de consumidores ansiosos de obtener productos de la industria textil a precios muy bajos.

Al disminuir el excedente, las empresas no pueden ser competitivas, obligándolas a rediseñar sus procesos y modificar sustancialmente su estructura de costos, para poder alcanzar a competir con los productos importados.

Gráficamente se muestra el comportamiento del excedente del productor cuando se reduce el precio de un producto.

Gráfica 7. Comportamiento del excedente del productor.

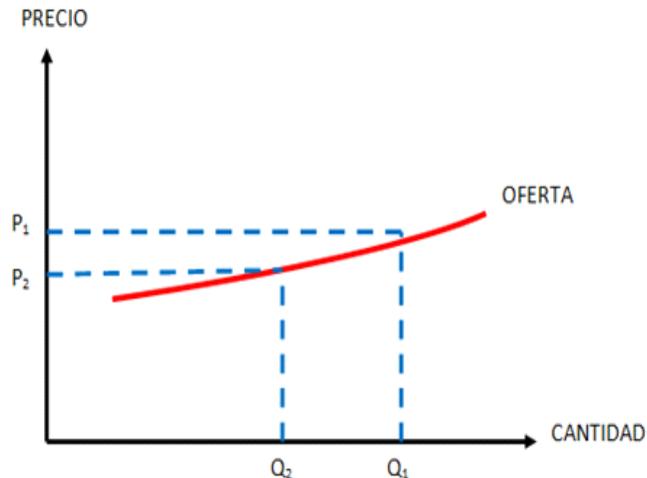


Fuente: Elaboración Propia.

Con un precio P_1 , el excedente del productor estaba determinado por el área comprendida entre los puntos A, B y C, mientras que cuando se reduce el precio debido a la creciente entrada de productos a nivel nacional, el excedente del productor se reduce sólo a la región comprendida por los puntos A, D y E, lo que en términos monetarios se convierte en pérdidas significativas que obligan a tomar decisiones no tan agradables por parte del gremio industrial.

Ahora, si analizamos el comportamiento de la curva de la oferta desde la óptica de la elasticidad, se puede inferir que ésta tiende a tener elasticidad de tipo elástica debido a la constante entrada de productos importados al territorio nacional generando mucho más competitividad en el mercado. Con precios sumamente bajos en comparación a los precios de los productos nacionales, los consumidores tienden a adquirirlos por razones subjetivas que cumplen específicamente sus necesidades. Y sumando todas esas necesidades de los consumidores, obligan a que las empresas reduzcan los precios, sacrificando en muchas ocasiones el margen de utilidad y la misma integridad de la empresa.

Gráfica 8. Comportamiento de la elasticidad de la oferta



Fuente: Elaboración propia.

Con las medidas tomadas por el gobierno en aumentar el arancel a los productos intermedio y productos terminados para los países con los cuales Colombia no posee TLC's, este comportamiento elástico de la oferta se ha reducido en gran medida, recuperando el excedente para los productores, que se convierten en capital necesario para mejorar las condiciones productivas de la industria y ser mucho más competitivos.



Con las medidas tomadas por el gobierno en aumentar el arancel a los productos intermedio y productos terminados para los países con los cuales Colombia no posee TLC's, este comportamiento elástico de la oferta se ha reducido en gran medida, recuperando el excedente para los productores, que se convierten en capital necesario para mejorar las condiciones productivas de la industria y ser mucho más competitivos.

3. CONCLUSIONES

Colombia, al igual que otros países que poseen Tratados de Libre Comercio con potencias netamente industriales, sufre un impacto muy negativo cuando intenta competir con los mismos bienes y/o servicios en el mercado nacional. Sin duda, Colombia ha sido bombardeada por los países asiáticos con productos de la industria textil-confecciones, debido a que los costos de producción en esas regiones son mucho menores que los costos de producción de las empresas locales.

Por esta razón, el gobierno nacional a través de decretos y proyectos de ley que han sido aprobados por el Congreso de la República, ha determinado políticas para salvaguardar la industria y recuperar la confianza de los productores. Estas medidas permiten incrementar los excedentes de producción que se habían perdido a causa de la entrada de mercancías baratas.

Estas medidas hacen que, principalmente la oferta, disminuya su elasticidad, buscando una relación de 1 a 1 entre un precio y una cantidad de bienes. En otras palabras, el mercado estaría obligando a los consumidores nacionales a pagar el precio que la industria está pidiendo por la fabricación y/o comercialización de este tipo de bienes, con esto las actividades económicas de este sector se aprecian mucho más y la inversión se hace mucho más llamativa.

Así mismo como sucede con otros sectores o industrias afectadas por la ola de tratados de libre comercio, la industria textil debe replantear su estructura de costos y encontrar de la manera más estratégica un mecanismo que permita disminuir los precios de los productos sin sacrificar el margen de utilidad, ser mucho más innovadores y lograr con el gobierno nacional una evaluación proyectada de los impactos que posiblemente pueda tener esta industria en los años venideros, y estar lo suficientemente preparados para afrontarlos y tener entre manos un plan que permita contrarrestarlos; y no esperar que cuando se presenten este tipo de situaciones, tomar decisiones aceleradas a manera de experimentación como lo ocurrido con el Decreto 074 de Diciembre de 2013, donde aún el gobierno nacional no ha tomado la decisión de prórroga de la ejecución del mismo.

REFERENCIAS

- Asociación Nacional de Empresarios (ANDI). Cámara Colombiana de Confecciones y Afines (CCCyA). *Recuperado de <http://www.andi.com.co>.*
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2011). Muestra Mensual Manufacturera. *Recuperado de <http://www.dane.gov.co>.*
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (Decreto 074 de 2013). *Recuperado de <http://www.mincit.gov.co>*
- Pindyck, R., & Rubinfeld, D. (2009). Microeconomía. *Madrid: Pearson Prentice Hall.*
- Revista Dinero. (2014). Industria Textil Resucitó en 2013.
- Superintendencia de Sociedades. (2013). Informe Sector Textil-Confección.



INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

La revista DERROTERO de la Ciencia y la Investigación, es una publicación con periodicidad anual de la Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla" que pone al alcance de la comunidad académica y, en general, al público interesado en los temas de desarrollo científico y académico, los resultados de las investigaciones más destacadas en las áreas de Ingeniería Naval, Administración Marítima, Oceanografía Física, Ciencias Navales y Ciencias Sociales. Todos los artículos se someten a revisión por pares académicos con amplia experiencia sobre las temáticas.

La revista es abierta a investigadores nacionales y extranjeros y se publicarán artículos que no hayan sido divulgados, ni estén siendo considerados por otra revista para su publicación. Las opiniones expresadas en los artículos de esta revista son responsabilidad exclusiva de los autores.

1. GENERALIDADES

1.1. La revista DERROTERO de la Ciencia y la Investigación recibirá solo artículos de investigación e innovación definidos por Publindex Colciencias, los cuales son documentos en los que el autor(es) presenta la producción original e inédita, resultado de procesos de investigación, reflexión o revisión, en las áreas de Ingeniería Naval, Administración Marítima, Oceanografía Física, Ciencias Navales y Ciencias Sociales.

1.2. Los artículos se deben remitir al editor de la revista DERROTERO de la Ciencia y la Investigación de la ENAP, en medio digital a los correos: derrotero@enap.edu.co y emejiac@enap.edu.co. Además a estos correos se debe informar los datos de cada uno de los autores con nombre completo, título universitario de pregrado y el de postgrado más alto obtenido, correo electrónico, cargo, nombre de la institución o empresa donde trabaja, dirección de residencia u oficina, teléfono o celular, documento de identidad y fecha de nacimiento; esta información se hace necesaria para el ingreso de información a la plataforma Publindex de Colciencias y para registro de publicaciones de la revista.

1.3. La revista publica artículos en idioma español e inglés.

1.4. Al enviar un artículo, el autor debe hacer constar que éste es original e inédito, producto del mismo, que no ha sido publicado en otras revistas y que cita todas las fuentes usadas. El autor deberá diligenciar el formato "Carta de originalidad para artículos revista DERROTERO" el cual se encuentra en la web <http://www.escolanaval.edu.co/>, apartado publicaciones. Si son varios autores cada uno deberá remitir el formato.

1.5. El autor debe manifestar su aprobación a la publicación en la revista



1.5. El autor debe manifestar su aprobación a la publicación en la revista DERROTERO y su cesión de derechos, diligenciando los formatos "Aprobación para publicar" y la "Cláusula de Cesión de los derechos patrimoniales de autor", los cuales se encuentran en la web <http://www.escuelanaval.edu.co/>, apartado publicaciones. Si son varios autores cada uno deberá remitir el formato.

1.6. Cada autor recibirá un ejemplar de la revista como reconocimiento a su aporte.

1.7. Para dudas, inquietudes o sugerencias, el autor puede remitirse a: Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla", Barrio El Bosque, Isla Manzanillo. Teléfono: 6724610 ext. 229 Mail: derrotero@enap.edu.co y/o emejiac@enap.edu.co

2. PROCESO DE DICTAMEN

A continuación se muestra el proceso de revisión por los pares a modo general para información de los autores:

Fase 1: El artículo recibido será analizado por el Editor de la Revista, que realizará la selección de acuerdo a los criterios establecidos. Una vez se tenga el artículo preseleccionado, pasará al Comité Editorial y en caso de ser aceptado será sometido a una revisión de por lo menos dos pares académicos evaluadores anónimos los cuales emitirán sus conceptos en forma separada para el autor acuerdo el formato propuesto para esto.

Fase 2: Si el concepto de los pares académicos evaluadores es favorable, el artículo se remite nuevamente al autor para que realice las correcciones, en caso de que existiesen.

Fase 3: Finalmente el Editor presenta ante el Comité Editorial el artículo revisado y tomará la decisión para su publicación luego de haber recibido el formato de aceptación a publicar por parte del autor. Además, una vez aceptado el artículo para su publicación, el autor transferirá los derechos a la ENAP por medio de un Acta de Sesión de Derechos, de acuerdo con lo estipulado por la Dirección Nacional de Derechos de Autor de Colombia. El Comité Editorial entiende que las opiniones expresadas por los autores son de su exclusiva responsabilidad.

3. INSTRUCCIONES PARA LA DIGITACIÓN

3.1. Los artículos deben ser presentados usando el procesador de texto Word, hoja tamaño carta máximo **15 páginas** con fuente Arial tamaño 12, márgenes simétricos de 2,54 cm y una columna e interlineado 1.5.



3.2. El título del artículo debe ser corto, específico e informativo, en mayúscula negrilla y centrado al texto.

3.3. Debajo del título se sitúan el nombre del autor o autores especificando e-mail (nota al pie de la página), los títulos académicos, afiliación institucional y localidad.

3.4. El artículo tendrá un resumen en español e inglés, no mayor a 200 palabras el cual debe concentrarse en los objetivos, métodos de estudio, resultados y conclusiones. Igualmente deben identificarse entre 5 y 10 palabras clave en español e inglés.

3.5. La redacción del texto debe realizarse en forma impersonal.

3.6. Las fórmulas y ecuaciones deberán ser realizadas con el editor de ecuaciones del procesador de texto.

3.7. Las figuras e imágenes deben tener alta resolución y deben estar tituladas en la parte inferior. Estos títulos deben estar centrados y numerados correlativamente con letra Arial Cursiva tamaño 10.

3.8. Sangría (Indent) a 5 espacios o ½ pulgada en todos los párrafos y sangría francesa para todas las referencias.

3.9. Evitar las notas de pie de página; en caso de ser muy necesarias deben contener solamente aclaraciones o complementos del trabajo que, sin afectar la continuidad del texto, aporten información adicional que el autor considere indispensable incluir.

4. CITACIONES Y REFERENCIAS

Las referencias bibliográficas corresponderán a los textos citados o referenciados en el cuerpo del artículo y sólo aparecerán al final del mismo; cada cita y referencia debe cumplir con la última versión de las Normas APA (a la fecha Versión 6). A continuación se indican criterios importantes (para más información consultar la Norma APA):

4.1. Citas en el texto

El apellido del autor y la fecha de la obra se incluyen en paréntesis dentro de la oración. Si la oración incluye el apellido del autor, sólo se escribe la fecha entre paréntesis. Si no se incluye el autor en la oración, se escribe entre paréntesis el apellido y la fecha.



Ej: La situación climática de la Isla de Cabo Verde puede ser influenciada por los patrones ambientales en las zonas más vulnerables a contaminaciones químicas (López, 2007).

Si la obra tiene más de dos autores, se cita la primera vez con todos los apellidos. En las menciones subsiguientes, sólo se escribe el apellido del primer autor, seguido de la frase et al.

Ej: Los algoritmos implementados en los métodos de control avanzado fueron experimentados en 1988 por Molina, Pérez y Castro. (Quiroga, De La Manchada, Turco, 2008).

Ej: En cuanto al desempeño de un motor fuera de borda controlado multi-aleatoriamente, Quiroga et al. (2008) encontraron que su rendimiento es directamente proporcional a la temperatura.

Si son seis o más autores, se utiliza et al. Desde la primera mención.

4.2. Lista de Referencias

Una lista de referencias incluye sólo las fuentes que sustentan nuestra investigación y que se utilizaron para la preparación del trabajo. Estas deben tener un orden alfabético por la primera letra de la referencia y si son obras de un mismo autor se ordenan cronológicamente.

Es importante tener en cuenta que cada referencia tiene el formato de párrafo francés (hanging indent) y a espacio y medio.

Los documentos electrónicos no deben incluir el nombre de la base de datos donde se encontró el artículo, pero sí en el caso de las tesis y los libros electrónicos. Además estos no incluyen la fecha en que se recuperó el artículo y no se les escribe punto después de la dirección Web (URL).

Formas básicas para libros completos:

Apellidos, A.A. (Año). Título. Ciudad. Editorial

Apellidos, A.A. (Año). Título. Recuperado de <http://www.xxxxx.xxx>





DERROTERO

REVISTA DE LA CIENCIA Y LA INVESTIGACIÓN DE LA E.N.A.P.

FORMATO DE CANJES

Nombres: _____ Apellidos : _____

Dirección: _____

Ciudad _____ País: _____

Teléfono Casa _____ Teléfono Oficina _____

Teléfono Móvil: _____

Correo Electrónico _____

Occupación : _____

Afiliación Institucional : _____

Nombre de la Revista de Institución con la que se hacía el canje : _____

Firma:

Favor llenar este formato debidamente diligenciado a la Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla"; Cartagena, Colombia en la siguiente dirección: Bosque Manzanillo, Decanatura Académica – Centro de Investigaciones Científicas ENAP, o a las direcciones de correo electrónico: derrotero@enap.edu.co; emejiac@enap.edu.co

La Revista Derrotero de la ENAP se publica anualmente.

DERROTERO



CLÁUSULA DE CESIÓN DE LOS DERECHOS PATRIMONIALES DEL AUTOR

CEDENTE: _____

CESIONARIO: Revista Seriada *Derrotero*, *Revista de la Ciencia e Investigación de Escuela Naval "Almirante Padilla"*. ISSN 2027-0658

Yo _____ en calidad de autor del artículo titulado:

_____, que se publicará en la Edición No. _____ de la Revista Derrotero de la ENAP, manifiesto que cedo a título gratuito la totalidad de derechos patrimoniales de autor derivados del artículo en mención a favor de la citada publicación.

El cedente declara que el artículo es original y que es de su creación exclusiva, y no existe impedimento de ninguna naturaleza para la cesión de derechos que está haciendo, y responderá además por cualquier acción de reivindicación, plagio u otra clase de reclamación que al respecto pudiera presentarse.

En virtud de la presente cesión, el CESIONARIO queda autorizado para copiar, reproducir, distribuir y publicar el artículo objeto de la cesión, por cualquier medio digital, electrónico o reprográfico, y está obligado a respetar en todo caso los derechos morales del autor, contenidos en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982.

Se firma en señal de aceptación a los ____ días del mes de _____ de _____

Firma

Cedente