

### Editorial

#### Artículos de investigación

- **Percepción de la calidad del servicio de recolección de desechos sólidos: Evaluación de un Gobierno Autónomo Descentralizado del Ecuador** 7-26

*Perception of the quality of solid waste collection service: Evaluation of a Decentralized Autonomous Government of Ecuador*

Walter Jeréz Peñafiel, Ely Borja Salinas, Mayra D'Armas Regnault

- **Avaliação dos conceitos de Teoria das Restrições aplicados à loja de varejo descrita no livro "Não é óbvio?" em ambiente de simulação computacional** 27-48

*Evaluation of Theory of Restrictions concepts applied to the retail store described in the book "Is not it obvious?" in computational simulation environment*

Fernanda Becker, Marcelo Battesini

- **Lean Manufacturing tools in the industries of Tundama** 49-62

*Herramientas Lean Manufacturing en las industrias de Tundama*

Diego A. Carreño Dueñas, Luis F. Amaya González, Erika T. Ruiz Orjuela

- **Modelos cinéticos de adsorción de Cadmio en suelos de Venezuela** 63-72

*Kinetics models of adsorption soil of Cadmium in soil of Venezuela*

Nereida Sánchez Silva

- **Evaluación ergonómica en la producción. Caso de estudio: Sector Aluminio, Estado Bolívar, Venezuela** 73-90

*Ergonomic evaluation in the production. Case study: Aluminum Sector, Estado Bolívar, Venezuela*

Magally Escalante, Miguel Núñez Bottini (†)

- **Caracterización de riesgos en la accidentalidad de bicisuarios. Bogotá – Engativá** 91-108

*Factors that affect the accident rate of bicyclists. Bogotá - Engativá*

Deison Duarte Vargas, Katherin López Rodríguez, Sonia Meneses Velosa

#### Artículos de divulgación

- **Nuevas tecnologías y sistemas de información gerencial en la actualidad venezolana** 111-130

*New technologies and management information systems in the Venezuelan actual*

Ero Del Canto, Giovanni Mega L., Mayela Guerra R., Juan Capobianco M.

- **Las PYMES y factores para obtener el éxito, inicio para el marco referencial** 130-144

*SMEs and factors for success, start for the reference framework*

Roselin Santamaria Peraza

#### Normas para Publicación

Directora/ Editora—Fundadora

❑ Dra. Ninoska Maneiro Malavé †

## COMITÉ EDITORIAL

Dr. Agustín Mejías Acosta—Director/Editor

❑ Dra. Florangel Ortiz Zavala. Universidad de Carabobo, Venezuela

❑ Dr. Mervyn Márquez Gómez. Universidad Nacional Experimental del Táchira, Venezuela

❑ Dr. Humberto Gutiérrez Pulido. Universidad de Guadalajara, México

❑ Dra. Edith Martínez Delgado. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cuba

❑ Dra. Marianna Barrios León. Universidad de Carabobo, Venezuela

❑ Dr. (c) Víctor Andrés Kowalski. Universidad Nacional de Misiones, Argentina

❑ Dra. María Cannarozzo Tinoco. Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Brasil

❑ Dr. (c) Iván Santelices Malfanti. Universidad del Bío-Bío, Chile

❑ Dra. María del Rosario Torres. Universidad de Carabobo, Venezuela

❑ Dr. Vicente Coll S. Universidad de Valencia, España

❑ Mayra D'Armas Renault. Universidad Nacional de Milagro, Ecuador

❑ Dra. Cira Lidia Isaac. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cuba

❑ Dra. Ruth Illada García. Universidad de Carabobo, Venezuela

## Comité Científico (lista parcial)

❑ María González García. Universidad Politécnica de Madrid, España

❑ Martín Cadena Badilla. Universidad de Sonora, México

❑ Alicia Guerra G. Universidad de Extremadura, España

❑ Rodrigo Pessotto Almeida. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil

❑ Dubisay Morales. Universidad del Zulia, Venezuela

❑ Henry Hernández Vega. Universidad de Costa Rica, Costa Rica

❑ María Pérez Ramos. Universidad Tecnológica de Huejotzingo, México

❑ Gonzalo Pérez Gómez. Universidad Autónoma de Colombia, Colombia

❑ Guillermo Flores Téllez. Asociación Mexicana de TRIZ

❑ Arturo Vega Robles. Universidad de Sonora, México

❑ Juan Carlos Michalus. Universidad Nacional de Misiones, Argentina

❑ Rodrigo Pessotto Almeida. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

❑ Carlos Alfonzo. Universidad de Carabobo, Venezuela

❑ Luís Cevallos Araneda. Universidad del Bio-Bio, Chile

❑ Álvaro González-Angeles. Universidad Autónoma de Baja California, México

❑ João Helvio Righi de Oliveira. Universidad Federal de Santa María, Brasil

❑ Angela Julieta Mora Ramírez. Universidad del Atlántico, Colombia

❑ Jorge Tabilo Álvarez. Universidad Católica del Norte, Chile

❑ Jonatas Ost Scherer. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil



## AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

JESSY DIVO DE ROMERO

Rectora

JOSÉ ÁNGEL FERREIRA

Vicerrector Administrativo

JOSÉ LUIS NAZAR

Decano de la Facultad  
de Ingeniería

ULISES ROJAS

Vicerrector Académico

PABLO AURE

Secretario

ENRIQUE PÉREZ PÉREZ

Dir. de Escuela de  
Ing. Industrial

## REVISTA INGENIERÍA INDUSTRIAL: ACTUALIDAD Y NUEVAS TENDENCIAS.

Publicación Semestral editada y distribuida por la Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad de Carabobo. Av. Universidad, Facultad de Ingeniería. Bárbula, Estado Carabobo, Venezuela. CP 2005.

Contacto telefónico: 00-58-424-419.4096

e-mail: [revistaiiaynt@gmail.com](mailto:revistaiiaynt@gmail.com), [revistaiiaynt@uc.edu.ve](mailto:revistaiiaynt@uc.edu.ve)

Órgano de Difusión Científica y Tecnológica de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad de Carabobo. Valencia-Venezuela.

ISSN: 1856-8327 / e-ISSN: 2610-7813

Depósito Legal: pp200702CA2736

Registrada en la base de datos del Centro de Información y Documentación de la Universidad de Carabobo (<http://www.cid.uc.edu.ve>), en el Índice de Revistas Venezolanas de Ciencia y Tecnología—REVENCYT- (ULA-Venezuela), Actualidad Iberoamericana (CIT-Chile), REDALYC (UAEM-México), en el Catálogo LATINDEX (UNAM-México) y en PERIODICA (UNAM-México)

Tiraje: 300 Ejemplares

Año 11, Vol. VI, N° 21, Diciembre 2018

Los artículos firmados son responsabilidad de su autor y no reflejan necesariamente el criterio de la institución, a menos que se especifique lo contrario. En caso de reproducción se agradece citar la fuente y enviar ejemplares del medio utilizado a la Escuela de Ingeniería Industrial, en la dirección dada previamente, a fin de acreditar la referencia al autor respectivo.



## Tabla de contenido

<b>Editorial</b>	
<b>Artículos de investigación</b>	
<b>- Percepción de la calidad del servicio de recolección de desechos sólidos: Evaluación de un Gobierno Autónomo Descentralizado del Ecuador</b>	<b>7-26</b>
<i>Perception of the quality of solid waste collection service: Evaluation of a Decentralized Autonomous Government of Ecuador</i>	
Walter Jeréz Peñafiel, Ely Borja Salinas, Mayra D'Armas Regnault	
<b>- Avaliação dos conceitos de Teoria das Restrições aplicados à loja de varejo descrita no livro "Não é óbvio?" em ambiente de simulação computacional</b>	<b>27-48</b>
<i>Evaluation of Theory of Restrictions concepts applied to the retail store described in the book "Is not it obvious?" in computational simulation environment</i>	
Fernanda Becker, Marcelo Battesini	
<b>- Lean Manufacturing tools in the industries of Tundama</b>	<b>49-62</b>
<i>Herramientas Lean Manufacturing en las industrias de Tundama</i>	
Diego A. Carreño Dueñas, Luis F. Amaya González, Erika T. Ruiz Orjuela	
<b>- Modelos cinéticos de adsorción de Cadmio en suelos de Venezuela</b>	<b>63-72</b>
<i>Kinetics models of adsorption soil of Cadmium in soil of Venezuela</i>	
Nereida Sánchez Silva	
<b>- Evaluación ergonómica en la producción. Caso de estudio: Sector Aluminio, Estado Bolívar. Venezuela</b>	<b>73-90</b>
<i>Ergonomic evaluation in the production. Case study: Aluminum Sector, Estado Bolívar, Venezuela</i>	
Magally Escalante, Miguel Núñez Bottini (†)	
<b>-Caracterización de riesgos en la accidentalidad de biciusuarios. Bogotá – Engativá</b>	<b>91-108</b>
<i>Factors that affect the accident rate of bicyclists. Bogotá - Engativá</i>	
Deison Duarte Vargas, Katherin López Rodríguez, Sonia Meneses Velosa	
<b>Artículos de divulgación</b>	
<b>- Nuevas tecnologías y sistemas de información gerencial en la actualidad venezolana</b>	<b>111-130</b>
<i>New technologies and management information systems in the Venezuelan actual</i>	
Ero Del Canto, Giovanni Mega L., Mayela Guerra R., Juan Capobianco M.	
<b>- Las PYMES y factores para obtener el éxito, inicio para el marco referencial</b>	<b>131-144</b>
<i>SMEs and factors for success, start for the reference framework</i>	
Roselin Santamaria Peraza.	
<b>Normas para Publicación</b>	<b>145-146</b>

# EDITORIAL

## EDITORIAL

### *Ingeniería Industrial... generalista, multidisciplinar y horizontal!*

“El futuro de la ingeniería es bastante más halagüeño. En este periodo de cambio social, con la aparición de la economía circular, la industria 4.0, el ‘big data’, la robotización, las nuevas energías, los coches eléctricos..., las ingenierías y, más concretamente, la nuestra, la industrial, están en el centro de todo el maremágnum. No sabemos adónde va el futuro ni por dónde va a discurrir, pero sí que sabemos que hay muchísimo trabajo, muchos empleos nuevos que en este momento ni nos imaginamos, y que la ingeniería está en el centro de todo eso. La industrial, fundamentalmente, porque nuestra formación es muy generalista, multidisciplinar y horizontal. Así que tenemos nociones amplias para trabajar en los distintos entornos. En el nuevo escenario, lo que está claro es que se va a pedir mucha más formación a los trabajadores. Los empleos manuales o repetitivos serán sustituidos por máquinas y las tareas de pensar, organizar y producir los elementos para esa nueva economía las realizarán personas. Cuanto más formadas estén, más trabajo tendrán, y los ingenieros están entre esos profesionales, por lo que tienen un futuro muy esperanzador”.

Así responde, Luis Soriano, decano del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja, en España, ante la pregunta que le hicieran para el *Heraldo* (<https://www.heraldo.es>, 31/10/2018, <https://www.heraldo.es/noticias/branded/2018/10/31/ingenieria-industrial-esta-centro-del-camino-hacia-futuro-1274882-2261125.html>), cuando analiza cómo se perfila el horizonte de esta carrera y a qué se dedicarán sus profesionales.

Con esta perspectiva presentamos nuestro editorial de la *Revista Ingeniería Industrial; Actualidad y Nuevas Tendencias*, de este número 21, correspondiente al segundo semestre 2018, donde encontraremos temas como las nuevas tecnologías y sistemas de información gerencial, los factores clave de éxito en las PYMES, los riesgos de accidentabilidad de bicisuarios, evaluaciones ergonómicas, teoría de las restricciones, *lean manufacturing* y calidad de servicios, entre otros tópicos.

La constante contribución de investigadores de Brasil, Ecuador, México, Colombia y Venezuela, y, una vez más, la colaboración ciega, pero clave, de nuestros pares de Colombia, Ecuador, Brasil, Venezuela, México, Argentina, Chile, y España, entre otros, ha hecho posible la publicación del presente número.

Actualmente, estamos trabajando en la actualización de los requerimientos para la nueva plataforma Marcalyc de Redalyc. Así mismo, se destaca que somos signatarios la Declaración de San Francisco sobre Evaluación de la Investigación (DORA), lo cual reafirma nuestro compromiso con el acceso abierto a la investigación.

*In memoriam.* Este número dedicado a la memoria del Doctor Miguel Núñez Bottini (QEPD), profesor-investigador de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, quien en vida fuera parte de nuestra familia de la Revista Ingeniería Industrial. Además de un excelente profesional, un destacado colaborador y gran amigo. ¡Paz a sus restos!

*Por el Comité Editorial*

*Dr. Agustín Mejías Acosta*

*Diciembre, 2018*



Signatory of  
**DORA**

# Percepción de la calidad del servicio de recolección de desechos sólidos: evaluación de un Gobierno Autónomo Descentralizado del Ecuador

*Perception of the quality of solid waste collection service: evaluation of a Decentralized Autonomous Government of Ecuador*

Walter Jeréz Peñafiel, Ely Borja Salinas, Mayra D'Armas Regnault

*Palabras clave:* calidad de servicio, sector público, servicios públicos, SERVQUAL

*Key words:* quality of service, public sector, public services, SERVQUAL

## RESUMEN

La gestión de la calidad de servicios es considerada una estrategia esencial para el éxito y la supervivencia de las organizaciones. El sector de servicios desempeña cada vez más, un importante papel en la economía de muchos países. Los entes gubernamentales están prestando cada vez más atención a cuestiones tales como el servicio, los clientes y la satisfacción del público; los servicios públicos domiciliarios, donde se incluyen los servicios de recolección de desechos sólidos, tienen actualmente un papel importante y participativo en la vida de los ciudadanos, ya que los mismos están destinados a satisfacer sus necesidades colectivas de forma general, permanente y continua, bajo la dirección, regulación y control del Estado. El objetivo de esta investigación es evaluar la calidad del servicio público domiciliario de recolección de desechos sólidos en el Gobierno Autónomo Descentralizado de Milagro, Ecuador; como punto de partida para establecer planes de mejora en la gestión. La investigación se desarrolla bajo un enfoque mixto, cualitativo-cuantitativo, destacándose la revisión documental, y el análisis de datos en cada paradigma respectivamente. A partir de los

datos de la muestra disponible, y realizadas las pruebas de adecuación muestral, se identificaron tres (03) factores que determinan la calidad de los servicios de recolección de desechos sólidos en el GAD de Milagro, Seguridad y Tangibilidad, Puntualidad y Empatía, y, Capacidad de Respuesta. Los resultados permitirían a responsables de los entes gubernamentales, el diseño de planes de acción para la mejora de la gestión.

## ABSTRACT

The management of the quality of services is considered an essential strategy for the success and survival of organizations. The service sector plays an increasingly important role in the economy of many countries. Government agencies are paying increasing attention to issues such as service, customers and public satisfaction; Home public services, which include solid waste collection services, currently have an important and participatory role in the lives of citizens, since they are designed to meet their collective needs in a general, permanent and continuous manner, under the direction, regulation and control of the State. The objective of this research is to evaluate the quality of the public home

collection service of solid waste in the Autonomous Decentralized Government of Milagro, Ecuador; as a starting point to establish management improvement plans. The research is developed under a mixed, qualitative-quantitative approach, highlighting the documentary review, and the analysis of data in each paradigm respectively. From the data of the available sample, and carried out

the sampling adequacy tests, three (03) factors were identified that determine the quality of solid waste collection services in the GAD of Miracle, Security and Tangibility, Punctuality and Empathy, and, Responsiveness. The results would allow those responsible for government agencies to design action plans to improve management.

## INTRODUCCIÓN

En el entorno competitivo global actual, el suministro de un servicio de calidad se considera una estrategia esencial para el éxito y la supervivencia; por lo que, la industria de servicios viene a desempeñar un papel cada vez más importante en la economía de muchos países (Ramseook-Munhurrún, Lukea-Bhiwajee & Perunjodi-Naidoo, 2010). Las organizaciones actuales han encontrado en la calidad un factor importante a considerar para la búsqueda de su permanencia en el tiempo, debido a la rentabilidad que ella puede producir. Esta calidad podría identificarse en los atributos que debe poseer un determinado producto o servicio para poder cumplir con los requerimientos de los clientes o consumidores (Santamaría & Mejías, 2013). La gestión de la calidad del servicio se puede describir como el proceso de minimizar la brecha de rendimiento entre la entrega real y las expectativas del cliente. Para mejorar la calidad del servicio, los gerentes deben adoptar técnicas "orientadas al cliente" porque los proveedores de servicios abordan

directamente las necesidades del usuario (Mwita, 2000). Así, la calidad del servicio ha sido identificada y documentada como una de las principales fuerzas motrices para la supervivencia de la organización, la sostenibilidad y es crucial para el logro de la empresa (Rust & Oliver, 1994).

El servicio al cliente es el establecimiento y la gestión de una relación de mutua satisfacción de expectativas entre el cliente y la organización (Duque, 2005); para lo cual, se vale de la interacción y retroalimentación entre personas, en todas las etapas del proceso del servicio, y el objetivo básico es mejorar las experiencias que el cliente tiene con el servicio de la organización.

Las necesidades y expectativas del cliente están cambiando en lo que respecta a los servicios gubernamentales y sus requisitos de calidad; el sector público está bajo una presión creciente para demostrar que sus servicios están centrados en el cliente y que se está entregando una mejora continua en el rendimiento (Ramseook-Munhurrún, Lukea-Bhiwajee & Perunjodi-Naidoo,

2010). Aunque las opiniones difieren en este campo, en muchos países las agencias gubernamentales están prestando cada vez más atención a cuestiones tales como el servicio, los clientes y la satisfacción del público (Alemán, Gutiérrez-Sánchez & Liebana-Cabanillas, 2018).

Los servicios públicos se brindan principalmente a través de agencias gubernamentales tales como transporte público, educación pública, servicios sociales, servicios de bomberos y atención médica; pero a diferencia de los servicios privados, este tipo de servicios no buscan principalmente ganancias (Ali & Yaseen, 2013). Así mismo, las prácticas de calidad del servicio en las organizaciones del sector público son lentas y se ven agravadas por las dificultades para medir los resultados, un mayor escrutinio del público y la prensa, la falta de libertad para actuar de manera arbitraria y el requisito de que las decisiones se basen en la ley (Teicher, Hughes & Dow, 2002).

De acuerdo con Tenev (2005), el análisis de los servicios públicos y sus correlativos entes de control resulta uno de los temas más importantes en el derecho del consumidor. Los servicios públicos domiciliarios tienen un papel importante y participativo en la vida de los ciudadanos, ya que los mismos están destinados a satisfacer sus necesidades colectivas de forma general, permanente y continua, bajo la dirección, regulación y control del Estado; y, por ende, se consideran indispensables para el desarrollo y

funcionamiento normal de la comunidad (Chou, Pacheco & Mejías, 2010).

En los últimos años, como lo plantea Sáez (2011), para el contexto venezolano, pero que puede ser generalizable al entorno ecuatoriano y latinoamericano, el marcado aumento de la población, la creciente industrialización y la globalización han ocasionado cambios en los patrones de consumo de los ciudadanos, propiciando un incremento en la generación de residuos sólidos municipales y magnificando las dimensiones del problema.

Así mismo, Quintero & Ávila (2006) señalan que, la prestación del servicio de aseo urbano y domiciliario es uno de los servicios públicos más importantes, debido a la incidencia que tiene en la salud de la población el cual es un factor que determina un índice revelador del desarrollo de la región.

En este contexto, el objetivo de esta investigación es evaluar la calidad del servicio público domiciliario de recolección de desechos sólidos en el Gobierno Autónomo Descentralizado de Milagro, Ecuador; como punto de partida para establecer futuros planes de mejora en función a los requerimientos de los clientes y en pro de la calidad de los servicios públicos prestados por el GAD. Conocer la percepción de los clientes en lo que respecta a la calidad del servicio público del GAD Milagro, puede ser un primer paso para el desarrollo de acciones que derivarán en mejoras, tanto por parte del municipio como por parte de los propios usuarios.

En cuanto a la problemática de la Administración Pública, la recolección de los residuos sólidos puede ser analizada como un servicio que puede ser coproducido mediante la participación mutua de ciudadanos, servidores públicos y entidades públicas (Ayala & Valencia, 2017).

De acuerdo con Ayala & Valencia (2017), la gestión de los residuos sólidos generados por el consumo y la producción de bienes y servicios constituye un desafío para los gobiernos locales a nivel global. Agregan que, la interdependencia de factores económicos, sociales, ambientales, políticos y técnicos es evidente en la provisión de este servicio público, que exige participación directa e indirecta de diversos actores, ciudadanos, empresas de

recolección y limpieza urbana, operadores de disposición final, gestores ambientales, órganos de regulación y control de las políticas, y en general, empresas prestadoras de servicios comerciales e industriales de la cadena de valor de la gestión de residuos sólidos municipales.

Este artículo está estructurado en las siguientes secciones: en una primera parte, como parte de la introducción, se presentan los aspectos conceptuales, producto de la revisión de literatura del tema, destacándose la calidad de servicios, los servicios públicos y específicamente, la gestión de los desechos sólidos. En la sección siguiente, se presentan los aspectos metodológicos; luego, los resultados y análisis, para presentar finalmente, las conclusiones de la investigación.

## ASPECTOS CONCEPTUALES

Los servicios, a diferencia de los productos tangibles, se producen y consumen al mismo tiempo en presencia del cliente y del productor del servicio; la presencia del elemento humano durante el proceso de prestación del servicio aumenta en gran medida la probabilidad de error por parte de los empleados y clientes (Ramseook-Munhurrun, Lukea-Bhiwajee & Perunjodi-Naidoo, 2010).

Brindar servicios de buena calidad y precios razonables en niveles avanzados llevará a las organizaciones y negocios a ventajas competitivas continuamente, entre las cuales se encuentran producir y proporcionar servicios distintivos,

aumentar la lealtad de los clientes, reducir los costos de comercialización, determinar precios más altos, etc. En cuanto a la supervivencia de la organización y la rentabilidad depende del aumento de la satisfacción del cliente, la calidad del servicio debe evaluarse continuamente desde su punto de vista (Azizzadeh, Khalili & Soltani, 2013).

Alemán, Gutiérrez-Sánchez & Liebana-Cabanillas (2018), en una revisión bibliográfica, proporciona una visión general a largo plazo de cómo ha evolucionado el concepto de marketing público, especialmente en servicios públicos, para contribuir a mejorar la

calidad de vida de la población, y destaca la creciente adopción de un enfoque en el que los ciudadanos son valorados como clientes, cuya mayor satisfacción debe buscarse.

Para el desarrollo de la investigación en evaluación de la calidad de los servicios públicos de recolección de desechos sólidos, es importante establecer aspectos conceptuales clave relacionados con los servicios públicos, la calidad de los servicios y, la gestión de los desechos sólidos, los cuales se presentan a continuación.

### **Servicios públicos**

El servicio del cliente del sector público consiste en todas las acciones que lleva a cabo la organización para obtener la satisfacción del cliente y ayudar a adquirir la mayor cantidad de productos y servicios valiosos que se han comprado (Hadiyati, 2014).

La noción de lo que es servicio público varía según las características de la sociedad, de su organización política y de su grado de desarrollo. Este concepto de servicio público está relacionado con los conceptos de servicio, así como con los conceptos de público. De forma genérica, se entiende que el servicio público debe atender a las necesidades colectivas, las cuales, varían considerablemente entre los diversos países, entre las diversas realidades sociales, entre los varios períodos históricos (Abiko, 2011).

Tradicionalmente, los servicios públicos se describen como (no productivos) y una pérdida de la parte (de la producción de

riqueza) de la economía en los países en desarrollo (Mwita, 2000). Dado que el sector de servicios ganó un papel importante en la economía global, la calidad del servicio atrajo la atención de muchos autores; así, los gobiernos de todo el mundo han introducido reformas en la provisión de servicios públicos inspiradas en el cambio a una nueva gestión pública y un enfoque orientado al cliente (Martinović, Pavlić & Tolić, 2017).

### **Calidad de servicios**

En la literatura sobre la calidad del servicio, el concepto de calidad se refiere a la calidad percibida, es decir al juicio del consumidor sobre la excelencia y superioridad de un producto (Zeithaml, 1988). En términos de servicio significa un juicio global, relacionado con la superioridad del servicio (Parasuraman, Zeithaml & Berry, 1988).

Por lo tanto, la calidad percibida es subjetiva, y se valora (alta o baja) en el marco de una comparación, respecto de la excelencia o superioridad relativas de los bienes y/o servicios que el consumidor ve como sustitutos. Estos son los argumentos de los principales exponentes del concepto de calidad percibida del servicio, para señalar que, en un contexto de mercado de servicios, la calidad merece un tratamiento y una conceptualización distinta a la asignada a la calidad de los bienes tangibles (Duque, 2005).

De acuerdo con Grönroos (1984), la calidad del servicio es una especie de juicio, los clientes lo juzgan de acuerdo con su comprensión del proceso de entrega de

servicios, que compara su expectativa con los servicios que recibieron por este juicio; mientras que, Parasuraman et al. (1988), la definen como la capacidad de la organización para cumplir o exceder las expectativas del cliente; es la diferencia entre las expectativas de servicio del cliente y el servicio percibido.

Precisamente porque el concepto en sí es tan complejo, muchos autores se han referido a la multidimensionalidad de la calidad del servicio para abordar su significado; estudiando dicho enfoque y adoptando diversas escalas de acuerdo con los objetivos y el alcance del estudio en cada caso (Alemán et al., 2018).

A diferencia de la calidad en los productos, que puede ser medida objetivamente a través de indicadores tales como duración o número de defectos, la calidad en los servicios es algo fugaz que puede ser difícil de medir (Parasuraman et al., 1988). El proceso de medición de la calidad del servicio implica que se establezcan diferentes dimensiones de evaluación que permitan un juicio global de ella; siendo los componentes claves de la calidad de servicio los empleados y la tecnología, debido a que las personas evalúan el servicio en función del trato recibido y la rapidez del mismo (Evans & Lindsay, 2014).

La calidad en las empresas de servicio puede ser medida siguiendo dos tipos de perspectivas: la Nórdica (Grönroos, 1988, 1994) y la Americana (Parasuraman, Zeithanl & Berry, 1985). La Nórdica describe la calidad del servicio como una

variable de percepción multidimensional formada a partir de dos componentes principales: una dimensión técnica o de resultado y una dimensión funcional o relacionada con el proceso; mientras que la Americana identificada por SERVQUAL utiliza una escala a partir de las percepciones y expectativas. Siendo esta perspectiva el planteamiento más utilizado por los académicos hasta el momento, dada la proliferación de artículos en el área que usan su escala (Duque, 2005).

La calidad del servicio ha recibido considerable atención por parte de los investigadores de comercialización de servicios y numerosos estudios realizados para evaluar la calidad del servicio han adaptado el modelo SERVQUAL (Alemán et al., 2018). El uso del instrumento SERVQUAL ha sido tema de crítica por parte de varios autores; su capacidad para medir la calidad del servicio ha sido respaldada por muchos y ha sido debatida por pocos (Chatzoglou, Chatzoudes, Vraimaki & Diamantidis, 2013).

El instrumento SERVQUAL para medir la calidad del servicio ha sido objeto de una serie de críticas, donde la mayoría de los estudios de investigación no respaldan la estructura de cinco factores de SERVQUAL, pero, y a pesar de las críticas, SERVQUAL se ha utilizado para medir la calidad del servicio en una variedad de contextos; la amplia gama de aplicaciones de un instrumento como SERVQUAL confiere confianza en su utilización como una técnica para medir la calidad del servicio en diversos sectores comerciales e

industrias de servicios. (Ramseook-Munhurrun, Lukea-Bhiwajee & Perunjodi-Naidoo, 2010)

En resumen, se encuentra que, aunque las expectativas de los ciudadanos no se cumplen en tres de las cinco dimensiones SERVQUAL, el rendimiento general de la calidad del servicio está muy por encima del promedio, lo que permite afirmar que los CSC han logrado su objetivo inicial. Los puntajes de brecha para las dimensiones de empatía y capacidad de respuesta fueron positivos, mientras que los puntajes para las dimensiones de los elementos tangibles, la confiabilidad y la seguridad fueron negativos (Chatzoglou, et al., 2013).

#### **La gestión de la calidad en los servicios públicos**

La provisión de servicios públicos es una tarea clave del gobierno, donde, tradicionalmente, los ciudadanos han desempeñado un papel pasivo como destinatarios de servicios públicos estandarizados sin que se les solicite retroalimentación sobre los bienes y servicios que reciben; sin embargo, las elecciones se percibieron como un mecanismo adecuado para expresar su percepción y satisfacción con los servicios públicos prestados (Martinović, Pavlić & Tolić, 2017).

La calidad en la gestión pública debe medirse en función de la capacidad para satisfacer oportuna y adecuadamente las necesidades y expectativas de los ciudadanos, de acuerdo con metas preestablecidas alineadas con los fines y propósitos superiores de la Administración

Pública y de acuerdo con resultados cuantificables que tengan en cuenta el interés y las necesidades de la sociedad (CLAD, 2008).

Entre los trabajos más destacados en la gestión de la calidad de servicios públicos se destacan Ramseook-Munhurrun, et al., (2010)., quienes utilizando el instrumento SERVQUAL, este estudio pudo ayudar a esta organización pública a identificar áreas importantes para mejorar en la prestación de sus servicios. Los hallazgos revelaron que los empleados y los clientes no tenían diferencias significativas en las opiniones en cuanto a las brechas entre sus percepciones y las expectativas de esa organización pública.

Por su parte Hadiyati (2014), en un estudio de la calidad y el desempeño del servicio del sector público, en la Oficina de Inmigración en Indonesia, mide el nivel de satisfacción de los consumidores al usar los servicios del sector público a través del enfoque de políticas gubernamentales hacia la satisfacción del servicio, y el juicio de las personas hacia la calidad y el desempeño atendidos por los aparatos del administrador del servicio público.

#### **La gestión de recolección de desechos sólidos**

La generación de residuos sólidos urbanos es un problema a nivel global ya que afectan a los sistemas biológicos naturales y causan grandes afectaciones al entorno; su manejo consta de tres grandes etapas: generación, recolección y disposición final; donde, una de las actividades de mayor importancia en estas etapas es la

recolección, ya que contribuye a la prevención de la dispersión de los residuos en el ambiente (Meza-Morales, Antonio-Antonio, Medina-Álvarez & Cruz Neto, 2017).

El servicio de recolección de desechos sólidos constituye uno de los servicios básicos que deben recibir los ciudadanos para contar con condiciones de vida que les permitan acceder a una mejor calidad de vida, razón por la cual resulta de tanta importancia mantener niveles de calidad elevados en la prestación de este servicio (Sáez, 2011).

A los responsables de la gestión de los residuos sólidos urbanos, que casi siempre está a cargo de los gobiernos locales, se les atribuye la gran tarea de su tratamiento, de la manera más económica, social y ambientalmente óptima posible (Arellano-González, Carballo-Mendivil, Ríos-Vázquez & Bojórquez-Félix, 2016). La necesidad de garantizar la satisfacción de los usuarios de los servicios públicos, se ha convertido en una demanda de la sociedad, sobre todo al tratarse de servicios de salud e higiene como el servicio de recolección de desechos sólidos (Robles & Torres, 2010).

La gestión de los residuos sólidos urbanos constituye un reto para los gobiernos municipales, ya que la generación de residuos aumenta de manera regular, el manejo (recolección, transporte y disposición) requieren de una partida importante del presupuesto, y el cuidado ecológico para el gestión sustentable de residuos es muy complejo; por otro lado, La gestión de los residuos sólidos constituye

un reto para los ayuntamientos porque requiere de profesionales capacitados, grandes montos de recursos presupuestales y un plan de gestión sustentable (Bernache, 2015).

Los desechos sólidos son "todo material o conjunto de materiales remanentes de cualquier actividad, proceso u operación, para los cuales no se prevé otro uso o destino inmediato o posible, y debe ser eliminado, aislado o dispuesto en forma permanente" (Ley de Gestión Integral de la Basura, 2010); mientras que un residuo sólido es el "material resultante o sobrante de actividades humanas, que por sus características físicas, químicas y biológicas puede ser utilizado en otros procesos".

En un informe publicado por el Banco Interamericano de Desarrollo (2015), se recopilan el estado de la gestión de residuos sólidos en América Latina y el Caribe, donde se destacan, entre otros datos relevantes, que el promedio de generación per cápita de Residuos Sólidos Domiciliarios y de Residuos Sólidos Urbanos para esta región es de 0,6 kg/hab/día y 0,9 kg/hab/día, respectivamente; donde los Residuos Sólidos Domiciliarios representan, en promedio, un 67% de los Residuos Sólidos Urbanos generados en la región.

Por otro lado, el promedio regional de cobertura de este servicio es de 89,9% (medido como porcentaje de la población), y que comparado con el promedio mundial de 73,6%, esta región tiene un alto nivel de cobertura, que refleja la prioridad que le ha dado la región a este servicio. Agrega el

informe que, aproximadamente un 53% de la población de la región recibe el servicio de recolección entre 2 y 5 veces por semana, mientras que el 45,4% tiene una frecuencia de recolección diaria, y, el 1,8% recibe el servicio de forma semanal.

En cuanto a los costos unitarios promedio por este servicio, se estiman en USD \$34,2 por tonelada recolectada, con una alta variabilidad de costo entre países. La cobertura del servicio de disposición final adecuada (en rellenos sanitarios) de Residuos Sólidos Urbanos es aproximadamente del 55% (medido como porcentaje de la población), lo cual implica que aún existe en la región una alta proporción de residuos que no se dispone y/o trata adecuadamente (45%). El costo promedio de disposición final es de USD \$20,4 por tonelada dispuesta.

Los niveles de costo se distribuyen en un primer grupo de países con costos de disposición cercanos a USD \$10 (con un costo mínimo de USD \$5,6 en Ecuador y de USD \$11,4 en Chile), un segundo grupo con costos alrededor de los USD \$20 (con un costo de USD \$18,8 en Costa Rica y de USD \$23,3 en Colombia), y finalmente Brasil, que tiene un costo considerablemente mayor comparado a los demás países de la región (USD \$31,5).

Dado que, según se reporta en el referido informe, en buena parte de la región los costos asociados a la gestión de Residuos Sólidos Urbanos los cubre directamente el municipio, y que, la recuperación de costos promedio alcanza el 51,6%. Los municipios generalmente utilizan como principal

mecanismo de cobro el impuesto predial. Esta forma de cobranza representa el 52,1%, seguida del cobro por cuenta periódica directa al usuario con un 20,2%, del cobro por medio de la cuenta de electricidad, con un 15,3%, y del cobro por medio de la cuenta de agua potable y alcantarillado (12,4%). El porcentaje de municipios que cuenta con planes de manejo de residuos sólidos es de 19,8%, lo que evidencia un bajo nivel de planificación municipal para el sector.

#### **Marco legal y normativo ecuatoriano**

Se entienden por servicios públicos domiciliarios los prestados directamente en los domicilios de los consumidores, ya sea por proveedores públicos o privados tales como servicio de energía eléctrica, telefonía convencional, agua potable, u otros similares (Ley Orgánica de Defensa del Consumidor, 2000).

De acuerdo con lo establecido en el artículo 314 de la Constitución de la República del Ecuador (2008), el Estado garantizará que los servicios públicos y su provisión respondan a los principios de accesibilidad, obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, regularidad, continuidad y calidad.

Según el art. 32 de la Ley Orgánica de Defensa del Consumidor (2000), las empresas proveedoras de servicios públicos domiciliarios, ..., están obligadas a prestar servicios eficientes, de calidad, oportunos, continuos y permanentes a precios justos.

En atención a las disposiciones constitucionales, el Código Orgánico de

Organización Territorial, Gobiernos Autónomos y Descentralización /COOTGAD (2010), establece las competencias exclusivas de los GAD, en referencia a la prestación de servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental.

Aunque se evidencian algunos preceptos en el marco legal y normativo ecuatoriano en

cuanto a la gestión de la calidad de los servicios, Arredondo y Gómez (2017) consideran que, no existe normativa e instrumentos que posibiliten el desarrollo de cambios sistemáticos en la administración pública; sin embargo, agrega que, de forma aislada, algunos sectores e instituciones han emprendido esfuerzos hacia la transición de una gestión sustentada en funciones a una de calidad en el servicio.

## ASPECTOS METODOLÓGICOS

La presente investigación se aborda desde un enfoque mixto. La primera fase cualitativa, se apoyó en una investigación documental para sustentar los diferentes argumentos y el modelo para medir la percepción de la calidad de los servicios de recolección de desechos sólidos por parte de los usuarios.

La segunda fase, de carácter cuantitativo, tiene como soporte teórico y metodológico el modelo SERVQUAL, considerando las variables asociadas a las percepciones de la calidad de servicio, y adaptado a los servicios públicos domiciliarios.

Para identificar los factores que determinan la calidad de los servicios de recolección de desechos sólidos que presta la Dirección de

Higiene y Ornato del GAD Municipal de Milagro, se usará una adaptación de la escala propuesta por Chou et al. (2010), que a su vez es una versión de la escala SERVQUAL propuesta por Parasuraman, Berry & Zeithaml (1988), y el SERVPERF (Service Performance) desarrollado por Cronin & Taylor (1992); y que ha sido validada en otros contextos y por otros autores (Meza-Morales, et al. 2017; Sáez, 2011; Sáez, Machado & Godoy, 2011).

En la Tabla 1, se presentan las dimensiones y variables de la escala para medir la calidad de los servicios, cuyas respuestas fueron medidas en escala Likert, del 1 al 5, lo que permitió el análisis estadístico pertinente.

Tabla 1. Dimensiones y variables de la calidad de servicio de recolección de desechos sólidos

Dimensión	Variables
<b>Elementos tangibles</b>	V01 Las unidades de recolección de desechos sólidos se encuentran en buenas condiciones
	V02 El personal que presta el servicio de recolección presenta una buena apariencia
	V03 La calidad del servicio de recolección de desechos que usted recibe, la considera acorde con la tarifa que usted paga con las planillas de energía eléctrica.
<b>Confiabilidad</b>	V04 Considera que el personal asignado para la recolección de desechos realiza bien su servicio.
	V05 Cuando tiene un problema en el GAD muestran un sincero interés en solucionarlo
	V06 El personal realiza bien el servicio de recolección de desechos sólidos
	V07 El servicio prestado cumple los horarios establecidos en el sector donde usted habita
<b>Capacidad de respuesta</b>	V08 Se le comunica por cualquier medio cuando el servicio de recolección es suspendido y el motivo
	V09 El servicio recolección de desechos sólidos, cumple puntualmente con las frecuencias (días) de servicio en su sector
	V10 El personal que presta el servicio de recolección siempre está dispuesto a ayudarle
	V11 En el GAD siempre están disponibles y accesibles para atenderle en algún requerimiento
<b>Seguridad</b>	V12 El personal que presta el servicio de recolección le inspira confianza
	V13 Usted se siente seguro de la prestación del servicio de recolección de desechos sólidos
	V14 El personal que presta el servicio de recolección es siempre amable con usted
	V15 El personal tiene conocimientos suficientes para responder a sus preguntas relacionadas con el servicio de recolección de basura
<b>Empatía</b>	V16 Considera que la frecuencia de recolección de desechos sólidos es suficiente y adecuada
	V17 En el GAD Municipal se preocupan por los mejores intereses de sus clientes y su comunidad en la recolección de desechos sólidos
	V18 El servicio prestado se adapta a las necesidades específicas de su comunidad o sector
	V19 Considera que un buen servicio de recolección de desechos sólidos influye en su calidad de vida.
	V20 Considera que la recolección de desechos sólidos contribuye en la conservación del ambiente

Como se observa en la tabla 1, las dimensiones consideradas fueron:

1. *Elementos tangibles*, relacionada con la apariencia de las instalaciones físicas, equipos, personal y materiales de comunicación;
2. *Confiabilidad*, que considera variables sobre la habilidad para ejecutar el servicio prometido de forma fiable y cuidadosa;
3. *Capacidad de respuesta*, que abarca aspectos sobre la disposición y voluntad del personal para ayudar a los usuarios y proporcionar el servicio;
4. *Seguridad*, relacionada con el conocimiento y atención mostrados por el personal y sus habilidades para inspirar credibilidad y confianza; y
5. *Empatía*, que considera la atención individualizada que ofrece la el servicio de recolección de desechos a los usuarios.

En el instrumento se incluyen variables adicionales, que son utilizadas para validar la escala y para complementar el análisis de la calidad de los servicios prestados, y su relación con otros constructos como la satisfacción del cliente y la calidad de vida. El instrumento fue aplicado a 125 usuarios del servicio de recolección de desechos sólidos en el GAD Municipal de Milagro. Estos usuarios fueron seleccionados al azar,

con base en una muestra no probabilística, por no contarse con un listado actualizado de clientes.

La validez, referida al grado en que una escala mide lo que se pretende medir (Lacave, Molina, Fernández & Redondo, 2015), y la fiabilidad, referida a la confianza que se concede a los datos que se obtienen con la misma y está relacionada con la coherencia o consistencia interna y la precisión de las medidas recopiladas (Lacave et al., 2015), se evaluó con soporte de la revisión de literatura (para la validez de contenido), el análisis de factores (para la validez), y el coeficiente Alfa de Cronbach (para la consistencia interna).

La validez de contenido, considera la revisión de la literatura de las variables de la escala, revisión de escalas existentes y su traducción al contexto donde se llevará a cabo la aplicación (Mendoza & Garza, 2009). Por su parte, el análisis factorial exploratorio, es uno de los métodos estadísticos que permiten estudiar la estructura de los constructos y su validez (Frías-Navarro & Pascual, 2012). En el caso específico del coeficiente de confiabilidad vinculado a la homogeneidad o consistencia interna, se dispone del coeficiente Alpha de Cronbach (Quero, 2010).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Finalmente, se obtuvieron 122 encuestas válidas de las 125 aplicadas, dado que 3 de ellas presentaban inconsistencias como todos los ítems con la misma respuesta,

ítems sin completar, que dificultaban el análisis multivariante.

La evaluación de la calidad de los servicios de recolección de desechos sólidos en el

GAP de Milagro, se inicia con el análisis descriptivo univariante de los datos, con base en los valores promedios y su variación. Este análisis permite identificar los valores críticos, máximos y mínimos, que según los usuarios necesitan de acciones por parte del ente gubernamental. Las variables con mayor valoración promedio por parte de los usuarios son la Amabilidad del personal que presta el servicio de recolección (V14), con 3,14 (36%), la Confianza que le inspira al usuario el personal que presta el servicio de recolección (V12), con 2,94 (59%), y, la Disposición del personal que presta el servicio de recolección (V10), con 2,87 (un 57%).

Por su parte, las variables con menos valoración por parte de los usuarios son la (V08) Se le comunica por cualquier medio cuando el servicio de recolección es suspendido y el motivo, con 1,83 (37%), la (V05) Cuando tiene un problema en el GAD muestran un sincero interés en solucionarlo, con 2,25 (45%), y, la (V11) En el GAD siempre están disponibles y accesibles para atenderle en algún requerimiento, con 2,54 (51%).

Con respecto a la dispersión de las valoraciones por parte de los usuarios, la Confianza que le inspira al usuario el personal que presta el servicio de recolección en el GAD (V12) con 1,12; el interés que tiene el personal en solucionar los problemas del usuario (V05), con 1,16; y, la (V02) El personal que presta el servicio de recolección presenta una buena

aparición con 1,18; son las variables que presentan menor desviación estándar.

Así mismo, las variables, (V07) El servicio prestado cumple los horarios establecidos en el sector donde usted habita, con 1,53; la (V09) El servicio recolección de desechos sólidos, cumple puntualmente con las frecuencias (días) de servicio en su sector, con 1,42; y la (V16) Considera que la frecuencia de recolección de desechos sólidos es suficiente y adecuada, con 1,39; presentan la mayor dispersión en la valoración.

Este análisis preliminar, sirve para identificar potenciales fortalezas y debilidades en la gestión de la calidad de los servicios de recolección de desechos sólidos en el GAD de Milagro; por ejemplo, la amabilidad del personal puede considerarse como una fortaleza en el diseño de las políticas de promoción y publicidad de la gestión. Adicionalmente, se deben considerar en la formulación de las estrategias para la mejora de las debilidades identificadas como lo representa la comunicación cuando el servicio es suspendido y la razón, la variable con menor valoración por parte de los usuarios.

El análisis de la variabilidad, que apoya la precisión en la respuesta, le da consistencia a una de las variables mejor valorada, Confianza que le inspira al usuario el personal que presta el servicio de recolección en el GAD (V12); sin embargo, la opinión de los usuarios es más dispersa cuando se trata de la variable (V07) El servicio prestado cumple los horarios

establecidos en el sector donde usted habita.

Para el análisis multivariante, y con los datos provenientes de las 122 encuestas, se construyó una matriz de correlaciones entre las veinte variables de la escala para analizar la correlación entre ellas, propiedad necesaria para el análisis factorial. El análisis factorial es una técnica que analiza las correlaciones lineales entre las variables; si las variables no estuvieran asociadas linealmente, las correlaciones entre ellas serían nulas, no existiendo asociación y, en consecuencia, no tendría sentido aplicar esta técnica (Rodríguez-Jaume & Mora, 2001).

Para facilitar la interpretación de la matriz de correlaciones se usan muchos indicadores, entre los que están el determinante de la matriz y el índice KMO. Si determinante, está por debajo de 0.05 las variables estarán intercorrelacionadas (Rodríguez-Jaume & Mora, 2001); el KMO, compara las magnitudes de las correlaciones observadas con las correlaciones parciales, y toma valores entre 0 y 1, considerando valores pequeños como desfavorables para el análisis (Hernández, 1998), y si se aproxima a 1 su significación es elevada (Rodríguez-Jaume & Mora, 2001). Los valores reportados para el determinante de la matriz de correlaciones (Det. = 6,73E-6) y el Índice KMO=0,909, permiten considerar como adecuada la muestra disponible para el análisis factorial.

Para la extracción de los factores, se utilizó el método de componentes principales,

resultando 3 factores que explican el 69,194% de la varianza total. Para mejorar la interpretación se usó el método de rotación *varimax*, el cual permitió identificar las variables que componen cada factor y su contribución. En la Tabla 2, se presenta la matriz de componentes rotados a partir del método de rotación *varimax*, y el cual ha convergido en 6 iteraciones.

En el primer factor, se presentan variables que tienen que ver con la Seguridad y Tangibilidad que Parasuraman presentan el modelo SERVQUAL (1988), en dimensiones separadas. Se destacan la seguridad, confianza y amabilidad, por un lado, y las condiciones de las unidades de recolección y la apariencia del personal. Esta dimensión, explica el 27,931% de la varianza total, y presenta una consistencia interna de  $\alpha=0,919$ .

En el segundo factor, se destaca la puntualidad, el horario, la frecuencia y el ajuste del servicio a las necesidades del usuario, variables relacionadas con la Puntualidad y Empatía para prestar el servicio definidas por Parasuraman (1988). En esta dimensión, se explica el 20,81% de la varianza total, y presenta una consistencia interna de  $\alpha=0,903$ .

En el tercer factor, se identifica la Capacidad de Respuesta para prestar el servicio definida por Parasuraman (1988), representadas por la disponibilidad, accesibilidad y comunicación. En esta dimensión, se explica el 20,454% de la varianza total, y presenta una consistencia interna de  $\alpha=0,816$ .

Tabla 2. Matriz de componentes rotados

	Componente		
	1	2	3
V10	,738		
V12	,721		
V14	,717		
V13	,676		
V02	,663		
V06	,625		
V03	,616		
V01	,581		
V04	,575		
V07		,846	
V09		,792	
V16		,701	
V18		,606	
V05			,840
V11			,765
V08			,688

En la Tabla 3, se presentan las dimensiones de la calidad de los servicios que presta el GAD de Milagro de acuerdo con la percepción de sus usuarios, y sus respectivas variables.

En cuanto a la validez y fiabilidad, las evidencias presentadas en la revisión de

literatura del tema de calidad de servicios en la gestión de recolección de desechos sólidos, el análisis de factores, y los valores de los índices de fiabilidad (todos mayores a 0,80 en cada factor), sustenta las propiedades de la escala para su aplicación en el caso de estudio.

**Tabla 3.-** Dimensiones de la calidad de los servicios de recolección de desechos sólidos en el GAD Milagro

<b>Dimensión</b>	<b>Variables</b>
<b>Seguridad y Tangibilidad</b>	El personal que presta el servicio de recolección siempre está dispuesto a ayudarle
	El personal que presta el servicio de recolección le inspira confianza
	El personal que presta el servicio de recolección es siempre amable con usted
	Usted se siente seguro de la prestación del servicio de recolección de desechos sólidos
	El personal que presta el servicio de recolección presenta una buena apariencia
	El personal realiza bien el servicio de recolección de desechos sólidos
	La calidad del servicio de recolección de desechos que usted recibe, la considera acorde con la tarifa que usted paga con las planillas de energía eléctrica
	Las unidades de recolección de desechos sólidos se encuentran en buenas condiciones
<b>Puntualidad y Empatía</b>	Considera que el personal asignado para la recolección de desechos realiza bien su servicio
	El servicio prestado cumple los horarios establecidos en el sector donde usted habita
	El servicio recolección de desechos sólidos, cumple puntualmente con las frecuencias (días) de servicio en su sector
	Considera que la frecuencia de recolección de desechos sólidos es suficiente y adecuada
<b>Capacidad de Respuesta</b>	El servicio prestado se adapta a las necesidades específicas de su comunidad o sector
	Cuando tiene un problema en el GAD muestran un sincero interés en solucionarlo
	En el GAD siempre están disponibles y accesibles para atenderle en algún requerimiento
	Se le comunica por cualquier medio cuando el servicio de recolección es suspendido y el motivo

## CONCLUSIONES

La gestión de la calidad de servicios es una estrategia que los entes gubernamentales están tomando en cuenta para responder a las necesidades y expectativas de los usuarios. En particular, los servicios públicos domiciliarios, donde se incluyen los servicios de recolección de desechos sólidos, han estado bajo dirección regulación y control gubernamental, sin embargo, su gestión se ha venido enriqueciendo con estrategias del sector privado, tal como se evidencia en la revisión documental presentada en este documento. En el caso ecuatoriano, se evidencia, además, la existencia de un marco legal y normativo que sustenta cualquier iniciativa de mejora en los servicios públicos de recolección de desechos sólidos.

En esta investigación se evaluó la calidad de los servicios de recolección de desechos sólidos en el GAD de Milagro, usando un modelo de encuesta adaptado, aplicado y validado a partir del modelo SERVQUAL. En el análisis descriptivo univariante, se identificaron las variables con mayor valoración por parte de los usuarios, destacándose la Amabilidad, la Confianza y la Disposición del personal que presta el servicio de recolección. Por otro lado, entre las variables con baja percepción por parte

de los encuestados se encuentran la comunicación en caso de suspensión de servicio, la atención en el GAD en caso de algún problema o requerimiento.

A partir de los datos de la muestra disponible, y realizadas las pruebas de adecuación muestral, se identificaron tres (03) factores que determinan la calidad de los servicios de recolección de desechos sólidos en el Gad de Milagro, Seguridad y Tangibilidad, Puntualidad y Empatía, y, Capacidad de Respuesta; básicamente, una reestructuración de las cinco dimensiones de la calidad de servicio propuestas por Parasuraman, et al (1988).

Los resultados de las Pruebas de Validez (significativas al 5%) y Fiabilidad realizadas al mismo (alfa de Cronbach superior a 0,816), evidencian la validez y fiabilidad de la escala usada para medir la calidad de los servicios en el caso de estudio.

La estructura presentada como resultado del análisis, así como la metodología, puede usarse como fuente para la generación de políticas públicas en pro de la mejora de la calidad de los servicios de recolección de desechos sólidos en el GAD de Milagro, y en los demás GAD's del Ecuador.

## REFERENCIAS

- Abiko, A. (2011). *Serviços Públicos Urbanos*. São Paulo: Escola Politécnica de Universidade de São Paulo. Recuperado de [http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/TT\\_00010.pdf](http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/TT_00010.pdf)
- Alemán, R.; Gutiérrez-Sánchez, R. & Liebana-Cabanillas, F. (2018). Determinant Factors of Satisfaction with Public Services in Spain. *Australian Journal of Public Administration*, 77(1), 102-113. DOI: <https://doi.org/10.1111/1467-8500.12252>
- Ali, M. & Yaseen, E. (2013). Service quality in public services "A study of the public services in urban Egypt". *Proceedings of 24th Annual Conference of the Production and Operations Management Society*, Dever, USA. Recuperado de <https://www.pomsmeetings.org/ConfPapers/043/043-1654.pdf>
- Arredondo, E. y Gómez, R. (2017). La calidad en los servicios públicos desde la perspectiva del consumidor. *Mikarimin*, 3 (2), 13-24.
- Arellano-González, A.; Carballo-Mendivil, B.; Ríos-Vázquez, N. & Bojorquez-Félix, E. (2016). Evaluación del desempeño del proceso de recolección de residuos sólidos Urbanos. *Revista de Estrategias del Desarrollo Empresarial*, 2(3), 26-41.
- Ayala, V. & Valencia, W. (2017). *Evaluación de la calidad de los servicios públicos comparativo: servicio de recolección de residuos sólidos urbanos prestado por EMASEO-EP, en los casos de estudio Barrio La Bota y Comité del Pueblo* (Tesis de maestría). Escuela Politécnica Nacional, Ecuador. Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17303>
- Azizzadeh, F.; Khalili, K. & Soltani, I. (2013). Service Quality Measurement in the Public Sector (Ilam Province Post Office Case Studies). *International Journal of Economics, Finance and Management*, 2(1), 114-121.
- Banco Interamericano de Desarrollo (2015). *Situación de la gestión de Residuos Sólidos en América Latina y el Caribe*. Washington, D.C.: BID. Recuperado de [https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/7177/Situacion\\_de\\_la\\_gestion\\_de\\_residuos\\_solidos\\_en\\_America\\_Latina\\_y\\_el\\_Caribe.pdf?sequence=1](https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/7177/Situacion_de_la_gestion_de_residuos_solidos_en_America_Latina_y_el_Caribe.pdf?sequence=1)
- Bernache, G. (2015). La gestión de los residuos sólidos: un reto para los gobiernos locales. *Sociedad y Ambiente*, 1 (7), 72-98.
- Caldera, Y. & Fuentes, L. (2012). Calidad del servicio de recolección de residuos sólidos en el sector Concordia Vieja del municipio Cabimas. *Impacto Científico*, 7(1), 177-186.
- Chatzoglou, P.; Chatzoudes, D.; Vraimaki, E. & Diamantidis, A. (2013). Service quality in the public sector: the case of the Citizen's Service Centers (CSCs) of Greece. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 62(6), 583-605. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJPPM-12-2012-0140>
- Chou, L.; Pacheco, C. & Mejías, A. (2010). Percepción de la calidad del servicio de recolección de desechos sólidos. Un estudio de caso en el Municipio Naguanagua, Venezuela. *Ingeniería y Sociedad*, 5(1), 31-36.
- Código Orgánico de Organización Territorial, Gobiernos Autónomos y Descentralización (2010). Registro Oficial Suplemento 303 de 19-oct-2010. República del Ecuador.
- Constitución de la República del Ecuador (2008). Registro Oficial 449 de 20-oct-2008. República del Ecuador.
- Cronin, J. & Taylor, S. (1992). Measuring service quality: a reexamination and extension. *Journal of marketing*, 56(3), 55-68. DOI: <https://doi.org/10.2307/1252296>
- Duque, E. (2005). Revisión del concepto de calidad del servicio y sus modelos de

- medición. *INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*, 15 (25), 64-80.
- Evans, J. & Lindsay, W. (2014). *Administración y Control de la Calidad, Novena edición*. México: Cengage Learning.
- Frías-Navarro, D. & Pascual, M. (2012). Prácticas del análisis factorial exploratorio (AFE) en la investigación sobre conducta del consumidor y marketing. *Suma Psicológica*, 19 (1), 47-58.
- Gronroos, C. (1984). A service quality model it's marketing implication. *European Journal of Marketing*, 13(4), 36-44. DOI: <https://doi.org/10.1108/EUM0000000004784>
- Hadiyati, E. (2014). Service Quality and Performance of Public Sector: Study on Immigration Office in Indonesia. *International Journal of Marketing Studies*, 6(6), 104-117. DOI: <http://dx.doi.org/10.5539/ijms.v6n6p104>
- Hernández, O. (1998). *Temas de análisis estadístico multivariado*. San José: Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Lacave, C.; Molina, A.; Fernández, M. & Redondo, M. (2015). Análisis de la fiabilidad y validez de un cuestionario docente. *Actas de las XXI Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática*, 136-138. Recuperado de [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/76844/JENUI2015\\_146-153.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/76844/JENUI2015_146-153.pdf)
- Ley de Gestión Integral de la Basura (2010). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, No. 6.017.
- Ley Orgánica de Defensa del Consumidor (2000). Registro Oficial Suplemento 116 de 10-jul-2000. República del Ecuador.
- Martinović, M.; Pavlić, I. & Tolić, M. (2017). Measurement of local public services' quality using SERVQUAL: the case of Dubrovnik. *Ekonomski misao i praksa / Economic Thought and Practice*, 26(2), 593-610.
- Mendoza, J. & Garza, J. (2009). La medición en el proceso de investigación científica: Evaluación de validez de contenido y confiabilidad. *Innovaciones de Negocios*, 6 (1), 17-32.
- Meza-Morales, M.; Antonio-Antonio, A.; Medina-Álvarez, J. & Cruz Netro, Z. (2017). Percepción de la calidad del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos en el municipio de Altamira Tamaulipas. *Revista Sociología Contemporánea*, 4(13), 37-56.
- Mwita, J. (2000). Performance management model: A systems-based approach to public service quality. *The International Journal of Public Sector Management*, 13(1), 19-37. DOI: <https://doi.org/10.1108/09513550010334461>
- Parasuraman, A., Zeithaml, V. & Berry, L. (1988). SERVQUAL: a multiple-item scale for measuring consumer perceptions of services quality. *Journal of Retailing*, 64 (1), 12-40.
- Quero, M. (2010). Confiabilidad y coeficiente Alpha de Cronbach. *Telos*, 12 (2), 248-252.
- Quintero, N. & Ávila, M. (2006). Calidad del Servicio en la Gestión Municipal de la Costa Oriental del Lago de Maracaibo, Período 1998-2000. Caso: Aseo Urbano y Domiciliario. *Formación Gerencial*, 5(1), 59-83.
- Ramseook-Munhurrún, P.; Lukea-Bhiwajee, S. & Perunjodi-Naidoo, P. (2010). Service quality in the public service. *International Journal of Management and Marketing Research*, 3(1), 37-50.
- Robles, C. & Torres, Z. (2010). Satisfacción de usuarios del servicio público de recolección de desechos sólidos en Ecatepec, México. *Revista OIKOS*, 14(30), 13-24.
- Rodríguez, M. & Mora, R. (2001). *Análisis factorial*. En: Estadística informática casos y ejemplos con el SPSS / María José Rodríguez Jaume, Rafael Mora Catalá. Alicante : Publicaciones de la Universidad de Alicante, 127-142. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10045/12078>
- Rust, R. & Oliver, R. (1994). *Service Quality: Insights and Managerial implications from the*

- frontier*. In R. Rust & R. Oliver (Eds), *Service Quality: New Directions in Theory and Practice* (pp. 1-19). Sage Publications, Thousand Oaks, CA. DOI: <http://dx.doi.org/10.4135/9781452229102.n1>
- Sáez, A. (2011). Factores críticos para la medición de la calidad de servicio del aseo urbano en el municipio Maracaibo. *Telos*, 13(3), 329-354.
- Sáez, A.; Machado, E. & Godoy, E. (2011). Calidad del servicio público de aseo urbano. Caso: Municipio Maracaibo. *Revista Venezolana de Gerencia*, 16(56), 622-639.
- Santamaría, R. & Mejías, A. (2013). Análisis de la calidad de los servicios académicos: estudio de caso en Universidad Venezolana. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 3(11), 67-74.
- Teicher, J.; Hughes, O. & Dow, N. (2002). E-government: a new route to public service quality. *Managing Service Quality*, 12(6), 384-93.
- Tenev, M. (2005). El usuario de servicios públicos. Entes de control: participación de las asociaciones de consumidores. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Resumen S-09*. Argentina: Universidad Nacional del Nordeste. Recuperado de <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2005/1-Sociales/S-009.pdf>
- Vargas, M. & Aldana, L. (2007). *Calidad y Servicio. Conceptos y herramientas*. Bogotá: ECOE.
- Zeithaml, V. (1988). Consumer Perceptions of Price, Quality and Value: A Means-End. Model and Synthesis of Evidence. *Journal of Marketing*, 52, 2-22. DOI: <https://doi.org/10.2307/1251446>

#### Autores

**Walter Jerez Peñafiel.** Dirección Administrativa y de Servicios Generales, Universidad Estatal de Milagro, UNEMI, Ecuador. Maestrante en Administración Pública, UNEMI, Ecuador.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5270-7978>

Email: [wjerezp@unemi.edu.ec](mailto:wjerezp@unemi.edu.ec)

**Ely Borja Salinas.** Docente de la Universidad Estatal de Milagro UNEMI, Ecuador. Docente de la Universidad de Guayaquil, UG, Ecuador.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1465-9538>

Email: [eborjas@unemi.edu.ec](mailto:eborjas@unemi.edu.ec), [ely.borjas@ug.edu.ec](mailto:ely.borjas@ug.edu.ec)

**Mayra D'Armas Regnault.** Docente de la Universidad Estatal de Milagro, Ecuador.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6288-1566>

Email: [mdarmasr@unemi.edu.ec](mailto:mdarmasr@unemi.edu.ec)

Recibido: 08-12-2018

Aceptado: 26-12-2018

## Avaliação dos conceitos de Teoria das Restrições aplicados à loja de varejo descrita no livro “Não é óbvio?” em ambiente de simulação computacional

*Evaluation of Theory of Restrictions concepts applied to the retail store described in the book “Is not it obvious?” in computational simulation environment*

**Fernanda Becker, Marcelo Battesini**

**Palavras chave:** Teoria das Restrições, cadeia de suprimentos, varejo, simulação discreta de eventos, indicadores de performance

**Key words:** Theory of Constrains, supply chain, retail, discrete-event simulation, performance indicators

### RESUMO

A Teoria das Restrições (TOC) é conhecida por aplicações em ambiente fabril, porém é pouco estudada no contexto de gerenciamento da cadeia de suprimentos do varejo, que enfrenta o grande dilema de gestão de estoques pela dúvida entre manter inventários altos, a um custo elevado, ou diminuí-los, arcando com as rupturas decorrentes da falta de produtos. A aplicação da TOC à cadeia de suprimentos têm como referência central o livro “Não é óbvio?” que é redigido na forma de um romance de negócios e têm influenciado as decisões de gerentes. O objetivo deste artigo é avaliar a aplicação dos conceitos de Teoria das Restrições na loja de varejo descrita na obra em ambiente de simulação computacional. A metodologia utilizada envolveu a sistematização da situação problema estabelecida na obra, que foi reproduzida em um modelo de simulação de eventos discretos, para os cenários inicial e final, e a investigação do impacto dos comandos gerenciais descritos pelo autor nas medidas de desempenho da TOC. Os resultados obtidos comprovam que a implantação de princípios da TOC na cadeia de suprimentos do varejo é capaz de produzir a

redução de 94,9% no percentual de rupturas, o aumento de 2,86 vezes no giro de estoque, de 3,02 vezes no lucro líquido e de 8,64 vezes no retorno sobre o investimento. Constatção que reforça a consistência da TOC e recomenda a sua aplicação em cadeias de suprimento do varejo.

### ABSTRACT

The Theory of Constrains (TOC) is known for applications in the manufacturing environment, but is little studied in the context of retail supply chain management, which is faced with great dilemma of inventory management by the doubt between keeping high inventories, at a high cost, or decreasing them, bearing the ruptures resulting from the lack of products. The TOC applications in retail supply chain have as central reference the book "Isn't It Obvious?" which is narrated in a novelized fashion and has influenced the manager's decisions. The objective of this paper is to evaluate the application of TOC concepts in the retail store described in the book in computational environment. The methodology used involved the systematization of the problem situation established in the book, which was reproduced

in a discrete event simulation model for the scenarios initial and final, and the investigation of the impact of managerial commands described by the author on the TOC performance measures. The results obtained prove that the implementation of TOC principles in the retail supply chain is able to produce the reduction of 94,9% in ruptures

percentage, an increase of 2.86 times in the inventory turns, 3.02 times in the net profit and 8.64 times in the return on investment. Finding that reinforces the consistency of TOC and recommends its application in retail supply chain.

## INTRODUÇÃO

Os conceitos de logística e de cadeia de suprimentos se referem a diferentes dimensões da movimentação de materiais. A logística é um processo de gestão estratégica das operações de aquisição, movimentação e armazenagem, se concentra no planejamento do fluxo de materiais e informações (Christopher, 2011). A gestão da cadeia de suprimentos (*Supply Chain Management*, SCM) é uma orientação e uma estrutura de planejamento que visam criar um único plano para o fluxo de produtos e informações que busca a integração dos processos de todas as organizações da cadeia, a partir do consumidor final para o fornecedor inicial, sendo assim um conceito mais amplo e complexo que a logística (Wanke, 2010).

É intuitiva a crescente importância da SCM como uma vantagem competitiva entre organizações, uma vez que, atualmente, de acordo com Corrêa (2014), a concorrência não se dá entre empresas, mas entre suas redes de suprimentos. Quando se trata da cadeia de suprimentos do varejo, percebe-se uma busca constante de lojistas para

evitar as chamadas rupturas (falta de produtos quando demandados), convivendo com o dilema entre manter altos estoques para garantir nível de serviço (a um alto custo de inventário) e diminuir os estoques correndo o risco de perder vendas (Saggiaro et al., 2010). Campos & Silva (2007) e Aguiar & Sampaio (2014) justificam a importância de realizar estudos sobre varejo e ressaltam a dificuldade de estabelecer um nível adequado de serviço ao cliente, devido à imprevisibilidade da demanda e a possibilidade de ocorrerem rupturas indesejadas.

A solução de distribuição/reabastecimento da Teoria das Restrições (*Theory of Constraints*, TOC) é bastante nova em relação a outros sistemas (Schragenheim, 2013, p. 310), sendo sua importância mais reconhecida pelas aplicações em ambientes fabris, especialmente, na programação e controle de sistemas de produção nos quais o gargalo está relacionado ao processo produtivo. No entanto, uma restrição deve ser entendida de forma mais ampla, se referindo a qualquer elemento ou fator que

impede que um sistema conquiste um nível melhor de desempenho em relação a sua meta (COX III et al., 2012).

Entendida dessa forma, percebe-se que a filosofia da TOC pode ser aplicada em diversos tipos de organizações e sistemas, tendo sido: relatados por Schragenheim (2013) o aumento nas vendas, a redução do investimento e melhoria nos giros de estoque, quando implantada na distribuição e reabastecimento; discutida no contexto de gerenciamento da cadeia de suprimentos por Moellmann (2010) e por Santos & Alves (2015); utilizada em ambiente de simulação para resolução de problemas reais em serviços (Sabbadini et al., 2006).

A referência central da aplicação da TOC no contexto da cadeia de suprimentos do varejo é dada no livro "Não é óbvio?"

(Goldratt, 2011), no qual é proposta uma solução para o dilema do setor que permite o aumento do nível de serviço pela diminuição do número de rupturas. Os conceitos e a filosofia da TOC apresentados pelo autor na forma de um romance de negócios têm influenciado as decisões de gerentes e gestores e delimitam a questão de pesquisa relacionada a verificar/comprovar se as afirmações feitas na obra se sustentam, quando testadas em um modelo de simulação. O objetivo deste artigo é avaliar em ambiente de simulação a aplicação dos conceitos de Teoria das Restrições na loja de varejo descrita no livro "Não é óbvio?". Os resultados obtidos comprovam que a implantação de princípios da TOC na cadeia de suprimentos do varejo é capaz de produzir os benefícios com narrados.

## CONTEXTO TEÓRICO

Esta seção contextualiza em relação à literatura conceitos de cadeias de suprimentos; de TOC que estabelece a filosofia de otimização do sistema investigado; e de modelagem e simulação de sistemas, que descrevem a ferramenta utilizada na investigação da situação problema.

### Cadeias de suprimentos

O gerenciamento da cadeia de suprimentos teve a sua importância aumentada como reflexo da economia globalizada, contexto no qual a competição entre as organizações já não é individual e a concorrência ocorre

entre as suas cadeias de suprimentos, cujo dinamismo é fator chave para uma vantagem competitiva (Santos & Alves, 2015).

A gestão da demanda e de estoque são importantes macroprocessos do gerenciamento da cadeia de suprimentos tratados neste artigo, sendo estas diretamente afetadas pelo fluxo de informações e pela integração da cadeia. Corrêa (2010) enfatiza que uma boa gestão de suprimentos inicia com uma boa gestão da demanda, já que ela é responsável (Ching, 2010; Christopher, 2011) por coletar e agregar as necessidades de produtos,

garantindo que a organização antecipe e reaja às exigências reais do mercado, para atingir elevado nível de satisfação do cliente. Já a gestão de estoques, conforme Santos & Alves (2015), visa disponibilizar o produto no tempo e nas quantidades certas, através do planejamento do estoque, seu controle e retroalimentação (Ching, 2010).

A propagação da falta de previsibilidade de demanda e aumento dos estoques ao longo da cadeia estão relacionadas ao chamado efeito chicote (Moellmann, 2010), que corresponde a uma distorção entre a demanda real e a prevista e cresce à medida que “subimos” na cadeia de suprimentos (Santos e Alves, 2015). Corrêa (2010) descreve o efeito chicote como o fenômeno em que pequenas variações na demanda do consumidor final se amplificam ao longo da rede com a transmissão sequencial distorcida das informações dessa demanda. Entre as causas do efeito chicote, estão os grandes leads times na cadeia, a falta de compartilhamento de informação e de alinhamento estratégico, o tamanho dos pedidos e a imprecisão das previsões (Coelho; Follmann; Rodriguez, 2009). O efeito chicote pode causar: o menor nível de serviço e perda de vendas; o aumento do estoque de segurança e do número de reprogramações da produção; e, por consequência, o aumento dos custos relacionados aos estoques e diminuição do retorno sobre o investimento (Fiorioli e Fogliatto, 2009).

Um importante conceito associado ao nível de serviço oferecido pelo varejista é o de

ruptura de estoque, evento que pode ser caracterizado pela indisponibilidade de um item demandado pelo cliente (Aguiar; Sampaio, 2014). O varejo corresponde a um conjunto de atividades da venda de produtos e serviços e, no contexto de uma cadeia de abastecimento, o varejista pode ser visto como um facilitador entre fabricantes e consumidores (Merlo, 2011). Saggiaro et al. (2010) destacam que o excesso de estoque pode gerar custos desnecessários, mas que a falta dele pode implicar em perda de vendas, em um nível de serviço ao cliente indesejado. Sendo esse um dos dilemas em cadeias de suprimento, inclusive do varejo, que envolve o conflito entre manter níveis de inventário menores, a fim de reduzir custos, ou maiores, de modo a proteger as vendas e evitar rupturas (Moellmann, 2010).

Dentre as teorias e abordagens utilizadas para lidar com a melhoria do nível de serviço e redução de rupturas está a TOC, que foi utilizada por Santos & Alves (2015) no segmento de eletrodomésticos e por Moellmann (2010) na cadeia de suprimentos de eletrônicos. Concepção e aplicações alinhadas com as regras para uma cadeia de suprimentos são apresentadas no TOCIC *Dictionary* (Cox III et al., 2012) e incluem, entre outras: o uso de um depósito central para agregar as flutuações estatísticas de oferta e demanda; a ordenação de pedidos e o reabastecimento diários entre os varejistas e os centros de distribuição; e o gerenciamento de pulmões para ajustar os níveis de amortecimento e melhorar o

fluxo.

### Teoria das Restrições

A Teoria das Restrições (TOC) é uma filosofia de gestão global desenvolvida pelo físico Eliyahu Goldratt durante os anos 80 baseada no princípio da simplicidade inerente, presente mesmo em processos mais complexos (Cox III et al., 2012). Essa simplicidade está relacionada ao fato de haver poucos elementos que limitam o desempenho de um sistema, ou organização, de alcançar sua meta, sendo eles conhecidos como restrições (Goldratt, 2013).

Pacheco (2014) relaciona as origens da TOC a um software de programação e controle da produção, que já continha muitos dos conceitos inovadores de gestão de produção, que foram posteriormente formalizados nessa filosofia gerencial. Em função da TOC ter sido inicialmente apresentada em um ambiente fabril, no livro *A Meta*, o conceito de restrição ficou vinculado a um gargalo de produção (Goldratt; Cox III, 2014), o que leva muitos a perceberem-na de modo restrito, como o processo de menor capacidade (Goldratt, 2011). No entanto, para outros ambientes de negócios uma restrição pode ser (Goldratt, 2013): o caminho crítico no contexto de gestão de projetos; o caixa no setor atacadista; o número de clientes que entram na loja na distribuição do varejo.

Para o gerenciamento de restrições dos sistemas, a TOC apresenta o processo de focalização em cinco etapas (Cox III & Spencer, 2008; Goldratt, 2011; Goldratt, 2013; Souza & Baptista, 2010; Santos &

Alves, 2015; Goldratt & Cox III, 2014): (i) identificar as restrições do sistema; (ii) explorar as restrições do sistema; (iii) subordinar todo o sistema às decisões tomadas na etapa anterior; (iv) elevar as restrições do sistema; (v) se uma restrição for quebrada, voltar para a etapa um. No contexto do varejo, Souza & Baptista (2010) afirmam que a demanda do mercado deve ser encarada como uma permanente restrição, mesmo entendimento dado por Moellmann (2010) ao apresentar a aplicação dessas etapas à SCM de forma comparada a uma manufatura, para facilitar a compreensão.

Um mecanismo da TOC para o gerenciamento de gargalos é o Tambor-Pulmão-Corda (TPC), cujos componentes são apresentados pelo TOCICO Dictionary (Cox III et al., 2012) como segue: tambor é a restrição, ou recurso com limitação de capacidade, que dita o ritmo do sistema; pulmão são estoques de proteção contra incertezas; e corda se refere ao fluxo de informações que controla a liberação de materiais de acordo com a capacidade do tambor.

No contexto da cadeia de suprimentos, o TPC apresenta desafios ainda maiores (Santos & Alves, 2015), podendo ser implementado (Moellmann, 2010) pela subordinação do fluxo à capacidade do tambor, seguida da adição de pulmões em pontos estratégicos do sistema e do controle do seu nível de inventário, a fim de manter o fluxo contínuo e puxado pelo tambor. Blackstone (2013) acrescenta que para cadeias de suprimentos o TPC foi

estendido, de modo a puxar os estoques entre os seus elos, ambiente onde é conhecido como reabastecimento rápido. Para os casos em que o mercado é a principal restrição do sistema, conforme Souza & Baptista (2015), foi concebida uma versão simplificada do mecanismo TPC (TPCS). Ao utilizar o TPCS, Santos e Alves (2015) propuseram um modelo de gestão integrada para a cadeia de suprimentos de uma indústria de eletrodomésticos, na qual todos os membros foram subordinados à demanda, tendo obtido como resultados uma maior integração entre os elos, a redução de estoques e um aumento no nível de serviço.

A utilização da TOC em SCM pode ser compreendida como um sistema que puxa estoques ao longo da cadeia, desde um ponto de consumo e a partir de um armazém central, que é utilizado como um centro de distribuição Schragenheim (2013). Segundo Blackstone (2013), essa abordagem funciona por manter a maioria dos estoques no depósito central do fabricante, onde a variabilidade é menor que no varejista comum, devendo iniciar com uma maior frequência de entregas, de quantidades equivalentes às vendas reais do período de entrega anterior, ou seja, o estoque no início de um período é apenas a quantidade máxima provável de vendas durante o período de reabastecimento previsto.

A aplicação da TOC na cadeia de suprimentos, em especial do varejo, foi inicialmente descrita no livro “Não é óbvio?” (Goldratt, 2011), que apresenta os

passos do processo de focalização no varejo e destaca ser este um dos ambientes mais fáceis e seguros para melhoria de desempenho decorrentes do uso da TOC, uma vez que, sua restrição (número de clientes que entra na loja) é fixa, e nunca se quebra (Goldratt, 2011).

A TOC utiliza um conjunto de medidas de desempenho para a chamada contabilidade de ganhos (Goldratt, 2011; Goldratt, 2013; Goldratt, 2014), sendo consideradas por Guerreiro (1999) como parâmetros norteadores das ações para o alcance da meta organizacional, sendo definidos no APICS Dictionary (Cox III & Spencer, 2008), como segue:

- Ganho (G), que se refere a taxa na qual o sistema gera dinheiro através das vendas, também referido como *throughput* (taxa máxima possível para o sistema), podendo ser calculado por  $G = PV - MP$ , sendo PV o preço de venda e MP o montante pago aos fornecedores;
- Inventário (I): que pode ser avaliado pelo valor de compra de todos os itens comprados que podem ser revendidos (bens acabados, estoques intermediários e matérias-primas);
- Despesas operacionais (DOp): que correspondem à quantidade de dinheiro gasta pela empresa para converter inventário em vendas, analisado em um período de tempo específico.

O Retorno Sobre o Investimento (RSI) de cada item, segundo Schragenheim (2013), é para um varejista um importante indicador de comparação entre SKUs (*Stock Keeping Unit* – unidade de manutenção de estoque)

e, conforme Guerreiro (1999), pode ser calculado por  $RSI=(G-DOp)/I$ , sendo G o ganho, DOp a despesa operacional, Lucro Líquido ( $LLiq=G-DOp$ ) e I o Inventário. Outra medida de desempenho importante é o giro de estoque (GE), definido por Schragenheim (2013) como o número de ciclos, ou de vezes, que um estoque é esgotado e repostado durante o ano, podendo ser calculado, segundo Goldratt (2014), por  $GE=VV/CE$ , sendo VV o valor das vendas anuais e o CE o custo médio de estoque.

Nem sempre é trivial a verificação em situações reais da otimização resultante da aplicação dos princípios da TOC com base nesse conjunto de indicadores, motivo pelo qual Schragenheim (2013) aponta o uso de modelos de simulação como uma forma de avaliar os resultados da solução obtida pela aplicação da TOC, especialmente antes da sua implantação.

### **Modelagem e simulação computacional de sistemas de eventos discretos**

Um modelo de simulação compreende as características de sistemas reais, que mudam seu estado em momentos discretos no tempo a partir de eventos, repetindo em um computador esse comportamento do sistema quando submetido a dadas condições de contorno (Chwif e Medina, 2010). De acordo com Vargas e Paglione (2015) uma simulação é a imitação do funcionamento do sistema real, através de modelos matemáticos desenvolvidos a priori, contendo as principais características que se quer representar.

Entre os benefícios da simulação, destaca-se a possibilidade de antecipar

consequências de mudanças operacionais antes da sua implementação no sistema real, sem gerar ônus elevados (Sabbadini et al., 2006). Para o sucesso do estudo de simulação alguns passos devem ser seguidos (Chwif e Medina, 2010; Jacobs e Chase, 2012; e Law, 2003), sendo caracterizados na literatura como metodologias de simulação.

Chwif e Medina (2010) dividem o desenvolvimento do modelo de simulação em três grandes etapas e apresentam os diferentes modelos a serem formulados. Na primeira etapa, de concepção, devem ser esclarecidos os objetivos da simulação e as informações sobre o sistema a ser simulado, bem como o escopo do modelo, suas hipóteses e seu nível de detalhamento. O resultado é o modelo abstrato que deve ser convertido em um modelo conceitual, com o uso de técnica adequada de representação. Segundo os autores a segunda etapa, de implementação, converte o modelo conceitual em um modelo computacional, através de linguagem de simulação ou de um simulador comercial. O modelo computacional implementado deve, então, ser comparado com o modelo conceitual, de modo a avaliar se sua operação atende ao estabelecido na primeira etapa. Esse processo abrange as chamadas validação e verificação. A validação atenta para o modelo conceitual, a fim de se certificar que as considerações nele feitas representam o sistema real, enquanto a verificação se relaciona ao modelo computacional e seus possíveis bugs. Ou seja, a validação se

preocupa com o que será modelado e a verificação com o modo como o modelo está sendo implementado. Por fim, na terceira etapa, de análise, o modelo computacional está pronto para os experimentos, dando origem ao modelo experimental, no qual são efetuadas várias rodadas para posterior análise e documentação dos resultados.

Analogamente, Jacobs e Chase (2012) propõem como principais passos do estudo de simulação: definir o problema, construir o modelo de simulação, especificar os valores das variáveis e dos parâmetros, executar a simulação, avaliar os resultados, validar e propor um novo experimento. Segundo os autores, os parâmetros são as propriedades do sistema real que devem ser fixas e as variáveis são aquelas que podem sofrer variação. Deve-se ainda especificar as regras de decisão, que explicitam sob quais condições o modelo se comporta e quais as distribuições de probabilidade a serem utilizadas (Jacobs; Chase, 2012).

Além dessas, uma forma clássica de implementar estudos de simulação computacional de eventos discretos é apresentada por Law (2003) em 7 passos: formular o problema; coletar informações e construir o modelo conceitual; verificar o modelo; programar o modelo; validar o modelo programado; conduzir e analisar os experimentos; e, então, documentar e apresentar os resultados. O autor enfatiza a importância do modelo conceitual, que deve conter informações bem detalhadas

de cada subsistema e ser entendível pelo tomador de decisão do sistema e acrescenta a redução do tempo de programação e do custo do projeto como benefícios em usar um simulador comercial para a programação do modelo.

Posto que um sistema é uma coleção de elementos que se inter-relacionam ao trabalhar conjuntamente no atingimento de uma meta desejada, deve-se ainda definir os elementos que o compõem (Harrell et al. 2011). Segundo esses autores, os elementos são atividades, recursos e controles, utilizados ao processar entidades. Atividades são caracterizadas pelos autores como tarefas que consomem tempo e recursos e podem representar o processamento de uma entidade, como atividades de atendimento, corte ou inspeção; a movimentação de uma entidade, como o transporte em empilhadeiras ou em elevadores; ou ainda o ajuste de recursos, manutenção e reparo, como atividades de setup. Os autores definem recursos como os meios através dos quais são realizadas atividades, podendo ser classificados como: humanos ou animados, a exemplo de operadores e equipe de manutenção; inanimadas, como equipamentos, máquinas, ferramentas; ou intangíveis, referentes a informações, energia elétrica. Por fim, Harrell et al. 2011 esclarecem que os controles objetivam o estabelecimento de ordem ao sistema, determinando como, quando e onde se realizam as atividades.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa realizada tem cunho teórico e objetivo analítico e utilizou uma abordagem qualitativa, para delimitar a situação problemática de pesquisa, e quantitativa ao utilizar um estudo de simulação para a obtenção dos resultados (GIL, 2010; Santos, 2007). Os procedimentos da pesquisa se basearam nas etapas para a construção de um modelo de simulação (Law, 2003; Chwif e Medina, 2010; Harrell *et al.* 2011): (i) formulação do problema; (ii) modelo conceitual; (iii) modelo computacional; (iv) condução de experimentações; (v) sistematização dos resultados. As etapas *i* a *iv* são apresentadas na seção Procedimentos Metodológicos e a etapa *v* na seção Resultados e Discussão.

### Formulação do problema

O problema tratado no estudo de simulação foi definido a partir da sistematização de situações descritas no livro “Não é óbvio?: A teoria das restrições (TOC) em uma história do mundo dos negócios” (Goldratt, 2011). O foco do livro e o do presente trabalho é a loja de Boca Raton (LBR). Na obra, o autor apresenta, de forma romaneada, a otimização da cadeia de suprimentos da rede “Hannah’s Shop”, uma rede de varejo de cama, mesa e banho, que atende à nove regiões estadunidenses, cada uma delas com dez lojas. A leitura estruturada da obra permitiu sistematizar dois momentos de tempo relevantes para este estudo:

- situação inicial, que descreve o contexto de varejo da LBR;

A rede Hannah’s Shop é uma empresa familiar, está em processo de sucessão e é focada em clientes da classe média (p. 17). A LBR: não possui uma boa localização (shopping velho e feio); tem uma clientela formada por senhoras velhas e ricas; ocupa 3250m<sup>2</sup> distribuídos em 6 departamentos; se encontra na 8<sup>a</sup> posição de 10 lojas da região, sendo a sua pior colocação (p. 8 e 9); e oferece uma grande variedade de itens organizados em cinco departamentos (Cama, Mesa, Banho, Carpetes e Cortinas). A LBR enfrenta o dilema do varejo (p. 55) mantendo grandes estoques (4 meses em média) para evitar rupturas (p. 95). A LBR tem rupturas entre 1/4 e 1/3 dos 2000 SKUs mantidos no depósito da loja e destes a maioria são daqueles que mais vendem. O lucro médio sobre as vendas passou de 6% (p. 60) para 3,2%, sendo que a melhor loja teve lucro de 7%.

- após a implantação de mudanças na LBR baseadas na TOC;

Impossibilidade de manter o estoque no depósito da LBR devido a um vazamento no encanamento (p. 21) deixa a LBR sem estoque por 6 a 7 semanas (p.25). O estoque da LBR é enviado (p.27) para o Depósito Regional (DR) sendo mantido apenas na 20 vezes a média diária vendida de cada SKU (p. 32). DR enviará unidades individuais de acordo com pedidos da LBR (p.32). Redução do estoque na LBR para 1/4 do inicial. Em função disso, ocorre a alteração do procedimento do DR que passa a enviar

quantidades menores do que 1 SKU para LBR. Gerentes departamentais devem elaborar uma única lista para todos os pedidos do dia (p.41). É adotada a regra de reposição diária (p. 43):  $\text{Reposição} = \text{quantidade a ser mantida em estoque (20 dias)} - \text{quantidade vendida no dia}$ . Constatação de menos rupturas e de 20% a 30% a mais de vendas diárias (p. 52). Envio de estoque residual em unidades individuais pelo DR (p. 59). Ampliação tipos de itens na LBR (p. 55) gera receita extra com itens com ruptura no mês anterior (p. 58). LBR ficou em 1º lugar na região (p. 51) com Lucro de 17,4% (p.61), retorno sobre o investimento 10 vezes maior do que era (p. 90), giro de estoque acima de 30 por ano (p. 96), Lucratividade 3 a 4 vezes a de uma loja média e estoques 1/4 do que eram (p. 90). A LBR mantém em média 4 meses de estoque, com *markup* de 100%. O giro usual que era de 6 vezes por ano (p. 95) passou para 30 por ano.

Essas situações delimitam o modelo abstrato utilizado e fornecem parâmetros para a construção dos modelos conceituais e computacionais, bem como para a sua

avaliação. Além dessas, o livro narra intervenções relacionadas à cadeia de suprimentos fornecedora da LBR (Hannah's Shop), que foram omitidas por não terem sido investigada na simulação realizada.

### Elaboração do modelo conceitual

Os modelos conceituais para a situação inicial e para a situação após TOC foram definidos em função de um conjunto de elementos (Law, 2003; Chwif e Medina, 2010; Harrel, C. *et al.*, 2011): entidades, recursos, atividades realizadas, parâmetros do modelo de simulação e variáveis analisadas. As entidades e os recursos fixos são apresentados na forma de um modelo conceitual na Figura 1, sendo os demais elementos a seguir são descritos.

As *entidades* entrantes no modelo são SKUs e pedidos. Os SKUs são enviados pelo Depósito Regional e recebidos, e armazenados, no Depósito da LBR, sendo, sempre que demandados, desmembrados em entidades denominadas Itens que são enviados às prateleiras da loja para serem consumidos.

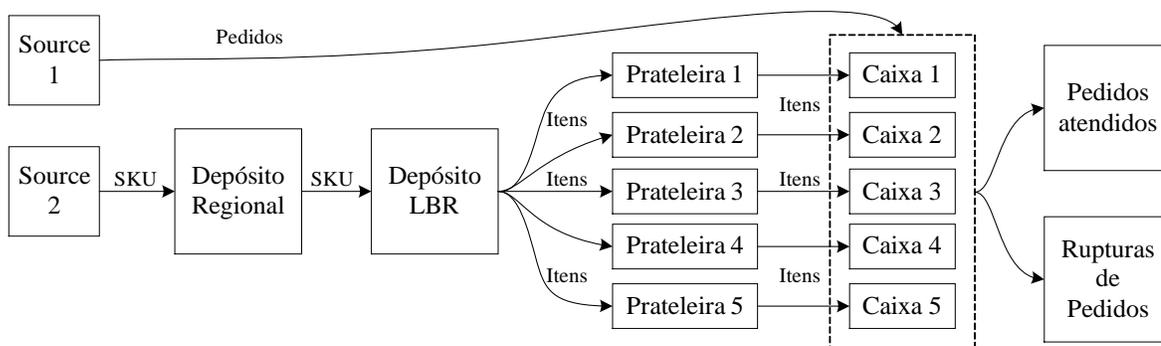


Figura 1. Modelo Conceitual

Os pedidos representam os clientes, que demandam o consumo unitário de itens. Os recursos fixos utilizados foram filas comuns (DR, Depósito da LBR, Pedidos atendidos e Rupturas de Pedidos), filas do tipo Prateleiras (cinco, uma por departamento da LBR), processadores do tipo *combiner* (cinco, que representam os Caixas que combinam Pedidos e Itens). Não foram utilizados recursos móveis. As atividades desenvolvidas pelo sistema foram o recebimento e a estocagem de SKUs, o abastecimento das Prateleiras, o

recebimento de pedidos e a saída dos pedidos com demanda atendida, ou com ruptura. Os principais parâmetros adotados no modelo computacional (controles), foram: tipos de SKU/itens disponibilizados para venda pela LBR ( $\text{Tipos}_{\text{SKU/itens}}$ ), quantidade de itens por SKU ( $Q_{\text{SKU}}$ ), *markup* dos itens ( $M_{\text{up}}$ , margem de lucro %), custo e preço de venda por item (em \$ unidades monetárias), taxa de demanda dos Pedidos ( $\text{TX}_{\text{Pedidos}}$ ), frequência de reabastecimento ( $F_{\text{Reabast}}$ ) e tamanho do estoque inicial ( $E_{\text{inicial}}$ ); ver Quadro 2.

**Quadro 2.** Parâmetros adotados nos modelos de simulação

Parâmetro	Cenário inicial	Cenário após TOC
$\text{Tipos}_{\text{SKU/itens}}$	200 tipos	200 tipos
$Q_{\text{SKU}}$	10 itens	10 itens
$M_{\text{up}}$	100%	100%
Custo por unidade	\$1	\$1
Preço venda por unidade	\$2	\$2
$\text{TX}_{\text{Pedidos}}$	Exponencial(100un)	Exponencial(100un)
$F_{\text{Reabast}}$	3 dias	1 dia
Entidades entrantes	SKUs	Itens
$E_{\text{inicial}}$	4 meses	20 dias

Alguns parâmetros não descritos objetivamente na obra foram definidos pelos pesquisadores. Estabeleceu-se uma representatividade percentual para cada item no total de Pedidos do dia, para representar a diferença de demanda entre os itens, mantendo a homogeneidade entre os departamentos. O reabastecimento dos SKUs (ordem de solicitação dos Pedidos ao DR) foi definido com base nas quantidades vendidas durante o período entre as reposições. Enquanto que a  $F_{\text{Reabast}}$  diária de itens é definida na obra apenas para o

cenário após TOC, tendo sido necessário definir um ajuste para o cenário inicial. Assunções que não representam prejuízo aos resultados obtidos, uma vez que, a análise e a experimentação conduzidas consideram resultados relativos, entre a situação inicial e após TOC.

Foram definidas como *variáveis* a serem analisadas: o total de itens vendidos no período de simulação, o total de pedidos que chegaram à loja, o número de rupturas (medido em itens e em %) e a média de itens em estoque. A partir delas, foram

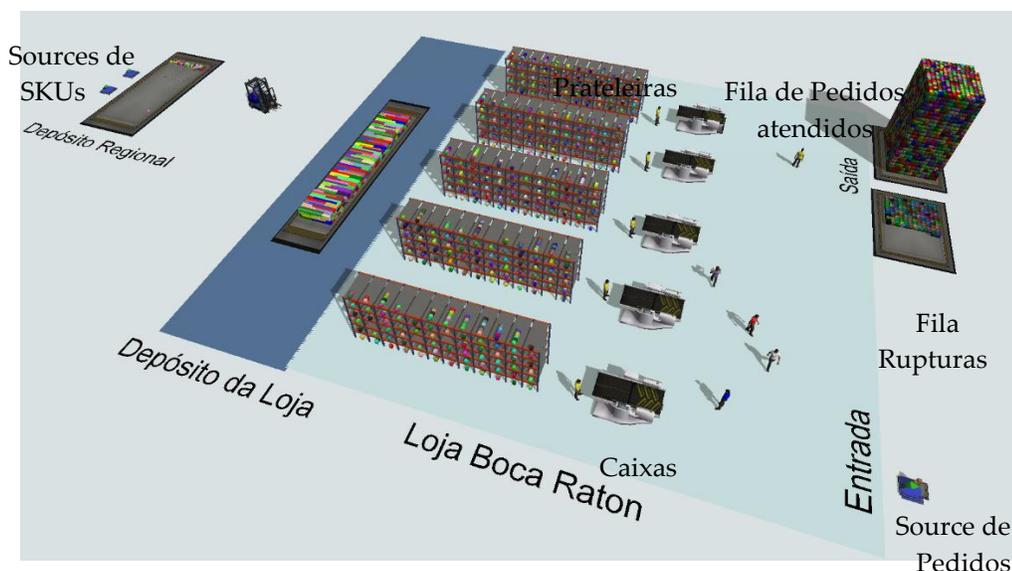
calculadas para ambos os cenários estudados as medidas de performance da TOC: lucro médio da loja no período, custo total do inventário, o retorno sobre o investimento e o giro de estoque.

### Elaboração do modelo computacional

O modelo computacional de simulação foi construído com o auxílio do software FlexSim®, de forma a representar as características estabelecidas no modelo

conceitual em um ambiente virtual, envolvendo a sua programação, verificação e validação.

A Figura 2 apresenta uma imagem instantânea do modelo computacional utilizado, no qual se pode observar a disposição dos recursos fixos. Os componentes, a lógica de funcionamento e os controles utilizados na programação do modelo são descritas a seguir.



**Figura 1.** Modelo Computacional

Fonte: Elaborado pelos autores com o auxílio do software FlexSim®.

Foram utilizadas duas fontes de produtos (SKU ou itens) e uma de pedidos. A primeira fonte de produtos é responsável pelo abastecimento no tempo  $t=0$ , sendo que cada um dos 200 tipos de SKU/itens é identificado por um *label* e uma cor. A proporção do mix de cada tipo de SKU segue uma sequência que se repete a cada 40 tipos de produtos, sendo 25 SKUs do tipo 1, 15 do tipo 2, 12 do tipo 3, 10 do tipo 4, 7 do tipo 5, 5 do tipo 6, 2 dos tipos 7-10 e

1 dos tipos 11-40, e assim sucessivamente. No cenário inicial essa fonte insere no Depósito da LBR uma quantidade equivalente a quatro meses de estoque (560 SKUs), garantindo que todos os produtos estivessem disponíveis já no momento inicial. No cenário após TOC essa fonte insere no Depósito da LBR itens que equivalem a 20 vezes a média diária de vendas identificada no cenário inicial. A segunda fonte de produtos insere produtos

de acordo com a lógica e as taxas estabelecidas, respeitando as suas quantidades de venda: a cada 3 dias no cenário inicial e itens a cada 1 dia no cenário após TOC.

A fonte de Pedidos insere em média 100 pedidos por dia exponencialmente distribuídos identificados através de um *label* com o mesmo número do item ao qual o pedido se refere. A demanda de pedidos de cada item segue uma sequência que se repete a cada 40 tipos de produtos, sendo 5% de pedidos do tipo 1, 3% do tipo 2; 2,5% do tipo 3; 2% do tipo 4; 1,5% do tipo 5; 1% do tipo 6; 0,5% dos tipos 7 e 8; 0,25% dos tipos 9-10; 0,2% dos tipos 11-18; 0,15% dos tipos 19 e 20; 0,1% dos tipos 21-34; 0,08% do tipo 35; 0,05% do tipo 36; 0,02% dos tipos 37 e 39; e 0,01% do tipo 40; e assim sucessivamente.

O Depósito Regional (DR) foi representado por uma fila com capacidade de 10.000 SKUs, que quando demandados pelo Depósito da LBR são convertidos em itens, por um *separator* (1 SKU em 10 itens), procedimento que não foi utilizado no cenário após TOC no qual as chegadas devem ser de itens. O Depósito da LBR (fila com capacidade igual a 2800 unidades) recebe, acumula e destina produtos itens aos seus respectivos departamentos.

Cada uma das cinco prateleiras demanda do Depósito da LBR a reposição de itens (lógica puxada), utiliza uma estratégia de estocagem dedicada e tem capacidade de acumular 560 unidades, sendo no máximo 14 unidades de um único tipo de item (de 1 a 40 no departamento 1, de 41 a 80 no

departamento 2, e assim sucessivamente). Controle que foi estabelecido para impedir que todos as posições fossem preenchidas por um dado tipo de item o que poderia causar rupturas, mesmo quando eles estavam disponíveis no DL. Os caixas puxam os itens demandados em cada pedido e os envia para a fila de pedidos atendidos (vendas), sendo que caso o mesmo não esteja disponível é enviado para a fila de rupturas.

A lógica utilizada para o reabastecimento de SKUs/itens na LBR é comandada pela fonte geradora de produtos, sendo a reposição é baseada nos Pedidos atendidos durante o período (quantidades vendidas desde a reposição anterior). No cenário após TOC, a reposição de itens ocorre diariamente, permitindo à loja reabastecer todos os tipos de itens vendidos no dia anterior. Já no cenário inicial, como a reposição é de SKUs (1 para 10 itens) uma restrição teve de ser adicionada à programação desses eventos. O modelo verifica se a quantidade de itens vendida no período é igual ou maior a 10 itens, para que se justifique a reposição de 1 SKU. No caso verdadeiro, a quantidade vendida de cada tipo e item é dividida por 10 e o resultado arredondado é encaminhado à fonte geradora de produtos. No caso contrário, o modelo acumula a sua contagem para o próximo evento de reposição.

Vale destacar que as medidas implementadas no cenário após TOC buscam reproduzir o mecanismo Tambor-Pulmão-Corda (TPC) para o gerenciamento

de gargalos, no qual: o tambor é a demanda de mercado; o pulmão são os estoques (20 vezes a quantidade vendida de itens); e corda é a lógica de reposição diária implementada, que controla a liberação de materiais de acordo com a capacidade do tambor.

A verificação e validação do modelo computacional foram realizadas em relação ao cenário inicial. A verificação consistiu na confirmação de que o modelo realiza todas as atividades preconizadas para o modelo conceitual, envolvendo a correta distribuição dos itens nas prateleiras, a adequada associação entre os pedidos e itens, a apropriada identificação das rupturas e a lógica programada. Já a validação envolveu a comparação com a narrativa do sistema descrita no livro, e em especial da afirmação que na situação inicial as rupturas da loja estavam entre 1/4 e 1/3 dos pedidos (25% e 33% dos itens), sendo a maioria entre os itens mais vendidos. Foi necessário testar 37 diferentes ajustes do modelo computacional, em função de não haver informações suficientes para caracterizar o sistema na narrativa da obra, considerando: variações na lógica de reposição (baseada em rupturas ou em vendas), na frequência de reabastecimento (de 3 a 12 dias) e nas capacidades das filas. Ao final, o modelo validado para o cenário inicial teve uma ruptura média de 28,63%, sendo considerada uma lógica de reposições baseadas nas vendas realizadas, a frequência de reabastecimento de 3 dias, a capacidade do Depósito da LBR de 2800

itens de 560 itens cada para as prateleiras (total de 2800 itens). Nesse processo, foram utilizadas 4 replicações, consideradas suficientes assumido um erro admissível ser de 300 rupturas/ano e o erro o intervalo de confiança ( $\alpha=5\%$ ) ter sido de 152 rupturas/ano.

### Condução e análise de experimentos

O tempo de simulação utilizado na verificação, validação e experimentação do modelo foi de 240 dias, equivalente a um ano de dias trabalhados, ao qual foi acrescido um tempo de *warm-up* de 100 dias, totalizando 340 dias.

A obra investigada descreve de forma romanceada que, entre as situações inicial e após TOC, a aplicação dos conceitos de TOC à LBR produziu um conjunto de resultados nas medidas de performance. A viabilidade da obtenção desses resultados, e a sua magnitude, foi avaliada pela comparação entre modelos de simulação computacional para os cenários inicial e após TOC. Comparação se deu pela verificação de seis assertivas descritas na seção 3.1:

- *Assertiva 1:* Rupturas inferiores a 10% na situação após TOC;
- *Assertiva 2:* Aumento das vendas de 20% a 30%;
- *Assertiva 3:* Estoque na situação após TOC deve ser igual a 20 vezes a média diária das vendas da situação inicial, o que corresponde a 1/4 do estoque inicial;
- *Assertiva 4:* Aumento de 5 vezes no giro anual de estoque (de 6 vezes para 30 vezes);

• *Assertiva 5:* Aumento de 2,9 vezes no lucro líquido (LL) médio (de 6% para 17,4%);

• *Assertiva 6:* Aumento de 10 vezes no Retorno sobre o Investimento (RSI).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para as variáveis definidas no modelo conceitual e os indicadores da TOC para o cenário inicial são apresentados na Tabela 1, considerando um intervalo de confiança de 95% para os valores médios e seus limites inferior (LI) e

superior (LS). Dentre as medidas operacionais da TOC o ganho é estimado pelo indicador LLIq (\$), o inventário em processo é mensurado por Eim período (un) e a despesa operacional por DOp (\$).

**Tabela 1.** Resultados para as Variáveis e os Indicadores no cenário inicial

Variáveis e Indicadores	Replicações				LI	Média	LS
	1	2	3	4			
TiV (un)	16.985	17.126	17.117	17.296	16.929	17.131	17.334
TiD (un)	23.812	23.995	24.125	24.085	23.783	24.004	24.226
TiR (un)	6.827	6.869	7.008	6.789	6.721	6.873	7.025
% Ruptura	28,67%	28,63%	29,05%	28,19%	28,26%	28,63%	29,00%
TmP DR (dias)	17,91	20,28	17,58	19,13	16,80	18,70	20,70
Em DR (SKUs)	136	158,90	135,39	150,75	127	145	164
Ti Dptos (un)	423,25	437,12	397,76	455,91	435,00	427,00	420,00
Ti DL (un)	2.872	2.847	2.897	2.854	2.844	2.869	2.893
Eim período (un)	3.295,9	3.284,3	3.295,3	3.310,3	3.279,0	3.296,0	3.313,0
CEm (\$)	3.295,9	3.284,3	3.295,3	3.310,3	3.279,0	3.296,0	3.313,0
RBruta (\$)	33.970,0	34.252,0	34.234,0	34.592,0	33.858,0	34.262,0	34.668,0
GE (vezes ao ano)	10,31	10,43	10,39	10,45	10,33	10,40	10,46
CProd (\$)	16.985	17.126	17.117	17.296	16.929	17.131	17.334
ROp (\$)	16.985,0	17.126,0	17.117	17.296	16.929	17.131	17.334
LLiq (\$)	2.038,2	2.055,1	2.054,0	2.075,5	2.031,5	2.055,7	2.080,1
DOp (\$)	14.946,8	15.070,9	15.063,0	15.220,4	14.897,5	15.075,3	15.253,9
ROI (%)	62%	63%	62%	63%	62%	62%	63%

Nota: (1) variáveis [total de itens vendidos (TiV), total de itens demandados (TiD), número total de rupturas de itens (TiR), percentual de rupturas (% Ruptura), tempo médio de permanência no depósito regional (TmP DR), estoque médio no depósito regional (Em DR), total de itens médios nos departamentos (Tim Dptos), total de itens no depósito da loja (Ti DL), estoque médio de itens no período simulado (Eim)] | (2) indicadores [custo do estoque médio (CEm), receita bruta (RBruta), giro de estoque (GE), custo dos produtos (CProd), receita operacional (ROp), lucro líquido (LLiq), despesa operacional (DOp), retorno sobre o investimento (ROI)].

Para o cálculo dos indicadores foram consideradas as definições dadas na seção anteriores e, dado que na situação inicial o LLiq médio da loja era de 6%, para o cálculo de DOp foi realizado sabendo-se que  $LLiq = RBruta - CProd(vendidos) - DOp$ .

Os valores de pedidos, vendas e rupturas resultantes do cenário inicial subsidiaram a estimação da venda diária média para cada

um dos duzentos tipos de itens (equivalente ao valor de 20 vezes a média diária de venda arredondado), que foram utilizadas como referência inicial no cenário após TOC, como definido no modelo conceitual e narrado pelo autor. A Tabela 2 exemplifica esses valores para os primeiros e últimos cinco tipos de itens.

**Tabela 2.** Resultados de vendas e rupturas ao término da simulação no cenário inicial

SKU/ Itens	TiV (un)	TiR (un)	TiV (un)	Vendas diárias (un)	Rupturas diárias (un)	Venda diária média (Vdm, un)	20*Vdm		
							(un)	Arred. (un)	
1	1166	0	1166	3	0	4,86	97,2	97	
2	761	0	761	6	0	3,17	63,4	63	
3	579	0	579	1	0	2,41	48,3	48	
4	470	0	470	1	0	1,96	39,2	39	
5	366	36	330	1	3	1,38	27,5	28	
...									
195	22	12	10	0	0	0,04	0,8	1	
196	10	0	10	0	0	0,04	0,8	1	
197	4	0	4	0	0	0,02	0,3	1	
198	2	0	2	0	0	0,01	0,2	1	
199	4	0	4	0	0	0,02	0,3	1	
200	1	0	1	1	0	0,00	0,1	1	

Similarmente, para o cenário após TOC a Tabela 3 apresenta as variáveis e indicadores, considerando um intervalo de confiança de 95% para os valores médios e seus limites inferior (LI) e superior (LS). Dado na narrativa da obra não haver sido relatada alteração em termos da DOp, para o cenário após TOC foi utilizada o mesmo valor do cenário inicial (\$15.075,28), tendo o LLiq médio sido estimado a partir deste valor.

Como pode-se observar na Tabela 3, o TiV

e o TiD assumiram valores muito próximos em função de o TiR ter sido baixo, além disto, o TmP DR e o Em DR caíram a zero, pois todos os itens demandados pela loja são enviados pelo DR e recebidos no DL, o que não ocorreu no cenário inicial por falta de espaço no DL. No cenário inicial, a fila de espera no DR (Em DR=145 SKUs, equivalente a 1450 itens) acumula produtos (TmP DR=18,7 dias) já ordenados pela loja, mas ainda não puderam ingressar no DL.

Tabela 3. Resultados para as Variáveis e os Indicadores no cenário após TOC

Variáveis e Indicadores	Replicações				LI	Média	LS
	1	2	3	4			
TiV (un)	23.579	23.614	23.695	23.656	23.556	23.636	23.716
TiD (un)	23.911	23.949	24.063	24.033	23.876	23.989	24.102
TiR (un)	332	335	368	377	317	353	389
% Ruptura	1,39%	1,40%	1,53%	1,57%	1,33%	1,47%	1,61%
TmP DR (dias)	0	0	0	0	0	0	0
Em DR (itens)	0	0	0	0	0	0	0
Ti Dptos (un)	473,79	474,04	473,72	474,00	584,29	584,25	584,21
Ti DL (un)	1.114,32	1.114,71	1.114,52	1.114,35	1.003,79	1.004,18	1.004,57
Eim período (un)	1.588,11	1.588,75	1.588,24	1.588,35	1.588,08	1588,43	1588,78
CEm (\$)	1.588,11	1.588,75	1.588,24	1.588,35	1588,08	1.588,43	1.588,78
RBruta (\$)	47.158	47.228	47.390	47.312	47.112	47.270	47.432
GE (vezes ao ano)	29,69	29,73	29,84	29,79	29,67	29,76	29,85
CProd (\$)	23.579	23.614	23.695	23.656	23.556	23.636	23.716
ROp (\$)	23.579	23.614	23.695	23.656	23.556	23.636	23.716
LLiq (\$)	8.503,7	8.538,7	8.619,7	8.580,7	8.480,7	8.560,7	8.640,7
DOP (\$)	14.946,8	15.070,9	15.063,0	15.220,4	14.897,5	15.075,3	15.253,9
ROI (%)	535%	537%	543%	540%	534%	539%	544%

Questão que não é objetivamente indicada no livro, mas que explica um alto número de rupturas de itens, o que só foi possível compreender com a modelagem realizada. Essa é uma importante constatação para lojas de varejo nas quais é comum que o espaço de retaguarda para estoque seja limitado, ou seja, a manutenção de estoque excessivo para os itens não demandados pode aumentar as rupturas por limitar o recebimento e armazenamento no depósito de itens de maior giro.

Além disso, a maior frequência de abastecimento apenas para os itens demandados possibilitou o aumento do Ti Dptos (de 427 para 584,25) o que representa uma maior disponibilidade de itens para o atendimento dos pedidos e a redução do Ti

DL (de 2.869 para 1.004,18), mesmo tendo havido a redução do Eim (de 3296 para 1588,43).

Os resultados obtidos para os cenários inicial e após TOC permitiram a sua comparação em termos dos indicadores de desempenho da TOC, como indicado na Tabela 4, na qual o lucro líquido médio indicado em percentual foi calculado pela divisão entre o lucro líquido em unidades monetárias e a receita bruta obtida. Como pode ser observado, após a implantação dos princípios da TOC, houve um importante aumento na venda de itens e uma grande diminuição nas rupturas e no estoque médio de itens, além de ter havido expressiva variação positiva nos indicadores de desempenho propostos pela

TOC. Resultados obtidos mesmo tendo sido mantida idêntica a taxa de chegada de pedidos, para ambos os cenários.

**Tabela 4.** Comparação dos resultados entre os cenários inicial e após TOC

Variáveis e Indicadores	Cenário inicial	Cenário após TOC	Variação
Total de itens vendidos (un)	17.131	23.636	+38,0%
Rupturas (%)	28,63%	1,47%	-94,9%
Estoque de itens médio (un)	3.296	1.588,43	-51,8%
Giro de estoque (vezes ao ano)	10,40	29,76	+2,86 vezes
Lucro líquido médio (%)	6,0%	18,1%	+3,02 vezes
Retorno sobre o Investimento	62%	539%	+8,64 vezes

Apesar de a narrativa romanceada utilizados pelo autor facilitarem a compreensão dos conceitos, após a leitura da obra pode restar alguma desconfiança quanto à efetiva existência da relação entre as ações gerenciais adotadas pelos personagens e os resultados indicados pelo autor, ou seja, entre o que é ficção e o que é real. A seguir essa questão é discutida com base nos resultados da Tabela 4 e nas seis Assertivas sistematizadas na seção 3.4.

A Assertiva 1 (Rupturas inferiores a 10% na situação final) foi verificada, dado esta variável ser do tipo menor é melhor e o valor do percentual de rupturas no cenário após TOC ter sido de 1,47%, o que é muito inferior ao descrito no livro. A Assertiva 2 (Aumento das vendas entre 20 e 30%) também foi verificada, mesmo considerando que a taxa de pedidos não tenha se alterado entre os cenários, uma vez que, houve um aumento de 38% nas vendas, percentual que é superior ao narrado na obra. A Assertiva 3 (Estoque na situação após TOC deve ser igual a 20 vezes a média diária das vendas da situação

inicial, o que corresponde a 1/4 (25%) do estoque inicial) foi parcialmente verificada, apesar de a redução no tamanho do estoque ter sido expressiva, igual a 51,8%. A Assertiva 4 (Aumento de 5 vezes no giro de estoque, de 6 vezes ao ano para 30 vezes ao ano, entre o cenário inicial e após TOC) foi parcialmente verificada em função do aumento no giro do estoque ter sido de 2,86 vezes, o que está relacionada ao atendimento parcial da Assertiva 3, apesar disso esse resultado é consistente àquele relatado (2,8 vezes) por Schragenheim (2013, p. 310). A Assertiva 5 (Aumento de 2,9 vezes no lucro líquido médio, de 6% para 17,4%, entre o cenário inicial e após TOC) foi verificada dado o aumento de 3,02 vezes no lucro líquido o que equivale a 18,1% no cenário após TOC. A Assertiva 6 (Aumento de Retorno 10 vezes no Retorno sobre o Investimento (RSI), entre o cenário e após TOC) foi parcialmente verificada, dado ter havido um aumento de 8,64 vezes, o que pode ter sido influenciado pelo aumento das vendas (Assertiva 1) e pelo tamanho do estoque (Assertiva 3), uma vez

que, a despesa operacional foi mantida constante e o RSI é calculado pela divisão entre o lucro líquido e o valor de inventário. Sumarizando, a maioria das Assertivas foi verificada, apesar de algumas terem sido verificadas apenas parcialmente, o que se refere à intensidade do efeito esperado e não a sua efetiva constatação; diferença de magnitude que pode ser creditada às escolhas metodológicas realizadas. Constatação que admite indagar sobre se a convicção do autor, em apresentar na obra investigada números tão precisos, não tenha sido derivada de resultados obtidos em uma situação real ou, até mesmo, da utilização de modelos de simulação.

Vale ressaltar que a comparação realizada, entre um dado cenário inicial e um dado cenário após TOC, permite supor que as melhorias verificadas decorrem das ações gerenciais implantadas. Resultados que confirmam que a adoção dos princípios de TOC pode produzir os efeitos descritos na obra investigada e, também, que melhorias similares podem ser obtidas em casos nos quais a situação inicial não seja exatamente àquela utilizada.

Além disso, um maior giro do estoque

reduz a necessidade de espaço de armazenamento e aumenta o ROI o que, segundo Goldratt (2011), incrementa a eficiência e habilita uma rápida expansão da cadeia de suprimentos. Vale destacar que na obra estudada é descrito que, uma vez alcançada a situação após TOC, ainda seria possível gerar um impacto exponencial nos indicadores estudados, caso fosse aumentado o número de produtos oferecidos, o que aumentaria a fidelização dos clientes e o número médio de produtos comprados.

Nessa situação, a redução de rupturas aumentaria a satisfação dos clientes, que comprariam mais; o reabastecimento mais rápido permite ajustar o mix de produtos à demanda real; e a diminuição dos estoques melhora o display da loja e permite aumento no portfólio dos produtos, podendo aumentar ainda mais as vendas. Afirmar, não estudadas neste texto e que seriam de difícil comprovação em modelos de simulação, dado não haver informações no livro quantificando o acréscimo de produtos oferecidos, o aumento esperado para as vendas e para o número médio de produtos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo de cunho teórico avaliou a aplicação dos conceitos de Teoria das Restrições na loja de varejo descrita no livro "Não é óbvio?" em ambiente de simulação computacional. Os resultados obtidos comprovaram que as ações gerenciais descritas na obra se sustentam, quando

testadas em um modelo de simulação, e que a implantação de princípios da TOC na cadeia de suprimentos do varejo é capaz de produzir a redução de 94,9% no percentual de rupturas, o aumento de 2,86 vezes no giro de estoque, o incremento de 3,02 vezes

no lucro líquido e o acréscimo de 8,64 vezes no retorno sobre o investimento.

A sistematização dos eventos narrados e a construção de um modelo computacional de simulação, verificado e validado, para o sistema descrito na obra permitiram comprovar os benefícios decorrentes da utilização do processo de focalização para o gerenciamento de restrições, implementado com o auxílio do mecanismo Tambor-Pulmão-Corda.

Esses resultados têm relevantes implicações teóricas e práticas. Práticas ao comprovar uma forma de superar principal dilema do varejo, em relação a manter altos níveis de estoque a um custo elevado ou arcar com muitas rupturas. Teóricas ao comprovar que a aplicação da TOC em cadeias de suprimentos produz os resultados descritos na obra, o que reforça a consistência da TOC quando aplicada ao varejo. Tal constatação contribui para

dirimir possíveis dúvidas quanto a real possibilidade de obter os resultados descritos na obra, dado o estilo de narrativa utilizado ter sido um romance de negócios. A abrangência de livros romanceados é maior que a de artigos científicos, tanto em termos de público alvo quanto na divulgação de suas ideias centrais, porém, assume especial importância o desenvolvimento de trabalhos com maior rigor científico à construção teórica neles descrita. Considerando a intensão de generalização presente nas obras do autor, sugere-se que a comprovação dos efeitos positivos da TOC também possa ser realizada em cenários iniciais com condições distintas, que sejam estudadas diferentes políticas de reposição de estoque, bem como ampliada a análise pela inclusão de outros elos da uma cadeia de varejo.

## Referências

Aguiar, F. H. & Sampaio, M. (2014). Identificação dos fatores que afetam a ruptura de estoque utilizando análise de agrupamentos. *Production*, 24 (1), 57-70. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132013005000020>

Blackstone, J. H. Jr. (2013). Revisão de literatura sobre tambor-pulmão-corda, gerenciamento de pulmões e distribuição. In: Cox III, J. F; Schleier, J. G. (org.). *Handbook da Teoria das Restrições* (cap. 7, pp. 151-178). Porto Alegre: Bookman.

Campos, D. F., & Silva, A. B. (2007). Análise do nível de serviço prestado às pequenas empresas varejistas do segmento alimentar. *Revista de Administração e Inovação*, 4(2), 82-99.

Recuperado de

<https://www.redalyc.org/pdf/973/97317267006.pdf>

Ching, H. Y. (2010). *Gestão de estoques na cadeia de logística integrada*. (4a ed.). São Paulo: Atlas.

Christopher, M. (2011). *Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos*. São Paulo: Cengage learning.

Chwif, L. & Medina, A. C. (2010). *Modelagem e simulação de eventos discretos: teoria & aplicações*. São Paulo: ed. do autor.

Coelho, L. C.; Follmann, N. & Rodriguez, C. T. (2009). O impacto do compartilhamento de informações do efeito chicote na cadeia de abastecimento. *Gestão & Produção*, 16(4), 571-

583. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2009000400007>  
Corrêa, H. L. (2014). *Administração de cadeias de suprimento e logística: o essencial*. São Paulo: Atlas.
- Corrêa, H. L. (2010). *Gestão de redes de suprimento: integrando cadeias de suprimento no mundo globalizado*. São Paulo: Atlas.
- Cox III, J. F. et al. (2016). The theory of constraints international certification organization dictionary, Recuperado de <<http://c.ymcdn.com/sites/www.tocico.org/>>.
- Cox III, J. F., & Spencer, M. S. (2008). *Prefácio de Eliyahu M. Goldratt. Manual da teoria das restrições*. Porto Alegre: Bookman
- Fiorioli, J. C. & Fogliatto, F. S. (2009). Modelagem do efeito chicote em ambientes com demanda e lead time estocásticos mediante uma nova política de tratamento dos excessos de estoque. *Produção*, 19 (1), 27-40. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132009000100003>
- GIL, A. C. (2010). *Como elaborar projetos de pesquisa (5a ed.)*. São Paulo: Atlas.
- Goldratt, E. M (2011). *Não é óbvio?: A teoria das restrições (TOC) em uma história do mundo dos negócios*. São Paulo: Nobel.
- Goldratt, E. M. (2013). *Introdução à TOC: minha visão*. In: Cox III, J. F; & Schleier, J. G. (org). *Handbook da teoria das restrições (cap. 1, pp. 4-9)*. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- Goldratt, E. M. & Cox, J. (2014). *A meta: teoria das restrições (TOC) aplicada à indústria (3 ed.)*. São Paulo: Nobel.
- Guerreiro, R. (1999). *A meta da empresa – seu alcance sem mistérios (2a ed.)*. São Paulo: Atlas.
- Harrel, C.; Bowden, R. & Ghosh. B. (2011). *Simulation using promodel*. New York: Mcgrawhill.
- Jacobs, F.R. & Chase, R. C. *Administração de operações e da cadeia de suprimentos (13 ed.)*. Porto Alegre: AMGH.
- Lacerda, D. P.; Cassel, R. A. & Rodrigues, L. H. (2010). Service process analysis using process engineering and the theory of constraints thinking process. *Business Process Management Journal*, 16(2), 262-281. DOI: <https://doi.org/10.1108/14637151011035598>
- Law, A. M. (2003). How to conduct a successful simulation study. *Proceedings of the 2003 winter simulation conference*, New Orleans, LA, USA. 66-70. DOI: <https://doi.org/10.1109/WSC.2003.1261409>
- Merlo, E. M. (2011). *Administração de varejo com foco em casos brasileiros (org)*. Rio de Janeiro: LTC.
- Moellmann, A. H. (2010). *Aplicação da teoria das restrições no gerenciamento da cadeia de suprimentos*. São Paulo: Blucher acadêmico.
- Pacheco, D. A. de J. (2014). Teoria das restrições, Lean manufacturing e Seis sigma: limites e possibilidades de integração. *Production*, 24(4), 940-956. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132014005000002>
- Sabbadini, F. Gonçalves A. A. & Oliveira M. J. F. (2006). A aplicação da teoria das restrições (TOC) e da simulação na gestão da capacidade de atendimento em hospital de emergência. *Produção*, 6(3), 51-70. DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v6i3.636>
- Saggiaro, E.; Lacerda, S.; García, L. & Arozo, R. (2010). *Gerenciando incertezas no planejamento logístico – o papel do estoque de segurança*. In: Figueiredo, K. F. et al. (org). *Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento do fluxo de produtos e dos recursos (cap. 28, 1 ed., 6. Reimpr.)*. São Paulo: Atlas.
- Santos, A. R. (2007). *Metodologia científica: a construção do conhecimento (7a ed.)*. Rio de Janeiro: Lamparina.
- Santos, R. F. dos, & Alves, J. M. (2015). Proposta de um modelo de gestão integrada da cadeia de suprimentos: aplicação no segmento de

eletrodomésticos. *Production*, 25(1), p. 125-142.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132014005000013>

Schragenheim, A. (2013). *Gerenciamento da cadeia de suprimentos*. In: Cox III, J. F.; Schleier, J. G. (org.). *Handbook da teoria das restrições* (cap. 11, pp. 274-311). Porto Alegre: Bookman.

Souza, F. B., & Baptista, H. R. (2010). Proposta de avanço para o método tambor-pulmão-corda simplificado aplicado em ambientes de produção sob encomenda. *Gestão e Produção*, 17(4), 735-746. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2010000400008>

Souza, F. B., & Pires, S. R. I. (2014). Produzindo para disponibilidade: uma aplicação da teoria

das restrições em ambientes de produção para estoque. *Gestão e produção*, 21(1), 65-76. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2013005000007>

Vargas, F. J. T., & Paglione, P. (2015). *Ferramentas de álgebra computacional: aplicações em modelagem, simulação e controle para engenharia (1a ed.)*. Rio de Janeiro: LTC.

Wanke, P. (2010). *Logística, gerenciamento de cadeias de suprimentos e organização do fluxo de produtos*. In: Figueiredo, K. F. et al. (org.). *Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento do fluxo de produtos e dos recursos* (p. 27-47). São Paulo: Atlas.

#### Autores

**Fernanda Becker.** Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3116-7770>

E-mail: [fernandabecker.ep@gmail.com](mailto:fernandabecker.ep@gmail.com)

**Marcelo Battesini.** Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas (DPS). Programa de Pós-Graduação em Gestão de Organizações Públicas (PPGOP). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9063-0959>

E-mail: [marcelo-battesini@ufsm.br](mailto:marcelo-battesini@ufsm.br)

Recibido: 16-11-2018

Aceptado: 17-12-2018

## Lean Manufacturing tools in the industries of Tundama

### *Herramientas Lean Manufacturing en las industrias de Tundama*

Diego A. Carreño Dueñas, Luis F. Amaya González, Erika T. Ruiz Orjuela

*Key words:* Improvement, Lean Manufacturing, Management, Process

*Palabras clave:* Mejora, Lean Manufacturing, Gestión, Proceso

#### ABSTRACT

With the advantages brought by the implementation of tools and philosophies for the improvement of business productivity, in the following investigation, carried out in the province of Tundama between 2016-2017, 13 of the most representative companies of the province registered in the local Chamber of Commerce were analyzed. This province is made up of the municipalities of Belén, Buzbanza, Cerinza, Corrales, Floresta, Paipa, Santa Rosa de Viterbo, Tutaza and the capital municipality of Duitama, which has an area of 2232km<sup>2</sup> and has in the region of 200.000 inhabitants. It is located in one of the most important industrial corridors in Colombia. The methodology used in this study begins with the design of the data collection instrument (opinion survey), where a pilot test was carried out in three companies with the purpose of validating the questions and analyzing the language convenience and use. Following this, ten companies were selected to conduct the survey, in order to determine the level of awareness of Lean Manufacturing tools. The objective of implementing one or various of these tools is to achieve continuing improvements in any type of organization, thereby eliminating unproductive activities. After a survey analysis, the current panorama of the region was established in relation to the status of Lean tools. The result of this will, by way of future investigations and projects, allow for the design and implementation of a

methodology which facilitates its adoption at the organizations' core, possibly to improve the productivity of the industrial corridor in the Tundama province.

#### RESUMEN

Con las ventajas aportadas por la implementación de herramientas y filosofías para la mejora de la productividad empresarial, en la siguiente investigación, realizada en la provincia de Tundama entre 2016-2017, 13 de las empresas más representativas de la provincia se registraron en la Cámara local de Comercio. Esta provincia está compuesta por los municipios de Belén, Buzbanza, Cerinza, Corrales, Floresta, Paipa, Santa Rosa de Viterbo, Tutaza y el municipio capital de Duitama, que tiene un área de 2232 km<sup>2</sup> y tiene una región de 200.000 habitantes. Está ubicado en uno de los corredores industriales más importantes de Colombia. La metodología utilizada en este estudio comienza con el diseño del instrumento de recolección de datos (encuesta de opinión), donde se llevó a cabo una prueba piloto en tres compañías con el propósito de validar las preguntas y analizar la conveniencia y uso del idioma. A continuación, se seleccionaron diez empresas para realizar la encuesta, a fin de determinar el nivel de conocimiento de las herramientas de Lean Manufacturing. El objetivo de implementar una o varias de estas herramientas es lograr mejoras continuas en cualquier tipo de organización, eliminando así

las actividades improductivas. Después de un análisis de la encuesta, se estableció el panorama actual de la región en relación con el estado de las herramientas Lean. El resultado de esto, a través de futuras investigaciones y proyectos, permitirá el diseño y la

implementación de una metodología que facilite su adopción en el núcleo de las organizaciones, posiblemente para mejorar la productividad del corredor industrial en la provincia de Tundama.

## INTRODUCTION

In the last decade, the Colombian economy has attempted to engage in an expansionist dynamic of its markets, establishing free trade deals with other countries such as Mexico, the United States and Chile, among others, this engagement creating a globalized business environment which is more accentuated every day. From this perspective, small and medium businesses which are the majority in the county, must get involved in the changes and trends used by international companies with which Colombia establishes commercial nexus, most importantly in what is referred to as management and operational effectivity practices. This environment demands great efforts to be made for growth, the improvement of the quality of products and processes, as well as productivity and thereby competitiveness. The ability to reduce operational costs and reduce lead times with the aim of improving brand positioning and market reputation represents the challenge that such organizations should take on if they want to remain economically active (Lopez, Avila & Mendez, 2011).

Coinciding with the above, the business and academic world have developed a

series of tools that over the years have been demonstrated to support organizations in improving their productivity, above all in technical areas, production plants and in human resource departments. This set of tools are grouped under the philosophy of lean manufacturing (lm), the beginnings of which were seen in 1950's Japan, a country that, after the attacks in Hiroshima and Nagasaki and with a scarcity of natural resources and space, began a trend that eliminates waste with the slogan of "zero defects, zero inventories, zero delays and zero disregard for people". According to Sipper (1998), production philosophy passed from "push" to "pull": sell first, then produce. This means that flow adjusts to demand allowing for the reduction of inventories through the "just in time" system. All this is combined with the underlying satisfaction of the clients, increase in the added value of the products, the participation of the employees in improvement processes and the rise in profits for investors (Sipper & Bulfin, 1998). In the last five years, the Boyaca department and especially the industrial corridor where the Tundama province is located, a lag in terms of development,

economic growth and business competitiveness has been shown in comparison with other regions of the country. In the (Sarria, Fonseca & Bocanegra, 2017) study, it is mentioned that developing countries such as Colombia need the adoption and use of new management tools, including the Lean philosophy since its adoption and use by organizations has been shown to strengthen and boost their operations. The importance of this study is highlighted since the analysis under this approach applied to the Boyaca organizations is not documented.

Within the methodology of the present work is the design of the survey, allowing to characterize and diagnose the current state of the companies in this region to identify the problems that reduce productivity to companies. In the study by (Velez et al., 2008), these problems are related to Management Systems and Human Resources, and the most

commonly used tools in the country are highlighted. These tools are also documented in the study by (Espejo & Moyano, 2007).

This paper aims to provide an overview of the knowledge and possible adoption of these techniques and tools in companies in the industrial sector of Tundama province and which are registered in the chamber of commerce of the city of Duitama. The initiative is based on the document "Plan Estratégico Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación - PEDCTI" (Provincial Science, Technology and Innovation Strategic Plan), where the question arises as to how productive units adopt and develop better forms of production that would enable them to be more efficient and competitive. As such, it becomes necessary to transform productive factors urgently and profoundly, and initiatives or studies that emerge from the academic world play an important role in this process.

## THEORETICAL FRAMEWORK

To support the present study and the results of the documentary review, the following set of tools was found within those most representative, and made up of Lean Manufacturing and all those production tools or practices and their complementary parts. Initially Lean Manufacturing (LM) is defined as the set of techniques developed by Toyota after World War II. These techniques help to

improve and optimize the operational processes of organizations, independent of their size (Womack, Jones, and Roos 1992). All of these techniques were included in what was initially known as "Just in Time" or TPS (Toyota System Production), which was contributed to by authors including Shigeo Shingo, Edward Deming, Juran and Crosby.

At first, this set of techniques became known as a tool for reducing inventories, without explaining that it is a tool for the reduction of waste including: inventories, times, defective products, transport, storage, machinery and even people. LM's goal is to reduce costs, improve production, increase system efficiency, increase production, improve supplier and vendor relationships, and stabilize work, thereby satisfying both employees and customers. In LM, a series of tools are proposed in which their use allows the proposed organizational objectives to be reached. In this sense, it is not a question of applying all the tools together or one by one, but rather it is a question of remembering that the improvement of the parts does not imply the improvement of the whole, in as much as the cause-effect relationship is directed towards a specific purpose. Among the most important or the most used in the industry are:

*Andon* or "visual aid": Signaling systems that allows for the delivery of the right order or service at exactly the right time (Hirano, 2011).

*Kaizen* or 5 S's: This is a series of techniques used to improve work areas (Gemba or workshop floor), for the purpose of facilitating the flow of materials and people, allowing a company to correctly locate material inputs etc. (Shaikh et al. 2015).

*Kamban*: In general terms and as shown in work (Gross & McInnis, 2003), this tool is utilized to facilitate the signaling of the flow of materials, information and

products which may be in process or finished.

*SMED Quick Change Method*: This tool is used to reduce model change times or machine or production line set-up times for units of time under two digits, whether in hours, minutes or seconds (Socconini, 2008).

*Total Productive Maintenance* or *TPM*: This is a method used to maximize the availability of manufacturing equipment and machinery, avoiding unexpected failures and possible defects generated (Nakajima 2007).

*Total Quality Approach*: In addition to the ISO 9001 or SGC system it is very important that there is a total quality culture with a focus on creating value for the customer or client.

*Zero Quality Control Method*: This consists of replacing a visual inspection at the end of the work for several, distributed along the production line with the aim of reducing defect levels to parts per million.

*Manufacturing cells*: These are used to reduce processing times and resource use, having to do with performing operations under the 'just in time' philosophy.

*Manufacturing waste (MUDA)*: This is defined by everything that is not the minimum amount of equipment, materials, supplies, parts, locations and times of machines or workers, which are absolutely essential to add value to the product or service. The seven classifications for waste are described below (Barón & Rivera 2014).

*Overproduction*: Of all types of waste, this is the most significant and depends mostly on

those responsible for strategic and tactical decision making. Overproduction refers to scheduling the use of resources at a time and in quantities that are really not required to satisfy the consumer.

*Stock:* Its prolonged and excessive upkeep is detrimental. It is divided into raw material, in process and finished product. It generates storage and handling costs, leads to obsolescence, defects and a "feeling" of low capacity.

*Transportation:* This can be the displacement of various "elements", be it materials, finished product, people or tools. During that period of time the organization is not modifying the form or substance characteristics of the product for which the customer is willing to pay.

*Unnecessary movements:* Workplace layouts are sometimes ineffective, forcing the staff to carry out movements that are not natural for the limbs, obliging them to bend down to pick up a substance or tool and, among other activities, to bend and stretch, thereby putting their health at risk and generating an unproductive environment (Hirano, 2011). A disorganized workplace leads to this kind of waste, for example, when necessary elements are mixed with those that are not, several actions being needed to find what is required (Rajadell & Garriga, 2005).

*Wait times:* This represents the event that, at any given time, resources that should keep moving through the production process, do not do so. For example, when a unit leaves a work center and must be there a period of time for it to be processed (Liker,

2004). This generates unnecessary costs and can make idle people lazy and lead them to underperform when they eventually go back to their task. Wait times are due to poor leveling of workloads, failures in programming or in equipment and the absence of 5S.

*Unnecessary Processes:* Made up of activities that exist because of the design of inefficient or weak processes, or because of the presence of defects. For example, the reprocessing of a part, after inefficient quality control of the supplier (Browning & Sanders, 2012).

*Defects:* This refers to accepting, producing or sending products that do not meet customer specifications, either internal or external. In turn, this generates unnecessary processes. The costs of this lack of quality include a waste of valuable time and a detrimental effect, not only on the productive or economic aspect, but even on customer satisfaction, be that internal or external (Sipper & Bulfin, 1998).

*Poka Yoke (Error-Proof):* This is a mechanism that helps to prevent errors before they occur, or failing that, it highlights the error so that the operator corrects it in time.

All the aforementioned tools are but a sample of all those found in the literature. However, a special recommendation is made that, it is presumed, guarantees the correct adoption of these tools, initially being the correct documentation or design of processes that aids the personnel or human resources of the organization in carrying out the operations that are

documented, thereby cementing the standardization of operations.

Furthermore, the authors that were consulted insist on the need to establish measurable parameters that facilitate the evaluation of the course and performance of the production process in all its stages,

also acting as a way to maintain continuous improvement with the premise that "that which is not measured cannot be controlled and if it is not controlled it cannot be improved" (Najar & Álvarez, 2007); (Arbeláez & Alberto, 2006).

## METHODOLOGY

Initially a context is developed evidencing a need to analyze the production processes of the companies under study. In this case, we can say that in Colombia, for example, Small and Medium Enterprises (SME) represent more than 90% of economic units and concentrate around 60% of employment (Montoya, Montoya and Castellanos 2010).

However, despite their importance, there are sources providing figures that between 60% and 90% of these companies disappear less than 5 years after beginning operations (Nieto et al., 2015). In addition to this, SMEs face several problems that impede their sustainability, among which are problems of access to markets, technological barriers, difficulties to obtain credits and difficulties in terms of internal operations. The following presents these shortcomings in their structural aspects, identified by (Velez, 2008).

Management systems: ignorance of customer needs and environmental trends, lack of strategy planning and deployment, a reactive approach to action ("putting out fires").

Processes: the scope of processes and the relationships between them is unknown. There is a large number of activities without value to the client. They present levels of productivity lower than international standards.

Human Resources: there is no awareness of the role played by the worker in the production and efficiency of the company, little or no training, scarce conditions for the worker to release their human potential.

Information: absence of reliable indicators to define objectives and goals, monitor their achievement, and make decisions based on data and facts (Velez et al., 2008). This provides an overview where it is possible to state that only those SMEs that wish to remain in the market will be prepared to face changing markets and a horde of highly competitive new products with quality at a good price and above all, on time. This fact has led to the continuous increase of productivity becoming a key condition for any manufacturing or service industry that wants to remain competitive in the market and it is within this remit that

the social function to be exercised by the academic world becomes a pivotal facilitator, allowing and aiding the productive community in the adoption of the latest trends in tools, techniques and management models, with continuous improvement that helps to increase and maintain competitiveness.

The designed survey is based on the methodology implementation proposed by (Sarria, Fonseca & Bocanegra, 2017), which consists of four phases (Beginning, Setup, Deployment and Tuning), which are subdivided into the following items:

- Management commitment.
- Leaders selection.
- Creation of the Implementation team.
- Value Stream Mapping diagnostic.
- Human resource training focused on Lean tools.
- Creation of waste reduction indicators.
- 5s use.
- Pull system deployment.
- Use of more representative Lean Manufacturing practices (use of the Smed, TPM, Kaizen and Poka Yoke tools in customers and suppliers).

The research contemplates an exploratory descriptive methodology, in which Initially

## RESULTS

The re-written questions led to the development of the following questionnaire, made up of 13 questions geared towards determining the level of

a pilot study was carried out with 3 businesses in the city of Duitama, the number and sector to which they belong were the result of a simple random sample, adjusting form and structure of the information collection tool. to select the 10 most representative companies of the region that fit the selection parameters belonging to the different economic sectors.

### Phases

1. Design of the information collection instrument: In which the design of the information collection tool was carried out following the methodology described by (La Fuente and Marin 2008).
2. Validation: a test was carried out to three (3) randomly chosen companies with which the structure and content of the survey were adjusted.
3. Application of information collection instrument: which was applied to ten (10) of the ten companies most representative of the area of study and that belonged to the different economic sectors.
4. Analysis of results: through a qualitative analysis, we highlighted the most relevant results that are specified in the following section.

knowledge of the individuals surveyed and the possible application of said knowledge to the lean manufacturing tools within their respective businesses.

***Value Stream Mapping***

1. Have you ever asked yourself why your clients prefer your products or services?

All those surveyed stated the importance of knowing the factors that set their products apart. Nevertheless, none of them have established, documented or designed a procedure that would allow them to know the preference of their clients for their products, which highlights that the entrepreneurs have not developed nor implemented value chain mapping of their products or services.

***Standardization***

2. Is there any document that guides the production activities within your company?

This question looks to determine if, within the enterprise, there are documents such as a manual for procedures and processes that facilitate the productive and organizational tasks. All the individuals surveyed stated that they made use of these type of documents, however the evidence points to the fact that there is no clarity regarding the differences between processes, procedures, checklists or manuals (whether for equipment, tools or even processes). The survey also highlighted that delivery notes, work orders and quotes are all included in the type of document that actually belongs to process design.

***Standardization***

3. Is there formal documentation within the company pertaining to production activities such as diagrams, plans and instructions, etc.?

The entrepreneurs surveyed stated having documents such as process and assembly plans, but nevertheless there is ignorance of the technical information pertaining to said process as well as the tools and equipment being used in it, and relating to the making of the products as well as the services being provided.

***Traceability***

4. Are the functions and tasks carried out by those responsible for the processes clearly identified by means of processes and procedures manuals?

Of the businesses surveyed, only three showed as having documentation related to job analysis and its respective functions, which were to be found in the organization and job description manual. Regardless, personnel in some operational jobs were unaware of the limits and functions of their positions.

***Measurement***

5. Does the company measure the performance of its activities?

All of the companies surveyed stated that they measured the performance of their production activities and said measurements refer to the number of products made or the number of clients attended to in a given period of time, results cross-referenced by portfolio or by invoices. This indicator refers to the result of the process and not to the prior process, which evidences that there is no rigorous, formal and systematic way to carry out partial measurements and follow up of the process before offering a final product or service. The fact that there are no partial

measurements of the processes is evidence of the lack of knowledge of the concept of constant improvement, even when two of the business surveyed displayed, implemented and certified quality management systems.

#### *Continuous Improvement*

6. In the event of a non-conformity within the process (defects, machinery breakdown, bad quality products or prime materials) or within the service, is there a defined a path of action to avoid said non-conformity happening again?

This question sought to find out if the concept of preventative or corrective action is understood and internalized by the business, and in fact the two business that did implement the quality management system demonstrated assuredness and were able to evidence documented procedures. The other businesses behave in a reactive way, lacking of any method and only taking action when non-conformities arise at the moment of production or at the moment that service is provided.

#### *Standardization*

7. Does the company know the lead times of its products and the time spent by the operators on each job for each activity assigned?

All of the companies surveyed are unaware of their lead times, instead using estimates that are the result of the production managers' or operators' experience. Concepts such as leveling of workloads and production line balancing are unknown and there does not exist a standardization of the working times nor of

the tasks carried out by the workers, neither are the positions differentiated.

#### *Methods and Times*

8. Have method analyzes been developed and measurements made to determine the workload of the operators?

Without knowing the lead times, it is impossible to answer this question, although three organizations stated that they had carried out studies to determine the work load of their operators or some such type of study. That stated, none provided evidence of the existence of said studies and were unaware of the concepts of methods and times, which are fundamental pillars to eliminate human resource related waste.

#### *Value Stream Mapping*

9. Does the company evaluate the cost of waste, whether that be time, products, raw materials, overproduction, etc.?

All of the companies surveyed, although recognizing some kind of waste inside the production process, have not designed or implemented a method that allows them to identify in the first place the waste product of their production system, much less the cost it generates.

#### *Customer Satisfaction*

10. Has the organization established measurable criteria to determine customer satisfaction with its products?

Only companies that have implemented a quality management system stated having a method for measuring customer satisfaction, although this mechanism is not always applied and is limited to

working only when there is a complaint or grievance. The reason that these surveys are not applied, is due to the awkward feeling displayed by some of the clients at the moment the surveys are carried out.

5s

11. In the production area, are there scheduled days for the cleaning and maintenance of equipment, machines and tools used in the production activities?

Although a pleasant and orderly environment is better suited to carrying out the tasks or activities, in none of the organizations is there a defined or implemented - much less documented within the processes - preventive maintenance plan, the maintenance days evidently not being scheduled regularly but rather being the result of other types of stimuli.

#### *Total Productive Maintenance*

12. Does the company have, or is there defined, a maintenance plan for the machines, tools and equipment used in production?

Of the organizations surveyed, none have formal defined maintenance plans.

## DISCUSSION

Within this section, it is worth emphasizing that the main academic objective of this research should be to encourage entrepreneurs in the region to correctly and definitively implement the Lean Philosophy, starting with the elimination of all those activities that do not add value to

However, it is more frequent to do work on the repairs derived from the lack of this type of plans, there being confusion between the concepts of preventive maintenance and corrective maintenance.

#### *Inventory management*

13. In terms of stock management, does the company have a policy that allows for the control of quantity and rotation of raw materials, inputs and finished products?

The management of stock in all the cases, responds to the immediate needs of materials and supplies, with only one company having a rigorous method of inventory control. Inventory control is associated to warehouse control by means of the Cardex tool and when it is necessary to replenish what is needed, it is according to the subjective criterion of whoever is in charge of purchases. This often generates a surplus or shortage of materials and supplies; In the following graphs, Figure 1 and Figure 2, the results of the surveys are shown, as evidenced based on the answers given in each one of the organizations.

the manufacturing process, to then proceed to the application of an acceptable level of flexibility of the production chains, adapting to the fluctuating demand of the region.

Many companies are at an advanced stage of documenting their processes, but

ideally, this documentation should be followed by the leader’s selection and the creation of the documentation and implementation teams who carry out the initial diagnosis based on the Value Stream Mapping for each installation. In this way, the training of human talent in this philosophy would be fully complied, which would facilitate the adoption and implementation of the 5s to continue with

the other complex tools, as recommended by (Sarria, Fonseca & Bocanegra, 2017). Finally, it is important to highlight the improvements perceived by the implementation of each of the tools or set of them, which go hand in hand in achieving significant improvements in product quality, as is the case of the company Casa Mecánica LTDA, with the implementation of 5s and Andon systems at its plant in Medellín, Colombia. (Arrieta et al., 2011).

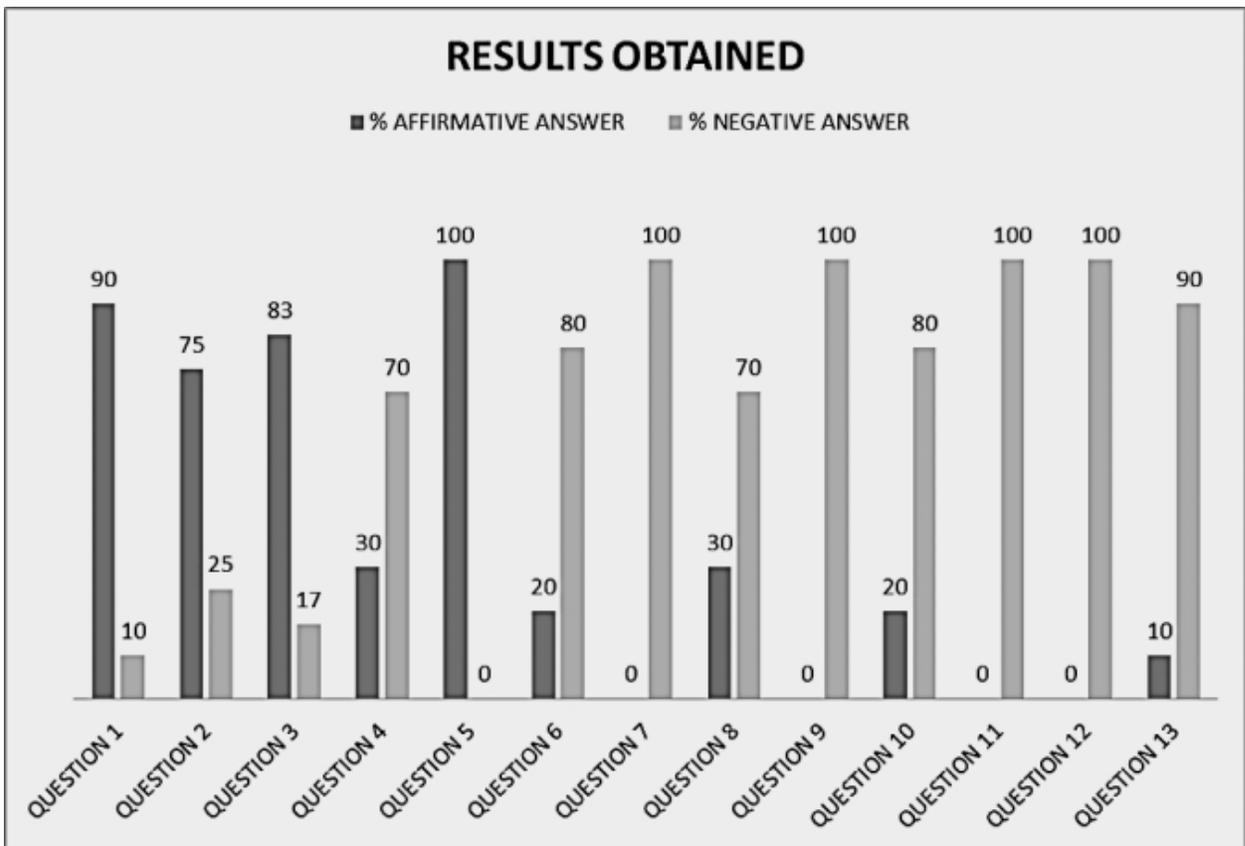


Figure 1.- Questionnaire results

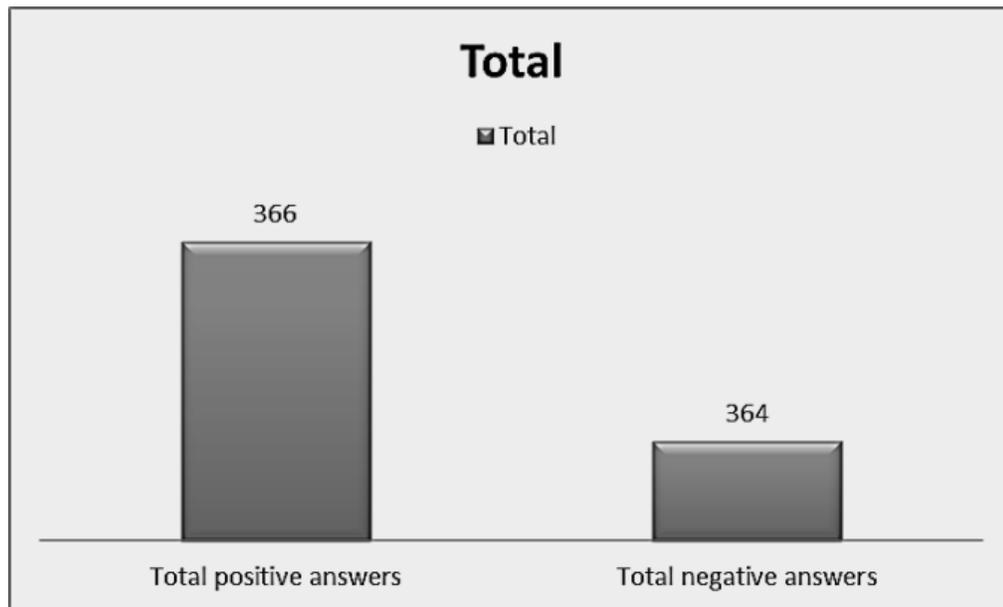


Figure 2.- Number of positive and negative answers

## CONCLUSIONS

With the research carried out, there is evidence of scarce use and management of both Lean Manufacturing and continuous improvement tools concepts, so that the productivity and scarcity of new production methods is reflected in the competitiveness of the province of Boyacá, where it is necessary for companies in the region, whether small-medium or large, to develop a competitive advantage through the identification of individual strengths that lead consumers to prefer their products. It is therefore possible to start with the characterization and documentation of the processes and calculation of the of the plants' capacities, which in turn will allow to establish measurements to maintain a constant on-time delivery of orders.

From there, future studies can be generated that will be the basis for establishing indicators that highlight both individual and collective performance, leading to a better understanding of the concept of continuous improvement, complementing it with master plans of production and preventive maintenance and improving the use of resources while boosting productivity and competitiveness. This will be supported by the implementation of Lean Manufacturing tools, leading to a need to generate further studies in order to establish the appropriate methodology to apply this philosophy, based on real life cases that demonstrate the economic benefits of these tools.

## REFERENCIAS

- Arias, F. (2006). Desarrollo sostenible y sus indicadores. *Revista Sociedad y Economía*, 11, 200-229. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/996/99616177008.pdf>
- Arrieta, J., Muñoz, J., Salcedo, A. & Sossa, S. (2011). Aplicación lean manufacturing en la industria colombiana. Revisión de literatura en tesis y proyectos de grado. *Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*, 9, 1-11. Retrieved from [http://www.laccei.org/LACCEI2011-Medellin/RefereedPapers/PE298\\_Arrieta.pdf](http://www.laccei.org/LACCEI2011-Medellin/RefereedPapers/PE298_Arrieta.pdf)
- Espejo, M. & Moyano, J. (2007). Lean production: estado actual y desafíos futuros de la investigación. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 13 (2), 179-202. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/2741/274120280010.pdf>
- Gross, J. & McInnis, K. (2003). *Kanban made simple: demystifying and applying Toyota's legendary manufacturing process*. New York: Amacom. New York. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Hirano, H. (2012). JIT Implementation Manual -- The Complete Guide to Just-In-Time Manufacturing: Volume 6 -- JIT Implementation Forms and Charts (Google eBook) (Vol. 2012). Retrieved from <http://books.google.com/books?id=aTENVptRP1MC&pgis=1>
- La Fuente, C. & Marin, A. (2008). Metodologías de la investigación en las ciencias sociales: Fases, fuentes y selección de técnicas. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 64, 5-18. DOI: <https://doi.org/10.21158/01208160.n64.2008.450>
- Liker, J. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw-Hill.
- Lopez, E., Avila, A. & Mendez, G. (2011). Dinámica del mercado laboral colombiano : un análisis de políticas de empleo aplicando dinámica de sistemas. *Memorias 9° Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas*, 1-10. Bogotá, Colombia. Retrieved from [http://www.urosario.edu.co/Administracion/documentos/9-Dinamicas/017\\_1701714017/](http://www.urosario.edu.co/Administracion/documentos/9-Dinamicas/017_1701714017/)
- Montoya, A., Montoya, I. & Castellanos, O. (2010). Situación de la competitividad de las Pyme en Colombia : elementos actuales y retos Current competitiveness of Colombian SMEs : determining factors and future challenges. *Agronomía Colombiana*, 28(1), 107-117. DOI: <http://doi.org/0.1108/00251740310495568>
- Najar, C. & Alvarez, J. (2007). Mejoras en el proceso productivo y modernización mediante sustitución y tecnologías limpias en un molino de arroz. *Industrial Data*, 10(1), 22-32. Retrieved from [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/indata/vol10\\_n1/a05.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/indata/vol10_n1/a05.pdf)
- Nakajima, S. (2007). *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. New York: Productivity Press.
- Nieto, V.; Timoté, J.; Sánchez, A. & Villareal, S. (2015). *Clasificación por tamaño empresarial en Colombia: Historia y limitaciones para una propuesta*. Archivos de Economía - Departamento Nacional de Planeación, 434(C14 L11 L52), 1-34. Retrieved from <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios/Econmicos/434.pdf>
- Oncins, M. (1997). NTP 283: Encuestas: metodología para su utilización. Madrid: Instituto nacional de Higiene y Seguridad en el

- trabajo. Retrieved from [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp\\_283.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_283.pdf)
- Rajadell, M. & Garriga, F. (2005). El Control Visual de la Producción como Fuente de Ventaja Competitiva. *IX Congreso de Ingeniería de Organización*, 1-10. Gijón, España. Retrieved from [http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2005/estr\\_innovacion//9.pdf](http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2005/estr_innovacion//9.pdf)
- Sarria, M., Fonseca, G. & Bocanegra, C. (2017). Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing. *Revista EAN*, (83), 51–71. DOI: <http://doi.org/10.21158/01208160.n83.2017.1825>
- Shaikh, S.; Alam, A.; Ahmed, K.; Ishtiyak, S. & Hasan, S. (2015). Review of 5S Technique. *International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR)*, 4(4), 927–931. Retrieved from <http://ijsetr.org/wp-content/uploads/2015/04/IJSETR-VOL-4-ISSUE-4-927-931.pdf>
- Socconini, L. (2008). *Lean Manufacturing, paso a paso*. México: Editorial Norma.
- Velez, D.; Holguin, H.; De la Hoz, G.; Durán, J. & Gutierrez, I. (2008). *Dinámica de la empresa familiar pyme: Estudio exploratorio en Colombia*. Bogotá: Fundes Internacional.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1992). The machine that changed the world. *Business Horizons*, 35(3), 81–82. DOI: [http://doi.org/10.1016/0007-6813\(92\)90074-J](http://doi.org/10.1016/0007-6813(92)90074-J)

#### Autores

**Diego Andrés Carreño Dueñas.** Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9981-1692>

Email: [diego.carreno@uptc.edu.co](mailto:diego.carreno@uptc.edu.co)

**Luis Felipe Amaya González.** Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4862-3130>

Email: [luisfelipe.amaya@uptc.edu.co](mailto:luisfelipe.amaya@uptc.edu.co)

**Erika Tatiana Ruiz Orjuela.** Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1047-9989>

Email: [erika.ruiz03@uptc.edu.co](mailto:erika.ruiz03@uptc.edu.co)

Recibido: 28-03-2018

Aceptado: 16-11-2018

## Modelos cinéticos de adsorción de Cadmio en suelos de Venezuela

*Kinetics models of adsorption soil of Cadmium in soil of Venezuela*

Nereida Sánchez Silva

*Palabras clave:* difusión, cinética, cadmio, suelo

*Key words:* diffusion, kinetics, cadmium, soil

### RESUMEN

El proceso de adsorción de contaminantes puede ser descrito por tres modelos de adsorción: el modelo de transferencia de masa por difusión, la cinética de reacción, o una combinación de ambos mecanismos. Usualmente, la propuesta de un solo mecanismo no es suficiente para definir la cinética de adsorción, ya que éste puede cambiar durante el tiempo en el cual se realiza el experimento. En este trabajo se estudió la cinética de adsorción de cadmio [Cd] en dos suelos de uso agrícola de Venezuela, identificados como Mariara y El Tigre. Para el análisis del modelo de difusión se utilizaron las aproximaciones de Vermeulen y Paterson. Estas ecuaciones se ajustaron a los datos mediante un análisis de regresión no lineal por mínimos cuadrado, empleando el algoritmo Levenberg-Marquardt y para el análisis de la cinética de reacción se utilizaron cuatro modelos cinéticos, el de Pseudo Primer Orden, Elovich, Potencial Fraccionaria y Difusión Parabólica. En los dos suelos, el proceso de adsorción de cadmio puede ser descrito por la combinación de dos mecanismos: difusión intraparticular y el modelo Difusión Parabólica.

### ABSTRACT

The adsorption of contaminants in the soil can be described by adsorption three models: model diffusional mass transfer, reaction kinetics, or a combination of both mechanisms. Usually, one proposed mechanism is not sufficient to define the kinetics of adsorption, as this may change during the time in which the experiment is performed. In this study the adsorption kinetics of cadmium (Cd) was studied in two soils of agricultural use of Venezuela, identified as Mariara and El Tigre. For analysis of the diffusion model approximations were used Vermeulen and Paterson. These equations were fitted to the data using an analysis of nonlinear least square regression using the Levenberg-Marquardt algorithm and the analysis of four reaction kinetics kinetic models, the pseudo first order, Elovich, Fractional potential were used parabolic diffusion. In the two soils, cadmium adsorption process can be described by the combination of two mechanisms: intraparticle diffusion, and model parabolic diffusion.

## INTRODUCCIÓN

Para identificar los mecanismos responsables del proceso de adsorción de metales pesados en suelos se realizan ensayos en donde se pone en contacto el suelo con una solución enriquecida del metal y se determina la cantidad del contaminante adsorbido en distintos lapsos de tiempo. Para definir exactamente el mecanismo, se grafica la cantidad del cadmio adsorbido en función de la raíz cuadrada del tiempo de contacto del suelo con el metal. Esta prueba se conoce como prueba  $t^{1/2}$  (Ho et al., 2000). Si se genera una línea recta que pase por el origen, el modelo de difusión es el que mejor explicará el proceso de adsorción, en caso contrario el modelo cinético. El equilibrio de adsorción

se alcanza cuando después de un tiempo determinado, no se observan diferencias significativas entre las cantidades del metal adsorbido por el suelo. Si el equilibrio se alcanza en tres (03) horas el modelo cinético es el que mejor explica el proceso de adsorción, si se alcanza en un lapso mayor a veinticuatro (24) horas, el modelo de difusión, y en el lapso comprendido entre las tres (03) y veinticuatro (24) horas, ambos procesos participan en la cinética de adsorción del metal en el suelo (Ho et al., 2000). El objetivo de este trabajo fue determinar el mecanismo que prevalece en el proceso de adsorción de cadmio en los suelos estudiados.

## MATERIALES y MÉTODOS

Los suelos Mariara y El Tigre presentan diferencias de textura, materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico. El suelo El Tigre presenta un alto contenido de partículas gruesas (arena) mientras que en el suelo Mariara, predominan partículas finas (arcillas); que le confiere una alta superficie específica y con ello una amplia superficie de reacción. Ambos suelos son ligeramente ácidos (pH Mariara = 6,0; pH El Tigre = 6,2), y el contenido de materia orgánica, es medio (2,1-4,0%) en el suelo Mariara y bajo (0,4%) en el suelo El Tigre. La CIC del suelo Mariara (19,6) fue cinco veces mayor que en el suelo El Tigre (3,1) (Sánchez et al., 2011).

Para determinar la cinética de adsorción de cadmio en estos suelos se realizaron pruebas de ensayo por carga a escala de Laboratorio, en las que se agitaron mezclas de una cantidad definida de suelo no contaminado con un volumen determinado de soluciones enriquecidas con Cd durante diferentes tiempos de contacto. Para ello se colocó 1 g de muestra de suelo y 20 mL de solución de  $\text{CdCl}_2$ , equivalente a 20 mg  $\text{Cd.L}^{-1}$  preparada en una matriz de 0,01M de  $\text{CaCl}_2$  para mantener constante la fuerza iónica del medio durante el estudio de adsorción, en tubos de centrífuga de polipropileno de 50 mL. El pH de la solución se ajustó de acuerdo al pH de cada

suelo, con una variación de  $\pm 0,03$  unidades, para ello se añadieron pequeñas cantidades de HCl  $0,1 \text{ M.L}^{-1}$  ó NaOH  $0,1 \text{ M.L}^{-1}$ , según el caso. Se evaluaron tiempos de agitación de 30, 60, 120 y 240 min, tomando como referencia tiempos utilizados en otros estudios (Christensen, 1984; Ahumada et al., 1995). Se agitaron las muestras a 480 rpm, y se separaron del sólido una vez finalizado el tiempo de contacto establecido. Los sobrenadantes se filtraron a través de papel de filtro Whatman N° 42. La concentración de Cd en los sobrenadantes se determinó mediante espectroscopia de absorción atómica, en un equipo Perkin-Elmer 310 a una longitud de onda de 228,8 nm, con una relación de flujo aire:acetileno de (13,5:2). La concentración

de Cd adsorbido se calculó como la diferencia entre la cantidad de Cd en la solución inicial y la cantidad de Cd remanente en la solución después de haberse alcanzado el equilibrio (García-Miragaya y Page, 1978). Los experimentos se realizaron por triplicado. Los datos obtenidos permitieron realizar el análisis de varianza y la prueba de medias de Tukey para determinar la presencia o no de diferencias significativas entre los distintos tiempos de agitación y la adsorción de Cd en los suelos.

La selección del mecanismo que prevalece en el proceso de adsorción de cadmio en los suelos se realizó según el procedimiento descrito en la figura 1.

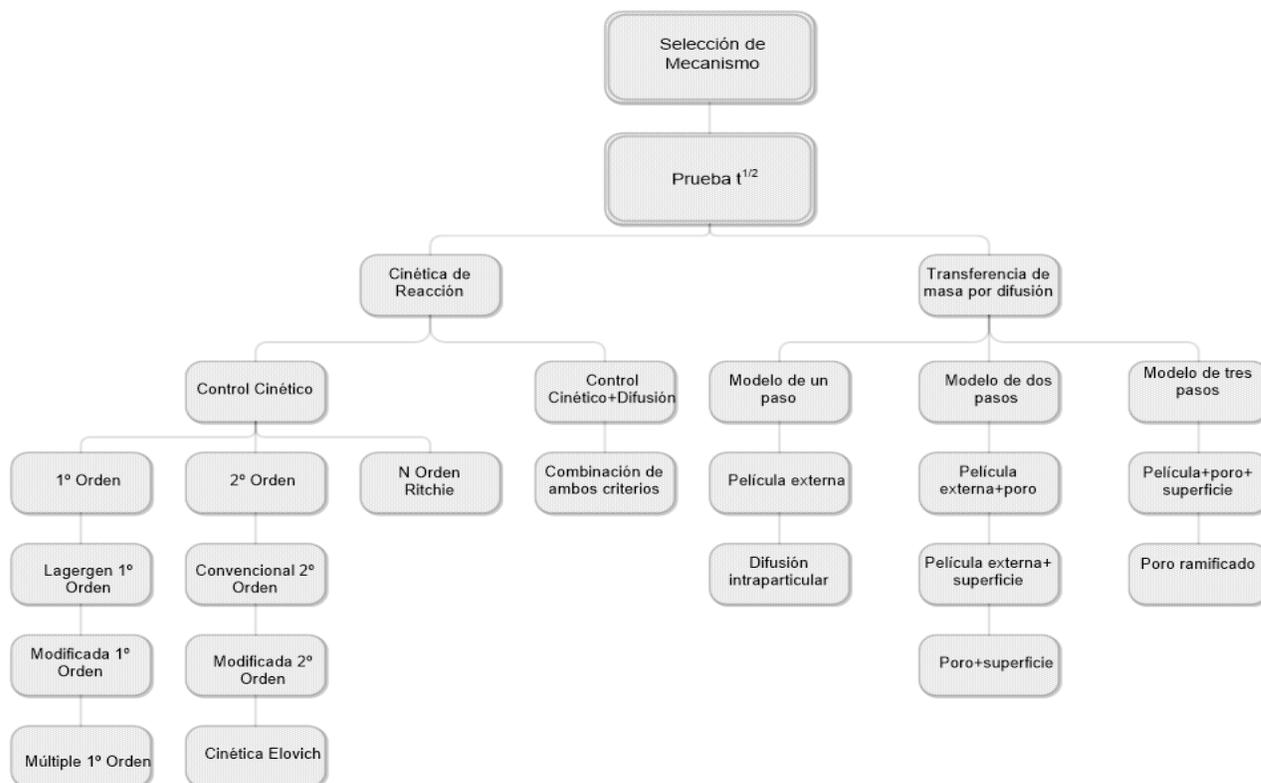


Figura 1. Selección del mecanismo de adsorción de cadmio en el suelo

La evaluación del mecanismo de difusión se realizó mediante las aproximaciones de Vermeulen y Paterson, mientras que la de cinética de reacción se realizó mediante los modelos de Pseudo Primer Orden, Elovich, Potencial Fraccionaria y Difusión Parabólica. Estas ecuaciones se ajustaron a los datos experimentales por medio un análisis de regresión no lineal por mínimos

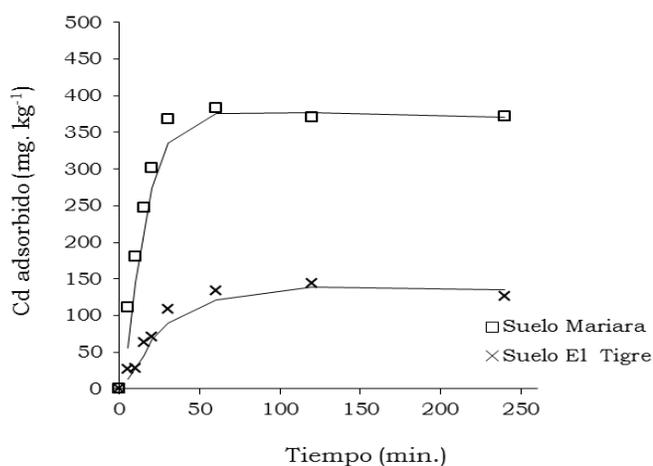
cuadrado, empleando el algoritmo Levenberg-Marquardt. Para ello se utilizó el programa SPSS 19. En el ajuste de estas aproximaciones fueron requeridos algunos parámetros los cuales se determinaron a partir de análisis de microscopía electrónica y análisis físicos y químicos realizados en una fase previa en estos suelos (Sánchez et al., 2011).

## RESULTADOS y DISCUSIÓN

En la figura 2 se muestra que, en los suelos, la cantidad de Cd adsorbido aumenta rápidamente en los primeros treinta minutos del ensayo, y el sistema alcanza el equilibrio a los 120 minutos, momento a partir del cual no se observan cambios significativos en la cantidad de Cd adsorbido. En los dos suelos el análisis de varianza (ANAVAR) mostró la existencia de diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en la cantidad de Cd adsorbido para los distintos tiempos de agitación estudiados, sin

embargo, la prueba de Tukey indicó que no hubo cambios significativos (95% de confianza) en la adsorción del metal después de un lapso de dos (2) horas de agitación, por lo que se seleccionó este valor como "tiempo óptimo de equilibrio" (Ver tabla 1).

Para dilucidar cuál de los modelos es el que controla la adsorción de cadmio en los suelos, se realizó la prueba de  $t^{1/2}$ . Los resultados de esta prueba se muestran en la figura 3.

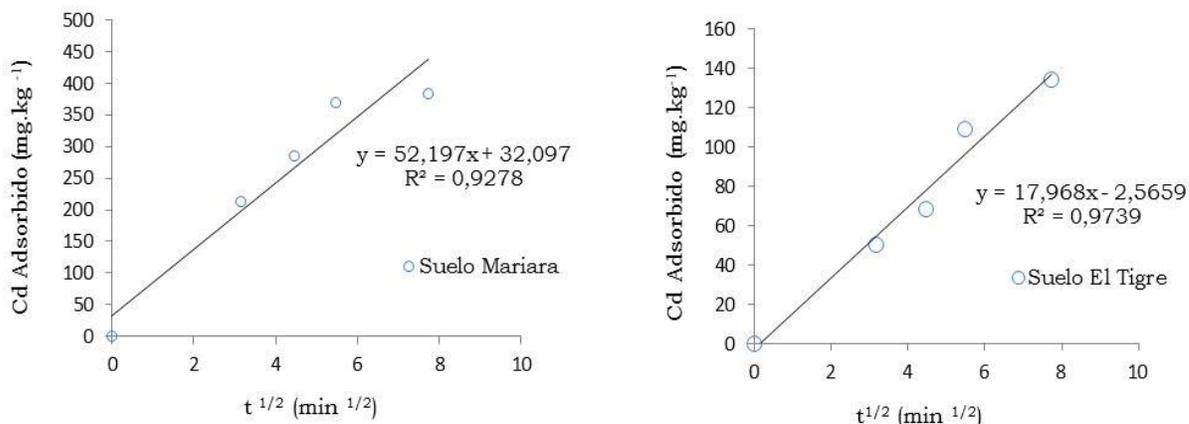


**Figura 2.** Cantidad de cadmio adsorbido por los suelos Mariara y El Tigre en función del tiempo de contacto con una solución enriquecida con cadmio

**Tabla 1.** Contenido Promedio de Cd Adsorbido por los suelos Mariara y El Tigre en función del tiempo

Tiempo	Cd Adsorbido (mg.kg <sup>-1</sup> )	
	Suelo Mariara	Suelo El Tigre
5	113,77 <sup>f</sup>	20,07 <sup>e</sup>
10	189,58 <sup>e</sup>	23,46 <sup>e</sup>
20	247,40 <sup>d</sup>	67,97 <sup>d</sup>
25	305,52 <sup>c</sup>	76,09 <sup>c</sup>
30	368,58 <sup>b</sup>	108,90 <sup>b</sup>
60	381,50 <sup>a</sup>	134,97 <sup>a</sup>
120	366,94 <sup>b</sup>	136,64 <sup>a</sup>
240	372,01 <sup>b</sup>	134,73 <sup>a</sup>

Valores seguidos por la misma letra no difieren significativamente entre si (Tukey,  $p < 0,05$ )

**Figura 3.** Cantidad de cadmio adsorbido en función de la raíz cuadrada del tiempo de contacto con el metal en los suelos Mariara y El Tigre

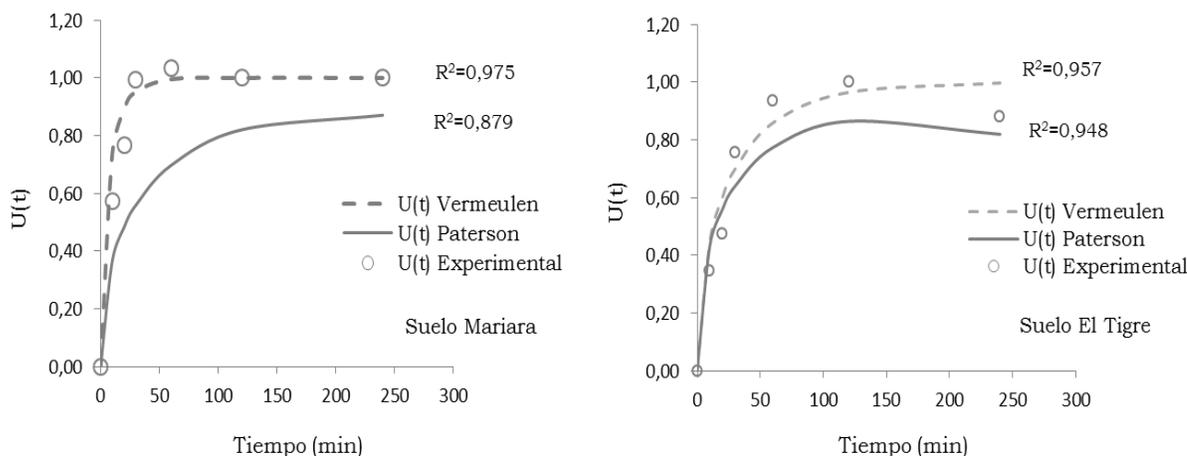
Con respecto al suelo Mariara, al trazar una línea recta a través de los puntos correspondientes a los primeros treinta (30) minutos de contacto del suelo con la solución de cadmio, se observa que la misma tiende a pasar por el origen, con un coeficiente de determinación ( $R^2=0,977$ ). Este resultado es indicativo de un efecto significativo de la difusión de iones del metal dentro de los poros del suelo (Ho et al., 2000) y se explica por las características

que tiene este suelo, alta CIC y contenido medio de materia orgánica, que le confieren una alta superficie de contacto y afinidad por el metal presente en la solución del suelo, y por lo tanto la difusión intraparticular tiene un efecto significativo en el proceso de adsorción durante la fase inicial de contacto entre el suelo y el metal. No obstante, al trazar una línea recta a través de los puntos correspondientes a los primeros sesenta (60) minutos de contacto

del suelo con la solución de cadmio, se observa que la misma no pasa por el origen ( $R^2=0,928$ ), por lo que la difusión intraparticular tiene un efecto significativo en el proceso de adsorción sólo durante la fase inicial de contacto entre el suelo y el metal. En el suelo El Tigre, después de treinta (30) minutos se observa un mejor ajuste de los datos a una línea recta que tiende a pasar por el origen, con un coeficiente de determinación ( $R^2=0,974$ ). Esto sugiere que el modelo de difusión intraparticular tiene un efecto apreciable en el proceso de adsorción de Cd en este sistema después de los treinta minutos de contacto del suelo con el metal. Estos resultados están en concordancia con los por Ocampo et al., 2013; Ramachandran y D'Souza, 1999; Ahumada et al., 1995, quienes indican que las curvas de velocidad en los procesos de adsorción de metales están divididas en dos etapas: una primera etapa rápida que tendría lugar en los primeros minutos de contacto y una segunda etapa más lenta, que tardaría en algunos casos varias horas. El bajo contenido de materia orgánica y baja CIC en el suelo El Tigre le confieren poca afinidad por el metal en la solución del suelo y aumenta la resistencia a la difusión en la película adyacente a las partículas del mismo.

Como en ambos suelos el equilibrio se alcanza dentro de las primeras tres (03)

horas y la representación gráfica de Cd adsorbido en función de  $t^{1/2}$  es una línea recta que no pasa por el origen, en los primeros treinta minutos en el suelo Mariara y después de los treinta minutos en el suelo El Tigre se plantea que el proceso de adsorción de cadmio en ambos suelos puede ser explicado por la combinación de los mecanismos de transferencia de masa por difusión y de cinética de reacción. Para determinar los coeficientes de difusión del metal se procedió a resolver la ecuación de difusión, empleando las aproximaciones de Vermeulen y de Paterson. En el suelo Mariara el diámetro promedio de partícula es de 0,025 cm y el coeficiente de partición  $w$  fue 0,33, mientras que para el suelo El Tigre el diámetro promedio fue de 0,05 cm y el coeficiente de partición 0,33. Los valores del diámetro promedio de las partículas se obtuvieron mediante un análisis de EDX de las muestras de suelo y los valores de "w" se determinaron a partir de las concentraciones de cationes cambiables y la CIC de cada suelo. El ajuste de los datos por análisis de regresión no lineal por mínimos cuadrado alas aproximaciones de Vermeulen y de Paterson se muestran en la figura 4. En la tabla 2 se muestran los coeficientes de difusión obtenidos por ambas aproximaciones.



**Figura 4.** Conversión fraccional en equilibrio de iones  $Cd^{2+}$  ( $U(t)$ ), en función del tiempo, ajustada a los modelos de Vermeulen y Paterson, para los suelos Mariara y El Tigre

**Tabla 2.** Coeficientes de difusión de Vermeulen y Paterson. Suelos Mariara y El Tigre

Modelo de Difusión	$D_s$ ( $cm^2 \cdot min^{-1}$ )	
	Suelo Mariara	Suelo El Tigre
Vermeulen	$1,850 \times 10^{-8}$	$2,36 \times 10^{-8}$
Paterson	$2,178 \times 10^{-9}$	$1,47 \times 10^{-8}$

Se observa que el coeficiente de difusión de cadmio en el suelo El Tigre, tanto por la aproximación de Vermeulen como por Paterson fue 1,27 y 6,8 veces mayor que las aproximaciones obtenidas para los coeficientes de difusión del suelo Mariara. La diferencia entre estos valores puede estar relacionada con los distintos tamaños de poro presentes en cada suelo. La presencia de poros más grandes en el suelo El Tigre, permiten que la difusión intraparticular por diferencia de concentraciones, tenga un efecto mayor en el proceso de adsorción de Cd en este sistema.

Con la finalidad de establecer la influencia del modelo cinético de reacción sobre la adsorción de Cd en los suelos, se evaluaron

cuatro modelos cinéticos, el de Pseudo Primer Orden, Elovich, Potencial Fraccionaria y Difusión Parabólica. Los parámetros de adsorción de Cd en estos suelos, basados en las ecuaciones de Freundlich y Langmuir fueron obtenidos en una fase previa (Sánchez et al., 2011). En la tabla 3 se muestran las constantes cinéticas de los modelos cinéticos evaluados. Los valores más altos de  $R^2$  y los valores más bajos de STD son indicadores del mejor ajuste de los datos al modelo en cuestión.

En el suelo Mariara, los datos experimentales mostraron un buen ajuste con los valores predichos por el modelo de Pseudo Primer Orden en todo el intervalo de tiempo en que se realizó el experimento,

a diferencia del suelo El Tigre, en donde el modelo no se ajustó en su totalidad. Cabe destacar que los modelos de Primer Orden permiten describir las reacciones en la interfase sólido-solución del suelo en una primera etapa rápida de reacción seguida por una etapa más lenta. Varios investigadores asocian este comportamiento con la accesibilidad del adsorbato por los sitios del adsorbente, en donde los sitios externos del adsorbente son de fácil accesibilidad, mientras que los sitios internos son difícilmente accesibles (Ahumada et al., 1995; Cortés, 2007). A pesar de que el modelo de Pseudo Primer Orden se ajusta a los datos de cinética de adsorción de cadmio en el suelo Mariara, no es recomendable para describir el proceso de adsorción en sistemas heterogéneos (Cortés, 2007). En cuanto al modelo de Elovich, no se obtuvo un buen ajuste de los datos experimentales de la cinética de adsorción de Cd en los suelos Mariara y El Tigre con los predichos por este modelo. Los coeficientes de correlación fueron bajos ( $R^2=0,904$  Mariara y  $R^2=0,746$  El Tigre), comparados con los obtenidos para los otros modelos. El modelo de Potencia Fraccionaria se ha utilizado en la descripción de procesos de adsorción y desorción de iones metálicos en superficies heterogéneas (Wen et al., 2006). En el estudio de ambos suelos se observó una buena correlación entre los datos experimentales y los predichos por este modelo, no obstante, la ecuación potencial es empírica y no proporciona información del mecanismo de adsorción.

Por último, el proceso de adsorción de cadmio en los suelos Mariara y El Tigre mostró un buen ajuste de los datos experimentales con los valores predichos por el modelo de Difusión Parabólica ( $R^2=0,98$ ).

Al comparar los resultados obtenidos en los modelos descritos previamente, el modelo de Difusión Parabólica describe mejor el proceso de adsorción de cadmio en ambos suelos, referido obviamente al intervalo de tiempo considerado en el estudio. Estos resultados son concordantes con los obtenidos por otros investigadores (Ho y McKay, 2002; Krishnamurti, et al., 1999), para describir la cinética de adsorción y desorción de iones en suelos y arcillas. En el suelo Mariara la data se ajusta mejor a tiempos de cinética cortos, en los modelos de Pseudo Primer Orden ( $R^2=0,989$ ) y de Difusión Parabólica ( $R^2=0,980$ ) mientras que en el suelo El Tigre, son los modelos de Difusión Parabólica y Potencia Fraccionaria. Dada la heterogeneidad del sistema suelo, se sugiere el modelo de Difusión Parabólica para describir la cinética de adsorción de cadmio en estos dos sistemas.

**Tabla 3.** Coeficientes de determinación ( $R^2$ ) y error estándar (STD) de modelos cinéticos empleados para el ajuste de los datos de adsorción de Cd en dos suelos venezolanos, mediante una regresión no lineal

Suelo	Constantes cinéticas	Pseudo Primer Orden	
		$R^2$	STD
Mariara	$K_L=0,00992 \text{ h}^{-1}$	0,989	1E-08
El Tigre	$K_L= -4,4816 \text{ h}^{-1}$	0,557	1E-08
Suelo	Constantes cinéticas	Difusión Parabólica	
		$R^2$	STD
Mariara	$K_1=288,98$ $K_2=117,76$	0,980	1E-08
El Tigre	$K_1=181,141$ $K_2=-57,89$	0,956	1E-08
Suelo	Constantes cinéticas	Elovich	
		$R^2$	STD
Mariara	$\alpha= 23727,365$ $\beta= 0,0313464$	0,904	1E-08
El Tigre	$\alpha= 45338,376$ $\beta=0,0792147$	0,746	1E-08
Suelo	Constantes cinéticas	Potencia fraccionaria	
		$R^2$	SE
Mariara	$k=409,56$ $m=2,974$	0,963	1E-08
El Tigre	$k=135,53$ $m=2$	0,978	1E-08

## CONCLUSIONES

El proceso de adsorción de cadmio en los suelos Mariara y El Tigre puede ser explicado por la combinación de los mecanismos de difusión y cinética de reacción. En ambos suelos el paso limitante en la cinética de adsorción de cadmio es la difusión intraparticular. Los valores de los coeficientes de difusión mediante la aproximación de Vermeulen para los suelos Mariara y El Tigre son de  $1,85 \times 10^{-8}$  y  $2,36 \times 10^{-8} \text{ cm}^2 \cdot \text{min}^{-1}$  respectivamente.

Con respecto a la influencia de la cinética de reacción sobre el mecanismo de adsorción de Cd en el suelo, en el suelo Mariara los modelos de Pseudo Primer Orden ( $R^2=0,989$ ) y de Difusión Parabólica ( $R^2=0,980$ ) ajustan mejor a los datos a tiempos de cinética cortos, mientras que en el suelo El Tigre, son los modelos de difusión parabólica y Potencia Fraccionaria. Dada la heterogeneidad de estos suelos, se sugiere el Modelo de Difusión Parabólica para describir la cinética del cadmio en estos suelos.

## REFERENCIAS

- Ahumada, I., M. Salazar, I. Vergara y E. Schalscha, (1995). Influencia de la incorporación de sulfato y fosfato sobre la sorción y desorción de Cd en suelo de origen volcánico. *AgriculturaTécnica*, Chile, 55 (3-4): 257-261.
- Christensen, T. H. (1984). Cadmium soil sorption at low concentrations. I. Effect of time, cadmium load, pH and calcium. *Water Air Soil Pollut*, 21: 104-114.
- Cortés, R. (2007). *Efecto de la modificación de una zeolita natural mexicana en la sorción de cadmio y 4-clorofenol* (Tesis Doctoral). Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Ingeniería, CIRA. Recuperado de <https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/Public/39/027/39027968.pdf>
- García-Miragaya, J. y Page, A.L. (1978). Sorption of trace quantities of cadmium by soils different chemical and mineralogical composition. *Water, air and soil pollution*, 9 (3): 289-299. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00280677>
- Ho, Y. S y McKay, G. (2002). Application of kinetics models to the sorption of copper (II) on to pear. *Adsorption Science and Technology*, 20 (8), 797-815. Recuperado de <http://dns2.asia.edu.tw/~ysho/YSHO-English/Publications/PDF/Ads%20Sci%20Tec20,%20797.pdf>
- Ho, Y. S., Ng, J.C y McKay, G. (2000). Kinetics of pollutant sorption by biosorbents. *Review. Separation and Purification Methods*, 29(2): 189-232. DOI: <https://doi.org/10.1081/SPM-100100009>
- Krishnamurti, G., Huang, P. y Kozak, L. (1999). Sorption and desorption kinetics of cadmium from soils: Influence of Phosphate. *Soil Science*, 164 (12): 888-898. DOI: <https://doi.org/10.1097/00010694-199912000-00002>
- Ocampo, R., Leyva, R., Flores, J. y Padilla, G. (2013). *Aplicación de modelos difusionales y modelos cinéticos en la interpretación de las cinéticas de adsorción de piridina sobre carbón activado granular*, Boletín del Grupo Español del Carbón, 30:6-10. Recuperado de <http://digital.csic.es/handle/10261/102702>
- Ramachandran, V. y D'Souza. T.J. (1999). Adsorption of cadmium by Indian soils. *Water, Air, and Soil Pollution*, 111 (1-2): 225-234. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1005038325836>
- Sánchez, N.S., Subero, N. D y Rivero, C.R. (2011). Determinación de la adsorción de cadmio mediante isotermas de adsorción en suelos agrícolas venezolanos. *Acta Agronómica*, Universidad Nacional de Colombia: 190-197. Recuperado de [https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/article/view/27850](https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/27850)
- Wen, D., Ho, Y.S. y Tang, X. (2006). Comparative sorption kinetic studies of ammonium onto zeolite. *Journal of Hazardous Materials*, B133: 252-256. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2005.10.020>

## Autora

**Nereida Sánchez Silva.** Doctora en Ingeniería, Profesor Investigador Titular, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9493-9753>

Email: [nsanchez@uc.edu.ve](mailto:nsanchez@uc.edu.ve)

Recibido: 17-07-2018

Aceptado: 15-06-2018

## Evaluación ergonómica en la producción. Caso de estudio: Sector Aluminio, Estado Bolívar. Venezuela

*Ergonomic evaluation in the production. Case study: Aluminum Sector, Estado Bolívar, Venezuela*

**Magally Escalante, Miguel Núñez (†)**

*Palabras clave:* ergonomía, producción, REBA, OWAS

*Key words:* ergonomics, production process, REBA, OWAS

### RESUMEN

La ergonomía busca establecer la mejor relación entre el hombre, la máquina y el medio ambiente de trabajo. El propósito de la investigación fue evaluar las condiciones ergonómicas en la producción del aluminio de la empresa CVG Venalum de Venezuela a fin de detectar los riesgos presentes en el proceso. La investigación se abordó con un enfoque descriptivo y de campo. Para la evaluación ergonómica se consideraron los métodos REBA y OWAS. Se determinó que las actividades más impactantes hacia el trabajador son: medición de niveles de baño y metal, cambios de ánodos y desnatado de celdas. Situación que influye en gran medida hacia la salud del trabajador por los trastornos músculo-esquelético.

### ABSTRACT

Ergonomics seeks to establish the best relationship between man, machine and the work environment. Therefore, the purpose of the research was to evaluate the ergonomic conditions that would allow the detection of the ergonomic risks in an aluminum factory. The investigation was approached with a descriptive and field approach. For the ergonomic evaluation, the REBA and OWAS methods were considered. It was determined that the most impactful activities towards the worker are; Measurement of bath and metal levels, changes of anodes and skimming of cells. Situation that greatly influences the worker's health due to musculoskeletal disorders.

### INTRODUCCIÓN

Con el avance del tiempo, los resultados en las empresas han sido cuantificables en su productividad y efectividad; sin embargo, no toda gestión se basa en eso. Tanto el crecimiento económico como la inclusión social dependen de la capacidad de las personas en edad de trabajar para mantenerse conectadas con el mercado laboral, desarrollar y contribuir con sus

habilidades y mantener altos niveles de productividad laboral (Bevan, 2015).

Existen otros factores determinantes para mantener o elevar la calidad en la gestión gerencial y operativa; factores que van relacionados directa o indirectamente hacia el talento humano, los cuales han generado indicios de desmotivación, fatiga, estrés y enfermedades o trastornos

musculoesqueléticos (TMEs, *musculoskeletal disorders*, en inglés, *MSDs*), entre otros.

Las exposiciones ocupacionales a la postura de trabajo estresante, la fuerza y los movimientos repetitivos del hombro y el brazo ejercen una carga excesiva en el sistema musculoesquelético del cuerpo y, a la larga, pueden conducir a trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo (Das, Kumar & Sharma, 2018).

Los TMEs son una de las enfermedades de origen laboral más comunes y que normalmente afectan a la espalda, cuello, hombros y extremidades superiores; condiciones que influyen para realizar sus actividades y mantener la calidad en su servicio (EU-OSHA, 2018); incluyen una constelación de trastornos dolorosos de músculos, tendones, articulaciones y nervios, que pueden afectar a todas las partes del cuerpo, aunque el cuello, las extremidades superiores y la espalda son las áreas más comunes (Quintana, 2017).

Los TMEs relacionados con el trabajo son a menudo causados por el uso excesivo de los músculos, articulaciones, nervios, tendones y tejidos blandos del cuerpo (Das, Kumar & Sharma, 2018); son uno de los problemas globales de salud más importantes y costosos que afectan a la población trabajadora (Manville, El Akremi, Niezborala & Mignonac, 2016).

En función de lo planteado, las normativas gubernamentales han incorporado nuevos tópicos que además de beneficiar a las empresas incluya al trabajador en pro de su bienestar y calidad de vida. Con este

propósito, y en sintonía con la normativa actual surge la norma ISO 45.001 (2018) de salud y seguridad ocupacional, la cual tiene como propósito, el control de los riesgos sobre la salud y seguridad en el trabajo por parte de las organizaciones que beneficien al trabajador y por ende su productividad. En cuanto al marco legal venezolano, la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo - LOPCYMAT (2005), establece que “el empleador o empleadora deberá adecuar los métodos de trabajo, así como las máquinas, herramientas y útiles utilizados en el proceso de trabajo a las características psicológicas, cognitivas, culturales y antropométricas de los trabajadores y trabajadoras de Venezuela” (art. 60).

En el recorrido por mejorar las condiciones y medio ambiente de trabajo en función de establecer el confort entre los trabajadores y los puestos de trabajo es que surge la ergonomía. La ergonomía (o factores humanos) es la disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre humanos y otros elementos de un sistema, y la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos para diseñar con el fin de optimizar el bienestar humano y el sistema en general (*International Ergonomics Association*, 2018). La existencia de condiciones ergonómicas adecuadas es esencial para garantizar un rendimiento óptimo del trabajo y para preservar el activo más importante de una empresa: el capital humano; y, la mejor manera de lograr este objetivo, es implementar principios ergonómicos

desde el diseño (de máquinas, procesos de producción, sistemas de gestión ...), y allí el ingeniero industrial adquiere mayor prominencia (Suárez, 2014).

En este sentido el propósito de la investigación fue evaluar las condiciones ergonómicas del proceso productivo del aluminio en la empresa CVG Venalum, a fin de detectar los riesgos ergonómicos presentes, como los niveles del mismo.

Esta investigación se abordó con un enfoque descriptivo y de campo donde se realizaron observaciones sistemáticas, y entrevistas semiestructuradas, permitiendo profundizar los factores involucrados en el objeto de estudio. Además, para la evaluación ergonómica se consideraron los métodos REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) y OWAS (*Ovako Working Posture Analysis System*), porque son herramientas ergonómicas de utilidad para la identificación de sobrecarga postural (López Torres, González Muñoz, Rodríguez, & López, 2014). Ambos métodos, son aplicables para identificar aquellas partes del cuerpo sometidas a posturas que comprometen los segmentos corporales, e indican la acción requerida de acuerdo con el nivel de riesgo que impacta al cuerpo humano del trabajador cuando realiza la tarea.

En el ámbito mundial existen empresas productoras del aluminio como; Alcoa, UC Rusal, Hindalco Industries, entre países, que han contribuido con la incorporación de productos semiacabados de aluminio para ser utilizados en otros sistemas de producción como el transporte,

construcciones, industrias tecnológicas, entre otros aportes.

El sector aluminio en Venezuela está conformado por un grupo de empresas, las cuales han contribuido al desarrollo económico del país. La actividad económica del aluminio es la opción más rentable y la que ofrece las mayores oportunidades para acompañar al petróleo en la generación de divisas y bienestar para los habitantes de Venezuela (Vergara, 2011).

La industria transformadora de aluminio constituye uno de los sectores que genera mayor valor agregado al aluminio primario producido en Venezuela; sin embargo, en los últimos años este sector ha sido afectado por una fuerte contracción y evidente variabilidad de sus niveles de actividad (Arzola & La Cruz, 2007). Por su parte, Oronoz, Gamluch & Romero (2013), destacan el papel estratégico de esta industria y su potencial para la diversificación y consolidación de la economía de Venezuela contrastante con su situación actual de baja competitividad, escaso aporte al Estado, baja rentabilidad y el incipiente nivel de agregación de valor.

Es evidente que las empresas productoras del aluminio juegan un papel de suma importancia para el desarrollo económico del país; y junto a ellas, el talento humano que permite llevar a cabo sus procesos operativos.

Sobre las bases de las condiciones anteriores y con la intencionalidad de evaluar las condiciones ergonómicas para detectar los riesgos que presentan los

trabajadores en la producción del aluminio, se precisó que la intervención del trabajador en las actividades operativas requiere esfuerzo por la forma en la que se ejecuta algunas tareas, es decir, usan en gran medida las partes de sus cuerpos. Además, las herramientas utilizadas para algunas tareas son de hierro y de pesos oscilantes entre 10 a 15 kilos, implicando que el trabajador realice más esfuerzo por el magnetismo presente en el área de trabajo. Cabe señalar que el magnetismo es un fenómeno físico por el cual los materiales ejercen fuerzas de atracción o repulsión sobre otros materiales.

De las observaciones directas, se detectaron temperaturas de 960°C aproximadamente; ruidos por encima de los 85 decibeles; sistemas de extracción de gases dañados, quedando los gases emanados del proceso de producción en el medio ambiente donde se desenvuelve el trabajador.

De los anteriores planteamientos se deriva las siguientes preguntas:

¿De qué forma se realizan las actividades en la producción del aluminio?

¿Existe condiciones disergonómicas en el desarrollo de las actividades de producción?

¿Cuál es el nivel de riesgo ergonómico que presenta los trabajadores en el cuerpo humano cuando realizan sus tareas?

### **Ergonomía**

La ergonomía industrial podría definirse como la rama de la ciencia que tiene como objetivo lograr una adaptación óptima del entorno laboral y las actividades laborales al trabajador (Suárez, 2014). En su natural

evolución, no son pocas las iniciativas que se han desarrollado para sustentarla, donde se destaca ISO 6385 (2016), una norma que establece los principios ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo, entre otras.

En Venezuela, además de la LOCYMAT (2005), se cuenta con Norma Técnica para el Control en la Manipulación, Levantamiento y Traslado Manual de Carga (2016). Otros países, se ocupan en estudios e innovaciones que contribuyen notablemente a la ergonomía.

Para Ramírez Cavassa (2006), la Ergonomía tiene como objetivo interrelacionar al hombre con la máquina y el ambiente con la finalidad de elevar la calidad de vida del talento humano y la efectividad del mismo. En función de ello la define como;

“la ergonomía es una disciplina científico-técnica y de diseño que estudia integralmente al hombre (o grupos de hombres) en su marco de actuación relacionado con el manejo de equipos y máquinas, dentro de un ambiente laboral específico, y que busca la optimización de los tres sistemas (hombre-máquina-entorno), para lo cual elabora métodos de estudios del individuo, de la técnica y de la organización del trabajo” (pág. 12).

Por su parte, Rosas Sánchez (2014), señala que la ergonomía es la parte invocadora de un fin principal por el hecho de adaptar el trabajo a la persona y no a la inversa. Concluyendo que la concepción del puesto de operaciones va encaminada a garantizar la seguridad, salud, satisfacción y bienestar laboral.

### **Método Ovako Working Posture Analysis System (OWAS)**

El método OWAS, es un método sencillo y útil destinado al análisis ergonómico de la carga postural; en función de sus fundamentos teóricos se han desarrollado propuestas informáticas lo que conlleva a ser el método para medir la carga postural preferido (Secretaría de Salud Laboral de CCOO de Madrid, 2016).

Así mismo, Cinquina (2011), expresa que es un método ampliamente aplicado en varios países, sin embargo, en Italia es poco conocido. Por otro lado, manifiesta que aplicar el método dentro de un ciclo de producción, de las operaciones y fases que son potencialmente peligrosas para el sistema musculoesquelético permite la identificación de los riesgos, cuantificando el nivel.

Por su parte, Llana Álvarez (2009) expresa que es el método postural más desarrollado en el mundo y se basa en una simple y sistemática clasificación de ciertas posturas de trabajo, de las que se conocen las cargas musculoesqueléticas que la originan.

En su forma tradicional, el método OWAS permite adquirir las observaciones de las diversas posturas, codificarlas, atribuir la clase de riesgo relativo y calcular el porcentaje con el que cada clase se repite en la realización de una determinada actividad o en las diferentes fases en las que ésta ha sido eventualmente subdividida.

Cabe señalar que la forma de calificar o establecer el puntaje se realiza con base a la postura adoptada en la actividad o tarea.

Por ejemplo, si la zona a evaluar es la espalda doblada hacia adelante o hacia atrás, el mismo solamente indica un valor específico sin considerar los ángulos de articulación del cuerpo humano. En la tabla 1 se presenta los códigos de posturas usados en el método OWAS.

### **Método Rapid Entire Body Assessment (REBA)**

El REBA, es una herramienta de análisis postural especialmente sensible con las tareas que conllevan cambios inesperados de posturas; su aplicación previene al evaluador sobre el riesgo de lesiones asociadas a una postura, principalmente de tipo músculo-esquelético, indicando en cada caso la urgencia con que se deberían aplicar acciones correctivas (Secretaría de Salud Laboral de CCOO de Madrid, 2016).

El REBA permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas; además, es uno de los métodos de observación para la evaluación de posturas más extendido en la práctica (Universidad Politécnica de Valencia, 2006); este método fue desarrollado para evaluar el tipo de posturas de trabajo impredecibles que se encuentran en las industrias de la salud y otros servicios (McAtamney, 2004).

Los autores concuerdan en que se debe recoger los datos acerca de la postura del cuerpo, las fuerzas utilizadas, el tipo de movimiento o acción, la repetición y acoplamiento; y que, en función de los datos el evaluador tendrá una visión

preliminar de las condiciones latentes hacia el trabajador.

El método para ser aplicado considera dos grupos, el grupo A; tronco, cuello y piernas. El grupo B; brazos, antebrazos y muñeca; además de, otros factores como; carga/fuerza, agarre, y el tipo de postura en

función del estado dinámico, repetitivo o con cambios inestables.

El REBA es un método muy útil porque es capaz de alertar sobre condiciones de trabajo inadecuadas y es una de las herramientas más extendidas y usada para el análisis postural (Secretaría de Salud Laboral de CCOO de Madrid, 2016).

**Tabla 1.** Código de posturas usado en el método OWAS

CÓDIGO	ESPALDA	CÓDIGO	PIERNAS
1	Derecha	1	Sentado
2	Doblada hacia adelante, o hacia atrás	2	Parado con las dos piernas derechas
3	Girada o doblada hacia un costado	3	Parado con el peso en una sola pierna
4	Girada y doblada hacia adelante o un costado	4	Parado o de cuclillas con ambas rodillas dobladas
CÓDIGO	BRAZOS	5	Parado o de cuclillas con una rodilla doblada
1	Ambos brazos por debajo del nivel o por encima de los hombros	6	Arrodillado en una o ambas rodillas
2	Un brazo al nivel o por encima de los hombros	7	Caminando o moviéndose
3	Ambos brazos al nivel o por encima de los hombros		
CÓDIGO	CARGA O USO DE LA FUERZA		
1	Peso o fuerza requerida inferior a 10 Kg.		
2	Peso o fuerza requerida excede 10 Kg. pero es inferior a 20 Kg.		
3	Peso o fuerza requerida es superior a 20 Kg.		

Fuente: Márquez Miguel (2007)

## METODOLOGÍA

Parte de la investigación requirió evaluar los procesos por medio de observaciones sistemáticas y entrevistas semiestructuradas, condición que permitió ver el detalle de las operaciones que realizaba el trabajador y con ello describirlas a fin de detectar los elementos presentes en cada tarea.

La observación es un proceso riguroso que permite conocer, la forma directa, el objeto de estudio para luego describir y analizar situaciones sobre la realidad estudiada (Bernal, 2006). En este sentido se realizaron grabaciones al trabajador cuando realizaba sus actividades con la intención de evaluar

las condiciones ergonómicas en la producción.

En cuanto a las entrevistas semiestructuras se efectuaron con la intención de conocer el sentir de los trabajadores hacia las condiciones y medio ambiente del trabajo. Es de señalar que se hizo tipo diálogo abierto donde el trabajador expresaba lo que le gustaba o no de su trabajo, así como los malestares o dolencias al hacer sus actividades. Resulta oportuno expresar que las evaluaciones ergonómicas tienen como principio involucrar al trabajador de manera que se pueda precisar las incomodidades al hacer sus actividades en la jornada laboral.

Una entrevista semiestructurada tiene un grado de flexibilidad por la intención que tiene, la cual es de obtener información más espontánea y abierta del trabajador (Bernal, 2006).

Sobre la base de las consideraciones anteriores fue necesario estar en el área con la finalidad de realizar las observaciones de forma directa e incluso de participar activamente en las actividades y tareas que realiza los trabajadores con el propósito de corroborar lo expresado por ellos, así como, ver las condiciones y medio ambiente del trabajo en la que se encuentran. En tal sentido se puede decir que la estrategia aplicada fue de campo.

## RESULTADOS y ANÁLISIS

Inicialmente se definen las actividades inherentes a las tareas operativas en la producción del aluminio donde el

Posteriormente, se realizaron las evaluaciones ergonómicas utilizando los métodos OWAS y REBA. Ambos métodos se enfocan a evaluaciones ergonómicas de carga postural; por lo cual, cada uno de ellos genera resultados que evidencian los niveles de riesgo, y las acciones inmediatas a considerar, con el propósito de contribuir hacia la optimización de la gestión empresarial.

Para aplicar el REBA y el OWAS se consideraron los pasos señalados por McAtamney (2004), los cuales son: observar la tarea; determinar la división de las tareas, así como los lados (derecho o izquierdo) a evaluar de la persona; determinar las puntuaciones de las posturas y finalmente, definir la existencia de riesgo para establecer el nivel de actuación.

Es necesario recalcar que los riesgos evaluados fueron enfocados hacia las partes del cuerpo humano y no se realizaron evaluaciones de levantamiento de cargas porque en las actividades evaluadas predominaba la sobrecarga postural, producto de las diferentes posturas que adoptaba el trabajador al realizar su labor. Por otro lado, no se evaluaron otros tipos de riesgos, dada las limitaciones de tiempo y acceso al lugar de trabajo.

trabajador tiene mayor esfuerzo y sobrecarga postural, de manera tal, que el lector pueda familiarizarse con el proceso,

seguido de las evaluaciones ergonómicas en cada una de ellas.

Para la aplicación de los métodos, se consideraron las posturas que evidenciaban mayor compromiso de los segmentos corporales; bien sea por su duración, por la frecuencia o porque presentaba mayor desviación con respecto a la postura normal que debe tener el cuerpo humano.

Así mismo, por cada actividad se presentan los resultados obtenidos por los métodos y con la finalidad de mostrar la información legible se coloca los títulos en cada una.

#### **ACTIVIDAD: medición de distribución de la corriente anódica en celda**

La actividad es realizada al inicio de cada turno laboral y la misma se hace solamente a las celdas que han presentado alguna condición de inestabilidad (datos históricos). Se dice que la inestabilidad puede ser producto de: una mala operación realizada tales como; cambio de ánodo, trasegado de metal, subida de puente o un posible deslizado de un ánodo en la celda e incluso hasta un derrame de alúmina o fluoruro.

Los materiales utilizados por el operario son un mili voltímetro, un bastón de aluminio recubierto en la base de los conductores por baquelita, de peso ligero y de una medida aproximada de 1,20 metros de longitud. Además de una tabla para anotar los datos suministrados por el equipo.

La actividad es realizada por un operario, en un tiempo promedio de 30 – 40 minutos. Todo depende del número de celdas a

evaluar. Cabe señalar que la tarea de medir se puede hacer hasta 4 veces por turno, todo depende de las condiciones de las celdas.

En cuanto a las condiciones y medio ambiente de trabajo se detectó temperaturas de 960°C, gases contaminantes emanados de las celdas de producción, y pocas señalizaciones en función de las medidas de seguridad.

#### **Evaluación ergonómica**

##### *Método OWAS*

Para la aplicación del método se realizaron observaciones en campo, sumado a grabaciones con la finalidad de evaluar a profundidad las condiciones ergonómicas y así detectar las posibles anomalías en los procesos y materiales.

En la Tabla 2 se presentan los valores obtenidos, así como, la categoría de acción según el cruce de valores referenciado por el método.

En referencia con la categoría de acción en cada tarea se precisa que medir la celda requiere atención en un tiempo corto.

##### *Método REBA*

A diferencia del método anterior, para responder efectivamente se hizo necesario analizar las grabaciones realizadas y con ello medir cada postura del trabajador utilizando el goniómetro. El goniómetro es un instrumento digital (tipo transportador) que permite medir los ángulos de inclinación del cuerpo. La figura 1 muestra los resultados obtenidos de acuerdo con la aplicación del método.

Tabla 2. Medición de Distribución de la Corriente Anódica en Celda

Tareas	Parte del Cuerpo Evaluada			Carga o Uso de Fuerza	Categoría de Acción
	Espalda	Brazos	Piernas		
Medir la Celda	2	1	2	1	2 Se requiere acciones correctivas en un futuro cercano
Anotar Datos Obtenidos	1	1	2	1	1 No requiere acción

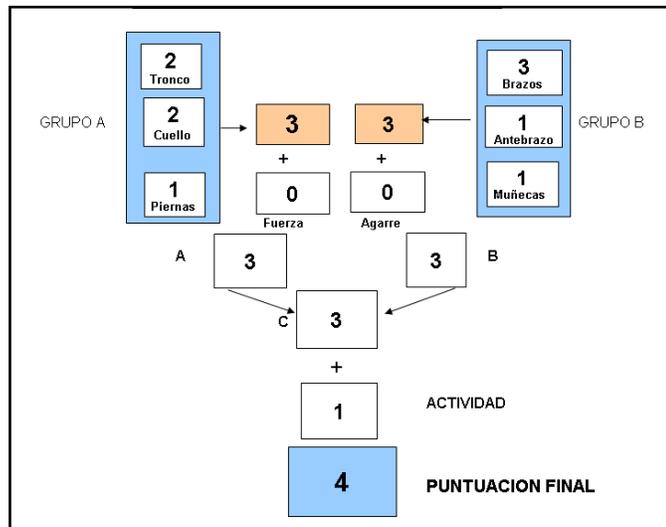


Figura 1. Nivel de acción. Medición de Distribución de la Corriente Anódica en Celda

Se consigue un valor de 4 puntos, lo cual, de acuerdo con la información presentada por el método, el nivel de actuación debe ser necesario porque existe un riesgo medio en la actividad comentada.

Además del nivel de actuación, se precisa que la región más comprometida es la de los Miembros Superiores. Esto podría deberse a la extensión del brazo cuando realiza la tarea de medición con el bastón de aluminio y flexión cuando acerca el brazo por completo para realizar la anotación de los valores obtenidos.

Al hacer la tarea en varios momentos en un tiempo aproximado de 20 minutos como mínimo, conlleva a fatigas musculares, condición que afecta la calidad de vida del trabajador.

**ACTIVIDAD: medición niveles de baño y metal**

Para la ejecución de la actividad se utiliza una herramienta denominada varilla de metal la cual tiene un peso aproximado de 13 kilogramos y una longitud de 3 metros.

Para dar inicio el operario verifica que la varilla este completamente limpia de residuos y que no se encuentre deformada. Luego abre la puerta frontal de la celda y precalienta la varilla para evitar choque térmico al momento de introducir al baño. Posteriormente procede a romper la costra presente en la capa superficial del baño con la varilla o por un cucharón el cual es utilizado para la tarea del desnatado. Todo depende del grosor de la capa.

Terminada la tarea anterior el operario introduce la varilla en el baño por unos 5 segundos, luego la retira y la coloca a un lado de la celda para realizar su medición correspondiente, la cual es realizada por el supervisor. Finalmente, el operador cierra la puerta.

Además de lo planteado, se detectó que de presentarse exceso de alúmina en la zona donde se realiza la medición el operario procedía a introducir algunas varas verdes para disolverlas.

Cabe agregar que el trabajador se encuentra expuestos a ruidos que

sobrepasan de los 85 decibeles, temperaturas de 960°C aproximadamente, y propagación de gases producto del proceso.

### Evaluación ergonómica

#### Método OWAS

Basándose en los procedimientos del método se procedió a evaluar las tareas presentes en esta actividad obteniendo la Tabla 3.

Como resultado se muestra que las tareas; medición del baño y sacar varilla del horno obtuvieron un valor de 3 puntos. Por tanto, requieren acciones correctivas lo antes posible debido a que las posturas adoptadas producen efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.

#### Método REBA

En concordancia con la actividad anterior se realiza el análisis a cada tarea con el propósito de profundizar la actividad en conjunto. Las Figuras 2, 3 y 4 muestran los resultados para cada tarea.

**Tabla 3.** Categoría de acción por tareas. Medición de Niveles de Baño y Metal

Tareas	Parte del Cuerpo Evaluada			Carga o Uso de Fuerza	Categoría de Acción
	Espalda	Brazos	Piernas		
<b>Romper Costra del Horno</b>	2	2	2	2	2 Se requiere acciones correctivas en un futuro cercano
<b>Medición del Baño y Metal</b>	2	1	7	2	3 Se requiere acciones correctivas lo antes posible
<b>Sacar Varilla del Horno</b>	2	1	7	2	3 Se requiere acciones correctivas lo antes posible

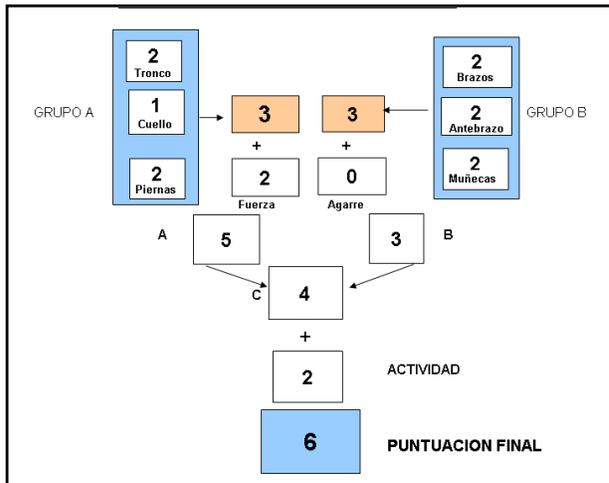


Figura 2. Nivel de Acción. Medición de Baño y Metal

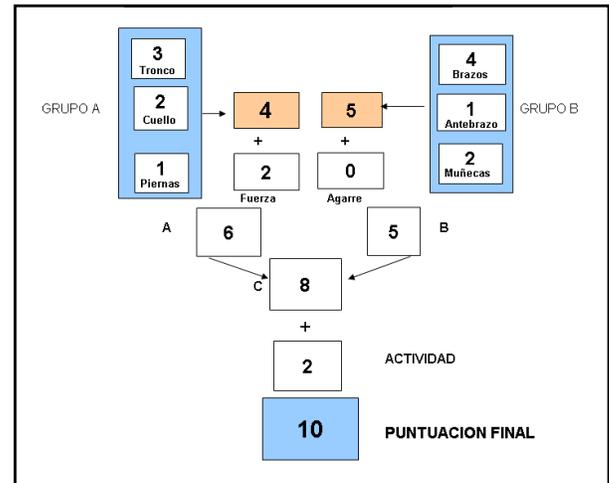


Figura 3. Nivel de Acción. Romper Costra del Horno

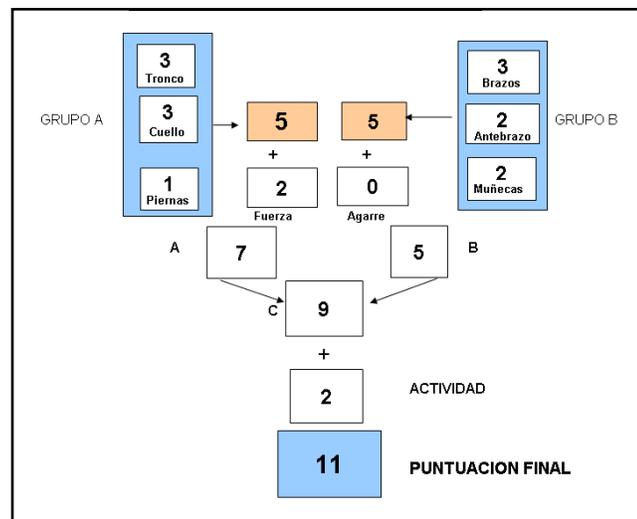


Figura 4. Nivel de Acción. Sacar Varilla del Horno

Se halla que las tareas con mayor riesgo son; romper costra y sacar varilla del horno. Sugiriendo el método una actuación inmediata de ser necesario porque las consecuencias hacia la salud del trabajador pueden ser muy dañinas.

En la tarea Romper Costra se obtiene que el tronco y los miembros superiores son las zonas del cuerpo más comprometidas, con

valores de 3 y 4 puntos respectivamente. Se deduce que es porque el trabajador para poder romper la costra realiza movimientos de flexo-extensión lo que conlleva a realizar movimientos de tronco e incluso de cuerpo entero.

La tarea de sacar varilla también presenta alteraciones en el tronco y los miembros superiores, sumado a la región del cuello.

Valores que determinan que ambas tareas deben ser evaluadas porque pueden crear traumas al sistema músculo-esquelético.

Resulta oportuno señalar que en el área existe magnetismo, condición creada por las plantas generadoras de energía, debido a que el proceso así lo requiere. El magnetismo hace que el trabajador aplique mayor esfuerzo al momento de realizar las tareas por la fuerza de atracción hacia la varilla de metal utilizada en este proceso.

Se hace evidente que en líneas generales la actividad se debe evaluar a profundidad con el propósito de mejorar los procedimientos como las condiciones hacia el trabajador.

#### **ACTIVIDAD: cambio de ánodo**

Esta operación se realiza generalmente cuando los ánodos culminaron su vida útil, el cual es de 21 días. Para dar inicio a la operación el operador especializado retira las dos tapas laterales de la celda a cambiar el ánodo y cuando finaliza las vuelve a colocar. Las tapas tienen un peso aproximado de 8 kilos.

En esta actividad participan tres operarios, la cual dos de ellos están en la parte del pasillo de celdas y el otro operando la grúa. Los operarios que se encuentran en los pasillos lo que realizan es la medición del cabo (ánodo) desgastado con la finalidad de mantener el plano anódico de la celda y así mantener su estabilidad productiva.

El operario de grúa, es el que se encarga de realizar las maniobras correspondientes al cambio del ánodo.

Cabe señalar, que, en esta actividad, en condiciones normales no interviene de

forma directa el operador. Sin embargo, de existir costra o restos de cabo en la celda el operario interviene con una vara de metal, golpeando hasta romper y luego con un rastrillo de metal retira los mismos. Ésta última acción la realiza hasta que la celda esté en condiciones adecuadas para colocar el nuevo ánodo.

Ahora bien, de presentarse la opción de romper cabo y luego limpiar los residuos existe mayor riesgo hacia el trabajador debido a que los trozos de cabo van siendo colocados a un lado de la celda a temperaturas elevadas, pudiendo ocasionar tropiezos y caídas e incluso accidentes con resultados críticos.

Las condiciones y medio ambiente de trabajo son iguales a las actividades anteriormente explicadas.

#### **Evaluación ergonómica**

##### ***Método OWAS***

Para realizar el cambio de ánodo se utiliza principalmente la grúa, sin embargo, para que se pueda dar el proceso, se requiere que el operario retire las tapas y cuando finaliza el cambio las vuelve a colocar. Con base en ello se consideró hacer la evaluación debido a que las tapas, aunque no tienen un peso mayor a 10 kilogramos, cuando el trabajador las manipula tiende a hacerlo un poco retirado de su cuerpo, condición que lleva a elevar el peso en la parte baja lumbar.

Los resultados obtenidos en función del método se presentan a continuación en la Tabla 4.

Tabla 4. Categoría de acción por tareas. Cambio de Ánodos

Tareas	Parte del Cuerpo Evaluada			Carga Uso de Fuerza	Categoría de Acción
	Espalda	Brazos	Piernas		
<b>Posicionar Tapa Para Recubrir Celda</b>	2	1	5	2	3 Se requiere acciones correctivas lo antes posible
<b>Maniobrar Tapa Lateral</b>	2	2	5	2	4 Se requiere acciones correctivas de manera inmediata

Se halla valores de 3 y 4 de acuerdo con los criterios de evaluación del método, implicando que se requiere acciones lo más inmediato posible porque las posturas que adopta producen efectos sumamente dañinos al sistema músculo-esquelético.

**Método REBA**

Con base en los criterios evaluados con el método anterior, también se evaluaron las

tareas pertenecientes a la manipulación de las tapas laterales aplicando la metodología del REBA con la intención de corroborar aún más los resultados anteriores. Los resultados obtenidos se presentan en las Figuras 5 y 6.

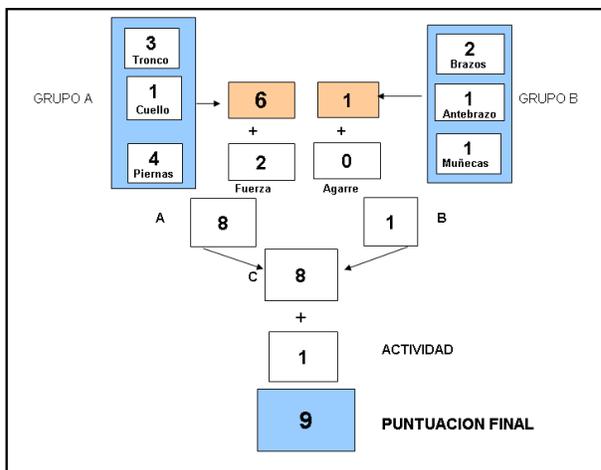


Figura 5. Nivel de Acción. Posicionar Tapa Recubrir la Celda

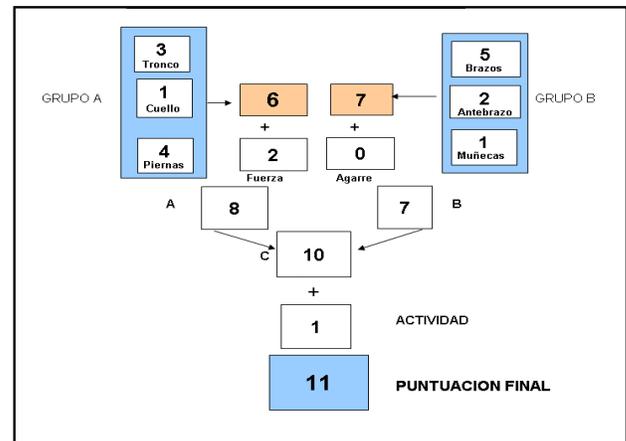


Figura 6. Nivel de Acción. Maniobrar Tapa Lateral

Se evidencia valores entre 9 y 11 puntos, los cuales de acuerdo con los valores del método se requiere atención inmediata.

En relación con los datos individuales por tarea se manifiesta que la región de los miembros y del tronco se encuentra más expuestas a problemas del sistema músculo-esquelético producto de las torsiones que realizan.

Ante los valores obtenidos en función de ambos métodos se determina que las tareas enfocadas a la manipulación de las tapas requieren atención inmediata. Y si se considera el elemento de romper costra las consecuencias hacia el sistema del cuerpo humano podrían ser mayores.

#### **ACTIVIDAD: desnatado de celda**

La operación se realiza con la finalidad de eliminar el exceso de carboncillo en la celda. Los materiales utilizados son; vara de metal, cucharón de metal, carretilla y varas verdes. Existen dos tipos de desnatados: Desnatado normal y de huecos.

Para dar inicio al desnatado normal, el operador abre la puerta frontal y retira las tapas laterales las cuales tienen un peso aproximado de 8 kilos.

Posteriormente con la vara de metal previamente calentada rompe la costra existente entre la pared del casco. Esta tarea puede durar unos 8 segundos, dependerá del grosor de la costra, lo que influirá en el esfuerzo que realizará el operario.

Seguidamente el operador introduce varas verdes y espera que la turbulencia generada por las varas saque a flote el

carboncillo acumulado por las esquinas de las celdas con la finalidad de minimizar la presencia de residuos y así la producción mantenga la calidad requerida.

Finalmente, procede a realizar el desnatado hasta que quede de acuerdo a las especificaciones requeridas. Cabe señalar que el proceso de desnatado es realizado con un cucharón de metal el cual tiene un peso aproximado de 15 kilos. Y para colocar los residuos se utiliza una carretilla. Por último, cierra las puertas frontales y coloca las tapas laterales.

Desnatado de Huecos: se realiza cuando se lleva a cabo la operación de extracción de un ánodo y existe exceso de carboncillo en el área de ánodo y trozos de carbón. Esta tarea es realizada con el cucharón de metal y la ejecución se basa en los procedimientos del desnatado normal. La diferencia es que se realiza con el cucharón de metal porque los residuos son por lo general de mayor dimensión.

#### **Evaluación ergonómica**

##### ***Método OWAS***

Para el proceso de desnatado se evaluaron los dos tipos de desnatados, sin embargo, para efectos de la evaluación ergonómica se consideró la tarea que requería mayor esfuerzo por parte del trabajador, la cual fue, desnatado de huecos. En la tabla 5, se presenta los resultados.

Se obtiene los valores más altos según las calificaciones del método, indicando que la carga causada cuando realiza el desnatado tiene efectos muy dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.

Tabla 5. Categoría de acción por tareas: Desnatado de Huevo

Tareas	Parte del Cuerpo Evaluada			Carga o Uso de Fuerza	Categoría de Acción
	Espalda	Brazos	Piernas		
<b>Desnatado de Huevo</b>	2	3	4	2	3 Se requiere acciones correctivas lo antes posible
<b>Extracción Trozos Carbón</b>	2	1	5	2	3 Se requiere acciones correctivas lo antes posible

**Método REBA**

Considerando los lineamientos explicados con el método anterior, se presenta los

gráficos 7 y 8, referente al desnatado de huevo y a la extracción de trozos de carbón, respectivamente.

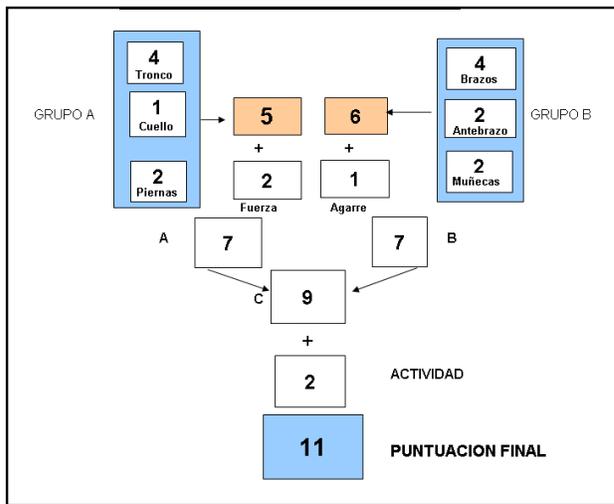


Figura 7. Nivel de Acción. Desnatado de Huevo

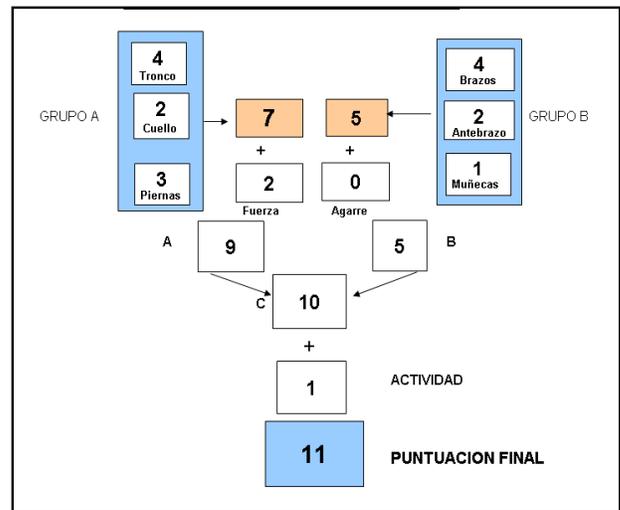


Figura 8. Nivel de Acción. Extracción Trozos de Carbón

Se manifiesta un puntaje de 11 para ambas tareas, concluyendo que la misma requiere atención inmediata por el alto nivel de riesgo y las posibles lesiones al sistema músculo-esquelético.

Por los datos resultantes en ambas tareas se determina que al hacer la actividad de

desnatado de huevo la región de los miembros y el tronco están siendo afectadas, en consecuencia, de las torsiones y esfuerzos realizados en los brazos. Condición que influye en afecciones que perjudique al cuerpo humano.

Ahora bien, con la finalidad de presentar los resultados obtenidos por la aplicación de los métodos se presenta la Tabla 6. Finalmente, ambos métodos determinan niveles de actuación similares, además

demuestran que existe un porcentaje representativo de riesgos hacia el trabajador en función de su sistema músculo-esquelético.

**Tabla 6.** Efecto y Acción por Tarea. Métodos OWA – REBA

Actividad	tarea	Categoría de riesgo		Efecto	Acción requerida
		OWAS	REBA		
Medición de distribución de la corriente anódica en celda	Medir la celda	2	2	Medio	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano
	Anotar datos	1	No aplica	Inapreciable	No requiere acción
Medición niveles de baño y metal	Romper costra del horno	2	2	Medio	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano
	Medición del baño y metal	3	3	Alto	Se requieren acciones correctivas lo antes posible
	Sacar varilla del horno	3	4	Muy alto	Se requieren acciones correctivas inmediatamente
Cambio de ánodo	Posicionar tapa	3	3	Alto	Se requieren acciones correctivas lo antes posible
	Maniobrar tapa	4	4	Muy alto	Se requieren acciones correctivas inmediatamente
Desnatado de celda	Desnatado del hueco	4	4	Muy alto	Se requieren acciones correctivas inmediatamente
	Extracción trozos de carbón	3	4	Muy alto	Se requieren acciones correctivas inmediatamente

## CONCLUSIONES

La evaluación ergonómica contribuye hacia la adecuación de los puestos de trabajo y la calidad de vida del trabajador. El método OWAS genera evaluaciones más globales hacia las zonas del cuerpo humano. El método REBA genera evaluaciones en conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo, tronco, cuello y piernas.

Se precisó que las actividades que requieren atención en harás de mejorar la

forma de ejecución por parte del trabajador son:

- Medición Niveles de Baño y Metal; específicamente en las tareas sacar varilla del horno y medición del baño y metal. Con efectos muy altos hacia el cuerpo humano.
- Cambio de Ánodos; reflejando que ambas tareas requieren acciones correctivas lo antes posible porque los efectos hacia el cuerpo humano son nocivos.

-Al igual que la actividad anterior resultó el Desnatado de Celda, evidenciando efectos críticos hacia el trabajador cuando realiza sus tareas.

Los métodos REBA y OWAS señalan acciones correctivas lo antes posible en casi la totalidad de las tareas que intervienen en la producción del aluminio.

## REFERENCIAS

Arzola, M. & La Cruz, L. (2007). Estrategias tecnológicas para la industria transformadora de productos de bienes de consumo de aluminio en Venezuela. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 11(42), 3-12. Recuperado de <http://www.uct.unexpo.edu.ve/index.php/uct/article/download/205/166>

Bernal, C. (2006). *Metodología de la Investigación*. México D. F.: PEARSON.

Bevan, S. (2015). Economic impact of musculoskeletal disorders (MSDs) on work in Europe. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 29 (3), 356-373. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.berh.2015.08.002>

Cinquina, P. (2011). *Sicurezza e Prevenzione in Agricoltura*. Italia: Maggioli.

Das, D.; Kumar, A. & Sharma, M. (2018). A Systematic Review of Work-related Musculoskeletal Disorders among Handicraft Workers. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, DOI: <https://doi.org/10.1080/10803548.2018.1458487>

Norma técnica para el control en la manipulación, levantamiento y traslado manual de carga (2016). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, No. 40.973, 24 de Agosto de 2016.

de la industria del aluminio en Venezuela. *Revista COPÉRNICO*, 10 (19), 15-26. Recuperado de [http://copernico.uneg.edu.ve/numeros/c19/c19\\_art02.pdf](http://copernico.uneg.edu.ve/numeros/c19/c19_art02.pdf)

EU-OSHA (2018). *Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo*. Recuperado de <https://osha.europa.eu/es/themes/musculoskeletal-disorders>

<http://dx.doi.org/10.5772/67002>

International Ergonomics Association (2018). What is ergonomic? (Página web). Recuperado de <https://iea.cc/whats/index.html>

Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (2005). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 38.236 del 26 de julio de 2005.

Llaneza Álvarez, J. F. (2009). *Ergonomía y Psicología Aplicada. Manual para la formación del especialista (12.ª ed.)*. Madrid: Lex Nova.

López, B.; González, E.; Rodríguez, C. & López, E. (2014). Evaluación de Sobrecarga Postural en Trabajadores: Revisión de la Literatura. *Ciencia & Trabajo*, 16 (50), 111-115. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-24492014000200009>

Manville, C.; El Akremi, A.; Niezborala, M. & Mignonac, K. (2016). Injustice hurts, literally: The role of sleep and emotional exhaustion in the relationship between organizational justice and musculoskeletal disorders. *Human relations*, 69 (6): 1315-1339. DOI: <https://doi.org/10.1177/0018726715615927>

Márquez, M. (2007). *Ergonomía. Fundamentos de Ergonomía Industrial*. San Cristóbal, Venezuela: Fondo Editorial UNET.

McAtamney, L. (2004). *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*. (N. Stanton, Ed.) New York. Washington. D. C.: CRC PRESS.

Norma Internacional ISO 45.001 (2018). *Sistemas de Gestión de la Seguridad y la Salud en el Trabajo*. Ginebra: ISO.

Norma Internacional ISO 6385 (2016). *Principios ergonómicos en el diseño de sistemas de trabajo*. Ginebra: ISO.

- Oronoz, P.; Gamluch, R. & Romero, I. (2013). La prospectiva frente a los desafíos
- Quintana, R. (2017). *Work-Related Musculoskeletal Disorders and the Relationship to Ethnicity* (Cap. 10). En Occupational Health. Londres: InTechOpen. DOI:
- Ramirez Cavassa, C. (2006). *Ergonomía Y Productividad (Segunda Edición ed.)*. México D. F.: Limusa, S. A.
- Rosas Sánchez, R. (2014). *Seguridad y Salud*. Madrid: CEP S.L.
- Secretaría de Salud Laboral de CCOO de Madrid (2016). CCOO Comisiones Obreras de Madrid. Obtenido de [http://www.madrid.ccoo.es/Salud\\_Laboral](http://www.madrid.ccoo.es/Salud_Laboral)
- Suárez, A. (2014). The Importance of Ergonomics in Industrial Engineering. *Industrial Engineering & Management*, 3 (1), 1-2. DOI: <http://dx.doi.org/10.4172/2169-0316.1000e121>
- Universidad Politécnica de Valencia. (2006). *Ergonomía en el trabajo y prevención de riesgos laborales* (página web). <http://www.ergonautas.upv.es>
- Vergara, L. (2011). Prospectiva de la Industria del Aluminio en Venezuela y su Rol en la Construcción de Futuro Sostenible. *ECO DISEÑO & Sostenibilidad*, 3, 175-191. Recuperado de <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/9631>

**Autora**

**Magaly Escalante.** Ingeniero Industrial. Magister Gerencia Mención Operaciones y Producción. Doctorante en Ciencias de la Ingeniería. Profesora Agregado de la Universidad Nacional Experimental de Guayana UNEG, Venezuela.

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-9794-7900>

**Email:** [magallyescalante@gmail.com](mailto:magallyescalante@gmail.com)

**Miguel Nuñez Bottini † [26/03/1954-24/03/2018].** Especialista en Operaciones y Producción. Doctor en Ciencias Técnicas. Profesor titular de la Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre" UNEXPO, Venezuela.

**Email:** [manb39@gmail.com](mailto:manb39@gmail.com)

**Recibido:** 12-03-2018

**Aceptado:** 05-11-2018

## Caracterización de riesgos en la accidentalidad de bicisuarios. Bogotá – Engativá

*Factors that affect the accident rate of bicyclists. Bogotá - Engativá*

**Deison Duarte Vargas, Katherin López Rodríguez, Sonia Meneses Velosa**

**Palabras clave:** Bici-usuarios, movilidad, accidentalidad, árbol de sucesos, variables

**Key words:** Bike-users, mobility, accident, event tree, variables

### RESUMEN

Bogotá se convirtió en una de las ciudades líderes en el uso de la bicicleta como medio de transporte. Actualmente, no se reportan estudios sobre los factores que inciden en la accidentalidad; presentándose alrededor de 60 ciclistas muertos y 715 lesionados para el 2015, tasa que aumentó el 7% con respecto al anterior año. Solo hay estadísticas de lesionados y fallecidos. Sin este tipo de análisis, no se pueden proponer políticas públicas o estrategias de bienestar para influir en las causales de accidente, ya sea desde la frecuencia de ocurrencia o desde la perspectiva de la severidad del daño. La Secretaría de movilidad posee un registro de ocurrencia para cada accidente, pero esta no se encuentra integrada, por lo que, en este artículo se presenta el análisis del comportamiento que tienen los factores influyentes cuando ocurre un accidente. Estos factores se obtuvieron de una base de datos de accidentes en bicicleta suministrada por la secretaria de movilidad de Bogotá, adicionalmente se recolectó información primaria de 280 bici-usuarios frecuentes de la localidad de Engativá; se realizó un tratamiento de datos, priorizados a través de la matriz de Vester y analizadas en un árbol de sucesos con probabilidad; como resultado el árbol muestra 5 variables básicas para la ocurrencia de un accidente en bicicleta.

### ABSTRACT

Bogotá became one of the leading cities in the use of bicycles as a means of transport. Currently, no studies are reported on the factors that affect the accident rate; Some 60 cyclists were killed and 715 injured by 2015, a rate that increased 7% compared to the previous year. There are only statistics on injuries and deaths. Without this type of analysis, public policies or welfare strategies can not be proposed to influence the causes of accidents, either from the frequency of occurrence or from the perspective of the severity of the damage. The Mobility Secretary has a record of occurrence for each accident, but this is not integrated, so in this article we present the analysis of the behavior of influential factors when an accident occurs. These factors were obtained from a bicycle accident database provided by the mobility secretary of Bogotá, additionally, primary information was collected from 280 frequent bike users in Engativá; a data treatment was carried out, prioritized through the Vester matrix and analyzed in a probability tree; as a result, the tree shows 5 basic variables for the occurrence of a bicycle accident.

## INTRODUCCIÓN

Una de las acciones que realiza el ser humano más a menudo es el movilizarse por tierra de un punto a otro; en la actualidad se encuentran varios medios de transporte, como lo son (en Colombia): bus, taxi, carro, sistema integrado de transporte público, bicicleta entre otros. Este último, ha obtenido gran acogida en los últimos años debido a que es un medio sustentable, menos contaminante y equitativo. La ciudad con mayor cantidad de kilómetros de ciclo ruta, no solo en Colombia sino a nivel Latinoamérica es Bogotá (Ríos, Taddia, Pardo & Lleras, 2015), con 392 km donde los lesionados o muertos a causa de un accidente, según medicina legal son del 5% y 7% de los que usan bicicleta (Jiménez castro, Díaz Anacona, & Meneses Veloza, 2017); con el transcurso de los años se evidencia un crecimiento en el uso de las bicicletas y al mismo tiempo la tasa de accidentes (logmovilidad, 2014). La población biciusuaría de la localidad de Engativá se encuentra en el 3 puesto con mayor número de viajes por día en bicicleta según el reporte de la secretaria de movilidad (logmovilidad, 2014), teniendo que del periodo del 2016 al 2018, ocurrieron 680 siniestros en bicicleta en este sector de Bogotá según el reporte obtenido de la secretaria de movilidad (movilidad, 2018), de los cuales se reportaron 25 fallecidos y más de 700 lesionados (Movilidad, 2018). La acción del gobierno de la ciudad ha sido impulsar este medio de transporte desarrollando proyectos con centro en la

construcción de rutas, pero no tiene en cuenta que hay diferentes factores que están ocasionando que aumente la probabilidad de que los ciclistas sufran un accidente.

Con base en esta problemática, el presente artículo muestra los resultados de la investigación donde inicialmente se usó información secundaria para identificar las variables que influyen en la accidentalidad de la movilidad de biciusuarios, donde se identificaron diferentes variables y métricas de medición de su impacto en la accidentalidad, pero cada estudio tiene un enfoque diferente como inclusión, infraestructura o comportamiento. No se encontraron estudios que mostraran un análisis integral que incluyeran aspectos asociados a al biciusuario, infraestructura y entorno.

Por ello se recurrió a la información de la Ciudad del secretario de Movilidad en las encuestas de Movilidad (Big Data) y se realizó una encuesta a la población de la localidad en una muestra representativa para comparar los resultados. La ciudad cuenta con una encuesta de movilidad del año 2016 y recopilación de accidentes de biciusuarios donde se asigna una causal del accidente. La investigación de accidentes donde esté involucrada una bicicleta solo se aplica en casos donde esté involucrado otro vehículo.

El objetivo de este proyecto consiste en desarrollar la caracterización de los riesgos de accidentes del proceso de movilidad de

los biciusuarios de la localidad de Engativá empleando el árbol de probabilidades; mediante la obtención de información primaria mediante encuestas y bases de datos por entidades gubernamentales y secundaria por medio de la búsqueda de anteriores investigaciones con el fin de

realizar la caracterización y clasificación de los riesgos donde se identifiquen: actores, características, valores de estas características, y las relaciones entre estos para conseguir estructurar el árbol de probabilidades.

## METODOLOGÍA

La metodología empleada en esta investigación se presenta en las siguientes etapas la cual es resumida en la figura 1.

**a) Búsqueda de información secundaria.** Para llegar a la caracterización de las variables que afectan la accidentalidad de la movilidad en bicicleta, se inició con la búsqueda de información secundaria de cómo se caracterizaron los accidentes. Esta actividad se realizó mediante la revisión del estado del arte de diferentes investigaciones a nivel nacional e internacional usando como referencia artículos científicos, revistas, libros y reportes de movilidad para su posterior clasificación los cuales sumaron 100 documentos. Los principales documentos donde se encontraron más variables fueron los siguientes:

-Plan bici: infraestructura, exceso de velocidad, acción de terceros, transitar en contravía, girar bruscamente, embriaguez o drogas, accidente según género (Secretaría de Movilidad, 2016).

-*How infrastructures can promote cycling in mediterranean cities: lessons from Sevilla* (Marqués, Hernández-Herrador, Calvo-Salazar & García-Cebrián,

2015): red vial ciclo rutas, intersecciones y calles sin ciclo vías, alta velocidad y falta de normas de seguridad.

-*Incompetent or too competent? Negotiating everyday cycling identities in a motor dominated society* (Aldred, 2013): imprudencia, ignorar señalización y viajar sin luces.

-Estudio sobre las estrategias de promoción de la bicicleta como medio de transporte en las ciudades españolas (Ferrando, Martín, Molinero, López & García, 2011): falta de ciclo ruta y timidez.

-*Infrastructures de transports et conflits* (Wolff, 2015): mala distribución de espacios en la carretera, invasión de aceras para peatones, imprudencia de terceros y falta de educación para biciusuarios.

-La bicicleta como medio de transporte puntos de vista de las personas usuarias y expertas (Vicente & Hormaetxe, 2006): inseguridad, imprudencia, lluvia, falta de señalización, mala infraestructura en las vías, acción de terceros, exceso de velocidad y falta de implementos de seguridad.

La secretaria de movilidad de Bogotá brindó una base de datos para el estudio,

los cuales fueron de gran importancia ya que estos arrojaron datos específicamente

de la localidad de Engativá de donde se realiza dicho estudio.

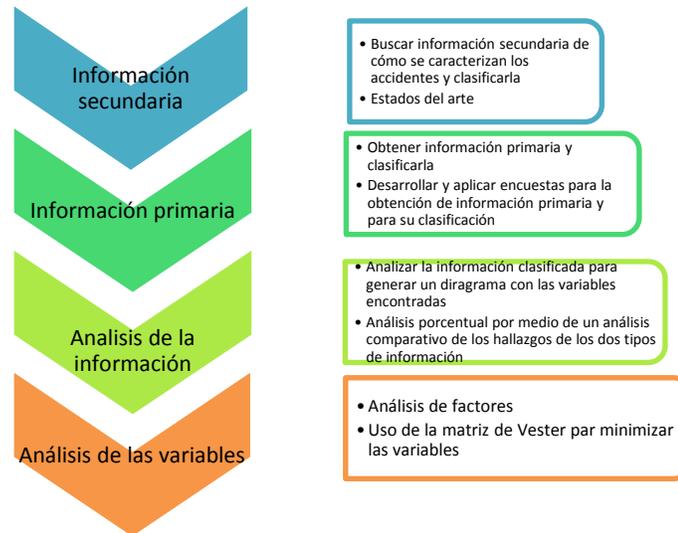


Figura 1. Metodología de la investigación

Según la clasificación de documentos se puede determinar, de una manera más clara de que artículos consultados se obtuvieron las diferentes variables a tener en cuenta para la relación de los resultados de toda la información secundaria. Teniendo las variables obtenidas de los artículos, se procede a su clasificación según su condición; prudencia, ciclista, bicicleta y entorno.

**b) Información primaria.** Para iniciar la recolección de información primaria, se aplicaron un total de 280 encuestas de las cuales se determinaron mediante un el método probabilístico aleatorio simple, el cual arrojó un total de 218 biciusuarios, a partir de la fórmula 1.

$$n = \frac{z^2 PQN}{e^2(N-1) + z^2 PQ} \quad (1)$$

Donde:

Z= nivel de confianza

P= proporción de accidentalidad

Q= proporción de no accidentalidad

N= población de biciusuarios = 500 biciusuarios

E= nivel de error muestral

$$n = \frac{1,96^2 * 0,5 * 0,5 * 500}{0,05^2(500 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 218 \text{ Bici - usuarios}$$

Debido a que el 50% de los encuestados alguna vez se han accidentado, se tomó la proporción de accidentalidad y de no accidentalidad como un 0,5; la población de biciusuarios se obtuvo según la base de datos de los biciusuarios registrados en la universidad hasta el momento de la realización de la primera encuesta, se tomó un nivel de error bajo de un 0,05 para dar más certeza a los resultados, y un nivel de confiabilidad del 97,5% que, al momento de calcular la z, es decir la distribución normal da 1,96; dando así un total de 218 encuestas que se deben realizar para tener una buena

muestra; y se realizaron para más confiabilidad 280.

El estudio se desarrolla, primero con información secundaria y luego la información primaria para ratificar lo anterior. Para obtener dicha información se usaron métodos estadísticos para la construcción de las encuestas y para conocer el tamaño de la muestra.

La encuesta 1, presentada en la Figura 2, se realizó de la siguiente manera; por medio de preguntas que arrojaran variables

demográficas, de comportamiento y geográfico, para saber cuáles sirven para definir accidentalidad y otras para definir riesgos. En esta se estudió la cantidad de variables y eventos asociados a estas variables las cuales generaban accidentes.

Debido a que no se tenían los datos de los lugares donde ocurrieron los accidentes y las condiciones de esta, se decidió hacer la encuesta 2, la cual es presentada en la figura 3.

<p>Nombre: _____ Edad: _____ Sexo: _____          Barrio: _____ Localidad: _____ Facultad: _____</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Tiempo de recorrido de su casa a la Universidad? _____</li> <li>2. Indique que día a la semana utiliza la bicicleta:              Lunes__ Martes__ Miércoles__ Jueves__ Viernes__ Sábado__ Domingo__</li> <li>3. ¿Utiliza señales gestuales al doblar o cambiar de carril? Si__ No__</li> <li>4. ¿Utiliza Kit de despinche? Si__ No__</li> <li>5. ¿Cómo considera usted que se encuentra la malla vial (Ciclo-rutas) de Bogotá?              Excelente estado__ Buen Estado__ Regular estado__ Mal Estado__</li> <li>6. ¿Conoce las normas para conducir bicicleta? Si_ No__</li> <li>7. ¿Qué motivo lo lleva a usar la bicicleta?              Ahorro de dinero__ Ahorro de tiempo__ Salud__ Cuidado del Medio ambiente__</li> <li>8. ¿Cada cuánto le hace mantenimiento a su bicicleta?              Mensual__ Semestral__ Anual__ Nunca__</li> <li>9. ¿Cómo acostumbra realizar su trayecto?              Solo__ Con un amigo__ En grupo__</li> <li>10. ¿Utiliza una aplicación para planear su ruta? Si__ Cual _____ No__</li> <li>11. ¿Por qué razón escoge la ruta habitual en su bicicleta?              La más corta__ La más segura__ Por costumbre__ Por impulso__</li> <li>12. ¿Qué lo lleva a escoger su ruta al salir de la Universidad, en las horas de la noche?              Ruta más corta__ Ruta más plana__ Ruta iluminada__ Ruta concurrida__</li> <li>13. ¿Cuáles son los riesgos sociales que tiene su trayectoria?              Hurto__ Daños a la bicicleta__ Lesiones__ Presencia de personas intimidantes__</li> <li>14. ¿Cuáles son los riesgos ambientales que tiene su trayectoria?              Impacto al calor__ Lluvia__ Ruido__ Material Particulado__</li> <li>15. ¿Cuáles son los riesgos tecnológicos que tiene en su trayectoria?              Daño mecánico__ Inadecuada infraestructura__ Cruces de alto riesgo__ Señalización__</li> <li>16. ¿Se ha accidentado?</li> </ol>
--

**Figura 2.** Encuesta 1 datos biciusuario de la universidad libre sede bosque popular

Nombre: _____ Edad: _____ Sexo: _____ Barrio: _____ Localidad: _____ Facultad: _____  1. ¿Ha tenido usted accidentes mientras se movilizaba en bicicleta? SI__ NO__ 2. En qué lugar se accidentó (barrio, localidad, dirección)  3. ¿Llevaba elementos de seguridad? (casco, reflectores) SI__ NO__ CUAL_____
4. Describa como ocurrió el accidente:

Figura 3. Encuesta 2 datos sobre accidentes de los biciusuarios

Teniendo las variables arrojadas de la información primaria y secundaria, se procede a analizarlas por medio de un diagrama. Se realiza un análisis porcentual por medio de un análisis comparativo de los hallazgos, conociendo de esta manera las variables que más influencia tienen en la accidentalidad

Dado que se obtuvieron muchas variables se aplica la matriz de Vester, para priorizar las variables problema críticas. Con la

focalización de las variables que tienen mayor influencia al momento de incurrir en un accidente, se procede a hacer un primer boceto de un árbol de sucesos mediante la ntp 328 de análisis de riesgos (Mintrabajo y Asuntos sociales España, 1994), el cual desarrolla un diagrama secuencial a partir de sucesos iniciadores no deseados para conocer lo que puede acontecer conociendo la probabilidad en este caso del accidente.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**a) Resultados de la información secundaria- variables (2015-2018):** con la extracción de las variables de los artículos consultados nombrados anteriormente, se clasificaron según su aplicación en la Tabla 1.

Según el estudio realizado por la secretaria de movilidad del 2016 (Universidad de los Andes (Grupo de Estudios en Sostenibilidad Urbana y Regional - SUR), Cámara de Comercio de Bogotá, 2016 ), las

tres(3) variables con más influencia en un accidente son desobedecer señales (el cual comprende cuando hacen caso omiso a las señales de tránsito), adelantar cerrando (cuando se está adelantando un carro moto o bicicleta sin dejar una distancia prudente entre el otro vehículo y la bicicleta) y transitar en contravía, tal y como se evidencia en la figura 4 con sus respectivas frecuencias y porcentajes de participación.

**Tabla No. 1. Clasificación de los artículos estudiados**

V. General	V. Grado 1	Aplicación
Ciclista	- sexo del ciclista	Género: masculino
		Género: femenino
	- experiencia	Alta: más de 1 año montando bicicleta
		Media: entre 6 meses a 1 año montando bicicleta Baja: menos de 6 meses montando bicicleta
- condición física	Vida activa: más de 30 minutos de algún ejercicio físico	
	Vida sedentaria: menos de 30 minutos de algún ejercicio físico	
-mantenimiento a la bicicleta	Excelente mantenimiento: cada 4 meses de mantenimiento	
	Buen mantenimiento: cada año mantenimiento	
	Mal mantenimiento: más de un año de mantenimiento	
Infraestructura	- falta de señalización	Señalización excesiva: más de 35 señales de tránsito por calle
		Buena señalización: entre 15 y 35 señales de tránsito por calle
		Mala señalización: menos de 15 señales de tránsito por calle
	- conectividad	Buena conectividad: más de 30 intersecciones en 10km Mala conectividad: menos de 30 intersecciones en 10km
- estado de la vía	Buen estado de la vía: menos de 15 huecos en 10 km	
	Mal estado de la vida: más de 15 huecos en 10 km	
Entorno	- peligrosidad del sector	Sector sano: menos de 3 hurtos por semana
		Sector peligroso: más de 3 hurtos por semana
	- clima	Día lluvioso
		Día soleado
- hora del día	Hora (05:00pm-09:00am) Hora (09:00am-05:00pm)	
Imprudencia	-uso de epp's	Uso de epp's
		No uso de epp's
	-conocimiento de la norma vial	Conocimiento de la norma vial
		Desconocimiento de la norma vial
	-velocidad en carros y motos	Alta velocidad: mayor a 60km/h
Velocidad media: de 40km/h a 60km/h		
Baja velocidad: de 1km/h hasta 40km/h		
-velocidad de ciclistas	Alta velocidad: mayor a 15km/h	
	Velocidad media: de 12km/h a 15km/h	
	Baja velocidad: de 0 km/h hasta 12+c29:h31km/h	

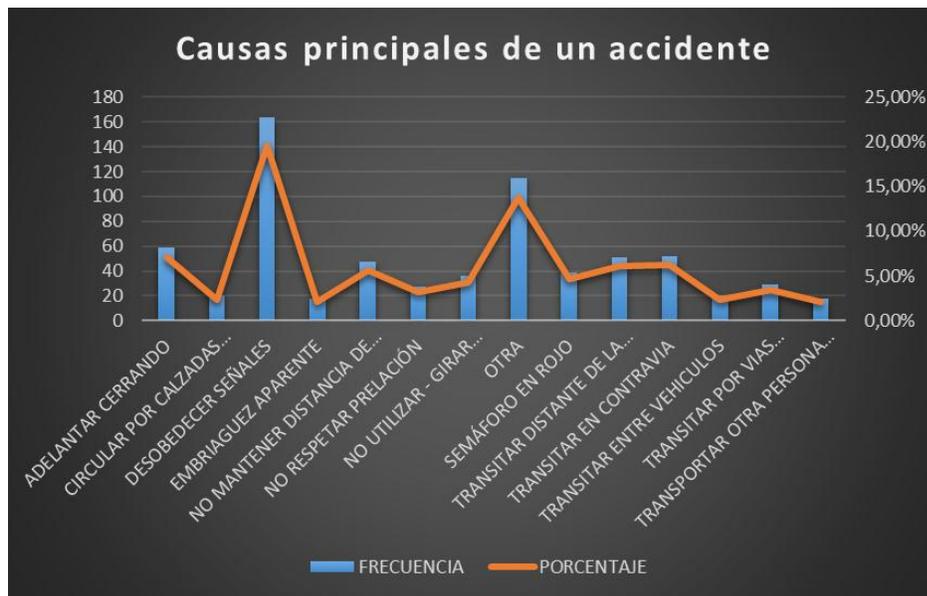


Figura 4. Causas probables de un accidente según informe de movilidad

Fuente: Secretaria de Movilidad, Tomado de los datos de la oficina de información sectorial sdm 2013, del documento técnico de soporte de la secretaria de movilidad.

**Resultados información primaria (2017)**

En el análisis se encontró que la mitad de la población biciusuario se había accidentado alguna vez en su trayecto, ésta es una cifra alarmante, lo que provoca preocupación y motivación para proporcionar ayuda y disminuir esta cifra, la cual, si no se brinda

ayuda a esta población, seguirá aumentando cada vez más. Del 50% de accidentados el 79% son hombres y el 21% mujeres, donde su edad promedio es de 22 años con el 28%, en la figura 5 se muestran las edades de los biciusuarios que sufrieron accidentes según su género.

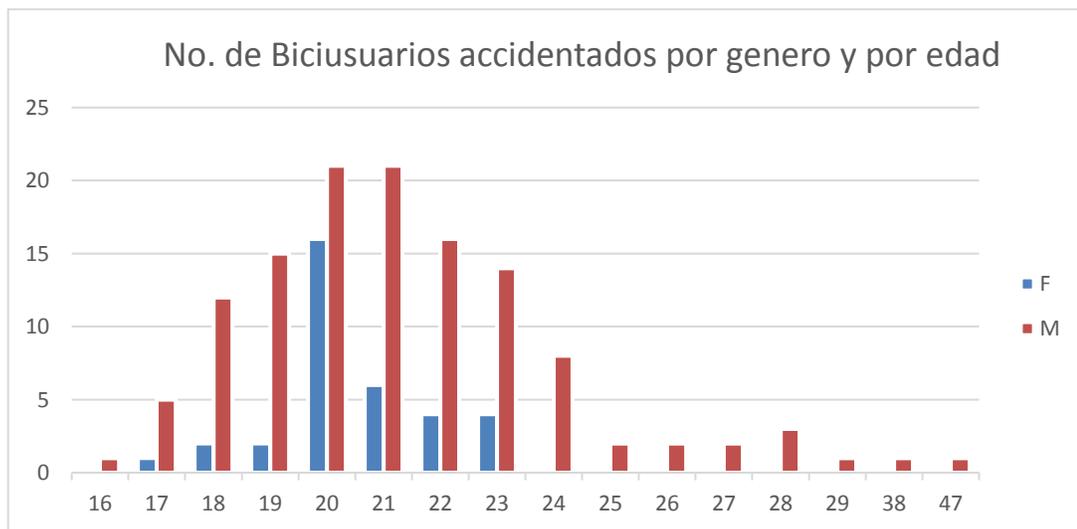


Figura 5. Edades de los biciusuarios accidentados según su género

Con base en los resultados de la encuesta No. 2 se obtuvo que el 56% de la población de biciusuarios encuestados viven en la localidad de Engativá y el 53% de los accidentados también viven en esta

localidad, lo cual ratifica que Engativá es la localidad con más población y con más accidentalidad en este estudio, como se evidencia en la figura 6.

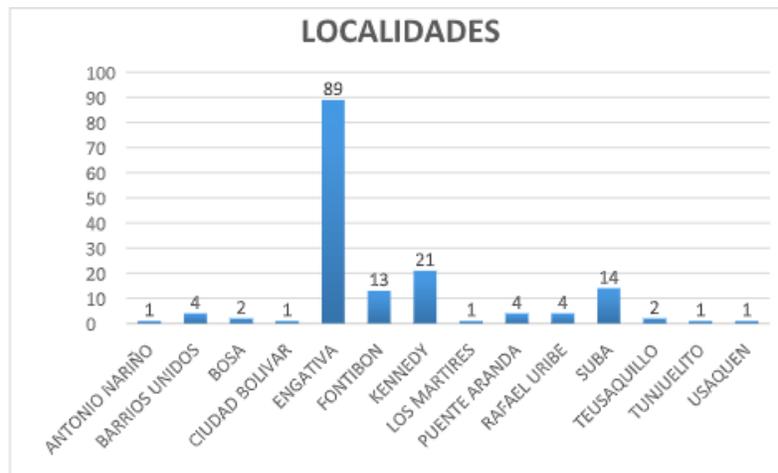


Figura 6. Localidades de los biciusuarios de Bogotá

De esta población afectada se obtienen las siguientes variables, las cuales les afectaban la movilidad e incurrían en

accidentes según los biciusuarios (Figura 7).

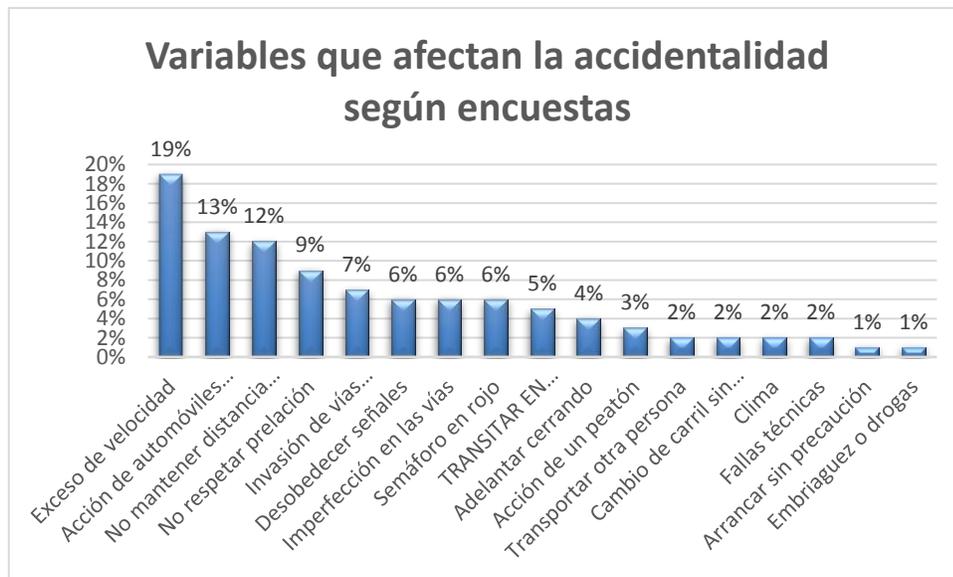


Figura 7. Variables que afectaban la movilidad e incurren en accidentes según biciusuarios

Teniendo las variables más importantes que afectaban la movilidad e incurrieron en los accidentes según la opinión de los bicisuarios mediante las encuestas (Small Data), se comparan con las de la secretaria de movilidad, los cuales analizamos con metodologías de Big Data, para saber si tienen comportamientos similares.

### Unificación de las variables

Por medio de un criterio según la caracterización de riesgos de Jiménez

Castro y Diaz Anacona (Jiménez Castro, Díaz Anacona, & Meneses Veloza, 2017) las variables más significativas fueron tomadas para su clasificación y análisis, a partir del porcentaje de ocurrencia; obtenidas de la recopilación de información según la secretaria de movilidad y según la descripción del accidente que cada bicisuario, extraída de las encuestas y se unificaron como se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2 variables significativas para un accidente**

%	Variables según informe de secretaria de movilidad	Variables obtenidas según encuestas	%
5,61%	No mantener distancia de seguridad	No mantener distancia de seguridad	12%
4,65%	Semáforo en rojo	Semáforo en rojo	6%
19,57%	Desobedecer señales	Desobedecer señales	6%
6,21%	Transitar en contravía	Transitar en contravía	5%
7,04%	Adelantar cerrando	Adelantar cerrando	4%
3,22%	No respetar prelación	No respetar prelación	9%
13,72%	Otra	Exceso de velocidad	19%
6,09%	Transitar distante de la acera u orilla de la calzada	Acción de automóviles o motos	13%
4,30%	Girar bruscamente	Invasión de vías (personas, animales u objetos)	7%
		Imperfección en las vías	

### Resultados encuesta 2 y secretaria de movilidad 2018.

Las variables resaltadas en verde fueron las variables en las que diferían los dos estudios, pero que de igual manera eran representativas para este proyecto. Exceso de velocidad es una variable que tiene un alto porcentaje en la información primaria, pero que en la información secundaria no se encuentra dentro de una de las variables más influyentes, estas diferencias son

importantes para este estudio, para conocer realmente las variables influyentes.

### Análisis de las variables

Con el fin de categorizar las variables obtenidas, se inició con un análisis de factores para reducir a las variables con mayor ocurrencia en la accidentalidad para posteriormente analizarlas a través de la matriz de Vester.

### Análisis de factores

Con el fin de centrar el estudio a las causales principales de un accidente, se realiza un análisis de factores según los resultados del reporte de la secretaria de movilidad, teniendo en cuenta el porcentaje de ocurrencia de cada uno (Secretaria de Movilidad, 2016). De este análisis se determinó que no mantener

distancia de seguridad, desobedecer señales, transitar en contravía y transitar distante de la acera u orilla (tabla 3) son las causales más primordiales a tener en cuenta según el criterio de tomar aquellos factores superiores a 5.5%; esto aplicando la fórmula 2.

$$\% \text{ factores} = \frac{\text{Ocurrencia}}{\sum \text{Ocurrencia de factores}} \quad (2)$$

Tabla 3. Análisis de factores según ocurrencia

	Causa	Frecuencia	%
P1	No mantener distancia de seguridad	47	5,61%
P2	No respetar el semáforo en rojo	39	4,65%
P3	Desobedecer señales	164	19,57%
P4	Transitar en contravía	52	6,21%
P5	Adelantar cerrando	59	7,04%
P6	No respetar prelación	27	3,22%
P7	Exceso de velocidad	12	1,43%
P8	Acción de automóviles o motos	16	1,91%
P9	Invasión de vías (personas, animales u objetos)	11	1,31%
P10	Transitar distante de la acera u orilla de la calzada	51	6,09%
P11	Girar bruscamente	36	4,30%
P12	Genero	3	0,36%

### Priorización de variables con Matriz de Vester

Debido a que aún se tenían muchas variables, se optó por usar la herramienta de la matriz de Vester para priorizar las variables problema críticas. Al ingresar

todos los datos a la matriz se obtuvo la tabla 4. De la matriz presentada en la tabla x, se obtuvieron las coordenadas, con las cuales se graficaron en el plano de resultados de la matriz de Vester, presentada en la figura 8.

Tabla 4. Matriz de Vester

Factor	Causa	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	X
Prudencia	No mantener distancia de seguridad	0	0	0	0	3	0	0	1	0	2	0	0	0	2	0	8
	No respetar el semáforo en rojo	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Desobedecer señales	0	3	0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	10
	Transitar en contravía	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
	Adelantar cerrando	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0	0	2	1	11
	No respetar prelación	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	Exceso de velocidad	1	2	2	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	3	0	12
	Acción de automóviles o motos	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6
	Invasión de vías (personas, animales u objetos)	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	5
	Transitar distante de la acera u orilla de la calzada	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	Girar bruscamente	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Ciclista	Genero	2	2	2	2	2	0	2	0	0	2	2	0	0	0	0	16
	Edad	2	1	2	2	2	1	2	1	0	1	1	0	0	0	0	15
Infraestructura	Imperfección en las vías	3	0	1	1	1	0	3	2	2	0	2	0	0	0	0	15
Entorno	Día de la semana con más afluencia	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Y		15	10	15	8	8	5	13	8	2	5	9	0	0	13	1	

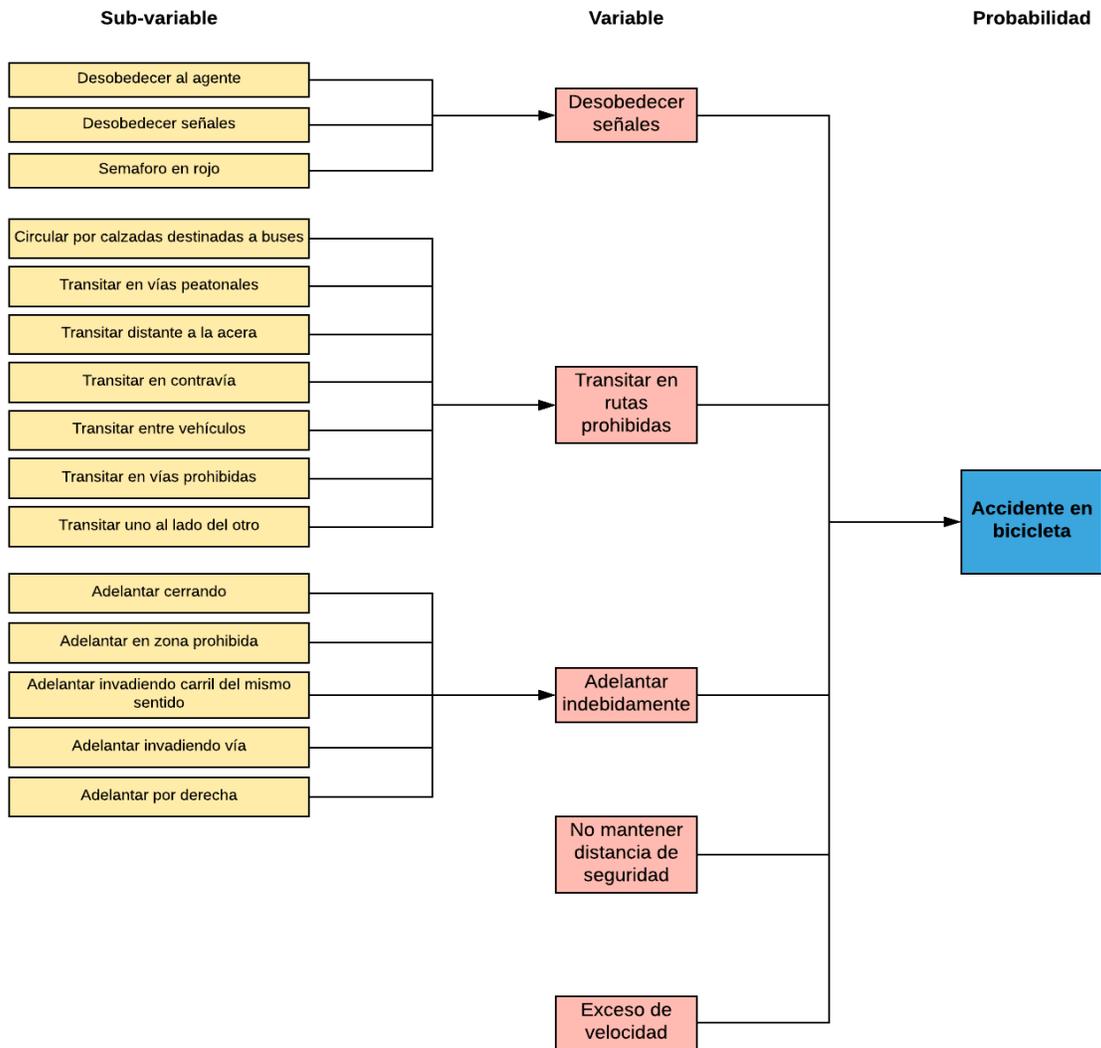


Figura 8. Plano cartesiano de los resultados de la matriz de Vester

De esta manera se hicieron más visible las variables críticas que son las del cuadrante superior derecho. Del plano anterior se clasificaron las variables en causas, efectos, problema central que son los críticos y los indiferentes. Se realizó un análisis de consistencia para ratificar que los resultados fueran los esperados y no tuvieran error.

**Resultados finales**

Las variables críticas son: no mantener distancia de seguridad, desobedecer señales, adelantar cerrando, exceso de velocidad, imperfección en las vías. Cada una de las variables tiene sub-variables las cuáles muestran específicamente cómo se desencadena en un accidente, estos eventos y sub-variables están relacionadas y representados en el diagrama de la Figura 9.



**Figura 9.** Diagrama de las variables más influyentes en la accidentalidad

Después de la categorización realizada con el análisis de factores y la matriz de Vester, se procedió a elaborar el árbol de sucesos inicial según la NTP 328 (1996), se ingresan las variables significativas y además en una ecuación para que no se extienda mucho el árbol se incorpora el género, la edad, el día

de la semana en el cual el biciusuario se transporta, todo esto para poder hallar una probabilidad más exacta, ésta ecuación no se expone aun porque se encuentra en proceso. El boceto del árbol de sucesos es el presentado en la figura 10.

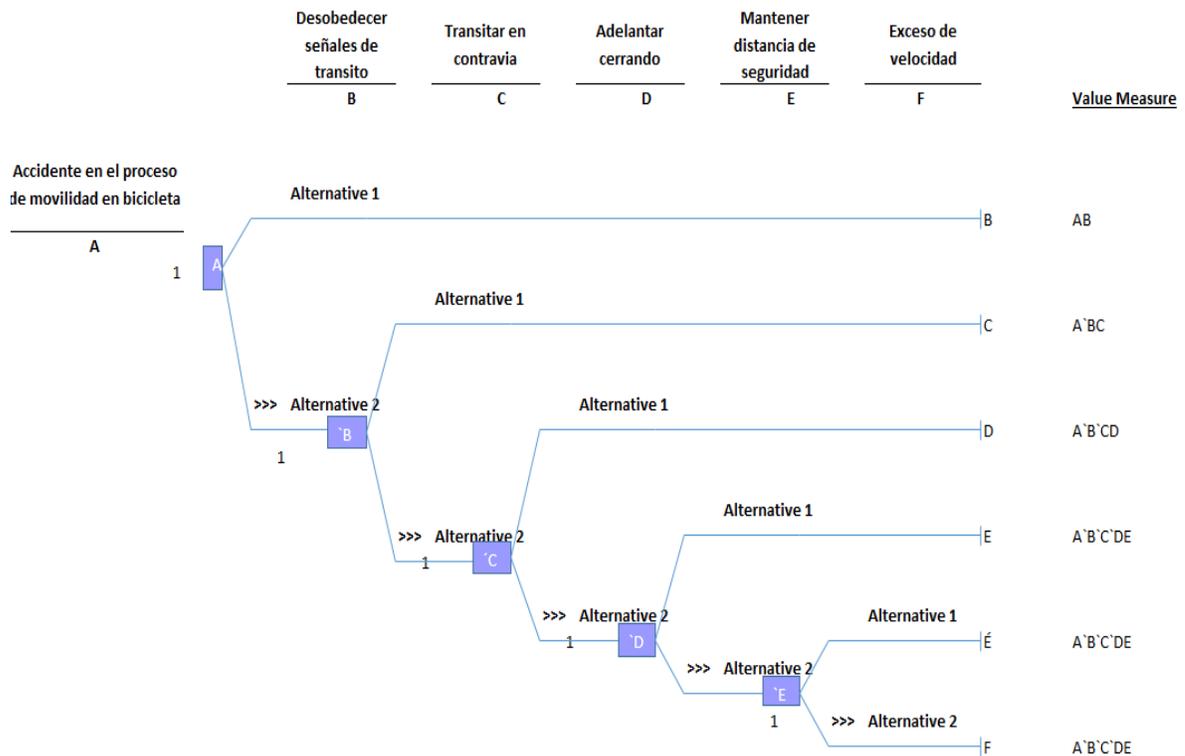


Figura 10. Diagrama de árbol de sucesos de la accidentalidad en bicicleta

### Discusión

Con base en los resultados obtenidos y las políticas públicas del gobierno de la ciudad, se observan que los proyectos que se están desarrollando para promover el uso de la bicicleta se centran en la creación y mejora de infraestructura (Cerón, 2018) y a nivel de riesgos se centra en planes antirrobo de bicicletas mediante el registro virtual de propietarios (Giraldo, 2018) todo

esto con el fin de que el uso de la bicicleta tenga mayor uso en movilidad, pero la realidad de los usuarios desde la información de biciusuarios de una localidad muestran una realidad diferente. Desde este proyecto se puede observar que la secretaria de movilidad trabaja con información global de los accidentes de los biciusuarios, identificando las causas inmediatas del accidente y no las causas

básicas. No obstante, la percepción del bicisuario es diferente puesto que se presentan diferentes variables de riesgo de accidentalidad tales como la acción de automóviles en la vía o la misma invasión de esta por personas animales u objetos, el exceso de velocidad o el desconocimiento de las normas que acogen a los bicisuarios, en este caso la percepción de los ciclistas.

Con base en lo anterior se concluye que los proyectos definidos únicamente con la información obtenida de la base de datos, en el caso presentado a nivel de la ciudad, dejan sin validez realidades de información que pueden definir planes de gran importancia a nivel de las localidades de la ciudad, ya que tienen mayor significado en el bici-ciudadano común en este caso en la prevención de la accidentalidad (S.D.M., 2013). Un ejemplo de ello está en el hecho de no encontrar en la información de la Secretaria de Movilidad de la ciudad como variables relevantes (más del 10% de participación del total) el daño de la cicloruta que escasamente se reporta en un 6%, mientras que para los bicisuarios encuestados es una variable significativa.

Tanto en la encuesta de la ciudad como en las encuestas de los bicisuarios, el riesgo de hurto no fue la causa significativa de ocurrencia de accidentes, pero se observan muchos planes del gobierno local en este

punto. Temas como la falta de conectividad de las ciclorutas obligan al bicisuario a compartir vía con otros vehículos. Esto ha muestra un nivel alto accidentalidad de estrellados contra diferentes vehículos tanto livianos como pesados como lo muestra el informe del Plan Bici del año 2017, de la Secretaria de Movilidad de Bogotá.

Por otra parte, al revisar la información de fuentes externas como los papeles y las bases de datos de la Secretaria de Movilidad en contraste con las encuestas de la localidad, se observa que los resultados de estos estudios muestran un aspecto del problema de accidentalidad o se enfocan en un aspecto específico del proceso de movilidad en bicicleta. Por ello se encuentran muchas variables que afectan la accidentalidad.

Por ello este estudio en la identificación de variables significativas que afectan la accidentalidad se encuentra evidencia que se centra en las acciones del bicisuario, pero muy pocas en la infraestructura o entorno (por ejemplo, como la cultura vial de los demás actores viales).

Por ello se considera que un análisis integral de todas las variables y su importancia en la accidentalidad diaria un aporte para definir cuáles son más importantes atacar inicialmente y lograr con su intervención una mejora en las tasas de accidentalidad.

## CONCLUSIONES

Las técnicas que se utilizan en ingeniería industrial para la representación de procesos y procedimientos, no alcanzan a representar la complejidad del proceso y los riesgos de movilidad en bicicleta. Se deben implementar otras metodologías, cómo emplear la NTP 328 el análisis de riesgos mediante el árbol de sucesos, puesto que por medio de un diagrama gráfico a partir de sucesos desencadenantes indeseados se puede averiguar la probabilidad de un evento, en este caso del accidente; por lo tanto, esta metodología es la que más se adapta al proceso de movilidad en bicicleta.

A pesar que desde el panorama de la base de datos suministrada por la Secretaría de movilidad y la obtenida de los biciusuarios, se reflejen diversas variables en común también se observan aquellas en las que ponen a las entidades gubernamentales en evidencia de qué hay factores que pasan por alto tales como imperfecciones en la infraestructura y falta de señales de tránsito, y del mismo modo para los ciudadanos que por evitar sanciones o multas omiten las causas del accidente así como el exceso de velocidad,

el estado de embriaguez o drogas o la falta de mantenimiento de la bicicleta.

La agencia nacional vial no posee políticas públicas ni planes de emergencia para mitigar los altos índices de accidentalidad en bicicleta. Es un hecho que la población biciusuaría está creciendo cada vez más, pero, así como crece la población de biciusuarios también crece accidentalidad representada con las lesiones y muertes de los individuos.

Las variables significativas para que se pueda incurrir en un accidente en el proceso de movilidad en bicicleta son: desobedecer señales, transitar en contravía, adelantar cerrando, no mantener distancia y exceso de velocidad

Este proyecto se pretende expandir a todas las localidades de Bogotá, esto se va a realizar con la ayuda y asesoría de la secretaria de movilidad la cual se encuentra interesada en el proyecto, y desde un comienzo ha brindado información para el estado del arte.

Esta es la primera aproximación del modelo. El árbol de sucesos se irá ajustando según la validación del modelo y se ampliará cuando se incorporen las demás localidades.

## REFERENCIAS

Alcaldía Mayor de Bogotá, Secretaria General . (2018). *Más de 835.000 personas se mueven en bicicleta en Bogotá*. Recuperado de <http://www.bogota.gov.co/temas-de->

[ciudad/movilidad/cuantas-personas-se-mueven-en-bicicleta-en-bogota](http://www.bogota.gov.co/temas-de-ciudad/movilidad/cuantas-personas-se-mueven-en-bicicleta-en-bogota)

Aldred, R. (2013). Incompetent or Too Competent? Negotiating Everyday Cycling

- Identities in a Motor Dominated Society. *Mobilities*, 8 (2), 252-271. DOI: <https://doi.org/10.1080/17450101.2012.696342>
- Ríos, R.; Taddia, A.; Pardo, C. & Lleras, N. (2015). *Ciclo-inclusión en América Latina y el Caribe*. Washington D. C.: BID.
- Cerón, F. M. (2018). *La apuesta del POT: menos carros, pero más transporte público y ciclas*. El Tiempo, 15 de diciembre 2018, Bogotá, Colombia. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/bogota/propuestas-para-el-pot-menos-carros-y-mas-transporte-publico-en-bogota-305626>
- Ferrando, H.; Martín, M.; Molinero, P.; López, J. & García, O. (2011). *Estudio sobre las estrategias de promoción de la bicicleta como medio de transporte en las Ciudades españolas*. Barcelona: Bicicleta Club de Barcelona/DGT. Recuperado de <http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/investigacion/estudios-e-informes/INFORME-ESTUDIO-SOBRE-LAS-ESTRATEGIAS-DE-PROMOCION-DE-LA-BICICLETA-9.pdf>
- Giraldo, M. (2018). Más de 2 mil ciclistas han creado su usuario y 475 ya cuentan con el sticker de marcación en sus bicicletas. Alcaldía Mayor de Bogotá. Recuperado de: <http://www.bogota.gov.co/temas-de-ciudad/movilidad/como-registrar-la-bicicleta-en-bogota>
- Jiménez Castro, J.; Díaz Anacona, T. & Meneses Veloza, S. (2017). Caracterización de los riesgos de movilidad en bicicleta en una institución de educación superior en la localidad de Engativá, Bogotá. *AVANCES Investigación en Ingeniería*, 14 (1), 46-61. DOI: <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.1282>
- LogMovilidad (2014). *Formulación del plan maestro de movilidad para BOGOTÁ D.C., que incluye ordenamiento de estacionamientos*. Bogotá D. C., Colombia.
- Marqués, R.; Hernández-Herradora, V.; Calvo-Salazar, M. & García-Cebrián, J. (2015). How infrastructure can promote cycling in cities: Lessons from Seville. *Research in Transportation Economics*, 53, 31-44. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2015.10.017>
- Mintrabajo y Asuntos sociales España. (1994). NTP 328: Análisis de riesgos mediante el árbol de sucesos. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Recuperado de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp\\_328.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_328.pdf)
- Movilidad, S. d. (2018). *Siniestros Ciclistas Engativa*. Bogotá D.C.
- Rueda, L. E. (2016). *El decálogo para ser un buen biciusuario, con o sin motor*. El Tiempo, 08 de abril 2016, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16558651>
- S.D.M. (2013). *Proyecto de Pacto "seguridad vial para los ciclousuarios"*. Bogotá D.C.: Secretaria Distrital de Movilidad.
- Secretaria de Movilidad (2016)**. La bicicleta en Bogotá. Alcaldía Mayor de Bogotá. Recuperado de <http://www.simur.gov.co/documents/10180/100374/Plan+Bici/cc9f22a4-4375-4f22-8aaf-c3229d31f3d6>
- Universidad de los Andes (Grupo de Estudios en Sostenibilidad Urbana y Regional - SUR), Cámara de Comercio de Bogotá. (2016 ). *Observatorio de Movilidad, reporte anual de movilida 2015*. Universidad de los Andes, Grupo de Estudios en Sostenibilidad Urbana y Regional - SUR. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Universidad de los Andes. (2015). *Observatorio de Movilidad*. Bogotá D.C.
- Vicente, T. & Hormaeche, I. (2006). La bicicleta

Como medio de transporte. Puntos de vista de las personas usuarias y expertas. Vitoria-Gasteiz: Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Recuperado de [http://www.bizkaia.eus/fitxategiak/07/Mediat\\_eka/2\\_La%20bicicleta%20como%20medio%20](http://www.bizkaia.eus/fitxategiak/07/Mediat_eka/2_La%20bicicleta%20como%20medio%20)

[de%20transporte\\_cas.pdf?hash=b3bb03617e41ec3c8e0f8aa09234b263](de%20transporte_cas.pdf?hash=b3bb03617e41ec3c8e0f8aa09234b263)

**Wolff, J. (2015).** Infrastructures de transports et conflits. Toulouse: Presses Universitaires du Midi. Recuperado de <https://journals.openedition.org/soe/2119>

#### Autores

**Deison Duarte.** Carrera Ingeniería industrial de la Universidad Libre de Colombia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0509-2031>

Email: [deisons.duartev@unilibrebog.edu.co](mailto:deisons.duartev@unilibrebog.edu.co)

**Katherin Paola López.** Carrera Ingeniería industrial de la Universidad Libre de Colombia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4543-8079>

Email: [katherinp.lopezr@unilibrebog.edu.co](mailto:katherinp.lopezr@unilibrebog.edu.co)

**Ingeniera Sonia Meneses.** Directora del Semillero G-Risk. Universidad Libre de Colombia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0251-8308>

Email: [sonial.menesesv@unilibrebog.edu.co](mailto:sonial.menesesv@unilibrebog.edu.co)

Recibido: 27-11-2017

Aceptado: 25-10-2018

## Nuevas tecnologías y sistemas de información gerencial en la actualidad venezolana

*New technologies and management information systems in the Venezuelan actual*

**Ero Del Canto, Giovanni Mega L., Mayela Guerra R., Juan Capobianco M.**

**Palabras clave:** Nuevas Tecnologías, Sistemas de Información, Inversión Tecnológica, Decisiones Gerenciales

**Key words:** New Technologies, Information Systems, Technological Investment, Management Decisions

### RESUMEN

Las nuevas tecnologías y los sistemas de información gerencial representan un aspecto clave en los procesos de toma de decisiones en el ámbito empresarial, sobre todo en entornos tan dinámicos y cambiantes como los que se viven actualmente en Venezuela. Estos aspectos representan una opción para desarrollar ventajas competitivas, ya que contar con información centralizada, actualizada y confiable de las operaciones de la organización, permite tomar mejores decisiones y de forma más expedita. El presente artículo tiene como objetivo general analizar desde el punto de vista gerencial, la gestión que en la actualidad venezolana los gerentes de grandes, medianas y pequeñas empresas deben impulsar para evitar descuidar el avance tecnológico de sus organizaciones, bajo un panorama económico y político inestable con limitaciones que, más allá de causar la paralización productiva, debe activar procesos de innovación y creatividad. Este documento está dividido en cuatro secciones: Inversión Tecnológica, Gestión Tecnológica, Factores para la toma de decisión y, Ventajas y Desventajas de la Inversión en Tecnología. La Investigación se encuentra enmarcada en un estudio tipo documental, bajo una revisión del marco legal venezolano y diversas bibliografías

gerenciales. La principal conclusión obtenida es que la innovación y el emprendimiento otorgan ventajas competitivas por lo que la inversión tecnológica es necesaria para la evolución de cualquier empresa, aun en tiempos de crisis, pues la prepara para épocas mejores.

### ABSTRACT

New technologies and management information systems represent a key aspect in decision-making processes in the business world, especially in dynamic and changing environments such as those currently experienced in Venezuela. The best functions of the organization, allow you to make the best decisions and the fastest way. The present article has as general objective the analysis from the managerial point of view, the management that at present Venezuelan the managers of big, medium and small companies should be avoided to avoid neglecting the advance of their organizations, under an economic and political panorama unstable beyond the paralysis of production, must activate the processes of innovation and creativity. This document is divided into four sections: Technological Investment, Technological Management, Factors for decision making and Advantages and

Disadvantages of Investment in Technology. The investigation is framed in a documentary type study, under a revision of the Venezuelan legal framework and diverse managerial

bibliographies. The main conclusion is the evolution of any company, even in times of crisis, because the preparation for better times.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, los directores y gerentes venezolanos han venido atravesando una difícil situación para sacar adelante sus empresas, ya sean grandes, medianas o pequeñas, pues se enfrentan a diario a múltiples problemas como: escases de insumos y materias primas, lo cual ha resultado de las políticas públicas que se han venido aplicando en el país desde el año 2003, entre ellas la política de control cambiario, que impide la normal obtención de las divisas necesarias para su importación, así como la política de control de precios que ha venido evolucionando a través de diferentes leyes y entes reguladores desde esta misma fecha; los constantes aumentos de los costos de producción, ya que el país atraviesa por un proceso hiperinflacionario desde noviembre de 2017, con la inflación más alta del mundo, la cual alcanzó un 2.616% en el año 2017, de enero a agosto de 2018 ha acumulado un 34.680,7% y el valor interanual de agosto 2017 – agosto 2018 es de 200.005%, todo esto según cifras del Índice de Precios al Consumidor de la Asamblea Nacional (IPCAN), indicador estadístico que publica la Asamblea Nacional debido a la ausencia de datos oficiales del Banco Central de Venezuela (BCV) (El Nacional, 2018) (Finanzas Digital,

2018a); así como también por una caída general de los niveles de producción, entre otros aspectos. Lo anterior, sin obviar que deben convivir con las leyes vigentes que mantienen la inamovilidad laboral desde el año 2002 y, adicionalmente deben hacer frente al éxodo profesional. Sin embargo, ante todos estos problemas o limitantes, no se pueden dejar de lado las innovaciones tecnológicas. La tecnología hace mejor la vida, las épocas de recesión sirven a menudo como catalizadoras para la innovación (Gallo, 2011). En línea con esta idea, este mismo autor hace referencia a lo expresado por Adalio Sánchez, gerente general de IBM: “Hacer más con menos, eso impulsa la necesidad de innovar y un nivel de creatividad que de otro modo no tendría en épocas normales” (p. xii).

La tecnología es sumamente importante para el crecimiento de cualquier empresa y de las naciones. En este sentido, Bateman y Snell (2009) indican lo siguiente:

“En la actualidad, una compañía no puede tener éxito sin la incorporación, en su estrategia, de las tecnologías deslumbrantes que existen y que siguen evolucionando. Los avances tecnológicos crean nuevos productos, evolucionan las técnicas de producción y mejoran las formas de administrar y comunicar.

Asimismo, conforme la tecnología avanza, se desarrollan nuevas industrias, mercados y nichos competitivos". (p. 55)

De igual manera, Escorsa y Valls (2003) hablan acerca de "innovar o desaparecer", pues explican que los productos pueden tener éxito por precio, calidad, diseño o publicidad, pero para que sean competitivos deben existir constantemente innovaciones. Al estar a favor estos dos autores, surge la siguiente interrogante: ¿en la actualidad venezolana es necesario invertir en tecnología? Pues ante las dificultades mencionadas anteriormente, no pareciera ser conveniente en los actuales momentos, promover iniciativas para crear o invertir en nuevas tecnologías, porque para los gerentes resulta primordial resolver los problemas que enfrentan. Gómez y Branger (2009) indican que

"Venezuela posee un ambiente económico turbulento, tanto por las grandes variaciones de su ingreso como por los inesperados cambios en la regulación. Estas modificaciones hacen surgir muy buenas oportunidades, pero también grandes riesgos y amenazas" (p.32). Tomando en cuenta esto, para no dejar completamente a un lado o descartar iniciativas a favor de las nuevas tecnologías, se ha decidido evaluar si es conveniente realizar inversiones tecnológicas, en este difícil momento que afronta el país, con miras a obtener resultados en el mediano a largo plazo, de tal forma que, una vez solventados los problemas y superada la crisis, los avances tecnológicos puedan convertirse en ventajas competitivas y hacer crecer a las empresas.

### **Inversión tecnológica**

Antes de iniciar, es imprescindible definir dos conceptos muy importantes, tecnología en primer lugar y luego innovación. Según Bateman y Snell (2009), tecnología "es la aplicación sistemática de conocimiento científico a un producto, proceso o servicio" (p.610). Este término no solamente se refiere a mejorar un producto o servicio, sino que también incluye "los procesos", es decir, las tareas necesarias para obtener los productos y/o servicios.

Con respecto a la innovación, es un término que está muy relacionado con la tecnología. Kalthoff, Nonaka y Nueno (1998), definen innovación como la "actividad dirigida a la

generación, por un lado, y a la aplicación, por otro, de nuevos conocimientos" (p.46). Al igual que en el concepto de tecnología, se hace referencia al producto, servicio y proceso o técnica, pero la tecnología consiste en mejorar lo que ya se tiene (productos, servicios y procesos), mientras que innovar es presentar algo diferente, algo que no existía, como dice Escorsa y Valls (2003), "innovación es sinónimo de cambio" (p.15).

Continuando con la idea central de este punto, es necesario definir también el término inversión. Gitman y Joehnk (2005) establecen que "una inversión en

simplemente cualquier instrumento en el que se pueden colocar algunos fondos con la esperanza de que generarán rentas positivas y/o su valor se mantendrá o aumentará" (p.4). De esta forma, se puede decir que una inversión tecnológica es la asignación de un capital de la empresa en conocimiento científico capaz de mejorar

los productos, servicios y procesos, con el fin de ser cada vez más competitivos, eficientes e innovadores. Las mejoras alcanzadas con esta inversión, una vez aplicados los conocimientos obtenidos, se verán reflejadas positivamente en los indicadores y los resultados de la empresa.

### Gestión tecnológica

La gestión tecnológica, hace referencia a la acción y a la consecuencia de administrar la tecnología. Según la Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica (2000): "la Gestión de la Tecnología incluye todas aquellas actividades que capacitan a una organización para hacer el mejor uso posible de la ciencia y la tecnología generada tanto de forma externa como interna" (p.26). Este concepto es aplicable a cualquier tipo de organización y está asociado al desarrollo del capital intelectual, partiendo del conocimiento aplicado hasta alcanzar el desarrollo continuo para la utilización de ese conocimiento. En este mismo orden de ideas, según Khalil (1998):

"La gestión tecnológica es la integración de los conocimientos de ingeniería, la ciencia y las disciplinas del área de gestión, orientadas a planear e implementar capacidades tecnológicas en el diseño y el logro de los objetivos estratégicos y operacionales de una organización" (p.14) Para alcanzar una gestión tecnológica exitosa, se debe cumplir la triada: conocimiento – capital humano –

investigación y desarrollo (I+D); cada uno de estos elementos debe ser desarrollado e impulsado dentro de una organización, así como la interacción que existe entre ellos. Otro aspecto importante que forma parte de la gestión tecnológica es la influencia del entorno, entendiéndose como entorno para la presente investigación, las políticas de estado que incentiven el desarrollo tecnológico; en este sentido, a continuación, se presenta una síntesis del marco legal venezolano en relación al desarrollo tecnológico y a la gestión tecnológica.

#### *Fundamento Legal*

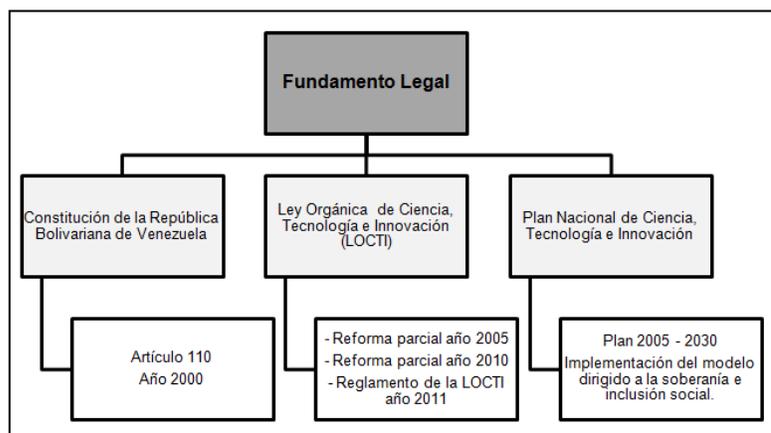
La gestión tecnológica y la innovación, son aspectos que se encuentran claramente considerados en el marco legal venezolano. Inicia con la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999), pasando por la creación de organismos oficiales y leyes, promulgadas y ejecutadas entre 1999 y 2008, con el fin de fortalecer el área científica y tecnológica.

En la Figura 1, se sintetizan los tres pilares legales, que, según la revisión bibliográfica de distintos autores, impulsan, protegen y

robustecen, al área científica, tecnológica y de innovación en el país. El marco legal inicia con el Artículo 110 de la Constitución Bolivariana de Venezuela (1999), el cual establece lo siguiente:

“El Estado reconocerá el interés público de la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación y sus aplicaciones y los servicios de información necesarios por ser instrumentos fundamentales para el desarrollo económico, social y político del país, así como para la seguridad y

soberanía nacional. Para el fomento y desarrollo de esas actividades, el Estado destinará recursos suficientes y creará el sistema nacional de ciencia y tecnología de acuerdo con la ley. El sector privado deberá aportar recursos para las mismas. El Estado garantizará el cumplimiento de los principios éticos y legales que deben regir las actividades de investigación científica, humanística y tecnológica. La ley determinará los modos y medios para dar cumplimiento a esta garantía” (p.27).



**Figura 1.** Fundamentación Legal Venezolana.

Fuente: Elaboración propia con base en Freites y Esposito (2011) y, Colina, Adrianza y Camacho (2015).

La Carta Magna vigente en Venezuela, reconoce la importancia del conocimiento, la aplicación del mismo en la ciencia y la tecnología, que debe ser público, con el apoyo del sector privado y enmarcado en principios éticos, morales y legales, con el fin único de alcanzar el desarrollo económico, social y político deseable para cualquier nación. El detalle de los aspectos tecnológicos y de innovación, se definen en la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e

Innovación (LOCTI), aprobada en el 2001 y con reformas en los años 2005 y 2010.

En relación a esto, según Rangel (2008), en la LOCTI son de relevancia los artículos que reconocen la importancia del financiamiento, la participación del sector privado y el ente oficial que lo regule, según un plan nacional diseñado sobre los intereses de la nación. Esta ley, en su artículo 42, establece el Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

(FONACIT), como ente administrador de las actividades relacionadas con la ciencia, tecnología e innovación, tanto dentro como fuera del país. En su artículo 4, establece la formulación de la política pública nacional, basada en el Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social de la Nación. El artículo 27, establece las actividades consideradas como factibles para el campo de la ciencia, tecnología e innovación; estas actividades incluyen proyectos innovadores, que involucren la obtención de nuevos conocimientos, aplicados a la sustitución de materias primas importadas y a la reducción de la dependencia tecnológica, así mismo, busca la participación del sector universitario y de centros de investigación, científicos y tecnológicos, con financiamiento, para aquellos proyectos que ataquen problemas específicos de las comunidades.

Por último, “en Octubre 2005 se da a conocer el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2005-2030, cuyo marco político estratégico no deja dudas sobre la ideologización de la ciencia en Venezuela en pro de la parcialidad política gobernante” (Rangel, 2008, p.21). En este punto, la gestión tecnológica adquiere un carácter político poco favorable para el sector privado, donde la triangulación gobierno – empresa – universidades se debilita. Si bien el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, tiene como misión:

“...hacer posible un desarrollo endógeno, sustentable y humano a través del incentivo y desarrollo de procesos de

investigación, producción y transferencia de conocimiento de calidad y pertinente a los problemas y demandas fundamentales que afectan actualmente a la sociedad venezolana y los que potencialmente (mediano y largo plazos), pudieran impactar las áreas económicas, sociales y culturales donde la ciencia, tecnología e innovación desempeñan un rol fundamental” (Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2005, p.12)

En 13 años que han transcurrido, desde que se dio a conocer en 2005 el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, su misión, visión y objetivos han estado relacionados y limitados al sector público; los planes de desarrollo e inversión se han concentrado en los planes del Estado, sin considerar los aportes que pueda ofrecer el sector privado; por lo que la característica de sustentabilidad pierde sentido, cuando los incentivos están vinculados a una corriente ideológica. Al 02 de septiembre de 2013, según información del portal del Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, en 14 años de Gobierno, los logros más resaltantes están vinculados al acceso de la información, conexión de Internet para la mayoría de la población y la distribución de las Canaimitas (computadoras portátiles de bajo costo, entregadas por el gobierno venezolano a estudiantes de instituciones públicas como herramienta educativa). En general no se observan avances en la triangulación gobierno – empresa – universidades y, en contraste, se ha observado un retroceso en los aspectos que

se consideraban como los logros más resaltantes en 2013.

### *Directrices a nivel mundial*

Las metas estratégicas del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, no se encuentran muy alejadas de las directrices mundiales, dictadas por la UNESCO y valoradas por el Banco Mundial; tienen varios puntos de encuentro que se analizan a continuación.

El primer indicador que se observa en la Tabla 1, se denomina Investigadores dedicados a investigación y desarrollo (por cada millón de personas); se define como la cantidad de “profesionales que se dedican al diseño o creación de nuevos conocimientos, productos, procesos, métodos o sistemas, y a la gestión de los proyectos correspondientes” (Banco Mundial, 2016). En Venezuela, la cantidad de investigadores por cada millón de personas, fue incrementándose en el paso

de los años, hasta 2012 que es el último registro según la fuente. Este incremento puede atribuirse a las políticas desarrolladas desde el año 2000, sobre todo las relacionadas con el financiamiento del Estado y del sector privado. En la meta estratégica número 3 del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, se planteó como objetivo, alcanzar la cifra de 12.000 investigadores en 10 años (en el 2015); y mantener el esfuerzo sostenido hasta alcanzar la meta de un investigador por cada 1.000 habitantes de la población económicamente activa, para el año 2030 (Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2005). Pero, al observar los datos reflejados en la Tabla 1, se deduce que la meta no fue alcanzada y a pesar de que no se cuenta con data desde 2013, llegar a los 12.000 investigadores es poco probable, al contar apenas con 291 investigadores registrados en el 2012.

**Tabla 1.** Indicadores Destacados en Ciencia y Tecnología. País: Venezuela.

INDICADORES					
Año	Investigador dedicado a investigación y desarrollo (por cada millón de personas)	Artículos en publicaciones científicas y técnicas	Gasto en Investigación y Desarrollo (% del PIB)	Exportaciones de productos de alta tecnología (% de las exportaciones de producto manufacturado)	
2005 - 2001	2001	71	984	—	3
	2002	69	982	—	3
	2003	95	1119	—	4
	2004	104	1083	—	2
	2005	121	1261	—	2
2010 - 2006	2006	146	1340	—	2
	2007	163	1400	—	—
	2008	187	1633	—	3
	2009	182	1651	—	4
	2010	200	1490	—	5
2015 - 2011	2011	228	1277	—	3
	2012	291	1388	—	0
	2013	—	1196	—	1
	2014	—	—	—	—
	2015	—	—	—	—

Fuente: Elaboración propia con base en los Indicadores del Desarrollo Mundial de la Fundación Nacional de la Ciencia, indicadores de Ciencia e Ingeniería, publicados por el Banco Mundial (2016).

Otro aspecto considerado en las metas estratégicas y que apoyan la gestión tecnológica, son las publicaciones científicas y técnicas; según los datos de la Tabla 1, se observa un crecimiento paulatino en el indicador. Es una realidad que las universidades autónomas, privadas y centros de investigación han participado activamente en impulsar a sus investigadores, personal docente y estudiantes en esta labor, pero se observa que este esfuerzo ha venido decayendo.

Dando continuidad a los indicadores en Ciencia y Tecnología, se presenta el PIB (producto interno bruto) y las exportaciones de productos de alta tecnología. La primera meta estratégica plantea "Incrementar la inversión en CyT hasta alcanzar el 2% del PIB, como se establece en los estándares internacionales en los próximos cinco años" (Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2005). La Tabla 1 refleja que el Banco Mundial (2016) no ha recibido data por parte de Venezuela, de gastos en Investigación y Desarrollo (% PIB); pero según datos del Fondo Monetario Internacional, el producto interno bruto (PIB) de Venezuela, cuya economía es altamente dependiente

### Factores para la toma de decisión

Antes de iniciar con este punto, es necesario hacer un preámbulo sobre la realidad económica de Venezuela, con el fin de poner en contexto el escenario en el que se desenvuelven actualmente los

del petróleo, cayó un 10% en 2016, un 12% en 2017 y proyecta una caída del 15% para el 2018 (Finanzas Digital, 2016) (Finanzas Digital, 2017) (Finanzas Digital, 2018b). Este panorama poco alentador, también se evidencia en las exportaciones de productos de alta tecnología, en donde cada vez son menos los productos de fabricación nacional que se exportan. En este sentido, Carrillo (2016) afirma:

"El PIB (producto interno bruto), es un indicador que mide el crecimiento o decrecimiento de los bienes y servicios que comercializa y producen las empresas, para un país es importante que crezca el PIB debido a que refleja la competitividad de sus empresas y genera mayores ingresos para el estado en forma de impuestos" (p.28)

En la situación económica actual de Venezuela, es necesario retomar la legislación en materia de Ciencia y Tecnología, en un marco ejecutor robusto con objetivos mancomunados entre Estado – pueblo – empresa; pero sobre todo se hace imperioso rescatar el interés de las empresas por la gestión tecnológica, con incentivos acordes con las necesidades de las organizaciones.

gerentes y directores de las empresas venezolanas.

A partir de los años setenta, Venezuela comenzó a registrar una imparable y creciente inflación, como dice Palma (2016),

debido “a sostenidos aumentos de oferta monetaria que se producían por la implantación de políticas fiscales expansivas, mediante las cuales se inyectaban importantes cantidades de recursos a la economía” (p.4). Esta situación se mantuvo hasta finales de la década de los noventa y comienzos del 2000, donde se logró atenuar la situación inflacionaria. Pero, como también establece Palma (2016), a partir de finales de 2002, en el gobierno de Hugo Chávez:

“Se implementó una serie de medidas que causaron profundas distorsiones al aparato productivo, paralizaron la inversión, diezmaron la capacidad de producción, crearon grandes y crecientes desequilibrios (fiscal y parafiscal, monetario y cambiario), acrecentaron la deuda pública (tanto interna como externa) y exacerbaron el rentismo petrolero, que hizo a la economía vulnerable, más dependiente que nunca de una variable tan volátil como los precios de los hidrocarburos” (p.4).

Entre 2002 y 2012, la inflación anual se mantuvo en promedio alrededor de 25%, y a partir de finales de 2012 se agravó fuertemente la inflación en el país. Para el año 2016, Palma (2016) previa que sería el “preámbulo de la gran escalada inflacionaria” (p.5), pues fue un período de constantes devaluaciones de la moneda a través de los distintos sistemas de control cambiario: CADIVI, SITME, SICAD I, SICAD II, CENCOEX y DICOM; la caída de los precios del petróleo; la creación del FONDEN, que progresivamente fue quitando participación al Banco Central de

Venezuela, en cuanto a la administración de las divisas que generaba PDVSA; las políticas de Estado en contra del sector privado, donde se expropiaron empresas, dejándolas en manos incorrectas y ocasionando que estas disminuyeran e incluso paralizaran su producción. Abadí y Ragúa (2016) agregan, que la salida de capitales ha profundizado la crisis económica, especialmente en lo que se refiere a la escasez de productos y servicios. A esto hay que agregar que desde noviembre de 2017 el país entró en un proceso hiperinflacionario, al superar la barrera de 50% de inflación mensual (Prodavinci, 2017). Todo esto ha creado un ambiente hostil en las empresas, pues los gerentes y directores deben luchar diariamente con problemas que pudieran ser atípicos en otros países, pues cada vez es más difícil obtener las materias primas e insumos; a ello se le suman constantes aumentos de precios, así como paradas de plantas, desmejora en la calidad y disponibilidad de los servicios públicos y, disminución de la calidad de los productos. Esta situación ha afectado tanto al sector público como al privado. Este panorama no ha mejorado en los últimos años, sino todo lo contrario, ha empeorado a un ritmo sin precedentes. Según Jaramillo (2017):

“Los cambios en el modelo económico introducidos por el gobierno de Chávez y mantenidos por Nicolás Maduro han creado una serie de inconsistencias económicas que hacen imposible manejar el país con las premisas de ese modelo. De no producirse un acuerdo de

transformación política y económica, no hay razón alguna para pensar que las empresas experimentarán algún alivio en su situación cotidiana” (p.11).

En cuanto a los factores que influyen en la toma de decisiones, Bateman y Snell (2009) consideran las fuerzas que impulsan el desarrollo tecnológico: en primer lugar, indican que debe existir una necesidad o demanda para que exista tecnología. Por su parte Gallo (2011) agrega que, además de la necesidad, el estrés y el conflicto son elementos que estimulan el “encuentro de un camino nuevo”, es decir, innovar. Todos estos elementos están presentes hoy en Venezuela, por ejemplo, la necesidad de trabajar con cada vez menos recursos, el estrés de encontrar los materiales e insumos necesarios para producir y el conflicto que pudieran ocasionar aquellas decisiones difíciles que permitan obtenerlos. Lo último que busca un gerente es detener la producción, y ante la situación actual venezolana puede decirse que están siendo innovadores, pues en la mayoría de los casos, están sacando el máximo provecho a los pocos recursos que se tienen, tal como lo comenta Adalio Sánchez, “una innovación creciente no siempre tiene que significar más dólares. Sino como utilizar esos dólares” (Gallo, 2011, p.xii). Continuando con Gallo (2011), se tiene:

“La historia muestra que las innovaciones más grandes han ocurrido en períodos de tensión económica severa. Un informe del año 2000 de Booz & Co., anotaba: “La televisión, la xerografía, las afeitadoras

eléctricas, la radio FM, y muchos otros adelantos se produjeron durante la Gran Depresión. Compañías como DuPont, que en 1937 estaba recibiendo el 40 por ciento de sus recaudos de productos introducidos durante 1930, siguieron innovando no sólo para sobrevivir la Depresión sino también para armar la escena para décadas de crecimiento económico sostenido. El estudio de Booz & Co. encontró que los innovadores legendarios se moldeaban en épocas de estrés. De cara a la adversidad, los innovadores exitosos se jugaban con toda su fuerza, y actuaban con osadía buscando nuevas oportunidades de producir valor” (p.xii).

Sin embargo, como se vio anteriormente, tecnología e innovación no son exactamente lo mismo, y con base en esto, se puede confirmar, que los actuales dueños de empresas y gerentes están siendo innovadores, más no necesariamente están invirtiendo en tecnología, puesto que sus recursos son limitados. Continuando con las fuerzas que impulsan la tecnología referidas por Bateman y Snell (2009), en segundo lugar, plantean que “satisfacer la necesidad debe ser teóricamente posible, y el conocimiento debe estar disponible en la ciencia básica” (p.611). En tercer lugar, hablan de que esa idea debe ser práctica y económicamente factible; es decir, lo que está en el papel debe ser posible de llevar a cabo. En cuarto lugar, establecen que los recursos necesarios para desarrollarlas tecnologías deben estar disponibles, como el financiamiento, la mano de obra, el tiempo,

el espacio, entre otros. Finalmente, el quinto y último elemento corresponde a que debe existir una “iniciativa emprendedora” para llevarla a cabo. Este último punto, es uno de los elementos que se ha perdido dentro de las estrategias de los gerentes, pues tienen problemas más importantes, consecuencia del entorno, y se termina dedicando más tiempo a buscarles solución que a idear iniciativas emprendedoras.

### *Requerimientos para desarrollar tecnología*

Bateman y Snell (2009), establecen que desarrollar la tecnología muchas veces requiere cambiar estrategias y capacidades dentro de la empresa para satisfacer las necesidades de la tecnología, contratación de nuevo personal, cambios en los procedimientos, capacitaciones, y cambios de estrategias en función de:

Receptividad del mercado: es decir, evaluar el mercado a corto, mediano y largo plazo. Planificar en Venezuela se ha vuelto una tarea muy difícil, hacer pronósticos es complejo, puesto que los escenarios varían de forma muy drástica, existe extrema incertidumbre y los gerentes constantemente deben estar tomando acciones diferentes en el camino, cambiando incluso los planes que tenían inicialmente.

Factibilidad tecnológica: Venezuela no es un país que produzca tecnología, sino que la importa. Un proyecto puede ser factible tecnológicamente, pero sí las empresas no tienen acceso a las divisas necesarias para

importar las tecnologías requeridas, no podrá llevarse a cabo ese proyecto.

Viabilidad económica: se trata de estimar los costos y la rentabilidad del proyecto. Como se indicó en los dos puntos anteriores, estimar en Venezuela es sumamente difícil, con una inflación que crece cada día y una economía que no es estable, los costos se incrementan sin control. La inflación en Venezuela después de mantenerse en torno al 25% anual en el lapso de 2009 al 2012, pasó a 56,2% en 2013, a 68,5% en 2014, 180% en 2015, 550% en 2016 y 2.616% en 2017 (Palma, 2016) (El Nacional, 2017) (El Nacional, 2018). Con respecto a la rentabilidad, pronosticar los escenarios tampoco es tarea fácil, por lo que alguna decisión que se haya tomado hoy, teniendo como base que es la opción más factible, posiblemente en el corto plazo deje de serla. Se trata entonces de ir andando dando pasos cortos, pensando en el corto plazo, como lo exponen Gómez y Branger (2009) “el entorno de negocios en Venezuela es impredecible, incierto y turbulento” (p.32).

Desarrollo de competencias: no innovar, hace que las empresas se queden detrás de la competencia. Quienes sí lo hagan, estarán liderando el mercado, pues la tecnología avanza a una velocidad acelerada y se debe ir a la par de esa velocidad si se quiere tener éxito en un negocio.

Convivencia organizacional: es la que determina la cultura organizacional. Las empresas más grandes a nivel mundial, son las más innovadoras, pues dentro de su

organización trabajan con una filosofía de mejorar constantemente.

En el caso venezolano, puede que las empresas tengan la mejor intención de mejorar sus procesos a través de la inversión en tecnología para hacerse más eficientes, optimizar sus procesos y ofrecer productos innovadores, esto muy probablemente tenga una muy buena

receptividad en el mercado, pero al depender en la mayoría de los casos de la importación de tecnología y al verificar la viabilidad económica, los empresarios deben evaluar muy inteligentemente y poner en una balanza las ventajas y desventajas que puede traer consigo tomar este tipo de decisión.

### **Ventajas y Desventajas de la Inversión en Tecnología.**

#### **Las dos caras de la moneda**

El mundo es un lugar altamente globalizado, muy dinámico, cambiante y, con clientes cada vez más exigentes. En función de esto, las empresas han tenido que hacer uso de la tecnología para optimizar sus procesos. Es obvio que la idea de invertir en algún tipo de tecnología, es permitir a la empresa desarrollar ventajas competitivas que le ayuden a diferenciarse, teniendo como fin último la satisfacción de sus clientes y por ende el éxito en su gestión. Existen opiniones encontradas sobre las ventajas y desventajas de la inversión en tecnología.

#### ***Ventajas de la Inversión en Tecnología***

Una de las inversiones en tecnología que comúnmente hacen las empresas y que se considera vital para su funcionamiento, se refiere al manejo de la información. Johnson, Leenders y Flynn (2012), reseñan los siguientes beneficios en cuanto a la implementación de sistemas de información:

*Reducción y control de costos e incremento en eficiencia*

Chase, Jacobs y Aquilano (2009) indican que pueden reducirse costos con los siguientes aspectos: costos laborales, al reemplazar personal con máquinas que realicen las funciones de forma más productiva y eficiente; costos de materiales, debido su uso más eficiente; costos de calidad, a través de la automatización de la inspección. Al respecto, Cohén y Asín (2000) se refieren a la automatización de procesos operativos: "una compañía puede generar una ventaja competitiva si es capaz de vender más unidades a menor precio, manteniendo la calidad y logrando incrementar su margen de utilidad" (p.33). Las tecnologías de manejo de sistemas de información, permiten la simplificación de muchos procesos, permitiendo que el personal calificado sea destinado a operaciones de mayor valor agregado (Johnson et al., 2012). El uso de sistemas de información, en conjunto con la automatización de procesos productivos, potencian la eficiencia y la productividad, generando una ventaja competitiva aun

mayor, ya que podrán ofrecerse mayor variedad y cantidad de productos, a un precio menor. En la situación actual que se vive en Venezuela, donde el entorno cambia drásticamente día a día, tener un control adecuado de la información, permite tomar las decisiones más adecuadas con mayor rapidez, tratando de minimizar los impactos negativos.

Otra de las ventajas de la implementación de sistemas de información, es el control exhaustivo que tiene sobre todos los procesos medulares de una empresa, entre estos el control financiero. Los sistemas de información empresarial, facilitan el control relacionado con la manera en la que se gasta el dinero y en dónde se gasta (Johnson et al., 2012). Al tener este tipo de sistemas de información, se puede tener control sobre todas las operaciones. Chase et al. (2009) se refieren a que los beneficios de adoptar nuevas tecnologías son tangibles e intangibles. Entre los beneficios tangibles están el análisis financiero, lo cual permite tomar decisiones de inversión sólidas.

*Accesibilidad y exactitud de los datos, integración de sistemas y rápida comunicación*

En la actual coyuntura que se presenta en el país, donde el entorno puede impactar de forma significativa la cadena de valor, es de suma importancia tener acceso en tiempo real, de forma rápida y sencilla a los datos esenciales de la empresa, para poder tomar decisiones acertadas que hagan frente a estas situaciones. Como indican Chopra y Meindl (2008) "sin información, el gerente sólo puede tomar decisiones a ciegas. Por

tanto, la información hace visible la cadena de suministro para el gerente. Con esta visibilidad, el gerente puede tomar decisiones para mejorar el desempeño de la cadena" (p.482). Adicional a esto, la accesibilidad a los datos permite tener alertas tempranas de los problemas potenciales. Si bien, la toma de decisiones bajo la situación actual del país, no es una tarea nada fácil, tener acceso a información confiable y actualizada en tiempo real, permite a los gerentes venezolanos tomar medidas más acertadas, lo cual resulta en una ventaja que finalmente, puede hacer la gran diferencia entre el éxito o el fracaso de la empresa.

Un aspecto clave para los directivos y gerentes, al momento de tomar decisiones acertadas, es tener acceso a la información en tiempo real, de forma rápida y sencilla; pero de nada vale que esto sea posible si la información no refleja la realidad. Johnson et al. (2012) indica que la automatización ayuda a reducir los errores, generando bases de datos con mayor exactitud y más confiables. En referencia a este tema, Cohén y Asín (2000) indican que, las ventajas de las bases de datos como plataforma para el desarrollo de sistemas de aplicación en las organizaciones son: globalización de la información, eliminación de información redundante e incongruente, permite compartir información, mantener su integridad y la independencia de datos. Considerando el entorno actual que se enfrenta en el país, es muy importante tener control de la información, que permita eficazmente tomar decisiones

adecuadas. Es por ello que, con la ayuda de herramientas tecnológicas, se puede lograr mejorar la exactitud de los datos y por ende ayudar a tomar mejores decisiones.

Otra de las ventajas que supone la implementación de sistemas de información, es la integración de los diferentes sistemas que componen la cadena de valor de la empresa. La integración de departamentos, proveedores y clientes ayuda a suministrar información exacta y oportuna, la cual ayuda en la correcta toma de decisiones y en la planificación de la producción o adquisición de materiales (Johnson et al., 2012). En referencia a esto, Chopra y Meindl (2008) acotan que:

“Al considerar el panorama global de toda la cadena de suministro, el gerente puede diseñar estrategias que toman en cuenta todos los factores que afectan la cadena en vez de sólo los que afectan una etapa o función en particular. Tomar en cuenta toda la cadena maximiza las utilidades de ésta, lo que a su vez aumenta las utilidades de cada compañía que participa en la cadena” (p.483).

Integrar en un solo sistema toda la información, es una enorme ventaja competitiva, ya que permite a la dirección o alta gerencia, tener una visión completa del negocio y la cadena de valor, aportando los datos suficientes que les permitan tomar decisiones y plantear las estrategias más acertadas y adaptadas a la realidad de la empresa.

Para Johnson et al. (2012) tener una comunicación acelerada ayuda a mejorar la

efectividad y la eficiencia de la cadena de suministro, sobre todo cuando se tienen proveedores globales. Una rápida comunicación, finalmente ayuda a reducir los tiempos de entrega, trayendo como consecuencia el aumento en la participación de mercado y la reducción de los inventarios. En referencia a esto, Mora (2010) hace referencia al e-procurement como una herramienta que ayuda a mejorar la comunicación entre proveedor y cliente a través de Internet, mostrando en tiempo real el estatus de los inventarios, permitiendo reducir costos con base en una acertada gestión de inventarios. Crouch (2003), reseñado por Mora (2010), señala que esta reducción de costos es consecuencia de los factores: disminución de niveles de inventario, requisición según las necesidades reales, eliminación de excesos, cumplimiento de los planes de producción y reducción de gastos. En los actuales tiempos de escasez de materiales, tener una herramienta tecnológica que permita la rápida comunicación entre clientes y proveedores es vital para mantener un abastecimiento adecuado y constante.

#### *Dedicación de recursos a aspectos estratégicos*

Según Johnson et al. (2012) al hacer uso de tecnologías de manejo de la información, se emplea menos tiempo en actividades administrativas y en consecuencia se pueden destinar mayores recursos a actividades estratégicas. Gómez (2000) se refiere a los aspectos fundamentales que caracterizan las nuevas formas de

organización del trabajo en relación con las tecnologías de información y comunicación: los equipos de trabajo son más pequeños, tienen un alto nivel de formación, de autonomía y mayor visión. Márquez-Hechavarría, Labrada-Pino, Hechavarría-Leyva y Parra-Rodríguez (2014) también destacan como beneficios de las tecnologías de información, a nivel de la estructura de la empresa y de la gestión humana, que permite tener una

organización menos jerarquizada y con una estructura más flexible. Este aspecto es fundamentalmente importante en la actualidad venezolana, ya que los constantes cambios en el entorno, hacen evidente la necesidad de contar con estructuras flexibles que permitan a las organizaciones reorganizarse rápidamente ante cualquier cambio, sin afectar su operatividad.

### Desventajas de la Inversión en Tecnología

En cuanto a las desventajas que se derivan de la implementación de nuevas tecnologías, se pueden nombrar en primera instancia las indicadas por Carrillo (2016):

Reemplaza al recurso humano

Rotman (2013), hace referencia a las opiniones de Erik Brynjolfsson y Andrew McAfee, ambos académicos del MIT, los cuales sostienen la idea de que la automatización ha disminuido el número de trabajadores en muchos puestos de trabajo. Estos académicos indican que los grandes avances en la tecnología son, en cierta medida, responsables del lento crecimiento de la oferta de empleo en los últimos años. Muchos desarrollos tecnológicos como el software, la robótica y la automatización tienen la capacidad de reemplazar al recurso humano. Como ya se comentó, esto significa una ventaja competitiva para las empresas, pues les ayuda a reducir de costos e incrementar la eficiencia en sus procesos. Para los

empleados, obviamente es una desventaja ya que, al adoptar las empresas algunas tecnologías, puede ocasionar que se prescindan de sus servicios al verse reducidos los puestos de trabajo. Brynjolfsson y McAfee indican que esta es una gran paradoja:

"La productividad está en niveles récord, la innovación nunca ha sido más rápida, pero al mismo tiempo tenemos unos ingresos medios decrecientes y tenemos menos puestos de trabajo. La gente se está quedando atrás porque la tecnología avanza muy rápido y nuestras habilidades y organizaciones no consiguen mantener el ritmo" (p.4).

Resulta paradójico, que las tecnologías que en algún momento se desarrollaron con la finalidad de que los puestos de trabajo fueran más productivos y más seguros, ahora estén reduciendo la demanda de muchos tipos de trabajadores. Rotman (2013) también hace referencia a los

comentarios de Lawrence Katz, economista de la Universidad de Harvard, el cual también ha estudiado la relación entre el empleo y la tecnología:

"...nunca nos hemos quedado sin empleos. No existe una tendencia a largo plazo de eliminar el trabajo de la gente. En el largo plazo, las tasas de empleo son relativamente estables. La gente siempre ha sido capaz de crear nuevos trabajos. A la gente se le ocurren nuevas cosas que hacer" (p.7).

Katz afirma que no hay un patrón histórico que demuestre que la adopción de nuevas tecnologías ocasione un descenso neto en el empleo de manera prolongada. Lo expuesto anteriormente se hace más evidente en economías altamente desarrolladas. En el caso particular de Venezuela, los trabajadores se han valido de las herramientas legales establecidas en la nueva Ley Orgánica del Trabajo, Trabajadores y Trabajadoras y en la Ley de Inamovilidad Laboral, vigente hasta 2018, para mantenerse en sus puestos de trabajo sin aportar al máximo sus capacidades, para lo cual fueron contratados. En la investigación llevada a cabo por Narváez y Fernández (2015), donde fueron consultadas cien (100) empresas pequeñas y medianas de la economía venezolana, "un significativo porcentaje (78%) de los empresarios que formaron parte de esta investigación indicaron que las regulaciones –laborales– se constituyen en un elemento que afecta la productividad y eficiencia de las empresas nacionales" (p.33). Ante esta situación, los empresarios

venezolanos ven en la tecnología y en la automatización una opción de mantener sus operaciones con la mínima cantidad de trabajadores. Es una lamentable opción que cualquier industria pudiera considerar para salir adelante en las actuales condiciones. Indudablemente, esta decisión implicará una gran inversión inicial que muy probablemente se vea retornada en el corto o mediano plazo.

Incrementa el precio de los bienes y servicios

Implementar nuevas tecnologías conlleva cambios en el personal que hará uso de esta. Es imprescindible adiestrar al personal en la nueva tecnología, lo cual implica una inversión adicional a la inversión en la tecnología propiamente dicha y que debe preverse al momento de tomar la decisión de inversión. Disponer de profesionales bien calificados supone una ventaja estratégica para las organizaciones. Johnson et al. (2012) indica que "acoplar un talento sólido con un pensamiento creativo y una plena comprensión de los objetivos y las estrategias corporativas pueden revelar oportunidades estratégicas" (p.32). Para poder lograr esto, es necesario administrar los talentos, a través de estrategias diseñadas para ayudar a alinear las metas de los empleados con las metas corporativas, maximizando el impacto de la capacitación (Chase et al., 2009). Esto acarrea una inversión importante que finalmente podría volverse una ventaja competitiva una vez los empleados estén adiestrados y la nueva tecnología ya este implantada y funcionando plenamente.

En Venezuela, se está viviendo marcadamente el fenómeno de fuga de talentos, lo cual pone en riesgo el desarrollo del país. En este sentido, las empresas pueden tener cierto temor o resistencia en capacitar a su personal, sobre todo en el uso de nuevas tecnologías, para que estos luego se vayan, poniendo en riesgo el hecho de contar con una tecnología de punta y no tener el personal preparado para manejarla.

La implementación de nuevas tecnologías, además de requerir mayor inversión en capacitación, la adquisición, puesta en marcha y mantenimiento de la tecnología en sí, implica una gran inversión que se traducirá en el incremento de los precios de los bienes y/o servicios ofrecidos por la empresa. Adicionalmente, en el caso particular de tecnologías de la información (TIC), es necesario realizar inversiones adicionales tal como lo expresa Márquez-Hechavarría et al., (2014): "El desarrollo de las TIC en la empresa, trae consigo el incremento de costos de seguridad informática, administración de redes, así como, compras de paquetes de seguridad para la protección contra sistemas agresores, hackers, virus informáticos, infiltraciones, etc." (p.9). Todas estas inversiones y costos, finalmente se verán traducidos en los precios a los que los empresarios puedan ofrecer sus productos o servicios en el mercado. Se tendría entonces que poner en una balanza y evaluar el costo-beneficio que traería consigo la implementación de una nueva tecnología.

Bajo la realidad que afronta Venezuela actualmente, es muy importante evaluar este aspecto ya que una inversión de este tipo puede ocasionar que el costo del producto o servicio se eleve demasiado y el público no lo encuentre atractivo, ocasionando pérdidas o tiempos de retorno de la inversión mayores a los esperados.

*Expuesta a daños causando trabas en la producción*

Según Bateman y Snell (2009), la tecnología de la información será una nueva fuente de crisis, ya que provocará dificultades debido a posibles fallas técnicas, ya sean accidentales o intencionales. Tomando en cuenta esto, se hace indispensable y sumamente importante que las empresas se preparen para este tipo de situaciones. En referencia a este tema, Chase et al. (2009) indica alguno de los riesgos de adoptar las nuevas tecnologías: riesgos tecnológicos, en el caso de que se adopte una tecnología muy novedosa que aún no haya sido probada suficientemente. El caso contrario, se refiere a la obsolescencia, en especial con las tecnologías electrónicas, debido a que los cambios en estas son sumamente rápidos y los costos de sustituirlas o actualizarlas son muy elevados. Riesgos para las operaciones, al adoptar una nueva tecnología, lo cual por lo general produce grandes transformaciones en la organización de la planta, la capacitación del personal, etc. Estos aspectos, pueden de alguna forma perturbar los procesos productivos y, de no abordarse de forma adecuada, traer más consecuencias

negativas que positivas en la implementación de la nueva tecnología.

En Venezuela, debido a las regulaciones en materia cambiaria, se ha hecho difícil el acceso a las divisas necesarias para que las empresas mantengan actualizadas las

tecnologías con las que se cuenta en el país. La falta de inversión en tecnologías básicas como el ancho de banda de internet, ocasionan grandes problemas de comunicación lo cual imposibilita mantener el nivel de servicio requerido.

## CONCLUSIONES

A pesar de las dificultades por las que atraviesan los empresarios venezolanos, producto del entorno problemático en que están inmersos, las nuevas tecnologías y los sistemas de información gerencial constituyen una fuente para desarrollar ventajas competitivas. Luego de la revisión y análisis realizado, se consideran las siguientes conclusiones:

- Se debe considerar la posibilidad de invertir en innovación, emprendimiento y desarrollo tecnológico, ya que mejoran los productos, servicios y procesos, como estrategias de preparación para cuando la situación se torne favorable, garantizando ventajas competitivas. Las empresas deben estar preparadas para épocas mejores, por lo que no evolucionar puede llevar al estancamiento.

- En general, Venezuela no produce la tecnología que requiere, sino que debe importarla, lo cual se dificulta debido a la escasez de divisas y a la falta de inversión privada por la desconfianza que genera el entorno. Se debe trabajar con los recursos con los que se dispone, aprovecharlos al máximo de tal manera de mejorar con lo que se tiene a disposición, siendo creativos en ese sentido. La inversión en tecnología ayuda a optimizar estos recursos.

- Se deben ponderar muy bien las ventajas y desventajas de invertir en tecnología, de manera de asegurarse que se está tomando la mejor decisión y que esta se traducirá en una ventaja competitiva en el corto plazo.

## REFERENCIAS

Abadí A. y Ragúa D. (2016). Control cambiario: Trece años en cifras. *DEBATES IESA*, XV(3). 72-75. Recuperado de <http://virtual.iesa.edu.ve>

Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela (2010). *Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Gaceta Oficial N° 39.575 del 16 de diciembre de 2010. Recuperado de <http://www.mppeuct.gob.ve>

Banco Mundial (2016). *Indicadores del desarrollo mundial*. Recuperado de

<http://datos.bancomundial.org/indicador>

Bateman, T. y Snell, S. (2009). *Administración. Liderazgo y colaboración en un mundo competitivo*. México: McGraw-Hill/Interamericana.

Carrillo, F. (2016). *La inversión tecnológica y la internacionalización de los productos de calzado de las asociaciones de calzado de la ciudad de Ambato: un estudio al Centro Comercial Juan Cajas* (Tesis de

- pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Chase, R., Jacobs, F. y Aquilano, N. (2009). *Administración de Operaciones. Producción y cadena de suministros*. México: McGraw-Hill/Interamericana.
- Chopra, S. y Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación*. México: Pearson Educación.
- Cohén, D. y Asín, E. (2000). *Sistemas de Información para los Negocios. Un enfoque para la toma de decisiones*. México: McGraw-Hill/Interamericana.
- Colina, B., Adrianza, A. y Camacho, J. (2015). La innovación tecnológica en Venezuela: una cuestión de cultura. *Opción*, 31 (76), 225-226. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/310/31037732010.pdf>
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999). Gaceta Oficial N° 36.860 de la República Bolivariana de Venezuela, 24 de Marzo de 2000.
- El Nacional (2017). *Guerra: inflación de 2016 en Venezuela fue de 550%*. Recuperado de <http://www.elnacional.com/>
- El Nacional (2018). *AN: Inflación acumulada de 2017 cerró en 2.616%*. Recuperado de <http://www.elnacional.com/>
- Escorsa, P. y Valls, J. (2003). *Tecnología e innovación en la empresa*. Barcelona, España: Edicions UPC.
- Finanzas Digital (2016). *FMI: Venezuela registrará caída de 10% de su PIB e inflación superior a 700% en 2016*. Recuperado de <http://www.finanzasdigital.com/>
- Finanzas Digital (2017). *El FMI prevé un descenso del PIB venezolano de 12% en 2017*. Recuperado de <http://www.finanzasdigital.com/>
- Finanzas Digital (2018a). *AN: Tasa de inflación mensual en agosto 2018: 223,1%, acumulada 34.680,7% y anual en 200.005%*. Recuperado de <http://www.finanzasdigital.com/>
- Finanzas Digital (2018b). *FMI: En Venezuela la crisis continúa para el 2018. Se espera caída de 15% del PIB e inflación de 13.000%*. Recuperado de <http://www.finanzasdigital.com/>
- Freites, Z. y Esposito, C. (2011). *Gestión Tecnológica y LOCTI: un estudio exploratorio. Memorias XII Congreso Latino – Iberoamericano de Gestión Tecnológica / Altec 2011*. Lima, Perú.
- Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica (2000). *Pautas metodológicas en Gestión de la Tecnología y de la Innovación para empresas. Tomo I*. Madrid, España.
- Gallo, C. (2011). *Los secretos de Steve Jobs: Ideas innovadoras que cambiaron el mundo*. Bogotá, Colombia: Norma.
- Gitman L. y Joenkh M. (2005). *Fundamentos de Inversión*. Madrid, España: Pearson Educación.
- Gómez, S. (2000). La organización del trabajo en la nueva economía. *Revista de Antiguos Alumnos del IEEM*, 3 (3), 106-110. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2772435>
- Gómez, P. y Branger, F. (2009). Supervivencia y adaptación en Venezuela: Dos experiencias. *DEBATES IESA*, XIV(3). 32-34. Recuperado de <http://virtual.iesa.edu.ve/>
- Jaramillo, C. (2017). *Cómo Enfrentar el Desmoronamiento: Entre el Oportunismo y la Supervivencia*. *DEBATES IESA*, XXI(1). 11-14. Recuperado de <http://virtual.iesa.edu.ve/>
- Johnson, P., Leenders, M. y Flynn, A. (2012). *Administración de Compras y Abastecimientos*. México: McGraw-Hill/Interamericana.
- Khalil, T. (1998). *Management of Technology: Future Directions and Needs for the New Century*. National Science Foundation (U.S.), University of Miami. 14-15.
- Kalthoff, O., Nonaka, I. y Nueno, P. (1998). *La Luz y la Sombra: La innovación en la empresa y sus formas de gestión*. Bilbao, España: Deusto.

- Márquez-Hechavarría, Y., Labrada-Pino, I., Hechavarría-Leyva, Y. y Parra-Rodríguez, L. (2014). El papel de las tecnologías de la información y las comunicaciones en los nuevos escenarios de la organización del trabajo. *Ciencias Holguín*, 20(2). 49-62. Recuperado de <http://www.ciencias.holguin.cu/>
- Ministerio de Ciencia y Tecnología. (2005). *Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Recuperado de [www.mct.gob.ve](http://www.mct.gob.ve)
- Mora, L. (2010). *Gestión Logística Integral*. Bogotá, Colombia: Ecoe.
- Narváez, M. y Fernández, G. (2015). Factores Condicionantes para el Desarrollo Empresarial Competitivo: Estudio Empírico de la PyME en Venezuela. *CICAG*, 13(1). 20-37. Recuperado de <http://publicaciones.urbe.edu>
- Palma, P. (2016). La inflación en Venezuela: sus causas y corrección. *DEBATES IESA*, XXI(1). 4-8. Recuperado de <http://virtual.iesa.edu.ve/>
- Prodavinci (2017). *Hiperinflación en Venezuela: Causas y Soluciones*. Recuperado de <http://especiales.prodavinci.com/>
- Rangel, R. (2008). *La política científica y tecnológica de Venezuela (1999-2008)*. Bitácora-e. Recuperado de <http://www.saber.ula.ve/>
- Rotman, D. (2013). De cómo la tecnología está destruyendo el empleo. MIT Technology Review. Recuperado de <http://www.technologyreview.es/>

#### Autores

**Ero Del Canto.** Doctor en Ciencias Administrativas y Gerenciales, Profesor Investigador Titular, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9856-8216>

Email: [edelcanto19@yahoo.es](mailto:edelcanto19@yahoo.es)

**Giovanni A. Mega L.** Ingeniero Industrial, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela. Maestrante postgrado Universidad Tecnológica del Centro (UNITEC). Ingeniero de Producción, Fábrica de Calzados Mega, C.A.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3143-5325>

Email: [mega7\\_55@hotmail.com](mailto:mega7_55@hotmail.com)

**Mayela Guerra R.** Licenciada en Química, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela. Maestrante postgrado Universidad Tecnológica del Centro (UNITEC). Supervisor del Laboratorio de Estabilidad de Laboratorios Farma S.A.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4953-7269>

Email: [maye\\_angeles@msn.com](mailto:maye_angeles@msn.com)

**Juan P. Capobianco M.** Ingeniero Químico, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela. Maestrante postgrado Universidad Tecnológica del Centro (UNITEC). Gerente de Contrataciones y Compras de Servicios en Industrias del Maíz C.A.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8937-592X>

Email: [juanpcapobianco@gmail.com](mailto:juanpcapobianco@gmail.com)

Recibido: 27-11-2017

Aceptado: 25-10-2018

# Las PYMES y factores para obtener el éxito, inicio para el marco referencial

*SMEs and factors for success, start for the reference framework*

**Roselin Santamaria Peraza**

**Palabras clave:** PYMES, Factores clave, Éxito

**Key words:** SMEs, key factors, Success

## RESUMEN

Esta investigación tiene como propósito establecer factores claves que puedan contribuir con el éxito en las PYMES y su capacidad de mantenerse en el tiempo; debido a que estas emplean entre un 51% al 70% de la mano de obra de un país, sin embargo, este empleo tiende a ser inestable ya que las aproximadamente el 70% de estas fracasan antes de cumplir el segundo año de iniciar sus operaciones. En este documento se realiza un análisis de la situación de las PYMES, así como aquellos factores clave que se relacionan con su éxito, se aborda la situación, mediante un análisis referencial bibliográfico, el cual utiliza como técnica de recolección de datos el análisis de contenido. Existen diferentes factores los cuales pueden contribuir a generar una ventaja competitiva, sin embargo, las mismas están dirigidas a satisfacer las necesidades del cliente y en convertir a la organización en la primera opción de este.

## INTRODUCCIÓN

El tejido empresarial, está formado por micro, pequeña, mediana y grandes empresas, considerando su clasificación por tamaño, de las cuales el conjunto de las pequeñas y medianas empresas (PYMES) representan aproximadamente 99% del

## ABSTRACT

The purpose of this research is to establish key factors that can contribute to the success of SMEs and their ability to maintain over time; this employ between 51% and 70% of the workforce of a country, however, this employment tends to be unstable since approximately 70% of these fail before completing the second year of starting its operations. This document has an analysis of SMEs, as well as those key factors that are related to their success, the situation is addressed through a reference bibliographic analysis, which uses data collection technique content analysis. There are different factors which can contribute to generate a competitive advantage, however, they are aimed at satisfying the needs of the client and making the organization the first option of this.

total de compañías, contribuyendo con el Producto Interno Bruto (PIB) del aproximadamente 30% para América Latina y del 60% para Europa (CEPAL/OCDE, 2012).

Dentro del contexto productivo, las PYMES, son las de mayor impacto debido a su capacidad de absorber parte de la población activa, su flexibilidad, así como su adaptabilidad para satisfacer las necesidades del mercado (Luna 2012).

En Venezuela, de acuerdo con Acosta, Pérez y Hernández, (2009), las PYMES, representan el mayor generador de empleo ocupando el 67% de la fuerza laboral venezolana, sin embargo, su propuesta de empleos se vuelve inestables debido a que aproximadamente 8 de cada 10 fracasan antes de cumplir los 2 años de funcionamiento (Papasakesllariou, 2013); por otra parte, las empresas de producción social, pertenecientes al estado, presentan problemas de sostenibilidad debido a que producen por debajo de las metas, atribuibles a la suma de diversos factores (Obuchi, Abadi, y Lira, 2011)

En Venezuela las PYMES, presentan problemas para su sostenibilidad (Luna 2012), debido a la importancia de estas en la economía del país, se requieren de mecanismos que le permitan alcanzar, sostener y mejorar una determinada posición en el entorno socioeconómico donde se encuentra; esto se relaciona con la

capacidad de los empresarios para buscar factores internos que le permitan afrontar los desafíos y superar los obstáculos que pueden aparecer debido a factores externos a las organizaciones, de los cuales no poseen control.

Entendiéndose así, que la supervivencia de las PYMES depende de su capacidad para establecer mecanismos que le permitan alcanzar y mejorar una ventaja competitiva; el análisis de los factores internos en las organizaciones puede darles una capacidad estratégica clave que las lleve a una posición diferenciada en el mercado; una empresa que genere mecanismos que le permita mantenerse, y crecer en algunos casos, en función del tiempo se considera que es exitosa y sostenible (Arrieta et al., 2014),

Considerando lo antes expuesto, el objetivo de la presente investigación es realizar un análisis documental de las PYMES, así como de aquellos factores que se relacionan con su éxito y su capacidad de mantenerse en el tiempo, con la finalidad de establecer en investigaciones futuras la interrelación entre ellas para apoyar el desarrollo y sostenibilidad de las PYMES en Venezuela.

## METODOLOGÍA

La presente investigación es de tipo descriptiva bajo un diseño documental. Se desarrolló mediante la utilización de la técnica de análisis de contenido utilizando como instrumentos las citas, resumen y análisis de la información. La revisión

documental se inició buscando en internet fuentes primarias en las bases de datos de Google académico, de la Biblioteca central de la Universidad de Carabobo, manejando las palabras clave: éxito, éxito empresarial, éxito sostenido, competitividad, ventaja

competitiva, Pymes. Para la selección del documento se revisa inicialmente el resumen, la introducción y las conclusiones; una vez seleccionados los

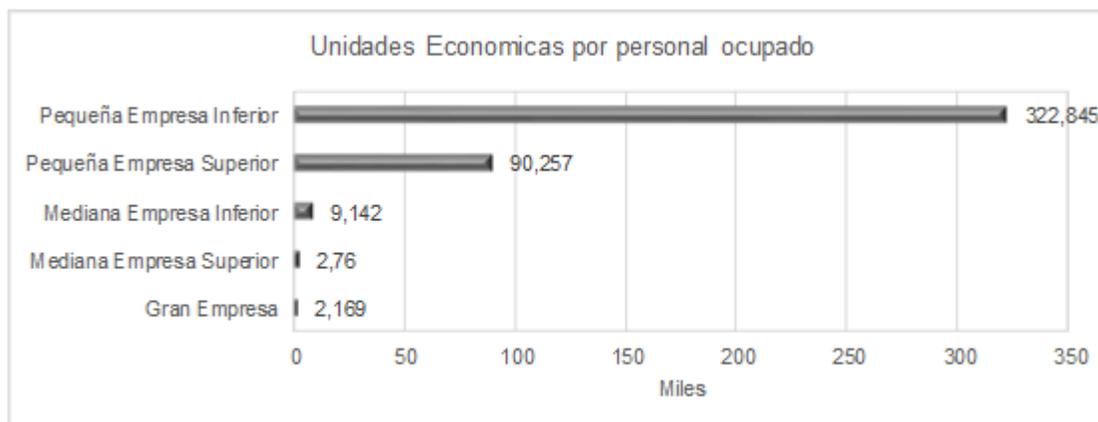
documentos se procedió al análisis de estos donde se extrajo los aspectos relevantes como los objetivos, metodología, conclusiones, entre otros.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Debido al entorno globalizado, con cambios constantes en los mercados, en donde cada día surgen nuevos competidores se hace necesario que las organizaciones busquen mejorar sus niveles de competitividad, permitiéndoles mantener o superar su distancia en relación con sus competidores (Valenzo-Jiménez, Galeana-Figueroa y Martínez-Arroyo, 2015). Con la finalidad de garantizar la persistencia dentro de su entorno, las organizaciones deben mejorar y hacerse más eficaces, debido a esto, han surgido nuevos estándares de competitividad que prácticamente obligan a las empresas a buscar formas de reinventarse para mejorar su desempeño (Pérez-Espinoza, Uzcátegui-

Sánchez, y Solano-Solano, 2017; Ibáñez y Castillo, 2009).

Las PYMES, contribuyen con la generación de empleo, apoyando así, el desarrollo de la comunidad donde se ubican, de acuerdo con, Acosta, et al. (2009), para Venezuela estas ocupan el 67% de la fuerza laboral, por otro lado, el IV Censo Económico Venezolano (2007 – 2008), publicado en marzo 2010 (la cual es la última cifra oficial publicada) señala, que el 75.5% de las unidades económicas, pertenecen al grupo de pequeña empresa inferior, mientras que 21.1% pertenece al grupo de pequeña empresa superior, tal como se aprecia en la figura 1, las PYMES representan el 94,94% del tejido empresarial venezolano.



**Figura 1.** Unidades económicas por personal ocupado, con base en un total de 427.173 unidades, sin considerar las viviendas con actividad económica. Fuente INE (2010). IV Censo Económico 2007 – 2008. Recuperado en mayo, 2018.

Debido a la importancia de las PYMES, en la economía de los países, existe una revisión extensa sobre las mismas, de las cuales se pueden extraer las siguientes características generales:

-Son diversas y heterogéneas, ya que abarcan desde las que buscan criterios de acumulación y desarrollo empresarial, siendo fuentes de empleo hasta las que son solo unidades económicas de subsistencia, destinadas a cubrir las necesidades de consumo de grandes empresas (Mayora, 2010; CEPAL/OCDE, 2012).

-Para América Latina, la mayoría, son productoras de bienes de consumo tradicionales, para segmentos del mercado de precios bajos, haciendo uso de procesos estandarizados con escasa capacidad innovadora (CEPAL/OCDE, 2013).

-Baja orientación para desarrollar procesos de innovación que mejoren la calidad y nivel de los productos desarrollados por la empresa. No cuenta con una planificación para estimular procesos innovativos (SELA, 2010).

-Por su baja complejidad organizativa, posee menores niveles de burocracia, esto les permite dar un trato personalizado con rapidez a sus clientes, ya que no deben pasar por canales de autoridad ni puntos de control para prestar el servicio (SELA, 2010; Gadea, 2003; CEPAL/OCDE, 2013); esto también provoca que existe mayor contacto entre el trabajador y el gerente o socio, generando en muchos casos que el canal de comunicación tienda a ser informal (Acosta, et al. 2009; SELA, 2010).

-Capacidad de adaptarse a los cambios con mayor rapidez permitiéndoles posicionarse en mercados emergentes (Gadea, 2003; Camisón, Boronat y Villar, 2010; SELA, 2010).

-Durante su proceso inicial de industrialización son empleadores de mano de obra poco calificada, convirtiéndolas en factores de estabilidad social (SELA, 2010; Papasakesllariou, 2013)

-El 87% de estas empresas son familiares, por lo que la delegación de autoridad, de responsabilidad y de manejo de los recursos suele centralizarse en una persona (Papasakesllariou, 2013). Así mismo, se resalta que poseen una limitada planificación formal de largo plazo, donde las estrategias y objetivos no están claramente definidos en cuanto a tiempos, cantidades y personas responsables (Papasakesllariou, 2013; García, Martínez y Aragón, 2009; SELA, 2010; Cedeño y Giménez, 2013).

-Presentan mayor adaptabilidad tecnológica y menor costo de infraestructura (SELA, 2010).

-A pesar de sus limitaciones para obtener las ventajas derivadas de las economías de escala, son capaces de lograr estas a través de estrategias de asociatividad o cooperación interempresarial (SELA, 2010).

-En América Latina, mayormente producen para satisfacer el mercado interno, por lo que gran parte de la población y de la economía de la región dependen de su actividad; así mismo se puede señalar que poseen una capacidad de exportación reducida, generado por su bajo desempeño

en términos de competitividad, que también se expresa en la marcada brecha de productividad con respecto a las grandes empresas, todo ello de acuerdo con Ferraro y Stumpo (2010).

-Considerando al SELA (2010), muchas desconocen cómo funciona el mercado, limitando su capacidad para anticiparse a los problemas, teniendo una reacción lenta para buscar soluciones, así como un escaso aprovechamiento de las oportunidades, esto ha originado en muchos casos su desaparición.

-Estas se enfrentan a problemas para conseguir fuentes de financiamiento (Cohen y Baralla, 2012; CEPAL/OCDE, 2012; CEPAL/OCDE, 2013) Considerando al SELA (2010), para los entes financieros, las PYMES son clientes pocos confiables y

de riesgo, restringiendo sus accesos a créditos.

Para Venezuela, por ejemplo, de acuerdo con Mora (2003) la pérdida del poder adquisitivo y la depreciación de la moneda son un obstáculo para la creación y mantenimiento de las PYMES; esto considerando la importancia que tiene para una empresa ser competitiva desde sus inicios. Por su parte, la Cámara de Comercio de Maracaibo (2012), señala que el sector industrial venezolano, utiliza un 57.35% de su capacidad, mientras que las importaciones de toda clase de bienes se han incrementado desde 1998 al 2008 en 217%; todo ello en conjunto con medidas en materia de regulación y control que tiene el país, tal como se presenta en la tabla 1.

**Tabla 1.** Marco regulatorio para el sector privado en Venezuela. Fuente: Cámara de Comercio de Maracaibo (2012).

CONTRIBUCION PARA EMPRESAS DE PRODUCCION SOCIAL	Comision Nacional de Telecomunicaciones: CONATEL	ARENDAMIENTOS ALQUILERES VIVIENDAS	Banco Nacional de Vivienda y Habitat: BANAVI	Superintendencia de Inversion Extranjera: SIEX	REGISTRO PULICO Y NOTARIAS
Instituto para la Defensa de las Personas al acceso de los Bienes y servicio: INDEPABIS	Ley Organica de Prevencion, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo: LOPCIMAT	Sector Privado		Ley Organica de Trabajo, de los trabajadores y las trabajadoras: LOTT	LEY DE ACTIVIDAD ASEURADORA
Comision Administrativa de Divisas: CADIVI	Servicio Autónomo Nacional de Normalización, Calidad, Metrología y Reglamentos Técnicos: SENCAMER			SUMINISTRO DE GAS - OIL	Ministerio del Poder popular para la Alimentación: MINAL; Silos, Almacenes y Depósitos Agrícolas: S/DA
Ministerio del Poder Popular para la Industria Ligera y Comercio: MILCO	Instituto Nacional de Prevencion, Salud y Seguridad Laboral: INPASEL			MINISTERIO DE AGRICULTURAY TIERRAS	MINISTERIO DE AMBIENTE
Sistema de transacciones con Titulo en Moneda Extranjera: SITME	Servicio autónomo Municipal de Administración Tributaria: SAMAT y el Servicio Desconectado Municipal de Adm. Tributaria: SEDEMAT			REGISTRO NACIONAL DE CONTRATISTA	Instituto Venezolano del Seguro Social: IVSS
Ley Organica de Ciencia, Tecnologia e Innovacion: LOCTI	Servicio Nacional Integrado de Administración Tributaria: SENIAT			LEY DE HIDROCARBUROS	CONTRIBUCIONES ESTADALES
GUARDIA NACIONAL	LEY DE BANCOS			LEY DE HIDROCARBUROS GASEOSOS	LEY DE COSTOS Y PRECIO JUSTO
LEY DE MERCADO DE VALORES	Instituto Nacional de Cooperación y Educación Socialista: INCES			LEY DE FARMACIA Y SICIM	LEY PARALAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD
LEY ORGANICA DE DEPORTES	Corporación Electrica Nacional: CORPOELEC			LEY ORGANICA DE DROGAS	Ley Organica de los Espacios Acuáticos: LEY DEL INEA

Todas estas regulaciones, son parte de los factores externos que poseen mayor influencia en las empresas debido a que las mismas deben ser cumplidas para evitar, que los entes gubernamentales, las sanciones e incluso puedan conducir a su cierre.

Si bien es cierto que, las PYMES representan una fuente de empleo, estos se ven afectados por sus cierres; de acuerdo con Pérez (2007), el 57% de estas empresas, en Venezuela, fracasaron al año de haber iniciado operaciones, y el 80% tuvo los mismos resultados antes de cumplir los primeros cinco años, lo que demuestra que las mismas, presentan problemas de sostenibilidad, por lo que el análisis de factores internos en las organizaciones puede darles una capacidad estratégica clave que las lleve a una posición diferenciada en el mercado, apoyando su supervivencia (Arrieta et al., 2014)

La Capacidad que posee una empresa para alcanzar la superioridad del mercado se conoce como ventaja competitiva, cuando esta se mantiene a largo plazo produce un desempeño superior al promedio, de acuerdo con Evans y Lindsay (2015), para estos, la calidad es una fuente para obtener una ventaja competitiva, ya que comúnmente la empresa que ofrece productos y servicios de calidad tiene una mayor participación en el mercado e incursiona en los mercados antes que sus competidores; así mismo opinan que el satisfacer las necesidades de sus clientes es prioridad.

Satisfacer las necesidades de los clientes ofreciendo productos de calidad, como ventaja competitiva, es un concepto apoyado por diferentes autores, entre los que están Rodríguez (2008), Peñaloza (2004), Martínez et al. (2012), Vidal, Martínez y Guillen (2012), Gracia (2008), aunque para este último la calidad debe estar acompañada de la tecnología, el aprovechamiento de las economías de escala, una excelente comercialización, eficiencia de la mano de obra y en general un marco económico adecuado para desarrollar actividades de producción.

Por su parte Ramseook-Munhurrún, Munhurrún, y Panchoo (2011), consideran, que la implementación de gestión total de la calidad provee a las organizaciones de un modelo de éxito ya que esta permitiría la satisfacción de los clientes debido a que entre sus principios esta identificar las necesidades y expectativas, con ello orientar las actividades hacia el cliente; así mismo permite la mejora del desempeño de las organizaciones mediante la coordinación de los diferentes procesos en las unidades de negocio, permitiendo una mayor productividad suministrando un producto o servicio de calidad a bajo costo (Rougan, 2015).

Sin embargo, existen otros factores internos que pueden apoyar al éxito, al encontrar una ventaja competitiva, tales como: el conocimiento, o conjunto de creencias que poseen las personas de forma individual o grupal, dentro de la empresa (Ordoñez, 2001), la posición tecnológica de la organización, la innovación, la calidad del

producto o servicio, la capacitación del personal relacionada con la formación del mismo para lograr el recurso humano calificado, el cual será, capaz de afrontar los retos organizativos (Rubio y Aragón, 2002), la innovación en los productos, procesos y gestión, nivel tecnológico, poseer un plan estratégico (Estrada, García y Sánchez, 2009), así como la mejora continua, la innovación y aprendizaje, que de acuerdo con Barley (2008), son los pilares del éxito. Debido a que las PYMES no cuentan con las economías de escala de las grandes empresas (Camisión, 2000), y apoyados en la flexibilidad y rapidez que le da su estructura, para adaptarse a estos cambios, deben establecer modelos de gestión que les permita tener una mayor competitividad (Aragón y Sánchez, 2003) asegurando su sostenibilidad en el tiempo. Esto según Flores y Gonzales (2009), es un factor clave de éxito en las PYMES, ya que esta flexibilidad, les permite su adaptación a los cambios que demanda el mercado, debido a que las mismas se encuentran interactuando en mercados abiertos, por lo que aquellas empresas que no se adapten al entorno en el tiempo previsto no subsistirán; así mismo, Estrada et al. (2009), indica que las organizaciones competitivas son las que sobreviven ya que pueden enfrentar los cambios que se presentan mediante sus factores internos y externos, siendo este un requisito también para obtener buenos resultados.

Considerando a Demuner Aguilera y Hernández (2010), la competitividad, permite a las empresas consolidarse en el

mercado local, trascender las fronteras y posicionarse en mercados externos, traduciéndose en la obtención de niveles de rentabilidad satisfactorios para sus propietarios y mantenerse en una posición destacada en el sector que actúan; esta se logra a partir de un proceso de aprendizaje y negociación por parte representativa de un grupo que configuran la dinámica de la conducta organizativa; en la medida en que aprovechen su habilidad y capacidad para gestionar eficiente y eficazmente sus determinantes competitivos se encaminarán a la adopción de estrategias para la consecución de ventajas competitivas.

Entre las variables que condicionan el desempeño de una empresa están: la capacidad de gestión y dirección; el manejo y formas de estímulo al proceso de innovación; el uso y aplicación plena e intensiva de las tecnologías de información y comunicación (TIC); la colaboración interempresarial y diversas formas de asociatividad y conformación de redes (con otras empresas y sectores empresariales, con el mundo académico y gubernamental, con el sector financiero y con las comunidades); la capacitación técnica y profesional del personal; la atención que se preste a asuntos vinculados con la preservación del ambiente; el compromiso que se asuma con la responsabilidad social empresarial, y

la definición de una estrategia efectiva de internacionalización (SELA 2010).

Para Hitt, Ireland y Hoskisson (2015) una ventaja competitiva se obtiene mediante la

utilización adecuada de las competencias centrales a través de un conjunto de compromisos y acciones, integrados y coordinados diseñados para tal fin; así mismo resalta, de un estudio realizado para identificar los factores que contribuyen al éxito, que las empresas que han registrado mejor desempeño eran emprendedoras, orientas al mercado es decir conocían las necesidades de los clientes, utilizaban

competencias valiosas y ofrecían productos y servicios innovadores.

De las investigaciones anteriores, las organizaciones para poder mantenerse en el mercado y lograr cumplir sus objetivos empresariales y mantenerlos, se resalta la necesidad de buscar una ventaja competitiva que permita sobresalir a la competencia, para ello existen diferentes factores internos que pueden constituirlos y los cuales se listan en la tabla 2.

**Tabla 2.** Factores Internos que puede constituir una Ventaja Competitiva.

Factores	Investigadores
La Teoría de los Recursos y Capacidades de las Empresas, como base del logro y sostenimiento de una ventaja competitiva	Calvo y López (2003), Ordoñez (2004), Gracia (2008)
Recursos humanos, medida a través de la formación profesional y experiencia del gerente	Rubio y Aragón (2002); Estrada et al. (2009); Gracia (2008); Franco et al. (2010); Soto, Blanco, Galindo y Osorio. (2013); Montegut (2006); Guerrero y Jiménez (2011), Chiun, Wang, Justin y Ramayah (2016); Correa (2017)
Orientación en el mercado	Blesa y Ripolles (2005); Martín, Rodríguez-Bobada y Barroso (2005); Vieira (2010); Suliyanto (2011); Gheysaria, Raslia, Roghaniana, y Norhalima, (2012); Hitt et al. (2015), Chiun et al. (2016)
Planeación estratégica	Estrada et al. (2009); Pérez-Espinoza et al. (2017)
El Conocimiento empresarial	Ordoñez (2001); Calvo y López (2003); Franco et al. (2010); Soto et al. (2013);
Innovación	Estrada et al. (2009); Peñalosa (2004); Barley (2008); Rubio y Aragón, (2002); Soto et al. (2013), García (2012); Hitt et al. (2015)
Tecnología	Estrada et al. (2009); Peñalosa (2007), Gracia (2008); Rubio et al. (2002); Soto et al. (2013), Chiun et al. (2016)
Mejora Continua	Barley (2008); Martínez et al. (2012); Sisson y Elshennawy (2015)
Aprendizaje empresarial	Barley (2008); Chiun et al. (2016)
Calidad, satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes	Rubio et al. (2002); Peñalosa (2004); Estrada et al. (2009); Evans et al. (2015); Rodríguez (2008); Gracia (2008); Ramseook-Munhurrin et al. (2011); Martínez et al. (2012); Vidal et al. (2012); Hitt et al. (2015); Rougan (2015); García-Cabrera y García-Soto (2016)
Ubicación Geográfica de la empresa	García (2012)

## REFLEXIONES FINALES

Las PYMES, representan un sector importante para la economía del país, sin embargo, las mismas requieren de mecanismos que permitan su permanencia en el tiempo ya que los beneficios que generan se vuelven inestables debido al cierre de estas en menos de 5 años; requiriéndose buscar una ventaja competitiva que, de acuerdo con las investigaciones anteriores, permitan sobresalir de su competencia permitiéndole alcanzar sus objetivos y que estos se mantengan en el largo plazo, generando con ello el éxito empresarial.

Esta ventaja se puede asociar con la capacidad de los empresarios para afrontar los factores externos a la organización mediante los factores internos, estos deben tener estrategias definidas que les permitan afrontar los desafíos y superar paulatinamente los obstáculos que se le pueden presentar.

Existen diferentes factores los cuáles persiguen la generación de una ventaja competitiva siendo el foco común entre ellas el cliente y con ello la necesidad de satisfacerlo, es decir, buscar una ventaja competitiva que le permita a la organización distinguirse entre las otras y ser la primera opción, en el mercado hacia donde está dirigido su producto.

Cuando una empresa logra superar los obstáculos, a través de una ventaja

competitiva, pueden generar un desempeño superior, logrando con ello alcanzar sus objetivos, hablando de esta forma que la empresa es exitosa, si estos se mantienen se hará referencia a un éxito competitivo sostenido, el cual permita mantener los objetivos alcanzados en el tiempo mediante la adecuada gestión de factores que le permitan un desempeño superior al de sus competidores.

La calidad se ha convertido en un elemento estratégico clave de las organizaciones, ya que es utilizado como una filosofía que compromete a la organización con el propósito de satisfacer las necesidades de los clientes y de mejorar continuamente ayudándole con ello a mantenerse en el mercado y a asegurar la supervivencia en el mismo; por lo que gestión total de la calidad, ha generado un marco que le permite una mejora continua del desempeño logrando con ello alcanzar los objetivos y por ende mejorar la sostenibilidad de la empresa.

Como siguiente paso de la investigación se deben establecer los principales factores que deben ser gestionados para generar una ventaja competitiva perdurable, así como relacionar estos con los indicadores que le permitan a los empresarios o socios comerciales señalar que han alcanzado sus objetivos.

## REFERENCIAS

- Acosta, I.; Pérez, M. y Hernández, J. (2009). Las Pymes en el Desarrollo de la Economía Social. Factores de Éxito. Subsector Contratista del Municipio Lagunillas del Estado Zulia. *Negotium*, 12 (4), 100-120. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.a?id=78211195007>
- Aragón, A. y Sánchez, G. (2003). Orientación estratégica, características de gestión y resultados: un estudio en las pymes españolas. *ICE - Tribuna de Economía*, 809, 169-187. Recuperado de: [http://www.revistasice.info/cachepdf/ICE\\_809\\_169-187\\_EECFAAC6DDDC7679130761DBC5C13C8D.pdf](http://www.revistasice.info/cachepdf/ICE_809_169-187_EECFAAC6DDDC7679130761DBC5C13C8D.pdf)
- Arrieta, D.; Figueroa, E.; Luna, J.; Rivera, M.; Meléndez, M. y Sotelo, J. (2014). La Importancia de la Planeación Estratégica en la Innovación y Permanencia de las Pymes. *Memorias de Global Conference on Business and Finance Proceedings*, 9(2), 378-385. Recuperado de: <http://www.theibfr.com/ARCHIVE/ISSN-1941-9589-V9-N2-2014.pdf>
- Barley, S. (2008). Éxito Sostenido en la Organización. ¿Reto Inalcanzable?. *Éxito Empresarial*, 77, 1-4. Recuperado de: [http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion\\_77\\_031208\\_es.pdf](http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_77_031208_es.pdf)
- Blesa, A y Ripolles, M. (2005). Relación entre la orientación al mercado y la orientación emprendedora: su influencia en el rendimiento de la empresa. *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 14(3), 165-180. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1399308.pdf>
- Calvo, A. y López, V. (2003). Percepción de Intangibles y sus Consecuencias Sobre el Rendimiento Empresarial: una Aproximación Empírica a las Pymes Gallegas. *Revista Galega de Economía*, 12(2), 1-16. Recuperado de [http://www.usc.es/econo/RGE/Vol%2012\\_2/Castelan/art3c.pdf](http://www.usc.es/econo/RGE/Vol%2012_2/Castelan/art3c.pdf)
- Cámara de Comercio de Maracaibo (2012). Venezuela y la Globalización. Recuperado de: <http://www.ccm.org.ve/archivos/documentos/VENEZUELA%20Y%20LA%20GLOBALIZACION%20C3%93N.pdf>
- Camisón, C. (2000). Reflexiones Sobre la Investigación Científica de la Pyme. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 6(2), 13-30. Recuperado de: <http://redaedem.org/articulos/iedee/v06/062013.pdf>
- Camisón, C.; Boronat, M. y Villar, A (2010). Estructuras Organizativas, Estrategias Competitivas y Ventajas Estratégicas de las Pyme. Mercados Globalizados. *Revista Economía Industrial*, 375, 89-100. Recuperado de <http://www.minetad.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/375/89.pdf>
- Cedeño, S. y Giménez, D. (2013). Planificación: Diagnóstico en las Pequeñas y Medianas Industrias del Estado Nueva Esparta, Venezuela. *CICAG*, 10 (2), Recuperado de: <http://publicaciones.urbe.edu/index.php/cicag/article/viewArticle/2232/3784>
- CEPAL/OCDE (2012). *Perspectivas Económicas de América Latina 2013. Políticas de Pymes para el Cambio Estructural*. Paris: OECD Publishing. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/leo-2013-es>
- CEPAL/OCDE (2013). *Perspectivas Económicas de América Latina 2014. Logística y Competitividad*

- para el Desarrollo. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/leo-2013-es>
- Chiun, M., Wang, Y., Justin, C., Ramayah, T. (2016). The critical success factors for organizational performance of SMEs in Malaysia: a partial least squares approach. *Review of Business Management*, 18(61), 370-391. DOI: <http://dx.doi.org/10.7819/rbgn.v18i61.3058>
- Cohen, M. y Baralla, G. (2012). *La situación de las PyMEs en América Latina. Argentina: Instituto de Estudios Económicos sobre la Realidad Argentina y Latinoamericana – IERALPYME*. Recuperado de: [http://www.ieralpyme.org/images\\_db/noticias\\_archivos/137.pdf](http://www.ieralpyme.org/images_db/noticias_archivos/137.pdf)
- Correa, S. (2017) Incidencia de la Gestión por Competencias en el Crecimiento Empresarial. *INNOVA Research Journal*, 2(1), 88-98. Recuperado de <http://www.journaluidegye.com/magazine/index.php/innova/article/view/76>
- Demuner, M.; Aguilera, M. y Hernández, A. (2010). *El proceso de competitividad empresarial en PyMES. SINCO 2010*. Recuperado de: [http://www.concyteg.gob.mx/formulario/MT/MT2010/MT7/SESSION1/MT71\\_MDEMUNERF\\_092.pdf](http://www.concyteg.gob.mx/formulario/MT/MT2010/MT7/SESSION1/MT71_MDEMUNERF_092.pdf)
- Estrada, R.; García, D. y Sánchez, V. (2009). Factores determinantes del éxito competitivo en la Pyme: Estudio Empírico en México. *Revista Venezolana de Gerencia*, 14(46), 169-182. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/290/29011523002.pdf>
- Evans, J. y Lindsay W. (2015). *Administración y Control de la Calidad, 9na edición*. México: Cengage Learning.
- Ferraro, C. y Stumpo, G. (2010). *Políticas de apoyo a las pymes en América Latina. Entre avances innovadores y desafíos institucionales*. Santiago de Chile, Naciones Unidas. Recuperado de: [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/1362/2555/politicas\\_apoyo\\_pymes.pdf](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/1362/2555/politicas_apoyo_pymes.pdf)
- Flores, B. y Gonzales, F. (2009). La Competitividad de las Pymes Morelianas. *Cuadernos del CIMBAGE*, 11, 85-104. Recuperado de: <http://www.nacionmulticultural.unam.mx/empresasindigenas/docs/318.pdf>
- Franco, M y Urbano, D. (2010). El Éxito de las PYMES en Colombia: Un estudio de Caso en el sector Salud. *Revista Estudios Gerenciales*, 26 (114), 77- 97. Recuperado de: [https://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/estudios\\_gerenciales/article/view/332](https://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/estudios_gerenciales/article/view/332)
- Gadea, M. (2003). *Factores que Intervienen en el Desarrollo de la Pequeña y Mediana Empresa, y su Impacto en la Economía Venezolana 1998 – 2003*. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas, Venezuela. Recuperado de: <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAT4034.pdf>
- García-Cabrera, A. y García-Soto, M. (2016). Calidad del entorno e internacionalización de la PYME: un análisis regional en España. *Emprendimiento y Negocios Internacionales*, 1(1), 11-18. DOI: <https://doi.org/10.20420/eni.2016.123>
- García, D.; Martínez, F. y Aragón, A. (2012). *Análisis Estratégico para el Desarrollo de la MPYME en Iberoamérica Informe MPYME Iberoamérica*. España: Universidad Politécnica de Cartagena. Recuperado de: <http://repositorio.upct.es/handle/10317/4580>
- García, E. (2012). *Los Factores Organizacionales y del Entorno como Moderadores de la Relación entre Innovación y Desempeño Empresarial: Diferencias entre Pequeñas y Grandes Empresas* (Tesis Doctoral). Facultad de Economía y Empresas, Universidad de Salamanca, España.
- Gheysaria, H.; Raslia, A.; Roghaniana, P y Norhalima, N. (2012). A Review on the Market

- Orientation Evolution. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 40, 542-549. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.228>
- Gracia, M. (2008). Los determinantes de la Competitividad nacional. Análisis y reflexiones a partir de un marco teórico conceptual. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 12(36), 12-24. Recuperado de: [http://www.utm.mx/edi\\_anteriores/temas036/ENSAYO2-36.pdf](http://www.utm.mx/edi_anteriores/temas036/ENSAYO2-36.pdf)
- Guerrero, C. y Jiménez, M. (2011). Una Visión Estratégica de los Recursos Humanos en base a Competencias. *Revista Inceptum*, 6(10), 323-333. Recuperado de <https://www.inceptum.umich.mx/index.php/inceptum/article/viewFile/175/158>
- Hitt, M.; Ireland, R. y Hoskisson, R. (2015). *Administración Estratégica. Competitividad y globalización: conceptos y casos*, 11a. edición. México: Cengage Learning.
- Ibáñez, N. y Castillo, R. (2009). La Formación en Ética del Capital Humano para la Acción Empresarial. *Revista ORBIS*, 12(4), 47-68. Recuperado de: <http://www.revistaorbis.org.ve/pdf/12/Art2.pdf>
- INE República Bolivariana de Venezuela (2010). *IV Censo Económico 2007 – 2008*. Recuperado de: <http://www.ine.gov.ve/documentos/Economia/IVCensoEconomico/pdf/InformeIVCE.pdf>
- Luna, J. (2012). *Influencia del capital humano para la competitividad de las pymes en el sector manufacturero de Celaya, Guanajuato* (Tesis Doctoral). Universidad de Celaya, México. Recuperado de: <http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2013/jelc/index.htm>
- Martín, E.; Rodríguez-Bobada, J. y Barroso, C. (2005). Factores moderadores de la relación Orientación al Mercado-Resultados: un análisis multinivel. *Cuadernos de economía y dirección de la empresa*, 25, 103-132. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/807/80717237005.pdf>
- Martínez, R.; Rodríguez, R.; Borges, I.; Hernández, R., Robledo, H. y Olvera, D. (2012). El Sistema de Gestión de Calidad, una ventaja competitiva para el hospital Durango. *Revista CONAMED*, 17(4), 165-171. Recuperado de <http://132.248.9.34/hevila/RevistaCONAMED/2012/vol17/no4/3.pdf>
- Mayora, Y. (2010). *Micro, Pequeñas y Medianas Empresas en Guatemala Lineamientos de Política Económica, Social y de Seguridad 2012-2020*. Guatemala: Centro de Investigaciones Económicas Nacionales (CIEN). Recuperado de [http://www.mejoremosguate.org/cms/content/files/diagnosticos/economicos/Lineamientos\\_PYMES\\_05-05-2011.pdf](http://www.mejoremosguate.org/cms/content/files/diagnosticos/economicos/Lineamientos_PYMES_05-05-2011.pdf)
- Mora, F. (2003). El Marco Jurídico Regulatorio de las Pequeñas y Medianas Empresas (PyMES) en Venezuela. *Visión Gerencial*, 2(1), 3-10. Recuperado de <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/visiongerencial/article/view/817/814>
- Montegut, Y. (2006). *Análisis de los factores explicativos del éxito competitivo en las almazaras cooperativas catalanas* (Tesis doctoral). Universidad de Lleida, España.
- Obuchi, R.; Abadi, A. y Lira, B. (2011) *Gestión en Rojo. Evaluación del desempeño de 16 empresas estatales y resultados generales del modelo productivo socialista*. 1era Edición, Caracas, Venezuela: Ediciones IESA.
- Ordoñez, P. (2001). La gestión del conocimiento como base para el logro de una ventaja competitiva sostenible: la Organización Occidental versus japonesa. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 7(3), 91-108. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/206171.pdf>
- Ordoñez, P. (2004). El capital estructural organizativo como fuente de Competitividad

- empresarial: un estudio de indicadores. *Economía industrial*, 357, 131-140. Recuperado de: [http://www.minetad.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevisitaEconomiaIndustrial/357/13\\_PatriciaOrdenez\\_357.pdf](http://www.minetad.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevisitaEconomiaIndustrial/357/13_PatriciaOrdenez_357.pdf)
- Papasakellariou, F (2013). ¿La empresa Familiar: ¿Un negocio de por vida? *Revista Actualidad empresarial*. Recuperado de: <http://fedecamaras.org.ve/sistema/wp-content/uploads/2013/09/Actualidad-Empresarial-2013.pdf>
- Peñaloza, M. (2004). La clave para el éxito empresarial. ¡la satisfacción del cliente! *Visión Gerencial*, 3(1), 39-50. Recuperado de <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/visiongerencial/article/view/870/863>
- Peñalosa, M. (2007). Tecnología e Innovación, factores claves para la competitividad. *Actualidad Contable FACES*, 10(15), 82-94. Recuperado de <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/17422>
- Pérez-Espinoza, M.; Uzcátegui-Sánchez, C. y Solano-Solano, J. (2017). Estrategias empresariales para aumentar la competitividad. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 227. Recuperado de: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/competitividad.html>
- Pérez, M. (2007). Consideraciones teóricas para el análisis de las pequeñas y medianas empresas como fuente de generación de empleo. *Revista Venezolana de Gerencia*, 12(39), 475-487. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29014474009>
- Ramseook-Munhurrún, P.; Munhurrún, V. y Panchoo, A. (2011). Total Quality Management Adoption in a Public Hospital: Evidence from Mauritius. *Global Journal of Business Research*, 5(3), 67-77. Recuperado de [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1874265](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1874265)
- Rodríguez, F. (2008). *El Cliente, la clave del éxito para las PyME*. Caracas, Venezuela: Editorial CEC.
- Rougan, D. (2015). A Study on TQM Development, Performance and Sustenance in Service Industries through Effective Communication, Critical Success Factors and Market Orientation. *Journal of Business and Management*, 17(1), 1-12. DOI: <http://dx.doi.org/10.9790/487X-1905030112>
- Rubio, A. y Aragón, A. (2002). Factores explicativos del éxito competitivo. Un estudio empírico en la pyme. *Cuadernos de Gestión*, 2(1), 49-63. Recuperado de: <http://www.ehu.es/cuadernosdegestion/documentos/213.pdf>
- SELA (2010). *Visión prospectiva de las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES). Respuestas ante un futuro complejo y competitivo*. Caracas, Venezuela: Secretaría Permanente del SELA. Recuperado de: <http://www.sela.org/media/266280/t023600004305-0-vision-prospectiva-de-las-pymes.pdf>
- Sisson, J., y Elshennawy, A. (2015). Achieving success with Lean: An analysis of key factors in Lean transformation at Toyota and beyond. *International Journal of Lean Six Sigma*, 6(3), 263-280. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/IJLSS-07-2014-0024>
- Soto, I.; Blanco, M.; Galindo, J. y Osorio, J. (2013). Análisis de los factores claves que han llevado a la India al éxito en la industria del software. *Innovaciones de Negocios*, 10(19), 37-64. Recuperado de <http://eprints.uanl.mx/12579/1/A2.pdf>
- Suliyanto, L. (2011). Effect of Entrepreneurship Orientation and Marketing Based Reward System towards Marketing Performance. *International Journal of Business and Social*

Science, 2(6), 168-174. Recuperado de: <http://ijbssnet.com/journals/Vol. 2 No. 6; April 2011/18.pdf>

Valenzo-Jiménez, M.; Galeana-Figueroa, E., y Martínez-Arroyo, J. (2015). Competitividad y Supply Chain Management en la Industria Exportadora de Aguacates en México. *Revista Internacional Administración & Finanzas*, 8(2), 1-19. Recuperado de: <http://www.theibfr.com/ARCHIVE/RIAF-V8N2-2015>

Vidal, E.; Martínez, M.; y Guillén, E. (2012). La Gestión de la Calidad Total y su Influencia en

los Clientes. *Memorias de 26th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management. XVI Congreso de Ingeniería de Organización*. Vigo, España.

Vieira, V. (2010). Antecedents and Consequences of Market Orientation: a Brazilian Meta-Analysis and an International Mega-Analysis. *Brazilian Administration Review*, 7(1), 40-58. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84115785004>

#### **Autora**

**Roselin Santamaría Peraza.** Profesora Investigadora adscrita al Departamento de Investigación operativa, Escuela de Ingeniería Industrial, facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-7722-2504>

**Email:** [roselin2602@gmail.com](mailto:roselin2602@gmail.com)

**Recibido:** 27-11-2017

**Aceptado:** 25-10-2018

## Revista Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias

## Normas para Publicación

La Revista "Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias" tiene como objetivo divulgar resultados de investigaciones en las áreas de ingeniería de métodos, ergonomía, productividad y calidad, investigación de operaciones, sistemas de producción e inventarios, logística, cadenas de suministro, simulación, estadística aplicada, y en general aquellos temas en los cuales la Ingeniería Industrial converge con otras ciencias.

La Revista acepta trabajos que puedan ser incluidos en las siguientes secciones: Artículos de Investigación, Artículos de Divulgación (de interés general), Información y/o Resumen de Eventos Académicos relacionados con la Ingeniería Industrial y Reseñas Bibliográficas, Notas Técnicas o Estados del Arte, relacionados con Ingeniería Industrial.

Todos los trabajos deben ser originales e inéditos, en idioma español, inglés o portugués, y no estar en proceso de arbitraje por otras revistas. Si el trabajo se presentó en algún evento científico o similar, se deben suministrar los detalles correspondientes (nombre completo, fecha, lugar, institución organizadora).

**Aspectos Formales**

-**Título:** breve y claro

-**Datos del Autor o Autores:** presentar los nombres completos de los autores y su afiliación institucional, agregando al artículo una página *aparte* que contenga: títulos, autor(es), correo(s) electrónico(s), institución de procedencia, ciudad, una breve reseña curricular de cada uno de los autores que no exceda las 50 palabras e incluir el resumen del trabajo, indicando la sección en la que propone su publicación. Los autores deben presentar su ORCID ("Open Researcher and Contributor ID", <https://orcid.org/>).

-**Redacción adecuada.** Escrito en Mayúsculas y minúsculas, según reglas gramaticales y en tercera persona.

-**Ortografía.** No presentar faltas de ortografía. Cuidar la acentuación y puntuación.

**Especificaciones del Formato**

-Tamaño del papel y márgenes: carta, márgenes superior e inferior 2,5 cm., izquierdo y derecho 3 cm.

-Tipo de letra **Times New Roman**, tamaño 12, justificado, un espaciado (6 puntos) entre párrafos, sin sangría e interlineado doble.

-**Extensión:** no menor de diez ni mayor de 30 páginas.

-**Ilustraciones:** el artículo puede contener cualquier tipo de ilustración (fotografía, dibujo, gráfico, cuadro o tabla, y deberá llevar su debida identificación y referencia previa. Las fotos deben contener pie de foto explicativo, y cualquier tipo de imagen debe ser de alta calidad en formatos TIFF o JPG. Los dibujos o esquemas deben ser en original, y ser incrustados como imágenes no editables dentro del texto (evitar imágenes producidas por la agregación de múltiples objetos).

**Estructura del Contenido****Artículos de Investigación**

**Resumen en español (o portugués) e inglés (Abstract):** debe contener los aspectos básicos del artículo: planteamiento del problema, metodología usada y breve reseña de los resultados. El número de palabras no debe exceder de 250.

a. **Introducción:** señalar en qué consiste el trabajo completo, su objetivo, antecedentes, estado actual del problema e hipótesis del estudio.

b. **Metodología:** describir en forma precisa el procedimiento realizado para comprobar la hipótesis y los recursos empleados en ello.

c. **Resultados:** expresar el producto del trabajo con claridad; se pueden presentar también datos de medición o cuantificación.

d. **Discusión:** interpretar los resultados de acuerdo con estudios similares, enunciar ventajas del estudio, sus aportaciones, evitando adjetivos que elogien los resultados.

e. **Conclusiones:** precisar qué resultados se obtuvieron y si permitieron verificar la hipótesis, plantear perspectivas del estudio, la aplicación de los resultados.

f. **Referencias bibliográficas:** enlistar en orden alfabético las principales fuentes bibliográficas consultadas y citadas, siguiendo las normas de la APA. Cuando sea aplicable, debe incluir el DOI (*Digital Object Identifier*).

### Artículos de Divulgación

Corresponde a artículos de temas relevantes de ciencia, tecnología, entre otros, que van dirigidos al público profesional y académico, por lo que deben ser escritos en lenguaje claro y accesible. La presentación del contenido dependerá de la naturaleza del tema, sin embargo, se recomienda la estructura general del artículo de investigación.

En general, las normas de redacción, presentación de tablas y gráficos, uso de citas de cualquier tipo, señalamientos de autores, referencias bibliográficas y electrónicas y otros aspectos editoriales deben ajustarse a las Normas de la “*American Psychological Association*” (APA). Como orientación para los autores en la presentación de las referencias bibliográficas, a continuación, se presentan los casos más usados:

#### Libro:

Gutiérrez, H. (2005). *Calidad Total y Productividad*. México: McGraw-Hill.

#### Revista (Publicaciones periódicas):

Guerra, V. y Arends, P. de (2008). Medición de la Imagen Institucional de un Postgrado Universitario. *Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias*, 1(1), 10-20. Recuperado de: <http://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/Inge-Industrial/>

### Instrucciones de Envío

Para enviar un artículo es necesario que el documento cumpla estrictamente con los lineamientos de formato y de contenido anteriormente especificados. **No se aceptarán trabajos que no cumplan con las normas establecidas en este documento.** Deben enviarse tres (3) ejemplares del trabajo a la siguiente dirección: Comité Editorial de la Revista “*Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias*”, Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Avenida Universidad, Naguanagua, Estado Carabobo, Venezuela; Código Postal 2005. Teléfono: (58)-424-4194096

De los tres (3) ejemplares, dos (2) deben venir sin identificación para ser asignados al Comité de Arbitraje de la Revista. El trabajo debe enviarse grabado en un (1) CD. También, se aceptarán trabajos a través de la siguiente dirección electrónica: [revistaiaynt@gmail.com](mailto:revistaiaynt@gmail.com), con copia a [revistaiaynt@uc.edu.ve](mailto:revistaiaynt@uc.edu.ve).

### Sistema de arbitraje

Todos los trabajos a publicarse se someterán a un proceso de evaluación anónima (revisión ciega) por parte de especialistas (revisión por pares), donde participan evaluadores externos. Antes de enviar el trabajo (sin identificación) al Comité Científico para el proceso de arbitraje, el Comité Editorial revisa el cumplimiento de los requisitos de forma y el ajuste a los objetivos de la Revista, por lo que podrá realizar correcciones gramaticales y modificaciones literarias, que no alteren el sentido sin consultar con el autor.

De acuerdo con el formato establecido, el Comité Científico podrá dictaminar si el trabajo es: Publicado sin correcciones, Publicado después de correcciones, Publicado después de corregir extensivamente y No publicar. Una vez realizado el arbitraje por parte del Comité Científico, el Comité Editorial recopila los resultados y los envía a los autores. Cualquier controversia en el dictamen será resuelta por el Comité Editorial.

### Generalidades

Los contenidos de los trabajos que aparecen en la Revista “*Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*” son de la entera responsabilidad de sus autores. De ser aceptado el trabajo, el autor principal recibirá tres (03) y los co-autores dos (02) ejemplares del número de la Revista en la cual haya sido publicado su trabajo; o, la versión digital vía correo electrónico.

Los artículos publicados en la Revista “*Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias*” son de su propiedad, por lo que se reserva los derechos de distribución de los contenidos. Podrán ser reproducidos con autorización escrita del Editor.

La Revista “*Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias*” es de distribución gratuita. Para su canje contactar al Comité Editorial [revistaiaynt@gmail.com](mailto:revistaiaynt@gmail.com), <[revistaiaynt@uc.edu.ve](mailto:revistaiaynt@uc.edu.ve)>.

Comité Editorial  
Diciembre, 2018