

Editorial

Artículos de investigación

- Metodología para selección de portafolios de inversión a través del análisis de clúster y programación lineal entera binaria** 7-26
Methodology for selecting investment portfolio through cluster analysis and entire binary linear programming
Argenis López Ollarbez, Ezequiel Gómez Abreu
- Melhorias em processos do serviço hospitalar veterinário a partir dos princípios lean: estudo de caso em uma Instituição Federal de Ensino Superior** 27-50
Improvements in veterinary hospital service processes from Lean principles: case study in a Federal Institution of Higher Education
Aline Rodrigues Santos, Maria Auxiliadora Camarozzo Tinoco
- Rediseño de una planta manufacturera a través de layout orientado al proceso** 51-68
Redesign of a manufacturing plant through process-oriented layout
Adriana Janneth Díaz Vargas
- Indicadores de calidad de servicio para la explotación de vías desde la percepción de usuarios (Autopista Regional del Centro, Carabobo, Venezuela)** 69-84
Quality of service indicators for road exploitation from user perception (Autopista Regional del Centro, Carabobo, Venezuela)
Isandra Villegas Julien, Bettys Farias
- Incremento de la producción en una empresa que manufactura con herramientas Lean Manufacturing** 85-104
Increase in production in a company that manufactures with Lean Manufacturing tools
José Varela Loyola, José Mendez Mendoza, Jacobo Tolamatl Michcol
- Artículos de divulgación**
- Sostenibilidad en proyectos del sector construcción de las PyMEs: una revisión de literatura** 107-124
Sustainability in projects in the construction sector of SMEs: a literature review
Sergio Alejandro Sandoval López, Abraham Jesús González
- Development of family businesses and their incidence in economic profitability** 125-138
Desarrollo de empresas familiares y su incidencia en la rentabilidad económica
Irlanda Maridueña Macancela, Erika Romero Cárdenas, Miguel Astudillo Quiñonez, Mayra D'Armas Regnault
- Normas para Publicación** 139-140

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 Austral de Chile, Chile
- 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 Estatal 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
- Javier E. Martínez Guirao. Universidad de Murcia, España
- Marisela Giraldo. Universidad Técnica del Norte, Ecuador
- Francisco Figueredo. Universidad del Carabobo, Venezuela
- Henry Hernández Vega. Universidad de Costa Rica, Costa Rica
- Luis Troccoli. Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador
- Alex Mauricio Ovalle Castiblanco. Universidad Autónoma de Manizales, 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
- Silvia Sira. Universidad de Carabobo, Venezuela
- Enrique Flores. Universidad del Carabobo, Venezuela
- Álvaro González-Angeles. Universidad Autónoma de Baja California, México
- João Helvio Righi de Oliveira. Universidad Federal de Santa María, Brasil
- Eduin Contreras. Universidad de Boyacá, Colombia
- Dunia Duque. Universidad Austral de Chile, Chile
- Jonatas Ost Scherer. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Ingeniería Industrial	
Actualidad y Nuevas Tendencias	
ISSN: 1856-8327 e-ISSN: 2610-7813	
Editorial	
Artículos de investigación	
- Metodología para selección de portafolios de inversión a través del análisis de clúster y programación lineal entera binaria <i>Methodology for selecting investment portfolios through cluster analysis and entire binary linear programming</i> Argenis López Ollarbez, Ezequiel Gómez Abreu	7-20
- Melhorias em processos de serviço hospitalar veterinário a partir dos princípios lean: estudo de caso em uma Instituição Federal de Ensino Superior <i>Improvements in veterinary hospital service processes from Lean principles: case study in a Federal Institution of Higher Education</i> Aline Rodrigues Santos, Maria Auxiliadora Cansarozzo Tinoco	27-50
- Rediseño de una planta manufacturera a través de layout orientado al proceso <i>Redesign of a manufacturing plant through process-oriented layout</i> Alicia Jarambi Diaz Vargas	51-60
- Indicadores de calidad de servicio para la explotación de vías desde la percepción de usuarios (Autopista Regional del Centro, Carabobo, Venezuela) <i>Quality of service indicators for road exploitation from user perception (Autopista Regional del Centro, Carabobo, Venezuela)</i> Isandra Villegas Julieri, Bettrys Farias	60-64
- Incremento de la producción en una empresa que manufactura con herramientas Lean Manufacturing <i>Incremento de la producción en una empresa que manufactura con herramientas Lean Manufacturing</i> José Varela Loyola, José Mendez Mendoza, Jacobo Tolman Michel	85-100
Artículos de divulgación	
- Sostenibilidad en proyectos del sector construcción de las PyMEs: una revisión de literatura <i>Sustainability in projects in the construction sector of SMEs: a literature review</i> Sergio Alejandro Sandoval López, Abraham Jesús González	107-124
- Development of family businesses and their incidence in economic profitability <i>Desarrollo de empresas familiares y su incidencia en la rentabilidad económica</i> Irianda Mariátegui Macaroda, Erika Romero Cardeñas, Miguel Astudillo Quiñonez, Mayra D'Armas Regnault	125-138
Normas para Publicación	
139-140	

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

JESSY DIVO DE ROMERO

Rectora

JOSÉ ÁNGEL FERREIRA

Vicerrector Administrativo

ULISES ROJAS

Vicerrector Académico

PABLO AURE

Secretario

Manuel Jiménez
Decano - Facultad de
Ingeniería

Ángel Almarza
Director de
Investigación

Carmen Guedez
Directora - Escuela de
Ingeniería 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, 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 14, Vol. VII, N° 26, JUNIO 2021

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

Editorial	
Artículos de investigación	
- Metodología para selección de portafolios de inversión a través del análisis de clúster y programación lineal entera binaria	7-26
<i>Methodology for selecting investment portfolio through cluster analysis and entire binary linear programming</i>	
Argenis López Ollarbez, Ezequiel Gómez Abreu	
- Melhorias em processos do serviço hospitalar veterinário a partir dos princípios lean: estudo de caso em uma Instituição Federal de Ensino Superior	27-50
<i>Improvements in veterinary hospital service processes from Lean principles: case study in a Federal Institution of Higher Education</i>	
Aline Rodrigues Santos, Maria Auxiliadora Cannarozzo Tinoco	
- Rediseño de una planta manufacturera a través de layout orientado al proceso	51-68
<i>Redesign of a manufacturing plant through process-oriented layout</i>	
Adriana Janneth Díaz Vargas	
- Indicadores de calidad de servicio para la explotación de vías desde la percepción de usuarios (Autopista Regional del Centro, Carabobo, Venezuela)	69-84
<i>Quality of service indicators for road exploitation from user perception (Autopista Regional del Centro, Carabobo, Venezuela)</i>	
Isandra Villegas Julien, Bettys Farias	
-Incremento de la producción en una empresa que manufactura con herramientas Lean Manufacturing	85-104
<i>Increase in production in a company that manufactures with Lean Manufacturing tools</i>	
José Varela Loyola, José Mendez Mendoza, Jacobo Tolamatl Michcol	
Artículos de divulgación	
- Sostenibilidad en proyectos del sector construcción de las PyMEs: una revisión de literatura	117-124
<i>Sustainability in projects in the construction sector of SMEs: a literature review</i>	
Sergio Alejandro Sandoval López, Abraham Jesús González	
- Development of family businesses and their incidence in economic profitability	125-138
<i>Desarrollo de empresas familiares y su incidencia en la rentabilidad económica</i>	
Irlanda Maridueña Macancela, Erika Romero Cárdenas, Miguel Astudillo Quiñonez, Mayra D'Armas Regnault	
Normas para Publicación	139-140

EDITORIAL

EDITORIAL

Los nuevos retos de la ingeniería industrial: *sostenibilidad y digitalización*

La ingeniería industrial, como una de las ramas más versátiles de la ingeniería, está llamada a responder a las oportunidades que se están presentando producto de un entorno multifactorial, que como tal, no puede ser abordado con una sola estrategia. A la crisis de la pandemia, deben sumarse otros factores preexistentes como el calentamiento global, la era digital, la desigualdad en la distribución de los recursos, entre otros; sin embargo, estos nuevos retos de la ingeniería industrial pueden englobarse en dos líneas de acción: la sostenibilidad y la digitalización.

Como lo plantea De Las Casas (2021), refiriéndose a las empresas constructoras españolas pero que podría generalizarse a los demás sectores, *“Hoy, las compañías se encuentran ante una oportunidad para situarse a la vanguardia... Para lograrlo, deben liderar los procesos de digitalización de las infraestructuras, de modo que estas sean más flexibles e inteligentes, así como acelerar un nuevo modelo de ingeniería, que ponga el foco en la sostenibilidad y la maximización de los recursos* (<https://www.expansion.com/economia/2021/01/10/5ffb843be5fdeaab7a8b4669.html>).

Esa flexibilidad e inteligencia empresarial aspirada como nuevo modelo de ingeniería, y cuyo estandarte podrían ser los 17 Objetivos para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>), se evidencia en los proyectos de ingeniería industrial que se vienen abordando desde los diferentes centros de enseñanza y de investigación, y que tienen su mayor impacto en el hacer profesional de cada ingeniero industrial. Así, en este Número 26 de Nuestra *“Revista Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias”*, se presenta una metodología para selección de portafolios de inversión a través técnicas como el análisis de clúster y la programación lineal entera binaria, las mejoras en los procesos de atención hospitalaria veterinaria a partir de principios *Lean*, el rediseño de una planta manufacturera a través de layout orientado al proceso, el diseño de indicadores de calidad de servicio para la explotación

de vías desde la percepción de usuarios, y el incremento de la producción en una empresa que manufactura con herramientas *Lean Manufacturing*.

En este número, como de costumbre, se presentan casos de Revisión Sistemática de Literatura, con abordajes de la sostenibilidad en proyectos del sector construcción de las PyMEs, y el desarrollo de empresas familiares y su incidencia en la rentabilidad económica.

Una buena noticia, “La crisis del coronavirus, la era digital y la aceleración de los avances tecnológicos convierten a los ingenieros industriales en los más demandados en todo el mundo” (<https://ingenierosindustriales.es/los-ingenieros-industriales-los-profesionales-mas-demandados-y-cotizados/>).

Gracias a los investigadores que hicieron posible este número, gracias a los evaluadores, por formar parte de este producto. Y gracias de antemano, a todos los colaboradores que van a seguir poniendo su grano de arena para que esta tribuna de divulgación siga activa.

Por el Comité Editorial

Dr. Agustín Mejías Acosta

Junio, 2021



Signatory of
DORA

Artículos de Investigación

Artículos de Investigación

Metodología para selección de portafolios de inversión a través del análisis de clúster y programación lineal entera binaria

Methodology for selecting investment portfolio through cluster analysis and entire binary linear programming

Argenis López Ollarbez, Ezequiel Gómez Abreu

Palabras clave: portafolio de proyectos, indicadores de atractividad, multifactores ponderados, análisis de clúster, programación lineal entera binaria

Key words: project Portfolio, attractiveness Indicators, weighted metrics, cluster analysis, binary integer line programming

RESUMEN

El proceso racional de toma de decisiones, utiliza modelos y reglas matemáticas que permiten un proceso sistemático y ordenado. En este artículo se propone el uso del análisis de clúster y la programación lineal entera binaria (PLEB) como herramientas a considerar en el proceso de toma de decisiones para seleccionar proyectos de inversión. Se evaluaron doce proyectos de una empresa del sector alimento en Valencia Venezuela, formándose dos conglomerados con características diferenciadoras. El procedimiento metodológico inició con el levantamiento de indicadores de atractividad, para valorar las iniciativas de inversión para clasificarlas mediante el análisis de clúster. Sobre el agrupamiento resultante se formuló un problema de PLEB, con el objetivo de asignar los recursos financieros a cada proyecto, maximizando el valor presente neto (VPN), sujeto a restricciones de carácter estratégico y de diversificación. La metodología propuesta es de valor y utilidad para apoyar el proceso de toma de decisiones, orientando a impulsar aquellos proyectos prioritarios para el crecimiento de la empresa.

ABSTRACT

The rational decision-making process uses models and mathematical rules that allow a systematic and orderly process. This article proposes the use of cluster analysis and binary integer linear programming (PLEB) as tools to consider in the decision-making process to select investment projects. Twelve projects of a company in the food sector in Valencia Venezuela were evaluated, forming two conglomerates with differentiating characteristics. The methodological procedure began with the survey of attractiveness indicators to assess investment initiatives to classify them through cluster analysis. A PLEB problem was formulated on the resulting grouping, with the objective of assigning financial resources to each project, maximizing the net present value (NPV), subject to strategic and diversification restrictions. The proposed methodology is valuable and useful to support the decision-making process, guiding the promotion of those priority projects for the growth of the company.

INTRODUCCIÓN

El proceso racional de toma de decisiones, utiliza modelos y reglas matemáticas que permiten un proceso sistemático y ordenado. La idea de utilizar modelos como apoyo al proceso de toma de decisiones no es nueva (Rugsdale, 2010). El uso de mapas, diagramas de flujo, gráficas y ecuaciones básicas para apoyar este proceso no es raro, aunque su uso se ha hecho mucho más atractivo gracias a la accesibilidad de mayor poder de cómputo. Desde esta perspectiva, se manifiesta especialmente útil mencionar que ciertamente las matemáticas dentro de sus bondades permiten reproducir, o si se quiere modelar, realidades y sus fenómenos, realizando abstracciones y representaciones del entorno; quedando claro que su alcance estará limitado a estudiar rigurosamente variables tangibles, en el sentido estricto de su medición.

Por otro lado, es posible afirmar que, una gestión de portafolio de proyectos es eficaz si contempla la habilidad de hacer elecciones estratégicas, es decir, establecer criterios de selección de proyecto (Cooper, et al., 1999) que apoyen la toma de decisiones en relación a conocer en qué proyectos invertir. En todo caso, cuando se habla de proyectos y planificación estratégica, se asevera que los proyectos incluidos en programas o portafolios constituyen un medio para alcanzar las metas y los objetivos de la organización en el marco de un plan estratégico. De esta manera, el plan estratégico de una organización se convierte en el principal

factor que guía las inversiones en los proyectos (PMI, 2013).

Son diversos los métodos utilizados para mejorar la selección del portafolio de proyectos y todos apuntan a garantizar una gestión optimizada de selección, asumiendo que esta es una tarea crítica para las organizaciones en diferentes sectores industriales y empresariales (Sainz et al, 2021).

En análisis de clúster, es una de las técnicas multivariante, usada cuando se desea realizar alguna clasificación, de hecho, clasificar los elementos de un conjunto finito consiste en realizar una partición del conjunto en subconjuntos homogéneos, siguiendo un determinado criterio de tipificación. Cada elemento pertenece a un único subconjunto (Cuadras, 2007). En lo referido a proyectos de inversión el análisis de clúster, trata de agrupar los proyectos candidatos a partir de una serie de atributos independientes, de forma que, los grupos o conglomerados sean lo más homogéneos posibles en función de lo similar o distinto que sean los proyectos entre sí. Esta búsqueda de similitud para el caso de la selección de grupos de proyectos generalmente se centra en la búsqueda de aquel grupo de proyectos que mantenga una posición estratégica en la empresa (Mathieu y Gibson, 1993).

Por lo tanto, una herramienta que permita la clasificación de proyectos de inversión que constituirán el portafolio, sin duda alguna, es para la industria una herramienta fundamental que sirve de

apalancamiento para la toma de decisiones en relación a la selección de proyectos a ejecutar, teniendo como fin último un portafolio de proyectos correctamente balanceado que apoye el cumplimiento de la estrategia de negocio.

Al tener clasificados los proyectos de acuerdo a sus características, el ente decisor obtiene una visión más amplia del abanico de oportunidades de inversión, que fundamentará el crecimiento de la empresa. Es claro que el empleo de una técnica multivariante como apoyo para la toma de decisiones permitirá establecer comparaciones de atractividad entre proyectos, sin embargo, no será la herramienta excluyente para decidir si estos se ejecutan o no, por lo general, esta técnica se fusiona con otras, tales como, métodos económicos, programación matemática, entre otros, con el fin de establecer finalmente el portafolio de inversión a ejecutar.

Al respecto, la programación lineal (PL), es una herramienta matemática de optimización, que maximiza o minimiza una función objetivo, sujeta a una serie de restricciones impuestas por la naturaleza del problema que se esté resolviendo (Ruz, 2017). En el contexto de proyectos, la programación lineal es una alternativa que permite identificar los proyectos que deben componer el portafolio de proyectos, de manera que se maximicen los beneficios para el inversionista, cuya cuantificación del beneficio puede obtenerse a través de la prueba de bondad financiera (VPN), que tiene en cuenta el dinero en el tiempo y

toma como referencia los flujos de caja de los proyectos (Blanco et al, 2017). En consecuencia, es posible conjugar la PL con el análisis de clúster, para constituir modelos de toma de decisiones. En muchos problemas de PL sólo tienen sentido aquellas soluciones de la región factible en la que toda o algunas de las variables de decisión toman valores enteros. Este tipo de problema se denomina en general programación lineal entera binaria (PLEB), cuando las variables enteras están restringidas a los dos valores (0-1).

Problema de Estudio

La diferencia entre una buena y mala decisión puede ser la diferencia entre el éxito y el fracaso, de allí lo importante de tener a la mano, herramientas de peso, capaces de proveer un análisis que sustente ampliamente la decisión a tomar, en cuanto a la elección de alternativas de proyectos de inversión. El reto es el desarrollo de una herramienta que permita seleccionar un conglomerado de proyectos de un conjunto de alternativas.

Se plantea entonces el deseo de responder al problema presente en la empresa al momento de la selección de proyectos de inversión; que consiste en cómo invertir y gestionar los recursos escasos entre una serie de proyectos candidatos. Por tanto, se pretende estudiar un problema de decisión crucial, que debe ser abordado por la empresa en diferentes momentos de su vida para garantizar su eficiencia y, posiblemente, su supervivencia.

En consecuencia, se sugiere la implementación del análisis de clúster,

como técnica que contemple sólo los proyectos más apegados a la estrategia de negocio, por ello es necesario contar con valores de denominación de cada uno de los proyectos en relación a los intereses de la empresa.

Una vez que se tiene tabulado los valores de denominación (indicadores de atraktividad) de cada uno de los proyectos, proporcionado por el ente decisor, se da lugar al análisis de clúster con la finalidad de clasificar los proyectos de acuerdo algún grado de similitud. El objetivo de este procedimiento es encontrar k conglomerados que minimicen la suma de las distancias euclidianas al cuadrado entre proyectos, es decir, verificar que los proyectos que conformen cada grupo, sean lo más similar posible y que además cada grupo sea diferente de otros (Figura 1). Para los cálculos requeridos, se utiliza IBM© SPSS© Statistics Versión 23.

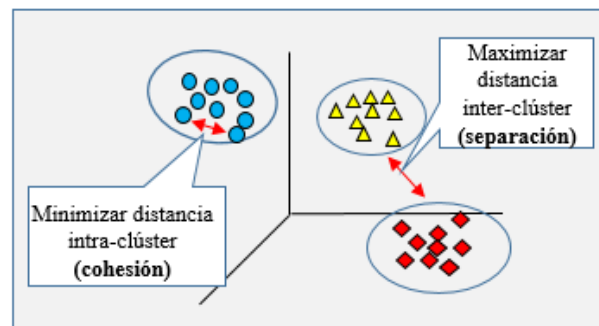


Figura 1. Visualización de grupos de clúster

Los análisis se realizan a través de la clasificación por clúster jerárquico; donde se generará un dendograma sobre los datos tabulados en relación a los indicadores de atraktividad, con la finalidad de estimar el valor de grupos k más adecuado para la clasificación, y luego se realiza una partición por clúster de k -media; donde se genera la tabla de pertenencia de conglomerados que identifica los proyectos para cada grupo.

METODOLOGÍA

Fase I. Identificación de las variables o criterios para la clasificación de proyectos

Es necesario que las organizaciones empresariales identifiquen cuáles son los criterios de atraktividad presente en la selección de proyectos, asumiendo que estos deben estar alineados con la visión, misión y sus objetivos estratégicos. El levantamiento de estos criterios puede ser a través de técnicas, tales como: multifactores ponderados, métodos comparativos, entre otros, y dependerá en gran medida de la naturaleza de la empresa, diversos autores aseveran que los mismos

son indispensables cuando se desea levantar indicadores para la medición de atraktividad de las iniciativas de inversión (Useche, 2016).

Fase II. Valorización de los proyectos de inversión en función de los criterios de atraktividad

Para llevar a cabo de manera exitosa la metodología propuesta para la selección de un portafolio de proyectos de inversión, es imprescindible que al menos haya dos o más proyectos (preferiblemente) a estudiar, de manera que se pueda dar inicio al proceso de competición entre los proyectos

alternativos, así como también, es indispensable que el recurso disponible, específicamente, el referido al capital asignado para la ejecución del portafolio no sea inferior al valor necesario para la puesta en marcha del proyecto de menor costo en el portafolio. Por otra parte, la metodología propuesta no pretende estudiar un proyecto de manera individual, este no calcula los indicadores de evaluación económicos, tales como: valor presente neto (VPN), tasa interna de retorno (TIR), método de período de recuperación o índice de rentabilidad de cada proyecto, así como tampoco, algún otro análisis de tipo técnico u operacional, es decir, cada proyecto deberá ser postulado con su análisis respectivo (económico, técnico, operacional, legal) y a partir de allí, se iniciará el proceso de competencia entre proyectos para la constitución del portafolio de proyectos de inversión más apegado a las necesidades de la empresa.

En todo caso, habiendo establecido los criterios de atractividad para la selección de proyectos es momento de presentar las iniciativas de inversión propuestas, con el fin de valorizar cada una de éstas, de manera que se inicie el análisis de clúster. Es posible identificar tres aspectos a considerar cuando se realiza el diseño del análisis de clúster: los datos, la medida de similitud y el método de clusterización (Santana, 1999). Las decisiones adoptadas en esta fase determinarán en gran medida las configuraciones resultantes.

A. *Datos*: incluye los individuos a agrupar; para el caso en estudio lo constituye el

número total de iniciativas de inversión, además de las variables, cuyo número no debe ser elevado para no perjudicar la interpretabilidad de los resultados y deben ser comparables entre sí, tanto en su lógica como en sus escalas; para el caso en estudio coinciden con los criterios de atractividad establecido.

B. *Medida de similitud*: existen diversos factores que permiten determinar la similitud entre proyectos, tales como, coeficientes de correlación, medidas de asociación y los coeficientes de similitud probabilística. En la presente investigación se propone utilizar medidas de distancia, en específico: distancia euclidiana.

C. *Método de clusterización*: al igual que la medida de similitud, existen diversos métodos para realizar el análisis de clúster. En la presente investigación se utilizará: análisis jerárquico aglomerativo (Método de Ward) y partición iterativa (*k*-media).

Fase III. Análisis jerárquico aglomerativo

El análisis jerárquico inicia con el cálculo de la matriz de distancia entre cada uno de los proyectos a evaluar, seguidamente se buscan los dos proyectos más cercanos, en términos de distancia, y se agrupan en un conglomerado. Este conglomerado resultante, es indivisible desde ese momento, es por ello que, a este tipo de análisis se le conoce como jerárquico; a partir de allí se van agrupando los proyectos en conglomerados cada vez más grandes y más heterogéneos, hasta llegar a un último conglomerado global en el que se agrupan todos los proyectos.

El Método de Ward, afirma que los conglomerados deben constituirse de tal manera que, al fundirse dos proyectos, la suma de las distancias al cuadrado de cada proyecto sea mínima con respecto al centroide del conglomerado al que pertenece; tal como se muestra en la ecuación (1), cantidad denominada suma de cuadrados de error (SCE) (Dutra et al, 2004).

$$SCE = \sum_{i=1}^{n_k} \sum_{j=1}^n (x_{ij}^k - m_j^k)^2 = \sum_{i=1}^{n_k} \sum_{j=1}^n (x_{ij}^k)^2 - n_k \sum_{j=1}^n (m_j^k)^2 \quad (1)$$

donde, x_{ij}^k es el valor de la j -ésima variable o criterio de atractividad sobre el i -ésimo proyecto del k -ésimo clúster, suponiendo que dicho clúster pose n_k proyectos, y finalmente m_j^k es el centroide del clúster k , con componentes m_j^k . El agrupamiento jerárquico, permite apreciar que proyectos o grupo de proyectos se han fusionado con otros y a que distancia entre sí se encontraban cuando se fusionaron, de modo que, se valora la heterogeneidad, y en consecuencia, se decide en cuál etapa la fusión de proyectos incrementa la heterogeneidad, todo esto con la finalidad de determinar un posible número k de conglomerado más adecuado para la clasificación de proyectos, siendo este el insumo para el análisis por partición iterativa k -media.

Fase IV. Análisis de clúster k -media

El agrupamiento de tipo k -media fundamenta su análisis en la distancia existente entre proyectos, el procedimiento inicia calculando la matriz de proximidad

entre proyectos, a partir de la tabla 2, seguidamente se indica el número de k conglomerados que se desea obtener; para fines de esta investigación este se estima a través el análisis jerárquico, con ello se determina en la matriz de proximidad los k proyectos más distantes entre sí, con la finalidad de fijar los primeros centroides, desde donde se iniciará un proceso iterativo para la reagrupación de proyectos, es decir, se asignarán los proyectos más cercanos a tales centroides, luego iterativamente se irán actualizando los centroides en función de la asignación de proyectos a los conglomerados, hasta que los centroides dejen de cambiar; definiendo centroide como el centro geométrico del conglomerado: media aritmética.

La afirmación anterior, señala que lectura de los datos es de forma secuencial, es decir, se asignan los proyectos a los centroides más próximos y a su vez se va actualizando el valor de los centroides a medida que se van incorporando nuevos proyectos a cada conglomerado y una vez que los proyectos han sido asignados a cada uno de los k conglomerados, se inicia un proceso iterativo para calcular los centroides finales de los k conglomerados.

Fase V. Formulación del problema de PLEB

Como complemento, y para finalizar la metodología propuesta se formula una función objetivo que maximiza la valorización de la empresa, tomado en cuenta el VPN, sujeta a restricciones de recurso financiero, de diversificación del

portafolio y de efectividad de los criterios de atractividad.

En este orden de idea, se trabaja la siguiente premisa; la empresa caso de estudio está considerando i ($i=1, \dots, n$) proyectos para revalorizar sus procesos y operaciones, siendo S_i el valor presente neto (VPN) para el proyecto i , sujeto al desembolso de capital C_{it} para el proyecto i en el tiempo t ($t=1, \dots, 3$), cuyo fondos disponibles para la ejecución de los mismos en el tiempo t está definido como F_t . Además, se quiere que el portafolio sea al menos un tercio del total de proyectos obtenidos en el proceso de clasificación, y que a su vez estos representen al menos la media en efectividad respecto a los criterios de atractividad.

Función objetivo

$$\text{Max}(Z) = \sum_i^n S_i \cdot X_i \quad (2)$$

Variable de decisión

$$x_i = \begin{cases} 1, & \text{si el proyecto } i \text{ se realiza} \\ 0, & \text{caso contrario} \end{cases} \quad (3)$$

RESULTADOS

En el cuadro 1, se exponen ciertos discernimientos, cuyas dimensiones, sustentan los criterios de atractividad establecidos para esta investigación (Pérez, 2012):

A. Estratégico: evalúa en qué medida cada uno de los proyectos que compiten, por la asignación de recursos, se apega a la estrategia de la organización. Aquí se

Restricción para asignación de recurso financiero

$$\sum_{i=1}^n x_{it} \cdot C_{it} \leq F_t \quad t = 1,2,3 \quad (4)$$

Restricción para criterios de atractividad

Se conoce que cada proyecto i tiene una valorización; estratégica σ_i , económica β_i , diferenciadora δ_i , de igual forma, cada proyecto i tiene un valor de esfuerzo de implementación φ_i y se espera que estos aporten una eficiencia mayor a Q . El valor de la cota Q viene dado por la suma de la media de los indicadores; estratégico, económico y diferenciador, en el conglomerado de pertenencia seleccionado menos la media del esfuerzo de implementación. Además, se debe garantizar que al menos se incluya un tercio de proyectos productos del conglomerado obtenido a través del clúster k -media.

$$\sum_{i=1}^n x_i (\sigma_i + \beta_i + \delta_i - \varphi_i) \geq \frac{n}{3} Q \quad (5)$$

consideran aspectos relevantes tales como, el valor en que el proyecto es consistente con la misión, visión, objetivos y valores de la organización.

B. Económico: se refiere a la solvencia de la empresa y que tanto compromete los recursos finitos de la misma, permitiendo que la empresa se revalorice en términos financieros. Mide el beneficio económico para la organización.

C. *Diferenciación*: mide el nivel de innovación, evalúa el compromiso en el área de investigación y desarrollo que la empresa tiene en el ámbito en la que ésta se desenvuelve; nuevos productos, calidad, eficiencia operacional, etc.

D. *Esfuerzo*: está referido al nivel de factibilidad que tienen cada uno de los proyectos a implementarse, en términos: operacional, técnico y legal.

Cuadro 1. *Criterios de selección de proyectos para la gestión de portafolio*

Dimensiones	Huang et al. (2008)	Mohanty et al. (2005)	Bitman y Sharif (2008)	Coldrick et al. (2005)
Alineación estratégica y capacidades	Capacidad de ejecución	Atributos del proyecto, interés organizacional, categoría del proyecto sensatez, atraktividad, competitividad	Sensatez, atraktividad, competitividad	Filtros técnicos, estratégicos y corporativos
Atributos del proyecto	Riesgos del proyecto, mérito científico y tecnológico	Atributos del proyecto, riesgos	Grado de innovación	Filtros técnicos y de implementación
Impactos del proyecto	Beneficios del proyecto	Mercado potencial, aspectos ambientales	Aspectos de responsabilidad y competitividad	Filtros financieros, y de mercado

En este orden de ideas, el diseño de los multifactores a ponderar se sustentaron en cada uno de los criterios de atraktividad identificados, y sobre ellos el panel decisor, experto en el área de gestión de proyectos de inversión, pudo evaluar cada una de las iniciativas de inversión. Los pesos ponderados para la valorización fueron discutidos por el equipo de trabajo y van del 1 al 100%. El valor numérico de cada factor va de 1 al 5, en la escala de Likert (Beltrán, 2005), de acuerdo con la significancia del proyecto en relación al factor referido.

Los multifactores, dan razón a indicadores de medición que no son más que datos o conjunto de datos de origen cuantitativo o cualitativo, que ayudan a medir objetivamente cada criterio de atraktividad de un proyecto, respecto a metas y objetivos previstos e influencias esperadas (Cárdenas, 2013).

En las tablas 1 (a, b, c y d) se muestra una lista de control, donde se visualiza un conjunto de factores, que dan lugar al análisis de inversión y que describen los criterios de atraktividad considerados; adaptados de Cárdenas (2013).

Tabla 1a. *Indicador de atraktividad: alineación estratégica*

ALINEACIÓN ESTRATÉGICA				
	Factor de Medición	Peso	Valor	Peso x Valor
1.	Valor en que la misión y visión de la empresa es reflejada por el proyecto	30%		
2.	Valor en que el proyecto sustente la fortaleza de la empresa	20%		
3.	Valor competitivo que el proyecto le da a la empresa	15%		
4.	Valor en que el proyecto aporta al crecimiento de la empresa	15%		
5.	Valor en que el proyecto apalanca otros proyectos ya en marcha	10%		
6.	Valor en que el proyecto prescribe su carácter multidisciplinario	10%		
Índice de atraktividad: Alineación estratégica		100%		

Tabla 1b. *Indicador de atraktividad: impacto económico*

IMPACTO ECONÓMICO				
	Factor de Medición	Peso	Valor	Peso x Valor
1.	Valor en que el proyecto conlleva a una reducción de costos significativo para la empresa	20%		
2.	Valor en que el proyecto genera beneficios económicos para la empresa	15%		
3.	Valor del VPN que el proyecto representa para la empresa	15%		
4.	Valor en que el proyecto es capaz de recuperar la inversión en el tiempo	15%		
5.	Valor en que el proyecto dado su tamaño, aporta a la capacidad de solvencia de la empresa	15%		
6.	Valor en que el proyecto aprovechas las oportunidades del mercado	10%		
7.	Valor en que el proyecto contribuye al crecimiento económico del país	10%		
Índice de atraktividad: Económico		100%		

Tabla 1c. *Indicador de atraktividad: diferenciación*

DIFERENCIACIÓN				
	Factor de Medición	Peso	Valor	Peso x Valor
1.	Valor en que el proyecto fomenta la estandarización tecnológica	20%		
2.	Valor en que el proyecto mejora la posición tecnológica y competitiva de la empresa	20%		
3.	Valor en que el proyecto promueve el desarrollo e innovación de los productos de la empresa	20%		
4.	Valor en el que proyecto potencia la eficiencia de los procesos existentes	20%		
5.	Valor en que el proyecto contribuye a controlar los aspectos ambientales significativos de la empresa.	10%		
6.	Valor en que el proyecto considera el desarrollo social de las comunidades adyacentes	10%		
Índice de atraktividad: Diferenciación		100%		

Tabla 1d. *Indicador de atractividad: esfuerzo*

ESFUERZO			
Capacidad Operacional		Peso Dimensional 40%	
Factor de Medición		Peso	Valor Total
1.	Valor en que el proyecto induce a cambios en los procesos llevados en la empresa	25%	
2.	Valor en que el proyecto requiere de capacitación y/o nuevas habilidades por el personal	25%	
3.	Valor en que el proyecto requiere otras inversiones predecesoras para ejecutarse	20%	
4.	Valor en que el proyecto afecta la continuidad operativa de la empresa durante su ejecución	15%	
5.	Valor en que el proyecto afecta las condiciones de seguridad del personal	15%	
Subtotal		100%	
Subíndice de atractividad: Operacional		Subtotal x Peso Dimensional	
Capacidad Técnica		Peso Dimensional 40%	
Factor de Medición		Peso	Valor Total
1.	Valor en que el proyecto requiere de madurez en la tecnología para su éxito	25%	
2.	Valor en que el tiempo de ejecución del proyecto afecta el horizonte de planeación estratégica	25%	
3.	Valor en que el proyecto demanda el desarrollo de nuevo proveedores	20%	
4.	Valor en que el proyecto demanda el desarrollo de nuevas unidades funcionales	15%	
5.	Valor en que el proyecto requiere mayor seguimiento estratégico	15%	
Subtotal		100%	
Subíndice de atractividad: Técnica		Subtotal x Peso Dimensional	
Capacidad Legal		Peso Dimensional 20%	
Factor de Medición		Peso	Valor Total
1.	Valor en que el proyecto incumple con los requerimientos legales aplicables a la empresa	40%	
2.	Valor en que el proyecto requiere que la empresa asuma nuevos compromisos legales	40%	
3.	Valor en que el proyecto conduce a cambios en leyes y/o reglamentos internos	20%	
Subtotal		100%	
Subíndice de atractividad: Legal		Subtotal x Peso Dimensional	
Índice de atractividad: Esfuerzo		Σ Subtotal x Peso Dimensional	

En la tabla 2, se muestra la valorización de doce iniciativas de inversión (2018-2019) de una empresa de alimentos, en la ciudad de Valencia Venezuela; cuya valoración fue realizada por el Equipo de Planificación y Ejecución de Proyecto de dicha empresa, en ella se muestra el valor obtenido por cada proyecto en función del criterio de atractividad.

Tabla 2. *Indicador de atractividad por proyectos*

Proyecto	Estratégico	Económico	Esfuerzo	Diferenciación
Proyecto1	2,90	3,15	1,62	3,00
Proyecto2	3,80	3,80	1,80	3,50
Proyecto3	4,00	3,70	1,50	4,00
Proyecto4	2,00	2,55	2,68	2,20
Proyecto5	4,10	3,10	3,22	4,20
Proyecto6	2,30	4,10	1,00	3,50
Proyecto7	3,95	4,05	1,80	1,90
Proyecto8	3,55	3,30	1,96	4,00
Proyecto9	3,10	2,10	2,58	3,20
Proyecto10	2,80	3,10	1,96	2,50
Proyecto11	3,50	3,30	1,88	2,40
Proyecto12	3,55	4,00	2,02	2,90

La Figura 2, muestra un dendograma; que es un gráfico que representa los conglomerados mediante trazos horizontales y las etapas de la fusión mediante trazos verticales. La separación entre las etapas de la fusión es proporcional a la distancia a la que se están fusionando los proyectos en esa etapa (en una escala estandarizada de 25 puntos en SPSS©), el dendograma es un gráfico de gran utilidad para evaluar la homogeneidad de los conglomerados y

facilita enormemente la decisión sobre el número óptimo de conglomerados.

Las fusiones que se producen cerca del origen de la escala (izquierda) en el dendograma indican que el conglomerado formado es bastante homogéneo, por el contrario, las fusiones que producen en la zona final de la escala (derecha) indican que el conglomerado formado es bastante heterogéneo.

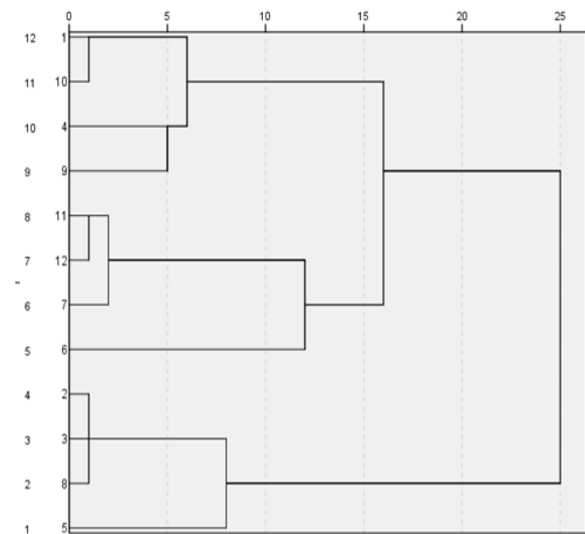


Figura 2. Dendograma, usando enlace de Ward. Combinación de clúster de distancia re-escalada

De ahí que, se pueden observar líneas verticales unidas al origen con líneas horizontales que permiten clasificar 3 conglomerados, estas fusiones ocurren a una distancia entre 0 y 15 de acuerdo las distancia re-escalada a las que se encuentran los clústeres, siendo la distancia mayor 19,358 de acuerdo con el histograma de conglomerado; ver tabla 3, correspondiente al valor 25 en la re-escala; que es la distancia en la que se da lugar a la última fusión en la etapa 11.

Tabla 3. *Historial de conglomeración*

Etapa	Clúster combinado		Coeficientes
	Clúster 1	Clúster 2	
1	1	10	0,189
2	2	3	0,384
3	2	8	0,706
4	11	12	1,088
5	7	11	1,705
6	4	9	2,916
7	1	4	4,354
8	2	5	6,331
9	6	7	9,322
10	1	6	13,268
11	1	2	19,368

El proyecto 1 y el proyecto 10 son los primeros en fusionarse (etapa 1), la distancia a la que se encuentra ambos proyectos viene dada por un coeficiente de 0,189 y a partir de ese momento constituyen el conglomerado 1 (fusión proyecto 1- proyecto 10) y son indivisibles en las etapas posteriores.

De acuerdo con la matriz de proximidad, tabla 4, se constata que los proyectos más

distantes entre sí son el proyecto 4 y proyecto 3 con una distancia de 3,155. Seguidamente el proyecto 6 y el proyecto 5 con una distancia de 3,108 y por último el proyecto 4 y el proyecto 5 con una distancia de 3,001. De ahí que, se eligen los centroides iniciales como muestra la tabla 5, valores corresponde a cada uno de los centroides por variable o criterio de atractividad. A partir de ellos se iniciará el proceso iterativo para reasignar los proyectos en función a la proximidad de estos con respecto a los centroides iniciales, tras la reasignación, se actualiza el valor del centroide. La tabla 6, resume el historial de iteraciones con indicación del desplazamiento experimentado por cada centroide en cada iteración. Puede observarse que conforme avanzan las iteraciones, el desplazamiento de los centroides se va haciendo más y más pequeño, hasta llegar a la tercera iteración, en la que ya no existe desplazamiento alguno.

Tabla 4. *Matriz de proximidad: Distancia Euclidiana*

Proyecto	Distancia Euclidiana											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0,00	1,23	1,59	1,71	2,33	1,38	1,78	1,25	1,45	0,61	0,90	1,15
2	1,23	0,00	0,62	2,70	1,76	1,73	1,63	0,77	2,02	1,59	1,25	0,71
3	1,59	0,62	0,00	3,16	1,84	1,88	2,15	0,76	2,28	2,06	1,76	1,33
4	1,71	2,70	3,16	0,00	3,00	2,65	2,63	2,59	1,56	1,25	1,87	2,33
5	2,33	1,76	1,84	3,00	0,00	3,11	2,87	1,40	1,85	2,48	2,33	2,06
6	1,38	1,73	1,88	2,65	3,11	0,00	2,43	1,84	2,69	1,78	2,02	1,72
7	1,78	1,63	2,15	2,63	2,87	2,43	0,00	2,27	2,61	1,62	1,01	1,10
8	1,25	0,77	0,76	2,59	1,40	1,84	2,27	0,00	1,63	1,69	1,60	1,31
9	1,45	2,02	2,28	1,56	1,85	2,69	2,61	1,63	0,00	1,40	1,65	2,05
10	0,61	1,59	2,06	1,25	2,48	1,78	1,62	1,69	1,40	0,00	0,74	1,24
11	0,90	1,25	1,76	1,87	2,33	2,02	1,01	1,60	1,65	0,74	0,00	0,87
12	1,15	0,71	1,33	2,33	2,06	1,72	1,10	1,31	2,05	1,24	0,87	0,00

Tabla 5. Centro de clústeres iniciales, $k=3$

Criterio	Clúster		
	1	2	3
Estratégico	2,30	2,00	4,10
Económico	4,10	2,55	3,10
Esfuerzo	1,00	2,68	3,22
Diferenciador	3,50	2,20	4,20

Tabla 6. Historial de iteraciones, $k=3$

Iteración	Clúster		
	1	2	3
1	1,338	1,036	1,060
2	0,137	0,316	0,000
3	0,000	0,000	0,000

Por último, en la tabla 7 se muestran los proyectos asignados a los tres conglomerados previamente establecidos y las distancias euclidianas entre estos y los centroides finales.

Tabla 7. Clúster de pertenencia $k=3$

Proyecto	Clúster	Distancia
1	1	0,742
2	1	0,798
3	3	0,811
4	2	0,815
5	3	1,060
6	1	1,440
7	1	1,195
8	3	0,437
9	2	0,896
10	2	0,716
11	1	0,686
12	1	0,480

Una vez finalizado el análisis de clúster k -media, fue posible obtener las características intrínsecas de cada uno de los tres conglomerados, deducidas a

través de los centros de clúster finales propios de los proyectos agrupados en cada uno de los tres conglomerados.

En la tabla 8, se muestra que el conglomerado 1 agrupa aquellos proyectos muy próximos en lo estratégico y económico en un nivel destacado; y que para ser llevados a cabo necesitan un menor esfuerzo de implementación, por lo tanto, su carácter diferenciado se ve impactado, a un nivel de destaque medio.

Tabla 8. Centro de clústeres finales, $k=3$

Criterio	Clúster		
	1	2	3
Estratégico	3,33	2,63	3,88
Económico	3,73	2,58	3,37
Esfuerzo	1,69	2,41	2,23
Diferenciador	2,87	2,63	4,07

El conglomerado 2 agrupa también aquellos proyectos muy próximos en lo estratégico y económico con un nivel menos destacado que el conglomerado 1, con un mayor esfuerzo de implementación y el nivel diferenciador más bajo de los tres conglomerados.

El conglomerado 3 agrupa aquellos proyectos muy próximos en lo estratégico y económico con un nivel destacado, sin embargo, los proyectos acá sobresalen más en lo estratégico que lo económico a diferencia del conglomerado 1; tiene un nivel de esfuerzo medio que en conjunción con los dos primeros criterios de atractividad maximizan su nivel diferenciador, siendo

este el más alto de los tres conglomerados.

En relación a la distancia inter-clúster, (ver tabla 9), el conglomerado 1 y el 3 están más próximos entre sí, siendo el conglomerado 2 el más distante.

Tabla 9. *Distancias entre centros de clústeres finales k=3*

Clúster	1	2	3
1	0,000	1,544	1,473
2	1,544	0,000	2,065
3	1,473	2,065	0,000

Por lo tanto, es posible dar cabida a dos inferencias:

1. *Descartar el conglomerado 2; ya que está constituido por proyectos que en comparación con el resto no representan un valor significativo para la empresa en términos estratégicos ni económicos, el esfuerzo que se necesita para su implementación es el más alto y aun así no logran ser diferenciadores.*
2. *Evaluar si los conglomerados 1 y 3, en conjunto mejoran los criterios de atractividad, dado que, son semejantes en términos estratégicos y económicos; no obstante, el primero, disminuye el esfuerzo de implementación y así reduce su característica diferenciadora, el segundo aumenta el esfuerzo de implementación por debajo de la media, y consigue niveles altos de diferenciación.*

Tomando estas consideraciones, se tiene que el nuevo arreglo de clústeres de pertenencia para dos conglomerados queda como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. *Centro de clústeres finales, k=2*

Criterio	Clúster	
	1	2
Estratégico	2,63	3,52
Económico	2,58	3,61
Esfuerzo	2,41	1,87
Diferenciador	2,63	3,27

A través del análisis de clústeres de k-media se evidencia que si es posible que los conglomerados 1 y 3 se unan en un mismo grupo.

De hecho, el dendograma del análisis jerárquico en la Figura 1 entreveía que esa unión se podía lograr, dada las etapas cercanas de fusión. De modo que, se tiene finalmente un conglomerado 1 con características invariante del antiguo conglomerado 2 y un nuevo conglomerado 2 que agrupa aquellos proyectos muy próximos en lo estratégico y económico en un nivel destacado; y que para ser llevados a cabo necesitan un menor esfuerzo de implementación, con la salvedad que aumenta el nivel diferenciador del grupo de proyectos. En la tabla 11 se muestran los proyectos finales para los conglomerados 1 y 2.

En la tabla 12 se muestra la información relacionada al VPN de las iniciativas de proyectos en la empresa caso de estudio. Se sabe, esta tiene como fondos disponibles 150.000, 180.000 y 150.000 millones de bolívares para los periodos de los años 1, 2 y 3, respectivamente.

Tabla 11. Clúster de pertenencia $k=2$

Proyecto	Clúster	Distancia
1	2	0,851
2	2	0,418
3	2	0,956
4	1	0,815
5	2	1,818
6	2	1,589
7	2	1,501
8	2	0,803
9	1	0,896
10	1	0,716
11	2	0,921
12	2	0,557

La solución al problema de PLEB muestra que, dado los desembolsos que realizará la empresa para llevar a cabo la

ejecución de proyectos con una longevidad de implementación de tres años sujeto a los fondos disponibles, los proyectos elegibles son: 1, 2, 5, 6, 7, 8, 11 y 12.

De acuerdo con el criterio de selección llevado a cabo por la empresa hasta ahora; técnica financiera: beneficio económico, los proyectos seleccionados para el portafolio de inversión, tomando en cuenta que, en esta oportunidad, no disponen del capital necesario para llevar a cabo las doce (12) iniciativas de inversión, son los siguientes proyectos elegidos para conformar el portafolio de proyectos de inversión, detallados en orden de prioridad: 2, 10, 6, 5, 12, 8.

Tabla 12. VPN Proyectos 2018-2019

Proyecto	VPN	VPN Proyectos 2018-2019		
		Año 1	Año 2	Año 3
Proyecto1	7.872	11.600	10.800	7.890
Proyecto2	21.434	23.500	28.600	21.600
Proyecto3	3.079	3.200	2.100	2.600
Proyecto4	291	7.500	5.600	9.600
Proyecto5	14.434	28.480	33.580	26.580
Proyecto6	18.827	22.784	26.864	21.264
Proyecto7	3.135	8.042	7.809	7.119
Proyecto8	169	750	560	960
Proyecto9	710	7.775	6.730	5.725
Proyecto10	19.867	25.664	28.754	23.604
Proyecto11	4.886	5.800	5.400	3.945
Proyecto12	12.557	48.416	57.086	45.186

Fuente: Empresa caso de estudio. Montos expresados en Millones de Bs.

Este portafolio tiene un VPN de 87.288 millones de bolívares, sin embargo, es oportuno también preguntarse ¿cómo estuvieron ponderados estos proyectos

en la tabla 2 de indicadores?, sobre el asunto, y asumiendo que el portafolio final debe diversificarse al menos en un tercio del conglomerado seleccionado y a

su vez estos deben representar al menos la media en rendimiento o efectividad respecto a los criterios de atractividad; se constata que los seis (6) proyectos seleccionados suman una efectividad de 50,14 puntos. Es claro observar que, con la técnica del VPN, la selección de proyectos se hará tomando el valor más significativo, hasta tanto el presupuesto lo permita.

En contraste, el portafolio establecido a través de la metodología propuesta, es más diversificado, consta de ocho (8) proyectos, el ahorro en el desembolso de capital es mayor, 628 millones de bolívares, 9.301 y millones de bolívares, 15.456 millones de bolívares para el año 1, año 2, y año 3 respectivamente. El valor de la eficiencia en los criterios de atractividad se ubicó en 66,55 puntos y representa una VPN de 83.314 millones de bolívares. Esto se debe a que el primer portafolio incluye el proyecto 10, excluido en el proceso de clasificación del análisis de clúster k-media; este proyecto tiene el segundo VPN más alto de todas las iniciativas propuestas, no obstante, en lo que respecta a su carácter estratégico y nivel diferenciador es de los más bajo, en consecuencia, el modelo propuesto, incluye el proyecto 1, proyecto 7 y proyecto 11 para aumentar la eficiencia de los criterios de atractividad en el portafolio apegándose a un VPN bastante cercano al obtenido con la técnica financiera. Finalmente, a título ilustrativo, se presenta un diagrama de proceso, para la aplicación de la

metodología propuesta, es válido aclarar que el levantamiento de indicadores está sujeto a la visión, misión y objetivos estratégicos de la empresa, por lo que, será modificable cuando alguna de esas premisas cambie.

En este sentido, se entiende que los indicadores levantados en esta investigación están apegados a la razón de ser de la empresa caso de estudio, sin embargo, la técnica utilizada puede ser implementada por cualquier otra organización que desea identificar sus indicadores, partiendo de allí, se presenta en la Figura 3 una metodología para la selección del portafolio de proyectos de inversión. Al mismo tiempo, se identifica a continuación cuál es la información de entrada que alimenta el modelo propuesto:

1. Misión, visión, objetivos, estrategias, valores, metas organizacionales, necesario para levantar indicadores, con la finalidad de poder ponderar los criterios de atractividad.
2. Lista de iniciativas, donde se detalla; nombre del proyecto, factibilidad, madurez, categoría del proyecto operacional, técnico, legal, así como también ambiental y social si lo amerita.
3. Análisis financiero de tipo, valor actual, tasa interna de retorno, relación beneficio – costo.
4. Tipo de relación del proyecto: independiente, el problema de PLEB carece de restricciones para proyectos excluyentes y contingentes.
5. Nivel de riesgo del proyecto.

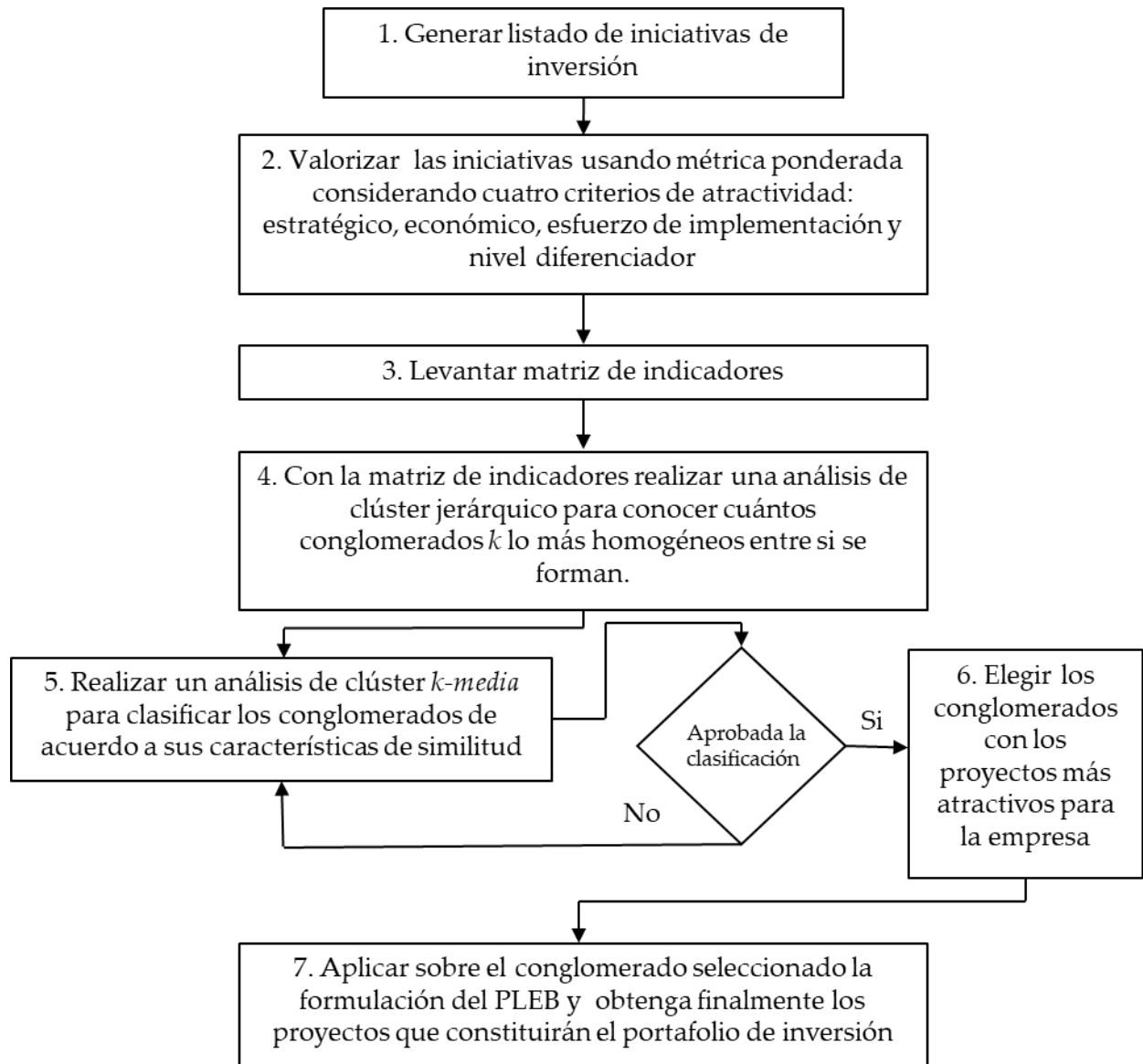


Figura 3. Diagrama de proceso para la implementación de la metodología propuesta

Si se desea rediseñar los criterios de selección para el análisis de clúster, dado que la misión y la visión de la empresa ha cambiado, procurar no exceder el número de criterios. Los resultados obtenidos pudieran ser poco fiables en los casos donde se trabaja con muchas variables. El análisis de clúster es descriptivo, no

inferencial, se utiliza habitualmente como una técnica exploratoria, las soluciones dependen de las variables consideradas y del método empleado para el análisis. Además, puede ser de gran valor realizar un test estadístico de significancia, para verificar cuán diferente son los conglomerados formados, a través de un

análisis de varianza, que puede ser univariado o multivariado, que indica si las medidas de los grupos en una variable (o con todas las variables) son o no significativamente diferentes. Por último, y en referencia a la maximización de función objetivo formulada en el problema de

PLEB, es importante aseverar que las restricciones planteadas responden al contexto actual de la empresa caso de estudio, no obstante, a medida que este cambie, es posible incluir otras restricciones propias de la dinámica presente en la empresa.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación demuestran que, dado los proyectos casos de estudio, fue posible a través del análisis de clúster conocer los dos grupos más homogéneos intra-clúster, proporcionándole al panel decisor al menos dos grandes escenarios en los que pudiera evaluar las necesidades de inversión y a partir de allí considerar cualquier otro método, que le facilitará el proceso de priorización de proyecto; el análisis de clúster funge como un importante herramienta para apoyar el proceso de toma de decisiones pero no es excluyente. Por ello se completó el modelo con PLEB, la función objetivo maximizó el VPN del portafolio de inversión constituido, sujeto a restricciones fundamentales como, recursos financieros, diversificación y rendimiento.

La metodología propuesta, sólo vaticina impulsar aquellos proyectos que necesita la empresa en el momento histórico que vive sin dejar a un lado la maximización del valor de sus acciones, con el mayor número de proyectos a ejecutar; aun cuando el

riesgo no se puede diversificar totalmente, hay que tener claro que este se disminuye al diversificar el portafolio. Es a través de un portafolio de inversión que se logra manejar adecuadamente los excedentes generados de capital y es deseable que este se construya con diversos proyectos cuya correlación entre ellos no sea alta, generando mayor rentabilidad con el menor riesgo posible.

Al mismo tiempo, es importante afirmar que la metodología presentada en este trabajo, se orienta a empresas con un alto impacto en el volumen de negocio y de persona, es decir, con capacidad de inversión para introducirse en el competitivo y globalizado mundo empresarial. En las pequeñas y medianas empresas (PYME), el proceso de toma de decisiones para la selección de proyectos de inversión presenta características particulares, básicamente orientado sólo a considerar la rentabilidad económica de los mismos. Por lo que, la metodología propuesta menoscaba la naturaleza de las mismas.

REFERENCIAS

- Beltrán, J. (2005). *Indicadores de Gestión. Herramientas para lograr la Competitividad*, 2ª edición. Bogotá: Editorial 3R Editores.
- Bitman, W.R., y Nawaz Sharif. (2008). A Conceptual Framework for Ranking R&D Projects. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 55 (2), 267–278. <https://doi.org/10.1109/TEM.2008.919725>
- Blanco, M. et al (2017). Optimización de portafolio de proyectos a través de la aplicación de programación lineal y el CAPM. *Revista Ciencias Estratégicas*, 25 (37), 71-86. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/8002>
- Cárdenas, G. (2013). *Formulación de un modelo para la selección y priorización de un portafolio de proyectos en una empresa de laminación de aluminio de bajo espesor. Caso de estudio: CVG. Aluminio de Carabobo, S.A.* [Tesis en Línea]. Universidad de Carabobo, Venezuela. <https://goo.gl/C8UL0f>
- Coldrick, S.; Longhurst, P.; Ivey, P. y Hannis, J. (2005). An R&D options selection model for investment decisions. *Technovation*, 25 (3), 185–193. [https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(03\)00099-3](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(03)00099-3)
- Cooper, R.; Edgett, S. y Kleinschmidt, E. (1999). New product portfolio management: practices and performance. *Journal of Product Innovation Management*, 16(4), 333–351. [https://doi.org/10.1016/S0737-6782\(99\)00005-3](https://doi.org/10.1016/S0737-6782(99)00005-3)
- Cuadras, C. M. (2007). *Nuevos métodos de análisis multivariante*. Barcelona: CMC editions.
- Dutra, R., Sperandio, M. y Coelho, J. (2004). O método ward de agrupamento de dados e sua aplicação em associação com os mapas auto-organizáveis de Kohonen. *Workcomp Sul*, Florianópolis.
- Huang, C.; Chu, P. y Chiang, Y. (2008). A fuzzy AHP application in government-sponsored R&D project selection. *Omega*, 36(6), 1038–1052. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2006.05.003>
- Mathieu, R. y Gibson, J. (1993). A methodology for large-scale R&D planning based on cluster analysis. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 40 (3), 283–292. <https://doi.org/10.1109/17.233190>
- Mohanty, R.; Agarwal, R.; Choudhury, A. y Tiwari, M. (2005). A fuzzy ANP-based approach to R&D project selection: a case study. *International Journal of Production Research*, 43(24): 5199–5216. <https://doi.org/10.1080/00207540500219031>
- Pérez, J. (2012). *Método para la Selección y Priorización de Portafolios de Proyectos de I+D+i en el Contexto Institucional de un Centro de Desarrollo Tecnológico en Colombia* [Tesis en Línea]. Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín, Colombia. <https://shorturl.at/qOPT>
- PMI. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Project Management Institute. (5ta Edition)*. Pensilvania: PMI.
- Rugsdale, C. (2010). *Spreadsheet modeling and decision analysis. 6a ed.* Cincinnati: SouthWestern College Publishing Co.
- Ruz, J.J. (2017). *Introducción a la Programación Matemática, Máster en Ingeniería de Sistemas y de Control*. Curso (2010/2017). Universidad Complutense de Madrid. <https://goo.gl/s8dZ0z>
- Saiz, M.; Lostumbo, M.; Juan, A. y Lopez-Lopez, D. (2021). A clustering-based review on Project portfolio optimization methods. *International Transactions in Operational Research*, <https://doi.org/10.1111/itor.12933>
- Santana, O. (1991). El Análisis de Clúster: aplicación, interpretación y validación. *Revista*

de sociología, 37, 65-76. Useches, M. (2016). *Modelo integral para la priorización de portafolios de proyectos* [Tesis en Línea]. Universidad EAFIT. <https://doi.org/10.5565/rev/papers/v37n0.1596> goo.gl/38zP8J

Autores

Argenis López Ollarbez. Licenciado en Física, Magister en Ingeniería Industrial, Universidad de Carabobo, Venezuela. Investigador-Colaborador, Modelado y Simulación Facultad de Ciencia y Tecnología «FACyT», Universidad de Carabobo, Venezuela.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2605-685X>

Email: argenis.296@gmail.com

Ezequiel Gómez Abreu. Ingeniero Industrial Universidad de Carabobo, Magister en Ingeniería Industrial, Universidad de Carabobo, Venezuela. Docente Investigador, Departamento de Ingeniería de Métodos, Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Venezuela.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6495-3247>

Email: ezebarines@gmail.com

Recibido: 31-01-2021

Aceptado: 25-06-2021

Melhorias em processos do serviço hospitalar veterinário a partir dos princípios Lean: estudo de caso em uma Instituição Federal de Ensino Superior

Improvements in veterinary hospital service processes from Lean principles: case study in a Federal Institution of Higher Education

Aline Rodrigues Santos, Maria Auxiliadora Cannarozzo Tinoco

Palavras-chave: princípios lean; lean healthcare, padronização de processos; hospital veterinário

Key words: lean principles; lean healthcare; process standardization; veterinary hospital

RESUMO

Ao longo dos anos, a cultura Lean tem migrado do chão de fábrica para organizações de serviços, incluindo aquelas que trabalham com atendimento à saúde. Estudos apontam que a busca pela melhoria contínua promove diversos benefícios. Como objetivo geral, o presente trabalho visa propor melhorias em processos de serviços do Hospital de Clínicas Veterinárias da UFRGS, a partir da aplicação dos princípios *Lean* em processos críticos do serviço. Para tanto, este artigo foi elaborado a partir de um estudo de caso composto por quatro etapas: identificação dos processos críticos, mapeamento dos processos críticos, análise do estado atual dos processos mapeados e proposição de melhorias. O presente estudo possibilitou a confirmação de que é possível realizar a implantação da filosofia *Lean* no ambiente hospitalar veterinário, por meio da identificação de perdas, como falhas e excesso de movimentação dos profissionais, foi possível realizar o aperfeiçoamento de dois processos críticos, através do melhoramento de seus fluxos, e a criação de planos de ação, os quais contribuirão com a implementação das melhorias que agregarão valor ao serviço prestado.

ABSTRACT

Over the years, the Lean culture has migrated from the shop floor to service organizations, including those working with healthcare. Studies show that the search for continuous improvement promotes several benefits. As a general objective, the present work aims to propose improvements in service processes at the Hospital de Clínicas Veterinária da UFRGS, based on the application of Lean principles in critical service processes. To this end, this article was prepared based on a case study composed of four stages: identification of critical processes, mapping of critical processes, analysis of the current state of the mapped processes and proposition of improvements. The present study made it possible to confirm that it is possible to implement the Lean philosophy in the veterinary hospital environment, through the identification of losses, such as failures and excessive movement of professionals, it was possible to perform the improvement of two critical processes, through the improvement of its flows, and the creation of action plans, which will contribute to the implementation of improvements that will add value to the service provided.

INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a filosofia *Lean*, embora proveniente do meio de produção de automóveis, tem sido adaptada e aplicada aos mais diversos ambientes de negócios (De Almeida et al., 2017; Battaglia, 2007; Ferro, 2005; Womack & Jones, 1996), pois um dos principais atrativos do *Lean*, também conhecido como produção enxuta, é a sua capacidade de reconfigurar rápida e automaticamente as organizações em resposta às mudanças nas necessidades do mercado (Pyzdek, 2018).

O pensamento *Lean* na área da saúde deve ser visto como uma abordagem integrada operacional (processos) e sociotécnica (comportamento da equipe e tecnológica) de um sistema de valores, cujos objetivos principais são maximizar o valor ao paciente e eliminar o desperdício (Abuhejleh et al., 2016; Dammand et al., 2014; Joosten, Bongers & Janssen, 2009).

A prestação de serviços de saúde está constantemente sob pressão para oferecer resultados de alta qualidade e, ao mesmo tempo, conter custos e enfrentar o impacto dos avanços tecnológicos (Wickramasinghe et al., 2014). Para melhorar a eficiência e a qualidade do atendimento, as organizações de saúde têm se voltado cada vez mais para os princípios *Lean* (Toussaint & Berry, 2013).

O *Lean Healthcare* parece particularmente adequado para liberar capacidade produtiva e, quando feito corretamente, produz excelentes resultados ao nível de sistemas (Schonberger, 2018). Para Graban

(2013), a história do Grupo ThedaCare, exaltada em diversas publicações da área, os resultados do Seattle Children's Hospital e do sistema Virginia Mason Medical Center comprovam claramente que o *Lean* funciona muito bem em hospitais, contribuindo com a diminuição de erros, otimização do tempo e até mesmo na geração de economia.

Desde o começo dos anos 2000, a gestão enxuta tem sido sistematicamente aplicada também na área da saúde para definir valor, compreender e analisar processos, solucionar desperdícios e corrigir erros (Crema & Verbano, 2016; Graban, 2013). Para auxiliar na implementação da filosofia *Lean*, uma série de ferramentas são utilizadas para a redução ou eliminação de desperdícios ou atividades que não agregam valor, tais como Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), Kaizen, 5S, Padronização, A3 e o Diagrama Espaguete. (Marchwinski et al., 2003).

De acordo com o Ministério da Educação, os hospitais universitários são centros de formação de recursos humanos e de desenvolvimento de tecnologia para a área de saúde (Brasil, 2018). Atualmente, existem 39 hospitais veterinários universitários em Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) no Brasil, onde a prestação de serviços à população possibilita a aplicação prática dos conteúdos acadêmicos, o aprimoramento técnico e a atualização permanente.

O Hospital de Clínicas Veterinárias (HCV), inaugurado em 1956, é um órgão auxiliar da Faculdade de Veterinária (FAVET) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), que serve de apoio às aulas práticas, oferece estágios curriculares a estudantes de graduação, propicia atividades de pesquisa em nível de graduação e pós-graduação, além de prestar serviços à comunidade em geral através de seus médicos veterinários concursados e residentes.

Pelo fato de estar inserido em um ambiente acadêmico onde o foco é o ensino da medicina veterinária, até o momento, a gestão do hospital como um órgão público prestador de serviços não tem recebido a atenção necessária. No atual cenário, as atividades administrativas e de apoio possuem um cunho empírico, onde

prepondera a informalidade e a inexistência de documentação dos processos. Essa situação é comum em muitas instituições de ensino públicas, onde aprende-se a gerenciar por meio da observação, da prática, das informações transmitidas por outros servidores (Araújo, 2020).

Atualmente, há pouco conhecimento validado sobre a aplicação dos princípios *Lean* no contexto hospitalar veterinário, o que torna necessário o uso de sua correspondência ao sistema hospitalar humano, observando-se suas peculiaridades e adequações necessárias. Com isso, este artigo tem o objetivo de propor melhorias em processos de serviços do Hospital de Clínicas Veterinárias da UFRGS, a partir da aplicação dos princípios *Lean* em processos críticos do serviço.

METODOLOGÍA

A classificação desta pesquisa segue a categorização descrita na obra de Silva e Menezes (2001). No que se refere à natureza, a pesquisa é aplicada, pois visa gerar conhecimento para aplicação em um caso real. Quanto à sua abordagem, a pesquisa é qualitativa, pois tem como foco principal a análise do comportamento de processos, a obtenção de informações pela perspectiva dos indivíduos e a interpretação do ambiente onde a pesquisa acontece (Miguel, 2010). Do ponto de vista dos seus objetivos, a pesquisa é descritiva e

exploratória, pois é realizado o levantamento do estado atual da organização e pelo fato dos princípios *Lean* serem pouco explorados no contexto de serviços hospitalares veterinários. Ainda, em relação aos procedimentos técnicos, classifica-se como estudo de caso, por se utilizar da investigação em dados qualitativos coletados a partir de eventos reais.

Este estudo foi desenvolvido através de quatro etapas principais, as quais são apresentadas na Figura 1.

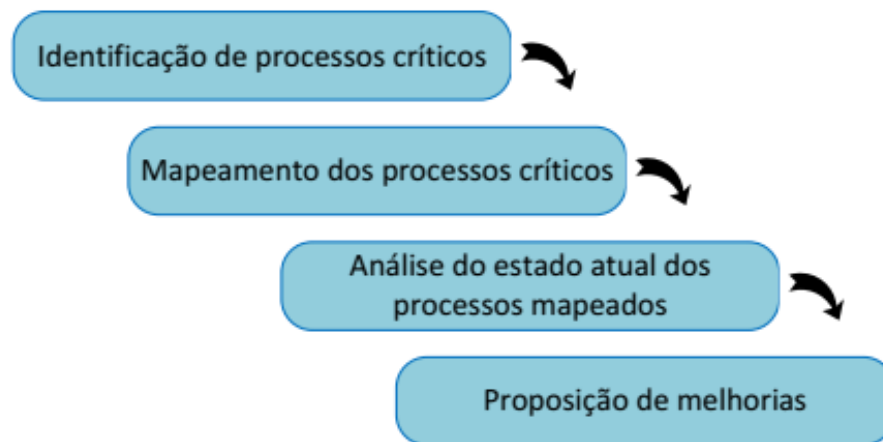


Figura 1. Etapas da Pesquisa

Na primeira etapa, para subsidiar a identificação dos processos críticos, foi realizada uma pesquisa através de questionário eletrônico semiestruturado, composto por 07 perguntas, sendo 06 fechadas e 01 aberta. O questionário foi desenvolvido na plataforma *Google Forms* e enviado por e-mail a 62 médicos veterinários (8 professores, 14 técnico-administrativos e 40 residentes) que atuam no HCV, ficando disponível para preenchimento de 27/03 a 10/04/2020. Foram realizados os seguintes questionamentos:

- 1 *Qual a sua ocupação no HCV?*
- 2 *Você ocupa função de chefia?*
- 3 *Há quanto tempo você trabalha no HCV?*
- 4 *Qual a sua faixa etária?*
- 5 *Utilizando uma escala de 1 a 3, onde 1 é o menos crítico e 3 o mais crítico, avalie os processos abaixo quanto a necessidade de melhoria.*
- 6 *Na sua opinião, a origem destas dificuldades está baseada em:*
- 7 *Deixe aqui a sua sugestão de melhoria para o melhor andamento da rotina clínica do HCV.*

As perguntas de 1 a 6 eram de múltipla escolha e tinham preenchimento obrigatório, enquanto a questão de número 7 permitia que a resposta fosse descritiva e tinha o seu preenchimento como opcional. Neste contexto, os questionamentos de 1 a 4 buscavam a identificação do público participante da pesquisa e sua relação com o HCV, ao mesmo tempo em que os itens 5, 6 e 7 tinham vinculação direta com a rotina de trabalho no hospital.

A pergunta de número 5 utilizou-se de uma escala de 1 a 3, onde 1 foi considerado o menos crítico, e 3 o mais crítico, referente a necessidade de melhoria dos processos. As atividades elencadas nas alternativas foram baseadas em queixas informais cotidianas apresentadas pelo corpo clínico à administração do HCV, durante a rotina de execução de suas atividades.

As dificuldades elencadas na pergunta número 06 foram pensadas com base nos oito tipos de desperdícios *Lean* (Graban, 2013), conforme relacionado no Quadro 1.

Quadro 1. – *Desperdício Lean X Dificuldades*

Desperdício Lean	Dificuldade encontrada
Falhas	Falta de padronização
Superprodução	Excesso de atendimentos
Transporte	Disposição (layout) inadequada dos setores
Espera	Tempo de espera elevado
Estoque	Insumos inadequados
Movimento	Movimentação desnecessária
Excesso de processamento	Carga excessiva de trabalho
Potencial humano	Retrabalho

Ainda, na pergunta 6, além das dificuldades sugeridas, também foi incluída a opção “Outro”, que possibilitou que o respondente inserisse um problema que não estivesse anteriormente listado.

Por fim, a questão de número 7 foi aberta para que os respondentes escrevessem suas sugestões de melhoria para a rotina do hospital, conforme sua visão e atuação.

Em seguida, para dar início à terceira etapa, foi necessário elaborar o desenho do macroprocesso dos serviços oferecidos pelo HCV, pois não havia na instituição nenhum mapeamento de processos anterior. Para tanto, após o esboço manual dos processos, a pesquisadora utilizou-se do software Visio como ferramenta de diagramação.

Após isso, com base às informações sobre a forma atual de execução das atividades, anteriormente observadas pela pesquisadora e confirmadas através de consulta por e-mail a um grupo de cinco veterinários, foram mapeados os dois processos apontados com maior frequência pelos respondentes como mais críticos. Por se tratar de processos considerados de baixa complexidade, optou-se por utilizar as ferramentas fluxograma (Harrington &

Harrington, 1997) e diagrama espaguete (Graban, 2013) para ilustrá-los no software Visio.

Na quarta etapa, houve a análise do estado atual dos processos mapeados pela pesquisadora. Considerando-se os princípios Lean, os tipos de perdas elencados na literatura da produção enxuta, e também as dificuldades mencionadas pelos veterinários na pesquisa, foi possível elaborar uma relação entre os desperdícios Lean e as dificuldades encontradas. E, baseando-se na perspectiva do que agrega ou não valor às atividades dos processos, primeiro foram avaliadas as perdas nos processos críticos, considerando-se todas as formas de execução utilizadas pelos profissionais. Após isso, na quinta etapa, foi executado o redesenho dos processos no software Visio, com a proposta de estado futuro dos mesmos. Em seguida, foi elaborada uma lista de sugestões de melhorias para cada desperdício encontrado anteriormente, e criado um plano de ação para a viabilizar sua implementação, utilizando-se do modelo 5W1H (Carpinetti, 2017).

RESULTADOS

Ao todo existem 62 veterinários atuando no HCV, em atividades e setores distintos. A pesquisa contou com a participação de apenas 16 deles, sendo 03 docentes, 11 residentes e 02 técnico-administrativos em educação (TAE), conforme apresentado no Quadro 2.

Dentre os respondentes, apenas duas pessoas disseram ocupar função de chefia

no órgão. Considerando que existem apenas cinco pessoas que ocupam cargo de chefia no HCV – Diretor, Diretor Substituto, Secretária Administrativa (a própria pesquisadora), Chefe da Clínica de Pequenos Animais (CPA) e Chefe da Clínica de Grandes Animais (CGA), apenas dois dos quatro veterinários que ocupam cargo de chefia participaram da pesquisa.

Quadro 2. Respostas obtidas para as questões de nº 1 a 4

Pergunta	Opções	Nº de respostas
1 - Qual a sua ocupação no HCV?	Docente	3
	Médico Veterinário – Residente	11
	Médico Veterinário – TAE	2
2 - Você ocupa função de chefia?	Sim	2
	Não	14
3 - Há quanto tempo você trabalha no HCV?	0 a 12 meses	4
	1 ano a 3 anos	6
	4 a 6 anos	4
	10 anos ou mais	2
4 - Qual a sua faixa etária?	Até 25 anos	3
	De 26 a 35 anos	8
	De 36 a 45 anos	4
	De 36 a 45 anos	1

Quanto ao tempo de trabalho no HCV, a grande maioria dos respondentes está em atividade no hospital há menos de 03 anos. Tal fato só confirma o alto nível de rotatividade, pois a cada ano há a formatura de uma turma de residentes e a entrada de outra. Após o período da residência, há também quem continue no HCV pois foi admitido em algum programa de pós-graduação.

Quanto à idade dos participantes, metade dos respondentes possui entre 26 e 35 anos. A baixa faixa etária se justifica pelo número expressivo de residentes que, na grande maioria dos casos, são recém-formados na graduação, confirmando a maior participação deste grupo na pesquisa. Os médicos veterinários do HCV atuam em áreas e especialidades diversas e, com isso, podem apresentar percepções mais

orientadas aos setores onde trabalham. Isto posto, pôde-se verificar que a distribuição das respostas à pergunta número 5 (Figura 2) exemplifica muito bem a heterogeneidade de área de atuação dos

profissionais questionados, pois não houve nenhum dos processos listados que tenha sido mencionado com uma frequência muito maior do que os demais.

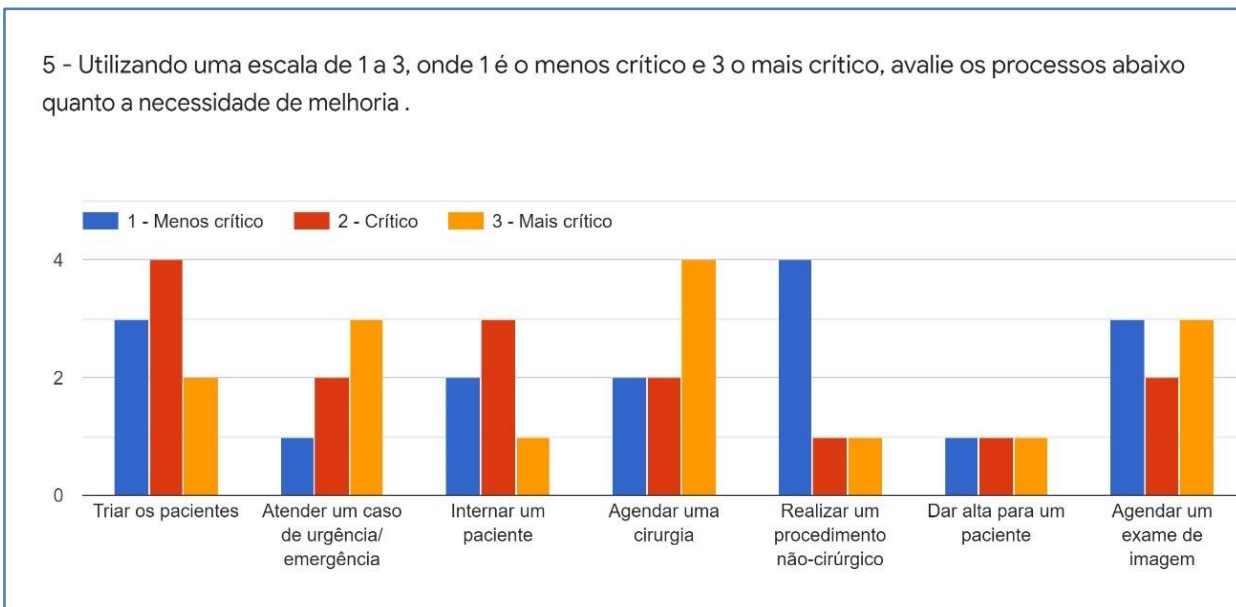


Figura 2. Respostas obtidas para a questão nº. 5. Fonte: Formulários Google

Dentre os sete processos elencados para a análise de criticidade, todos foram citados ao menos uma vez em algum dos níveis. Contudo, o que foi mais vezes mencionado como mais crítico foi o processo de “Agendar uma cirurgia”, seguido de “Agendar um exame de imagem” e “Atender um caso de urgência / emergência”.

Diferentemente do demonstrado nas respostas da pergunta anterior, na questão nº 6 (Figura 3), houve maior uniformidade de opiniões. Demonstrando que, embora haja rotinas de trabalho diferentes, as dificuldades encontradas são semelhantes nas diferentes áreas.

Dentre as dificuldades mencionadas, a opção “falta de padronização” foi mencionada em 75% das respostas, mostrando que este é um problema observado por grande parte da equipe, o que corrobora com a ideia de que os processos mais críticos carecem de regras pré-estabelecidas.

Ainda, na questão de número 6, havia a opção “Outro”, que possibilitava a inclusão de uma dificuldade que não estivesse anteriormente listada, onde foram citados a falta de tecnologia/automatização e o excesso de responsabilidade atribuído aos médicos veterinários residentes.

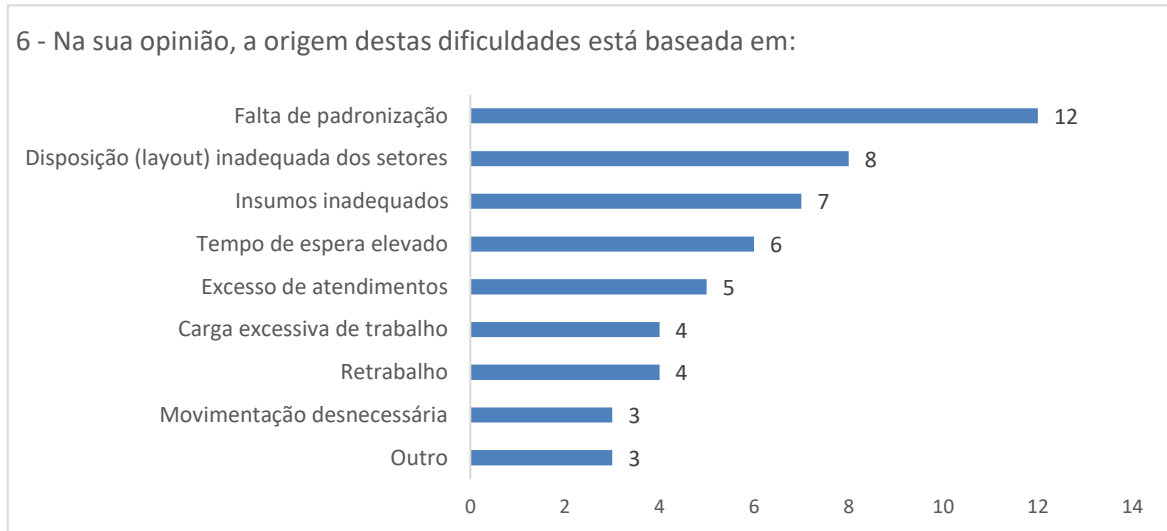


Figura 3. Respostas obtidas para a questão nº. 6

Por último, a pergunta nº 7 deixou espaço aberto para sugestões de melhoria no andamento da rotina clínica do HCV. A grande maioria das respostas discursivas sugeriu a implantação de um software de gestão, organização e padronização dos processos e melhora na comunicação e na colaboração entre os colegas, tal como: “Sistema digital único para fichas, arquivamento de exames, marcação de exames/procedimentos”; “É preciso haver uma padronização”; “Melhor comunicação entre os diferentes setores”; “Mais colaboração entre os setores, otimização da organização e comunicação para melhor fluidez dos serviços”, dentre outros comentários dos respondentes.

Mapeamento e análise dos processos críticos

O processo Agendar Cirurgia foi considerado como o mais crítico, seguido de Agendar Exame de Imagem, considerando-se a soma dos três níveis de

criticidade. Os dois processos atualmente são realizados pelo médico veterinário clínico durante ou após a realização de uma consulta e não incluem a atuação direta do cliente externo, o proprietário (tutor) do animal.

Outrossim, as principais dificuldades mencionadas no questionário – “falta de padronização” e “disposição (layout) inadequada dos setores” – influenciam diretamente a ineficiência dos processos apontados, confirmando a relação entre os questionamentos da pesquisa qualitativa aplicada, como demonstrado a seguir.

Processo Agendar Cirurgia

Em consulta feita por e-mail aos veterinários clínicos, foi verificado que existem, no mínimo, três fluxos possíveis para que se faça o agendamento de uma cirurgia geral, aquela em que não se faz necessária a atuação de um cirurgião especialista. Dois deles são formais e seguem o que foi determinado pela chefia

da CPA e o outro é informal, porém este último é o preferido dos veterinários.

No fluxograma a seguir está representado como deveria ser o processo de marcação

de uma cirurgia geral, seguindo-se as orientações da chefia da CPA do HCV.

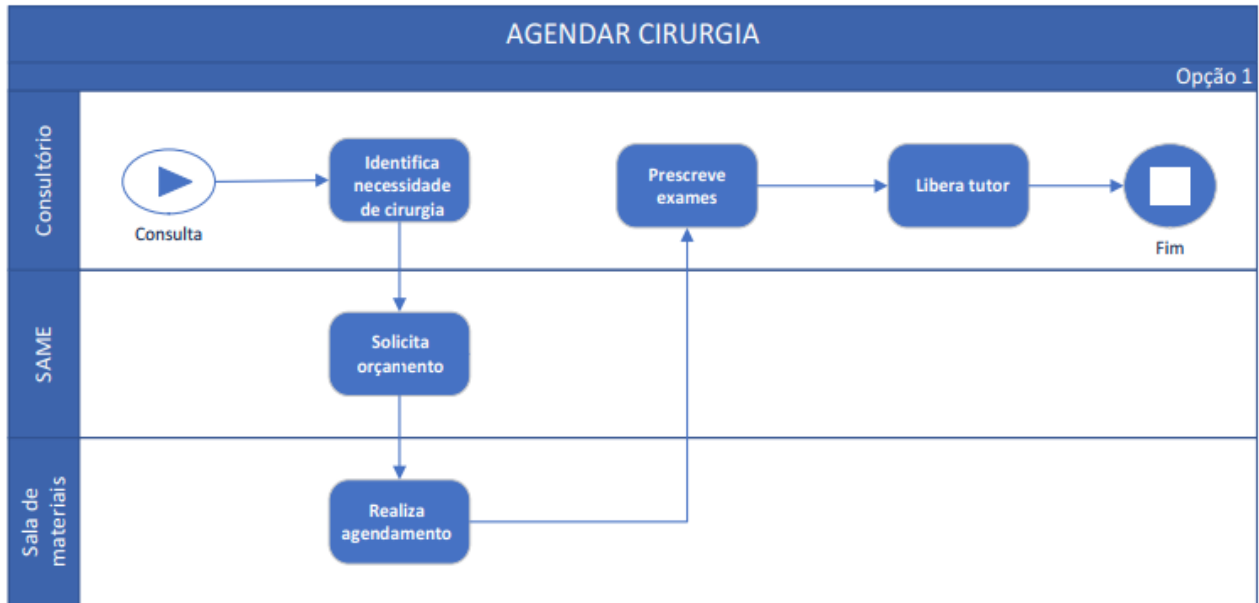


Figura 8. Agendar Cirurgia (opção 1)

Com base no fluxo 1 e através da utilização de um diagrama espagete, pode-se observar na Figura 9 qual é o deslocamento necessário para que o veterinário realize o agendamento de uma cirurgia, no fluxo sugerido.

Neste modelo, o veterinário clínico precisa sair de um dos ambulatórios (linha preta), ir até o SAME para solicitar o orçamento do procedimento e, após, deslocar-se até a Sala de Esterilização para solicitar o agendamento junto a um dos servidores que ficam na Sala de Materiais (onde só é possível entrar paramentado). Após o agendamento, o veterinário clínico retorna ao ambulatório (linha vermelha), informa a

data e hora da cirurgia ao tutor e realiza a prescrição dos exames necessários.

Na Figura 9 é possível visualizar que o local onde se deve realizar a marcação do procedimento cirúrgico fica em prédio anexo ao restante do HCV, sendo este afastado da área onde são realizadas as consultas e demais atividades decorrentes de um atendimento clínico.

Em virtude de a marcação in loco depender da presença de um profissional na sala de materiais, esta é impossibilitada quando não há ninguém disponível no local. Daí então, surge o segundo fluxo possível, representado na Figura 10.

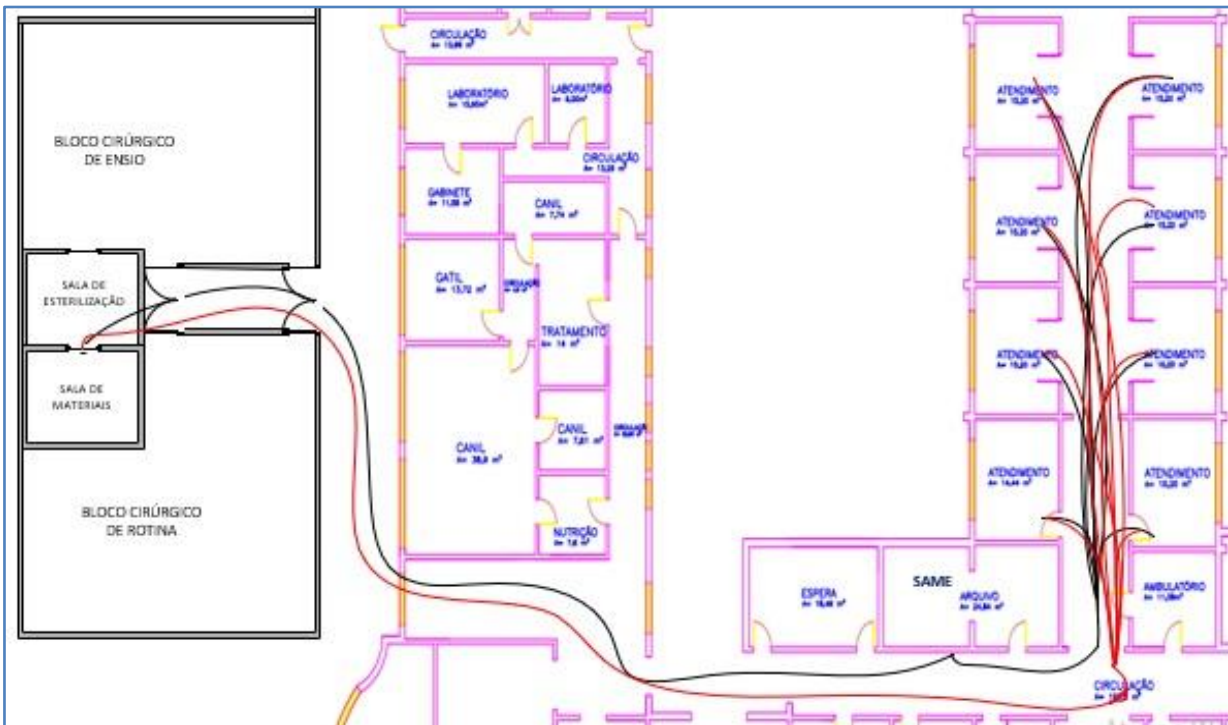


Figura 9. Diagrama espaguete - Agendar Cirurgia (opção 1)

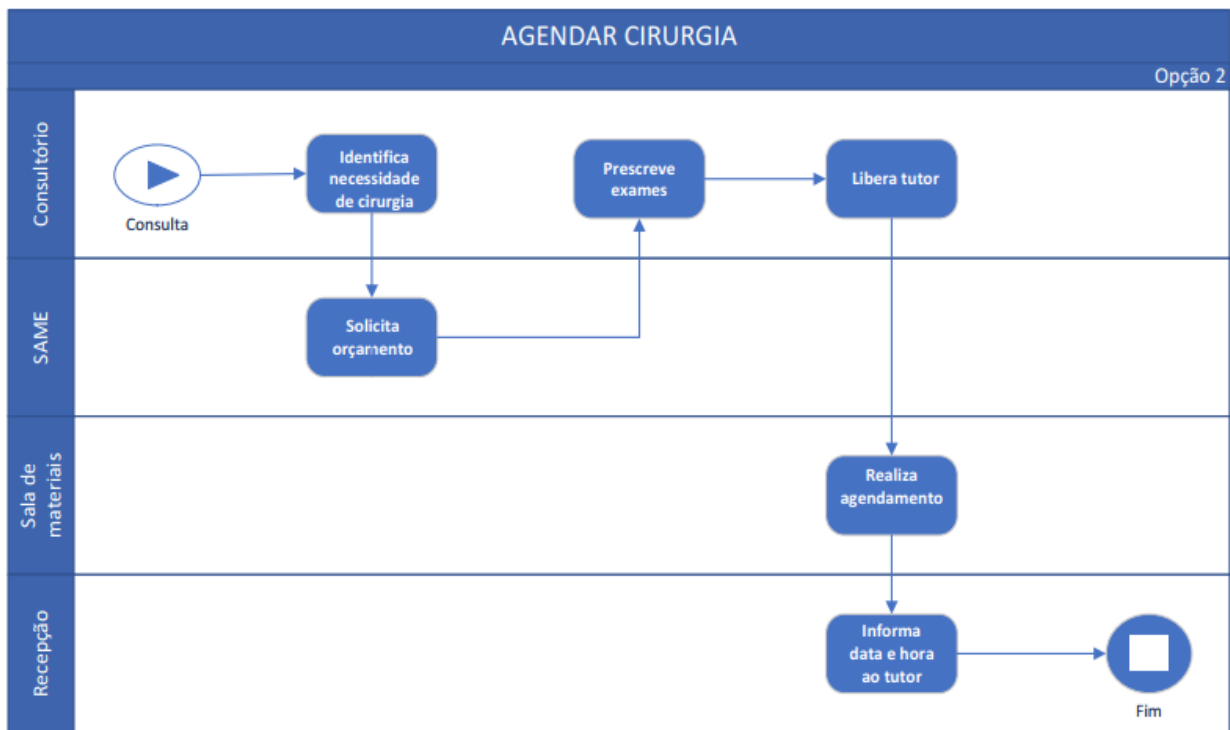


Figura 10. Agendar Cirurgia (opção 2)

Neste caso, o veterinário clínico precisa sair de um dos ambulatórios (linha preta), ir até o SAME para solicitar o orçamento do procedimento e, então retorna ao ambulatório (linha vermelha), realiza a prescrição dos exames necessários e libera o tutor. Em outro

momento, o veterinário desloca-se até a Sala de Esterilização (linha azul) para solicitar o agendamento e, então dirige-se ao hall onde está localizado o telefone (linha verde) e entra em contato com o tutor para informar data e hora do procedimento (ver Figura 11).

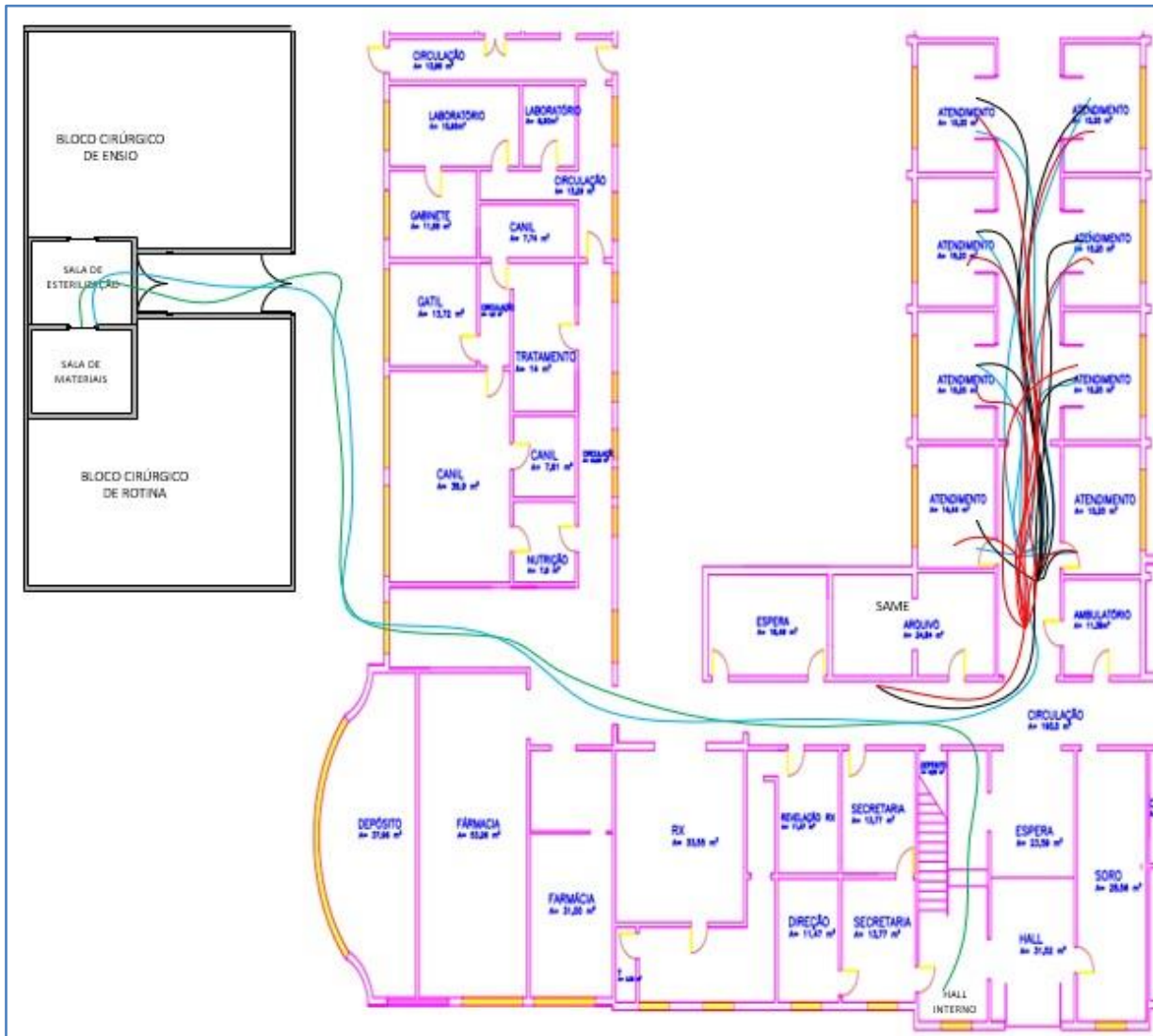


Figura 11. Diagrama espaguete - Agendar Cirurgia (opção 2)

No caso da Figura 11, pode-se verificar que, além da movimentação realizada no primeiro fluxo (Figura 9), acrescenta-se o

deslocamento necessário para que o veterinário realize o contato com o tutor, seja este por e-mail ou telefone.

Ainda, existe um terceiro fluxo (Figura 12), em que o procedimento é agendado diretamente com o veterinário que irá realizar a cirurgia, sendo este o preferido dos veterinários clínicos, pois os mesmos

relatam que assim é possível explicar com mais detalhes o caso ao responsável pelo procedimento, além de evitar o deslocamento, por vezes frustrado, até o Bloco Cirúrgico.

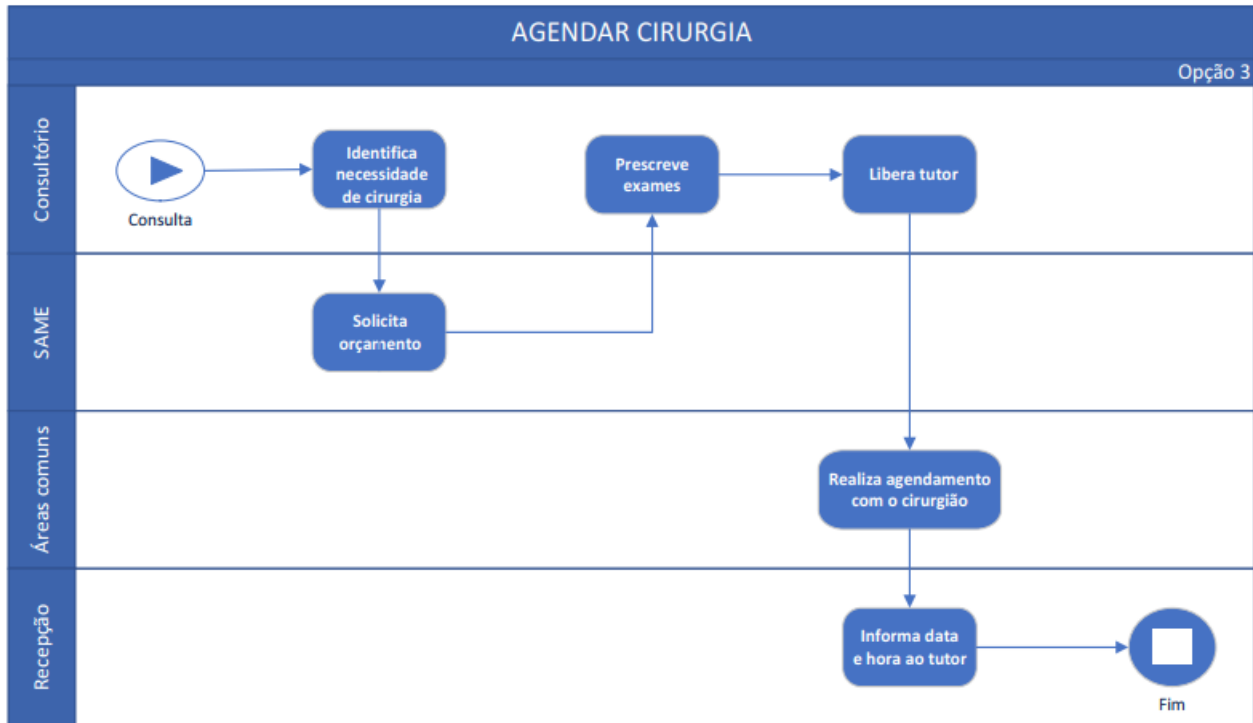


Figura 12. Agendar Cirurgia (opção 3)

Neste último fluxo, o deslocamento para o SAME para realizar o orçamento é o mesmo da opção anterior, seguido da prescrição de exames e liberação do tutor. Contudo, devido à informalidade do agendamento, não é possível diagramar o caminho seguido pelos veterinários para a marcação do procedimento junto ao cirurgião, pois este pode ocorrer em qualquer lugar de uso comum do HCV, bastando apenas que as pessoas se encontrem para combinar e, ainda, é comum que isto seja feito através de

aplicativos de mensagens ou ligações para os telefones pessoais dos profissionais. Utilizando-se dos princípios da produção enxuta, ao realizar a análise dos possíveis fluxos deste processo, foi possível identificar os seguintes desperdícios (Quadro 2): falta de padronização, deslocamento excessivo, excesso de processamento pós-consulta e desperdício do potencial humano dos veterinários e dos técnicos que trabalham no Bloco Cirúrgico, os quais inserem as informações na agenda *on line*.

Quadro 2. *Agendar cirurgia – Desperdícios encontrados*

Desperdício Lean	Situação encontrada
Falhas	A falta de padronização, por vezes, resulta em agendamentos duplicados, podendo um procedimento ser marcado na agenda formal e cirurgião ter agendado outro em mesmo dia e horário em sua agenda pessoal.
Movimento	Há um deslocamento excessivo do veterinário clínico para conseguir o agendamento, pois a sala onde são feitos os agendamentos fica muito distante dos ambulatórios onde os pacientes são atendidos.
Excesso de processamento	Ao final de um dia de trabalho, o veterinário clínico pode ter várias cirurgias para agendar e, conseqüentemente, vários contatos com tutores a fazer.
Potencial humano	O veterinário clínico desperdiça muito tempo para executar o agendamento, tempo este em que poderia estar realizando uma atividade mais valorosa. Além disso, os servidores responsáveis pelo registro da marcação precisam deixar de lado as atividades de seus cargos (instrumentação cirúrgica e auxiliar de veterinária e zootecnia) para a inserção das informações na agenda.

As perdas relatadas acima deixam o processo impreciso e variável, colocando a escolha de como proceder na mão dos profissionais, que podem variar sua forma de execução conforme lhe for mais conveniente. Além disso, atividades que deveriam ser simples ocasionam desperdício de tempo e potencial dos profissionais.

Com base nisso, foram pensadas melhorias (Quadro 3) de rápida implantação, sem adição de custo e que possibilitam a redução do fluxo do processo, tornando-o mais conciso (Figura 13).

Para diminuir o excesso de movimentação do veterinário, sugere-se que o local de agendamento seja alterado do Bloco Cirúrgico para o SAME, local este que já é utilizado para solicitar o orçamento da

cirurgia e onde existe um cargo terceirizado de digitador, o qual poderia assumir esta atividade sem gerar nenhum tipo de desvio de função, liberando a equipe da sala de materiais para executar suas atividades-fim sem interrupções.

Ao conseguir realizar o agendamento concomitantemente à solicitação de orçamento, o veterinário diminui o tempo em que deixa o tutor esperando no ambulatório, consegue concluir o atendimento antes da entrada de um novo paciente, e, ainda, reduz a quantidade de tarefas extras que realizaria após o término dos atendimentos.

A seguir, no Quadro 4, é possível verificar o plano de ação elaborado para realizar as melhorias sugeridas no Quadro 3.

Quadro 3. Agendar cirurgia – Desperdícios x melhorias

Situação encontrada	Sugestões de melhoria
A falta de padronização, por vezes, resulta em agendamentos duplicados, podendo um procedimento ser marcado na agenda formal e cirurgião ter agendado outro em mesmo dia e horário em sua agenda pessoal.	- Implementar o POP com as orientações sobre a execução do processo e acompanhar sua execução; - Disponibilizar a escala prevista dos cirurgiões e suas respectivas salas cirúrgicas com, no mínimo, duas semanas de antecedência.
Há um deslocamento excessivo do veterinário clínico para conseguir o agendamento, pois a sala onde devem ser feitos os agendamentos fica muito distante dos ambulatórios onde os pacientes são atendidos.	- Alterar o local de agendamento do Bloco Cirúrgico para o SAME, mesmo local onde se solicita o orçamento.
Ao final de um dia de trabalho, o veterinário clínico pode ter várias cirurgias para agendar e, conseqüentemente, vários contatos com tutores a fazer.	- Garantir que o maior número de agendamentos possível seja feito antes da liberação do tutor.
O veterinário clínico desperdiça muito tempo para executar o agendamento, tempo este em que poderia estar realizando uma atividade mais valorosa. Além disso, os servidores responsáveis pelo registro da marcação precisam deixar de lado as atividades de seus cargos (instrumentação cirúrgica e auxiliar de veterinária e zootecnia) para realizar a inserção das informações na agenda.	- Atribuir às pessoas que ocupam o cargo terceirizado de digitador a função de efetivar a marcação na agenda on-line.

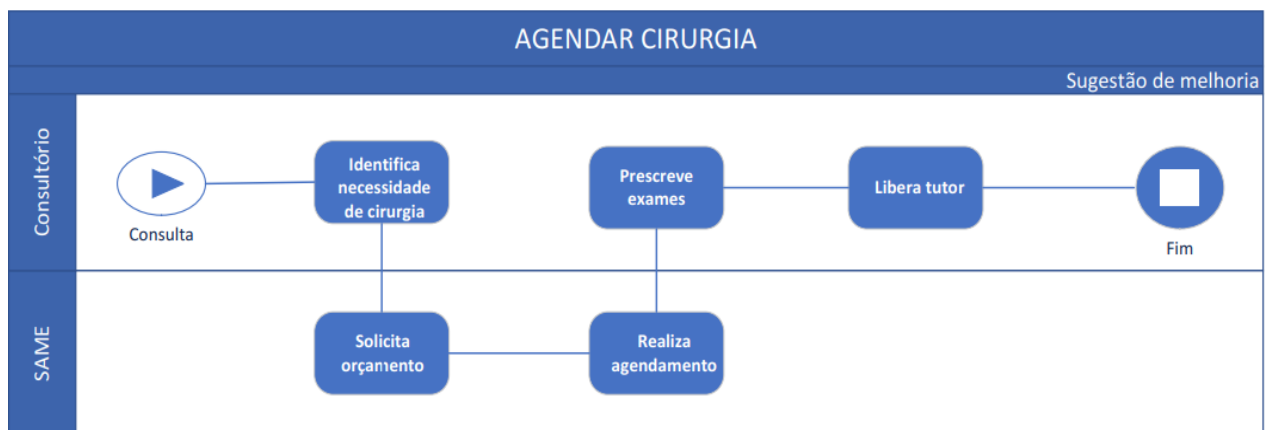


Figura 13. Agendar cirurgia – Estado futuro

Quadro 4. *Agendar cirurgia – Plano de ação*

O que?	Quando?	Quem?	Por quê?	Onde?	Como?
Implementar o POP com as orientações sobre a execução do processo e acompanhar sua execução.	Após a aprovação do POP	Direção	Para padronizar as atividades.	HCV	Divulgação por e-mail e orientação pessoal.
Disponibilizar a escala prevista dos cirurgiões e suas respectivas salas cirúrgicas com, no mínimo, duas semanas de antecedência.	Toda segunda-feira	Chefia da CPA	Para conhecimento prévio.	Agenda on-line e mural da recepção	Atualização da agenda.
Alterar o local de agendamento do Bloco Cirúrgico para o SAME, mesmo local onde se solicita o orçamento.	Após a aprovação do POP	Direção	Para evitar o deslocamento excessivo do veterinário.	SAME	Divulgação por e-mail e orientação pessoal.
Garantir que o maior número de agendamentos possível seja feito antes da liberação do tutor.	Quando for solicitar o orçamento da cirurgia	Veterinário	Para diminuir o número de tarefas dos veterinários após o término dos atendimentos.	SAME	Verificação da agenda de cirurgias antes de liberar o tutor.
Atribuir às pessoas que ocupam o cargo terceirizado de digitador a função de efetivar a marcação na agenda on-line.	Após a aprovação do POP	Direção	Para liberar os servidores do Bloco Cirúrgico desta função.		Divulgação por e-mail e orientação pessoal.

Sob a perspectiva dos princípios Lean, estas pequenas mudanças agregarão mais valor ao fluxo do processo, pois o tempo de espera do tutor no ambulatório irá diminuir e este terá um retorno quase que imediato das informações do agendamento, aumentando assim o nível de satisfação do cliente.

Processo Agendar Exame de Imagem

O Serviço de Diagnóstico por Imagem do HCV (SDI) trabalha com exames de radiografia e ultrassonografia. Nos dois casos, a forma de agendamento é a mesma: quando em consulta, o veterinário se desloca do ambulatório até o setor para verificar a disponibilidade de horário do exame pretendido, conforme Figuras 14 e 15.

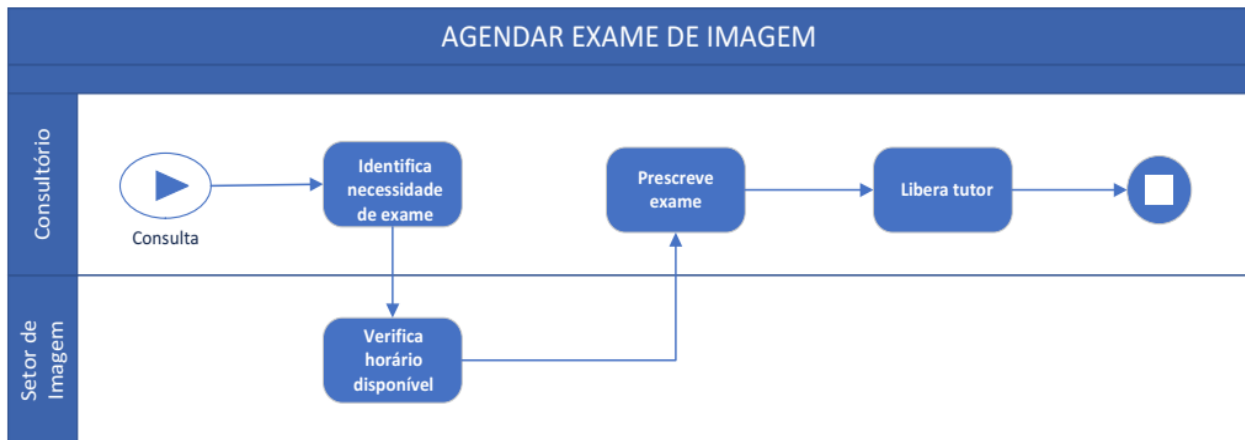


Figura 14. Agendar exame de imagem

Havendo horário disponível, o veterinário volta ao ambulatório, informa o horário ao tutor e prescreve o exame. Porém, quando não há vaga, o tutor é orientado a retornar em outro dia, o mais cedo possível, e procurar o veterinário da triagem para que este realize o agendamento junto ao SDI e/ou que o tutor procure outro estabelecimento para a realização do exame recomendado. Neste caso, o veterinário geralmente necessita fazer duas prescrições: uma para solicitar o exame nas dependências do HCV e outra para uso em uma clínica externa.

Em nenhum momento é permitido que o tutor se encaminhe sozinho para a marcação junto ao SDI, pois o setor não conta com servidores disponíveis somente para o agendamento, sendo este realizado pelos próprios veterinários ou técnicos de radiologia do setor.

Uma questão levantada pelo corpo clínico é que, na maioria das vezes, não há mais horários disponíveis, principalmente no caso da ecografia. Os veterinários relatam que se sentem constrangidos porque

orientam o tutor a retornar cedo em outra ocasião, mas sabem que há uma grande chance de não se conseguir um horário vago, mesmo assim.

Na Figura 15 é possível verificar que o veterinário clínico precisa sair de um dos ambulatórios (linha preta), ir até o SDI para verificar se há horário disponível para a realização do exame solicitado e, após, retornar ao ambulatório (linha vermelha), para informar ao tutor se há horário disponível.

A orientação do SDI é que a agenda abra diariamente às 7h30min e a marcação seja feita por ordem de chegada, sendo necessária a presença do tutor. Ocorre que, por muitas vezes, ocorrem marcações internamente (desrespeitando a regra) e não restam muitos horários disponíveis. Além disso, existem alguns espaços na agenda reservados para casos de urgência e emergência e também para os animais que estão internados, o que reduz ainda mais a chance de conseguir uma vaga.

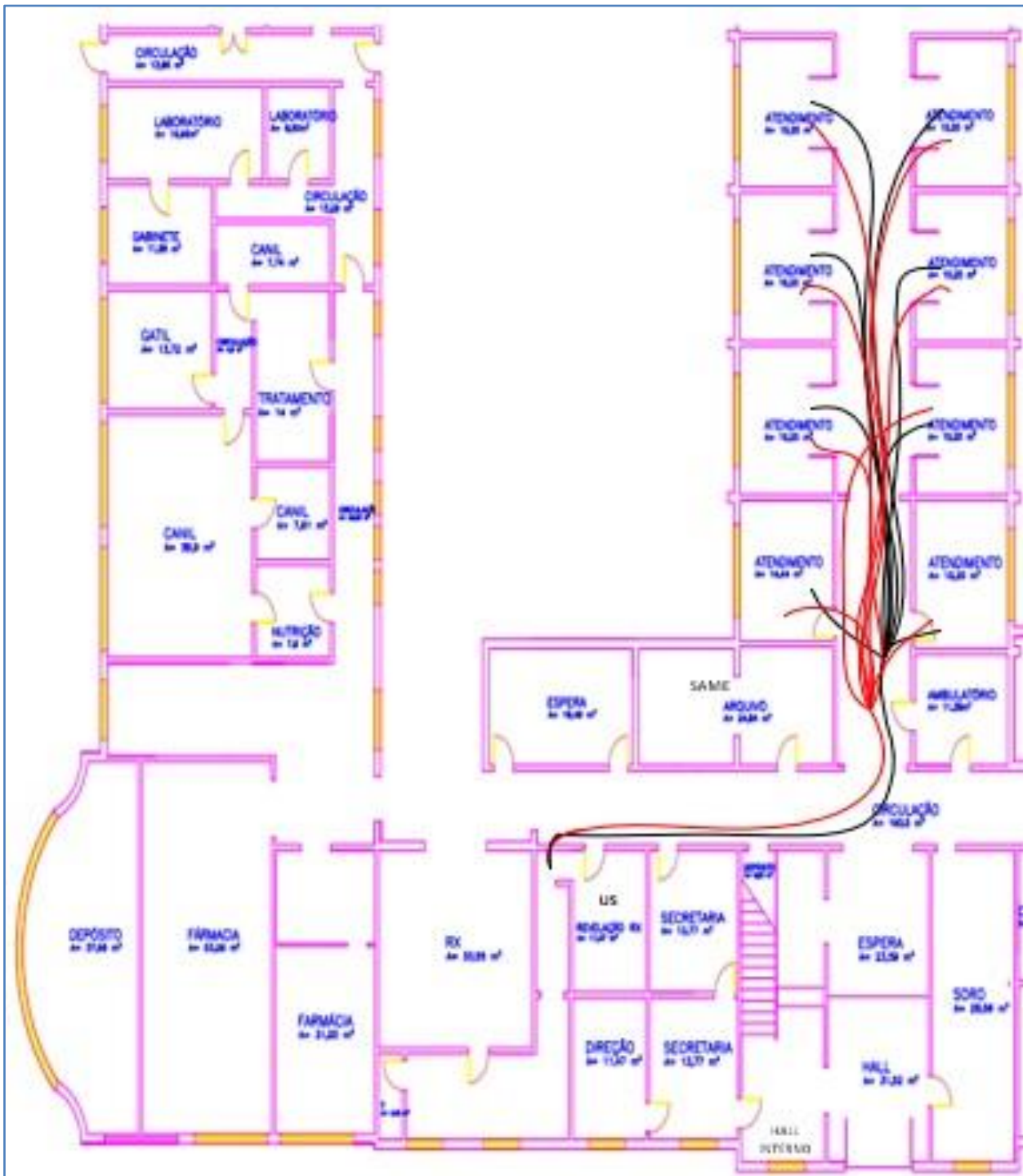


Figura 15. – Diagrama espagete - Agendar examen de imagen

Ao realizar a análise deste processo, foi possível identificar os seguintes desperdícios (Quadro 5): falta de padronização, tempo de espera,

deslocamento desnecessário, excesso de processamento e desperdício do potencial humano dos veterinários.

Em razão disto, o profissional, por vezes, prefere realizar uma prescrição duplicada

do que ter que se deslocar até o SDI, basicamente pelo receio de perder tempo caso não haja mais horários disponíveis no dia.

Quadro 5. *Agendar exame de imagem – Desperdícios encontrados*

Desperdício Lean	Situação encontrada
Falhas	Falta de padronização. Ocorrem agendamentos que não respeitam a regra.
Espera	O tempo de espera por um agendamento pode ser elevado, caso o tutor não tenha condições de realizar o exame em outro local.
Movimento	Há a necessidade de deslocamento do veterinário do ambulatório até o SDI para tentar o agendamento.
Excesso de processamento	Necessidade de fazer dois encaminhamentos para o mesmo exame, um para uso interno e outro externo.
Potencial humano	O veterinário clínico desperdiça tempo para executar o agendamento, tempo este em que poderia estar realizando uma atividade mais valorosa.

Embora este processo pareça mais simples, nele foi encontrada uma necessidade maior de mudanças (Quadro 6), o que pode demandar um trabalho de convencimento mais efetivo junto aos profissionais, por romper com os padrões pré-estabelecidos e executados até então.

Ainda, para conter o excesso de processamento, aconselha-se que seja desenvolvido pelos veterinários, em conjunto com o SDI, um formulário padrão para o encaminhamento de exames, que possa ser utilizado tanto interna quanto externamente e assegure que o veterinário não tenha mais que duplicar sua prescrição.

Para reduzir o tempo de espera por uma vaga e o número de possíveis retornos do tutor para tentar um agendamento, sugere-se que seja liberada a marcação de exames em datas futuras e permitida a marcação por ligação telefônica.

Para diminuir o deslocamento do veterinário e o tempo fora do ambulatório, recomenda-se alterar o local do agendamento, transferindo a agenda de exames de imagem para a recepção e possibilitando que a marcação seja feita pelo próprio tutor (Figura 16), ao sair da consulta ou então através de contato telefônico.

Quadro 6. Agendar exame de imagem – Desperdícios x melhorias

Situação encontrada	Sugestões de melhoria
Ocorrem agendamentos que não respeitam a regra.	- Implementar o POP com as orientações sobre a execução do processo e acompanhar sua execução;
O tempo de espera por um agendamento pode ser elevado, caso o tutor não tenha condições de realizar o exame em outro local.	- Liberar a marcação prévia de exames a serem realizados em outros dias.
Há a necessidade de deslocamento do veterinário do ambulatório até o SDI para tentar o agendamento.	- Deixar a agenda disponível para agendamento na recepção.
Necessidade de fazer dois encaminhamentos para o mesmo exame, um para uso interno e outro externo.	- Uniformizar o encaminhamento dos exames, de modo que este possa ser utilizado no HCV e fora dele.
O veterinário clínico desperdiça tempo para executar o agendamento, tempo este em que poderia estar realizando uma atividade mais valorosa.	- Indicar ao tutor que realize a marcação diretamente na recepção;

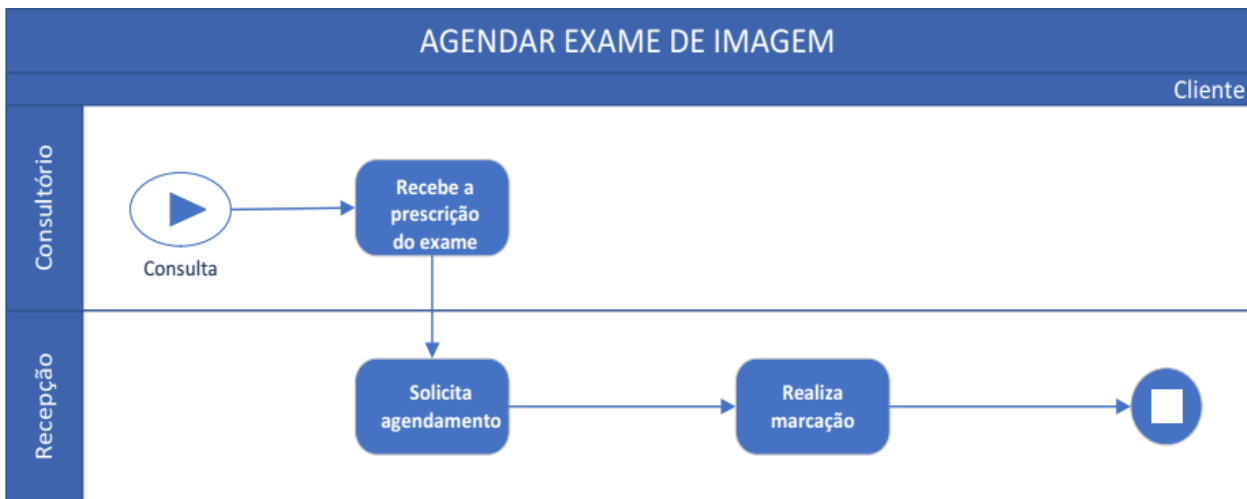


Figura 16. Agendar Exame de Imagem – Estado futuro

A alteração do local e a transferência da responsabilidade de execução da atividade para o tutor promoverão a liberação do potencial humano e do tempo dos veterinários e dos técnicos em radiologia. Com as alterações sugeridas, o valor do processo será identificado pelo cliente diretamente ao realizar o agendamento, não haverá mais intermediários no fluxo e,

ainda, haverá mais horários disponíveis, mesmo que ao longo dos dias, diminuindo a insatisfação dos tutores e dando a estes a pronta oportunidade de escolha sobre o local de realização do exame. Da mesma forma que no processo anterior, também foi criado um plano de ação (Quadro 7) para facilitar a implementação das melhorias.

Quadro 7. Agendar exame de imagem – Plano de ação

O que?	Quando?	Quem?	Por que?	Onde?	Como?
Implementar o POP com as orientações sobre a execução do processo e acompanhar sua execução.	Após a aprovação do POP	Direção	Para padronizar as atividades.	HCV	Divulgação por e-mail e orientação pessoal.
Liberar a marcação prévia de exames a serem realizados em outros dias.	Após a aprovação do POP	Direção e SDI	Para dar ao tutor maior autonomia na sobre a decisão da marcação do exame.	Recepção	Permitir o agendamento em datas futuras.
Deixar a agenda disponível para agendamento na recepção.	Após a aprovação do POP	Servidores do SDI	Para diminuir o deslocamento do veterinário e possibilitar o agendamento pelo tutor.	Recepção	Criação de agenda para marcação de exames.
Uniformizar o encaminhamento dos exames, de modo que este possa ser utilizado no HCV e fora dele.	Imediatamente	Veterinários	Necessidade de fazer dois encaminhamentos para o mesmo exame, um para uso interno e outro externo.	HCV	Criar uma Comissão para elaborar e validar os formulários
Indicar ao tutor que realize a marcação diretamente na recepção.	Durante a consulta, ao entregar encaminhamento do exame	Veterinário	O veterinário clínico desperdiça tempo para executar o agendamento, tempo este em que poderia estar realizando uma atividade mais valorosa.	Ambulatório	Orientação verbal

DISCUSSÃO

Após o mapeamento dos processos, buscou-se analisá-los considerando os cinco princípios da filosofia Lean: valor, fluxo de valor, fluxo, puxar e perfeição (Womack & Jones, 1996).

Cabe aqui ressaltar que os processos com maior frequência apontados como mais críticos não são em si de natureza complexa, um deles, inclusive, é demasiadamente simples. Porém, as dificuldades encontradas na rotina os tornam complicados sob o ponto de vista dos envolvidos.

A solução mais completa para proporcionar a melhoria dos dois processos críticos seria a implantação de um software de gestão, que foi até mencionado pelos veterinários em respostas do questionário. Porém, esta é uma solução que demandaria tempo, dinheiro e uma equipe técnica disponível para realizar o planejamento da aquisição, incluindo a descrição detalhada do software almejado, levantamento da estrutura necessária e elaboração do processo de licitação.

Contudo, como mencionado por Graban (2013), a melhoria contínua (kaizen) pode, às vezes, ser baseada em pequenas

mudanças, onde o foco principal é a redução do desperdício existente no tratamento do paciente ou no trabalho das pessoas. Com base nisso, neste estudo, são sugeridas melhorias de implementação rápida, as quais, mesmo não sendo ideais, amenizam e/ou eliminam as dificuldades encontradas. Desta forma, é possível introduzir a cultura Lean no HCV e instigar os colaboradores a identificar outros processos onde pequenas alterações podem facilitar o desenvolvimento de suas atividades.

De fato, ambos os processos dependem do engajamento dos colaboradores para que as melhorias tragam benefícios. As chefias envolvidas precisam garantir a comunicação efetiva das mudanças e a manutenção da execução das atividades de acordo com o determinado nos POPs para que os ganhos sejam sentidos pela equipe. A cultura Lean precisa ser incorporada no HCV de maneira orgânica, fazendo com que os envolvidos sintam os benefícios da melhoria contínua e queiram, por eles próprios, promover o aperfeiçoamento de processos que, por ventura, estejam causando desconforto na equipe e limitando sua capacidade de atuação.

CONCLUSÕES

Este artigo teve como finalidade propor melhorias em processos no serviço hospitalar veterinário da UFRGS, a partir da aplicação dos princípios Lean e da padronização de processos. Para tanto,

desenvolveu-se um estudo de caso junto a um hospital veterinário de uma universidade federal do Rio Grande do Sul, com o intuito de identificar os processos críticos nesse hospital e como seria possível aplicar os princípios da produção enxuta nesse contexto.

Assim sendo, entende-se que o estudo entregou seu objetivo, uma vez que foi realizada a verificação dos processos considerados críticos pelo corpo clínico do HCV, da mesma forma que foi realizada a análise dos mesmos à luz dos princípios da filosofia Lean e, isto posto, foi efetuada a proposição das melhorias cabíveis.

As análises realizadas apontam que é possível iniciar a implementação da filosofia Lean no HCV gradualmente, com a conscientização e engajamento de todos os envolvidos. A inserção de pequenas alterações nos processos poderá resultar em um grande incremento na qualidade do serviço entregue ao cliente.

Como contribuições práticas, os resultados obtidos neste estudo podem ser implementados pela instituição e

promover ganhos em termos de organização, produtividade, otimização do tempo e também na satisfação dos colaboradores e clientes.

Ainda, por se tratar de uma área pouco explorada, este estudo possui contribuição teórica para a literatura, ao passo que diminui a carência de estudos que abordem a utilização da filosofia Lean em processos de serviço de hospitais veterinários.

Com isso, sugere-se que a aplicação prática das melhorias propostas neste estudo seja tema de estudos futuros, bem como recomendam-se pesquisas que promovam a análise e aperfeiçoamento de outros processos relevantes no serviço hospitalar veterinário, permitindo que a mentalidade enxuta permeie todos os setores do HCV.

REFERÊNCIAS

Abuhejleh, A., Dulaimi, M. & Ellahham, S. (2016). Using Lean management to leverage innovation in healthcare projects: case study of a public hospital in the UAE. *BMJ Innovations*, 2, 22-32. <http://dx.doi.org/10.1136/bmjinnov-2015-000076>

Araújo, R. M. & Alloufa, J. M. L. (org.). (2020). *Temas em gestão pública: contribuições para as instituições federais de ensino*. Natal: EDUFRRN. <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/28211>

Battaglia, F. (2007). *Desafios para pensarmos Lean além das fábricas*. São Paulo: Lean Institute Brasil.

Brasil. Ministério da Educação (2018). Recuperado em: 24 de junho de 2021 de: Hospitais Universitários:

<http://portal.mec.gov.br/hospitais-universitarios>

Carpinetti, L. C. R. (2017) *Gestão da qualidade: Conceitos e Técnicas*. 3 ed. São Paulo: Atlas.

Crema, M. & Verbano, C. (2016). Safety improvements from health lean management implementation: Evidences from three cases. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 33 (8), 1150-1178. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-11-2014-0179>

Dammand, J., Horlyck, M., Jacobsen, T., Lueg, R. & Röck, R. (2014). Lean management in hospitals: Evidence from Denmark. *Administratie si Management Public. Faculty of Administration and Public Management, Academy of Economic Studies*, 23, 19-35. https://ideas.repec.org/a/rom/rampas/v2014y2_014i23p19-35.html

- De Almeida, J. P. L., Galina, S. V. R., Grande, M. M. & Brum, D. G. (2017). Lean thinking: planning and implementation in the public sector. *International Journal of Lean Six Sigma*, 8(4), 390-410. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2016-0027>
- Downe-Wamboldt, B. (1992). Content analysis: method, applications, and issues. *Health care for women international*, 13(3), 313-32. <https://doi.org/10.1080/07399339209516006>
- Ferro, J. R. (2005). Novas fronteiras de aplicação do sistema Lean em serviços. *Lean Institute Brasil*, 11. <https://www.lean.org.br/artigos/72/novas-fronteiras-de-aplicacao-do-sistema-lean-em-servicos.aspx>
- Graban, M. (2013). *Hospitais Lean: melhorando a qualidade, a segurança dos pacientes e o envolvimento dos funcionários*, 2ª edição. Tradução: Raul Rübenich, Porto Alegre: Bookman.
- Harrington, H. J. & Harrington, J. S. (1997). *Gerenciamento total da melhoria contínua: a nova geração da melhoria de desempenho*. São Paulo: Makron Book.
- Joosten, T., Bongers, I. & Janssen, R. (2009). Application of lean thinking to health care: issues and observations. *International Journal for Quality in Health Care*, 21(5), 341-347. <https://doi.org/10.1093/intqhc/mzp036>
- Marchwinski, C., Shook, J. & Lean Enterprise Institute. (2003). *Léxico Lean: glossário ilustrado para praticantes do pensamento Lean*. São Paulo: Lean Institute Brasil.
- Miguel, F. V. C. (2010). A Entrevista Como Instrumento Para Investigação em Pesquisas Qualitativas no Campo da Linguística Aplicada. *Revista Odisseia*, (5). <https://periodicos.ufrn.br/odisseia/article/view/2029/1464>
- Pyzdek, T. (2018). *The Lean Healthcare Handbook: A Complete Guide to creating healthcare workplaces that maximize flow and minimize waste*. Createspace Independent Publishing Platform.
- Silva, E. L. & Menezes, E. M. (2001). *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. 3. ed. rev. atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC.
- Schonberger, R. J. (2018). Reconstituting Lean in healthcare: From waste elimination toward 'queue-less' patient-focused care. *Business Horizons*, 61(1), 13-22. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2017.09.001>
- Toussaint, J. S. & Berry, L. L. (2013). The promise of lean in health care. *Mayo Clinic Proceedings*, 88(1):74-82. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2012.07.025>
- Wickramasinghe, N., Kent, B., Moghimi, F., Stien, M., Nguyen, L., Redley, B., Taylor, N. & Botti, M. (2014). Using technology solutions to streamline healthcare processes for nursing: The case of an Intelligent Operational Planning Support Tool (IOPST) solution. In: *Lean Thinking for Healthcare*. [s.l.] Springer New York, 405-430. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8036-5_32
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600967>

Autoras

Aline Rodrigues Santos. Administradora do Hospital de Clínicas Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Graduada em Administração pela Universidade Regional Integrada (2007), possui especialização em Gestão de Marketing (IESA, 2010) e cursa mestrado profissional em Engenharia de Produção (UFRGS, 2021). Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6258-3449>

Email: adm.aliners@gmail.com

Maria Auxiliadora Cannarozzo Tinoco. Professora adjunta do Departamento de Engenharia de Produção e Transportes da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Graduada em Engenharia Química pela Universidade de Carabobo (1998), possui mestrado (UFRGS, 2006), doutorado (UFRGS, 2011) e pós-doutorado (UFRGS, 2014) em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2941-1693>

Email: maria@producao.ufrgs.br

Recibido: 12-05-2021

Aceptado: 16-06-2021

Rediseño de una planta manufacturera a través de layout orientado al proceso

Redesign of a manufacturing plant through process-oriented layout

Adriana Janneth Díaz Vargas

Palabras clave: distribución en planta, layout orientado al proceso, planta manufacturera

Key words: plant layout, process-oriented layout, manufacturing plant

RESUMEN

La adecuada distribución de los departamentos en las plantas, tanto de productos como de servicios, son decisiones claves que permiten a las organizaciones determinar la eficiencia a largo plazo de las operaciones; además de establecer parámetros competitivos en cuanto a capacidad, procesos, flexibilidad y costos, sin dejar de lado ventajas como la calidad de vida en el trabajo, el contacto con el cliente y la imagen. El propósito del proyecto es desarrollar un "una distribución en planta (layout) económico que satisfaga los requerimientos competitivos de la empresa, aprovechando al máximo los espacios, equipos y personas, con que cuenta; mejorando el flujo de información, materiales y personas, así como la seguridad de las condiciones de trabajo de los colaboradores y la interacción con el cliente; permitiendo adaptarse a los cambios futuros que se puedan presentar en cuanto, a nuevos productos, nuevos procesos, nueva maquinaria y equipos, nuevas tecnologías, nuevos materiales, entre otros. Este documento presenta una propuesta de rediseño de distribución de la planta, basado en los costos de manejo de material que actualmente maneja la empresa, con el objetivo de minimizar dichos costos y maximizar los recursos utilizados en la manufactura de cercas eléctricas, a través de la implementación de un Layout orientado al proceso.

ABSTRACT

The adequate distribution of the departments in the plants, both for products and services, are key decisions that allow organizations to determine the long-term efficiency of operations; in addition to establishing competitive parameters in terms of capacity, processes, flexibility and costs, without neglecting advantages such as quality of life at work, contact with the client and image. The purpose of the project is to develop an "economic layout that satisfies the competitive requirements of the company, making the most of the spaces, equipment and people it has; improving the flow of information, materials and people, as well as the safety of the working conditions of the collaborators and the interaction with the client; allowing to adapt to future changes that may arise in terms of new products, new processes, new machinery and equipment, new technologies, new materials, among others. This document presents a proposal for the redesign of the plant's distribution, based on the material handling costs currently handled by the company, with the objective of minimizing said costs and maximizing the resources used in the manufacture of electric fences, through the implementation of a process-oriented layout.

INTRODUCCIÓN

El problema del diseño de las instalaciones es un aspecto significativamente relevante dentro del marco de las estrategias de operaciones comerciales y ha surgido como una estrategia alternativa hacia la sostenibilidad de la cadena de suministro (Pérez-Gosende, Mula y Díaz-Madroño, 2020). La adecuada distribución de las áreas en planta, tanto de productos como de servicios, son decisiones clave que permiten a las organizaciones determinar la eficiencia a largo plazo de las operaciones; además de establecer parámetros competitivos en cuanto a capacidad, procesos, flexibilidad y costos, sin dejar de lado ventajas como la calidad de vida en el trabajo, el contacto con el cliente y la imagen (Tompkins y White, 2013).

La esencia de la mejora de la línea de producción radica en el análisis continuo de los procesos realizados; el diseño de las instalaciones, elementos que componen la línea de producción, juega un papel crucial en la mejora de la producción (Kikolski y Ko, 2018). Uno de los proyectos que debe considerar la empresa para el logro de sus objetivos, es la planificación del trazado de las instalaciones de la fábrica, donde este factor juega un papel fundamental en el aumento de su productividad (Haekal y Adi, 2020).

Distribución en planta

La distribución en planta o layout es la ordenación física de los factores y elementos industriales presentes en los

procesos de producción de la empresa, en la contribución del área y ubicación de los distintos departamentos (Meyers y Stephens, 2006). El cómo utilizar la infraestructura disponible para producir de manera efectiva los productos requeridos se ha considerado como un objetivo del diseño de la distribución de las instalaciones (Kikolski y Ko, 2018).

La Distribución en Planta es un concepto relacionado con la disposición de las máquinas, los departamentos, las estaciones de trabajo, las áreas de almacenamiento, los pasillos y los espacios comunes dentro de la instalación de producción propuesta o ya existente. Para Pérez (2016), la distribución en planta, es el proceso de ordenamiento de los elementos que conforman el sistema productivo en el espacio físico, de manera que se alcancen los objetivos de producción de la forma más adecuada y eficiente posible. La finalidad fundamental de la distribución en planta consiste en organizar estos elementos de manera que se asegure la fluidez del flujo de trabajo, materiales, personas e información a través del sistema productivo (De la Fuente y Fernández, 2005).

Rivera, Cardona, Vásquez y Rodríguez (2012), ponen en evidencia que, en el desarrollo de proyectos de redistribución de planta en la práctica, la mayoría de empresas no utilizan ninguna metodología o herramienta para llevar a cabo la evaluación de alternativas de diseño y la

selección de aquella que será implementada. Para Haekal y Adi (2020), un buen diseño de las instalaciones de producción juega un papel importante en las actividades del proceso de producción, puede mejorar la calidad de los productos producidos y proporcionar comodidad y libertad de movimiento a los trabajadores. El objetivo principal de la distribución en planta consiste en organizar los equipos y áreas de trabajo de la manera más eficiente, y al mismo tiempo satisfactoria y segura para el personal que realiza el trabajo (Monga y Khurana, 2015).

Layout orientado al proceso

Es un tipo de distribución en planta que se emplea para una producción de bajo volumen y alta variedad; se agrupan maquinaria y equipos similares; es el layout más eficiente cuando se fabrican productos con requisitos diferentes, o a la hora de tratar con clientes o pacientes con necesidades diferentes (Heizer y Render, 2007). Por lo general, esta distribución se da cuando la producción es por lotes.

Este tipo de distribución permite que los operarios estén capacitados para realizar cualquier tarea de cualquier proceso, al igual que el manejo de la maquinaria dispuesta debido a que esta es genérica y poco especializada, que puede adaptarse a las necesidades de cada tipo de producto.

Según Heinder y Raider (2007), el layout orientado al proceso, también llamado producción tipo taller o intermitente, se puede aplicar principalmente en organizaciones como: universidades, bancos, aeropuertos, talleres de mecánica,

bibliotecas y hospitales. Se caracteriza principalmente porque puede realizar simultáneamente, una gran variedad de productos y/o servicios; es una forma para apoyar una estrategia de diferenciación del producto; es el layout más eficiente en la fabricación de productos con diferentes requerimientos; (hospital o empresa prestadora de servicios); aplica la estrategia de bajo volumen y alta variedad; y, en un layout de "taller", cada producto o lote de productos siguen secuencias distintas de operaciones.

De acuerdo con Urban (1998), el layout orientado al proceso tiene sus ventajas y desventajas. Entre las ventajas se cuenta, la flexibilidad en la asignación de equipos y tareas; la avería de una máquina no detiene el proceso, porque el producto será traspasado a otra máquina disponible en el taller; es el enfoque indicado para tratar la manufactura de pequeños grupos de piezas o lotes de trabajo y para producir piezas de diversas formas y tamaños. Entre las desventajas se encuentra, el uso de equipos de utilización general o multifuncional, las órdenes de producción necesitan más tiempo para moverse en el sistema, los equipos multifuncionales necesitan mano de obra altamente calificados y capacitados, los inventarios de trabajo en proceso de fabricación o semielaborado son mayores debido al desequilibrio existente entre los procesos de producción, y, aumenta la inversión en capital.

Muther (1981), plantea que, en el layout orientado al proceso:

-Su gama de productos por lo general requiere de operaciones comunes.

-Existe variabilidad en los volúmenes de producción y demanda.

-Las líneas de producción están entremezcladas.

-Los operarios están capacitados y calificados para cambios de línea de producción y de maquinaria y equipo.

-El inventario de producto en proceso es elevado.

-Los espacios están congestionados por el trabajo en curso, es decir, son poco efectivos.

-Los costos fijos son bajos, y los costos variables elevados.

-Los equipos utilizados son flexibles.

Este artículo es el resultado de un proyecto de investigación, el cual se desarrolló en una empresa dedicada a la fabricación y distribución de controles para cercado eléctrico, ubicada en Cundinamarca, Colombia. Se inició con la descripción y diagnóstico de la planta, en cuanto a manejo y movimiento de material, basados en tiempos, distancias, cargas, viajes y costos entre departamentos. Estos datos permitieron conocer el costo actual que devenga el transporte y manejo del material mensual, por la referencia de más producción en la planta.

A través de herramientas de ingeniería, específicas de distribución en planta, como

lo son los Diagramas de Relación de Actividades, los cuales permitieron determinar los departamentos que por conveniencia deben estar cerca entre sí. Se procedió a establecer los costos actuales que devenga la empresa por manejo y transporte de material anuales, en la producción de cercas 40 K; basándose en las distancias en metros entre departamentos, así como las cargas semanales que manejan entre ellos, y el costo de transportar el material por metro recorrido. Estos valores son registrados en un "Diagrama De- Hacia" para su mejor comprensión.

Se logra identificar los departamentos entre los cuales se mueve el mayor flujo de material y, por consiguiente, también generan el mayor costo del mismo. El propósito del proyecto es presentar una redistribución en una planta ya existente, a través de Layout orientado al proceso, con el fin de reducir costos de manejo de material. Como herramienta para la toma de decisiones, se utilizaron los softwares de AutoCAD y POM. Se presentan dos alternativas de distribución de los departamentos, determinando la mejor opción que cumpla con los objetivos de la empresa y minimice los costos de manejo y transporte de material.

METODOLOGÍA

En esta investigación, para el análisis del problema se toma como metodología los nueve pasos propuestos por Bozer, Meller y Erlebacher (1994), para solucionar problemas de distribución de planta:

1. Determinar la compatibilidad de los modelos de distribución de manejo de materiales con el problema bajo estudio.
2. Encontrar todos los factores que puedan modelarse como flujo de materiales

3. Determinar las subunidades básicas para el análisis. Determinar la definición apropiada de un departamento o de una subunidad.

4. Se debe usar un modelo matemático o computacional, determinar la compatibilidad de la naturaleza de los costos en el problema y en el modelo. Es decir, si el modelo supone que los costos de manejo de materiales son lineales e incrementales, determinar si estos supuestos son realistas.

4. ¿Qué tan sensible es la solución a los supuestos de los datos de flujo? ¿Cuál es el

impacto de los cambios aleatorios en estos datos?

5. Reconocer las idiosincrasias del modelo y tratar de encontrar mejoras.

6. Examinar los aspectos a largo plazo asociados con el problema y las implicaciones a largo plazo de la solución propuesta.

7. Considerar el problema de distribución como un problema de sistemas.

8. Ponderar la importancia de los factores cualitativos.

9. Seleccionar la herramienta apropiada para el análisis.

RESULTADOS

Descripción de la empresa

Este proceso manufacturero es una empresa familiar, ubicada en el departamento de Cundinamarca, Colombia. Fue creada hace aproximadamente 37 años.

Es decir, esta empresa cuenta con más de 30 años de experiencia en el mercado de controles para cercado eléctrico, con centros de distribución no solo a nivel nacional sino también internacional. La empresa se encarga de la fabricación y distribución de cercas eléctricas e implementos para su uso; el producto final requiere de intermediarios para su venta final.

Ofrece una amplia gama de productos desde controles de corto alcance para mascotas bien sea en pequeñas fincas o patios; hasta controles de largo alcance para grandes fincas especializadas en cría y

producción de ganado a nivel comercial. La variedad de los productos está también presente en el tipo de energía utilizada para su operación (110v., 240v., batería 12v. y Solar). Del mismo modo, en esta planta manufacturera se fabrica polines, probadores para cercas eléctricas y desviadoras de rayos, al igual, que comercializa aisladores de varios tipos para el complemento del control eléctrico.

Dichos productos usan tecnología de punta con componentes electrónicos y eléctricos de los mejores proveedores disponibles a nivel mundial, y junto con los métodos y, otros materiales utilizados en su fabricación garantizan la calidad del producto.

Descripción del problema

Para conocer mejor la empresa en su interior, se aplicaron herramientas de recolección de datos e información como

fue la encuesta a empleados y, una entrevista a la gerencia. Con esto se dio una mirada global a la problemática presente en producción y en los puestos de trabajo referentes al almacenamiento, manipulación y transporte de material, tal como se muestra en la figura 1.



Figura 1. Carga y descarga de material

De lo anterior se dio a conocer que la empresa no cuenta con un estudio previo respecto a la distribución y diseño de la planta, sino que se han venido adaptando las instalaciones y los procesos a medida que va creciendo y de acuerdo con las necesidades que surgen. La gerencia es consciente de las condiciones ambientales (ventilación, iluminación, ruido, orden y limpieza) inadecuadas en las instalaciones. Se reconoce una pérdida de material del 3% aproximadamente.

A través de la observación directa se observó material en proceso almacenado, maquinaria anclada, sin dispositivos de seguridad y de movimiento para ser trasladadas con facilidad, lo que genera poca flexibilidad al momento de cambios en el proceso para nuevos productos;

deficiencia en el diseño de los puestos de trabajo, falta de ergonomía en los mismos; lo que ocasiona retrasos de hasta tres (3) días en las entregas al cliente y sobrecostos de \$500.000 por lote en el manejo de material, generado del transporte, instalación y personal que no estaba programado. También se observó la falta de aprovechamiento de los espacios que en el área total del segundo piso, donde se centra el mayor número de procesos de producción, éste era del 40% del área total, al igual que el mal estado y lo poco frecuente del mantenimiento de la maquinaria y equipos.

Caracterización del área de producción

En las líneas de producción de la empresa, se evidencia, once (11) "cruces" entre los procesos; es decir, no hay una secuencia específica para realizar ciertas tareas debido a que los procesos no están estandarizados; por otra parte, no existe un sistema de inventario de materiales. lo que genera un elevado producto en proceso, llegando a utilizar los pasillos para su almacenaje, lo que impide el correcto flujo del material, obstaculizando el paso de los colaboradores, en consecuencia, deben desplazarse de sus puestos de trabajo para poder adquirir material y realizar su labor; esto se debe a que no se manejan mecanismos para el transporte del material, lo cual facilitaría el trabajo.

A su vez, existe otra falencia referente a las condiciones ambientales debida a la deficiente iluminación en algunos puestos del trabajo; además de la falta de limpieza y orden en la planta en general. También se

encuentra el mal almacenamiento: cajas en el suelo y material fuera de lugar o en ubicaciones con dificultad para ser alcanzadas, daños en materiales almacenados por razones locativas, elevadas cantidades de material.

Cabe también mencionar el mal manejo de la información y la poca comunicación entre las áreas de trabajo, lo que genera un mala comunicación y aislamiento del trabajo. Se encuentran lejanía de las primeras operaciones a los centros de recepción al igual que excesivos desplazamientos de parte de los colaboradores.

Debido a las condiciones de operación y a los objetivos generales de la empresa es importante contar con una distribución flexible de las instalaciones que permita atender y adaptarse a cambios de nuevas

Aplicación de la metodología

Al determinar la compatibilidad de los modelos de distribución de manejo de materiales con el problema de la distribución en la planta manufacturera de la empresa, se concluyó, que lo más adecuado es la distribución por procesos, que es el layout orientado al proceso. Luego, se encuentran todos los factores que puedan modelarse como flujo de materiales, en este caso, las distancias en metros entre las estaciones de trabajo, las cargas que se transportan, las cuales se miden en número de viajes entre las áreas

propuestas, sin que afecte los niveles de producción requeridos para cumplir con la demanda y sin que requiera mayores inversiones en ajustes o modificaciones; también, es de vital importancia asegurar una circulación fluida del proceso, sin contar con esperas y demoras por desplazamientos que se presenten y afecten el nivel de producción.

Para la redistribución de la planta se plantea el layout orientado a procesos, porque se aplica en la producción por lotes, como es el caso de cada lote de cercas que se aproxima a las 100 unidades de cada referencia.

Con base en lo que expone Muther (1981), esta empresa manufacturera se clasifica en layout por proceso, porque atiende ciertas características determinantes en este tipo de distribución.

de trabajo y los costos de manejo de materiales entre las mismas.

Para entender mejor la distribución de planta que presenta la empresa actualmente, se diseñó un diagrama donde se observan las dos plantas de la empresa con sus distribuciones de áreas de trabajo, proporcionales al tamaño real y lugares de servicio, al igual que se muestra el flujo del proceso seleccionado, dentro de la planta, como se muestra en la Figura 2; también se determinan las necesidades de espacio para cada departamento y el espacio en planta disponible.

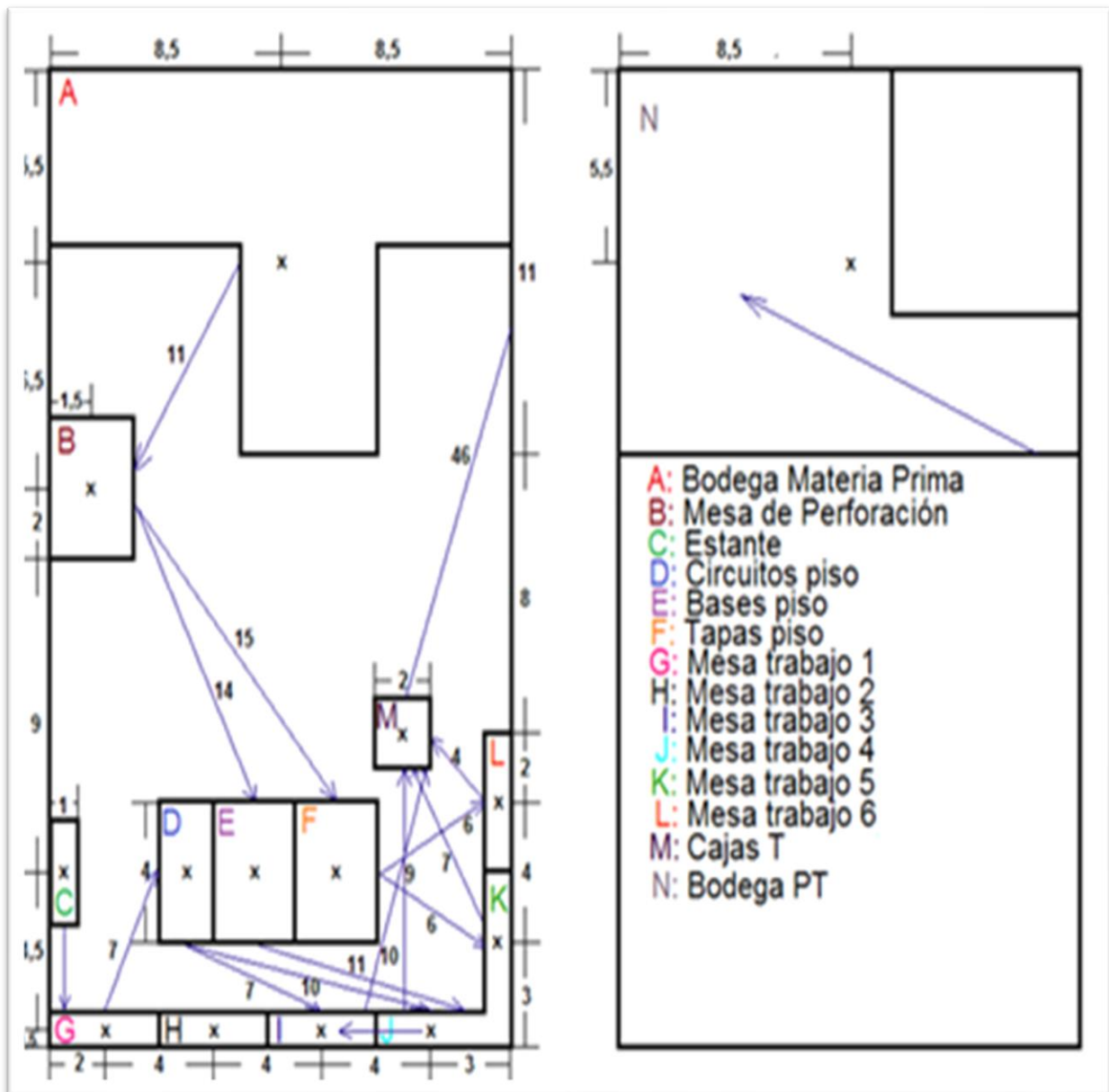


Figura. 2. Dimensiones de la planta (metros) y layout actual de los departamentos

El proceso de producción para el análisis se seleccionó por criterio del gerente, el cual genera el costo más elevado de manejo de materiales, debido a su alto volumen de producción; es decir, el producto que más demanda presenta en la actualidad. En este caso es el proceso de producción de

controles eléctricos de 40k, el cual se describe en la figura 3.

Se continúa con la caracterización del proceso de producción seleccionado, con respecto a la distribución de las áreas de trabajo, capacidad, proceso, tiempos de desplazamientos, viajes, tareas, cargas o

lotes, con el fin de hallar los costos actuales del manejo de material que genera la empresa, para la producción de cercas 40 K. Como herramienta para el análisis del flujo de material, se utilizan Diagramas "De – Hacia". Para esta investigación se utilizaron los siguientes diagramas: el número de

viajes de manejo de materiales por día entre dos estaciones de trabajo o departamentos, el diagrama que registra las distancias entre las áreas, y por último el diagrama que registra el costo de transporta el material entre las estaciones de trabajo (Niebel, 2009).

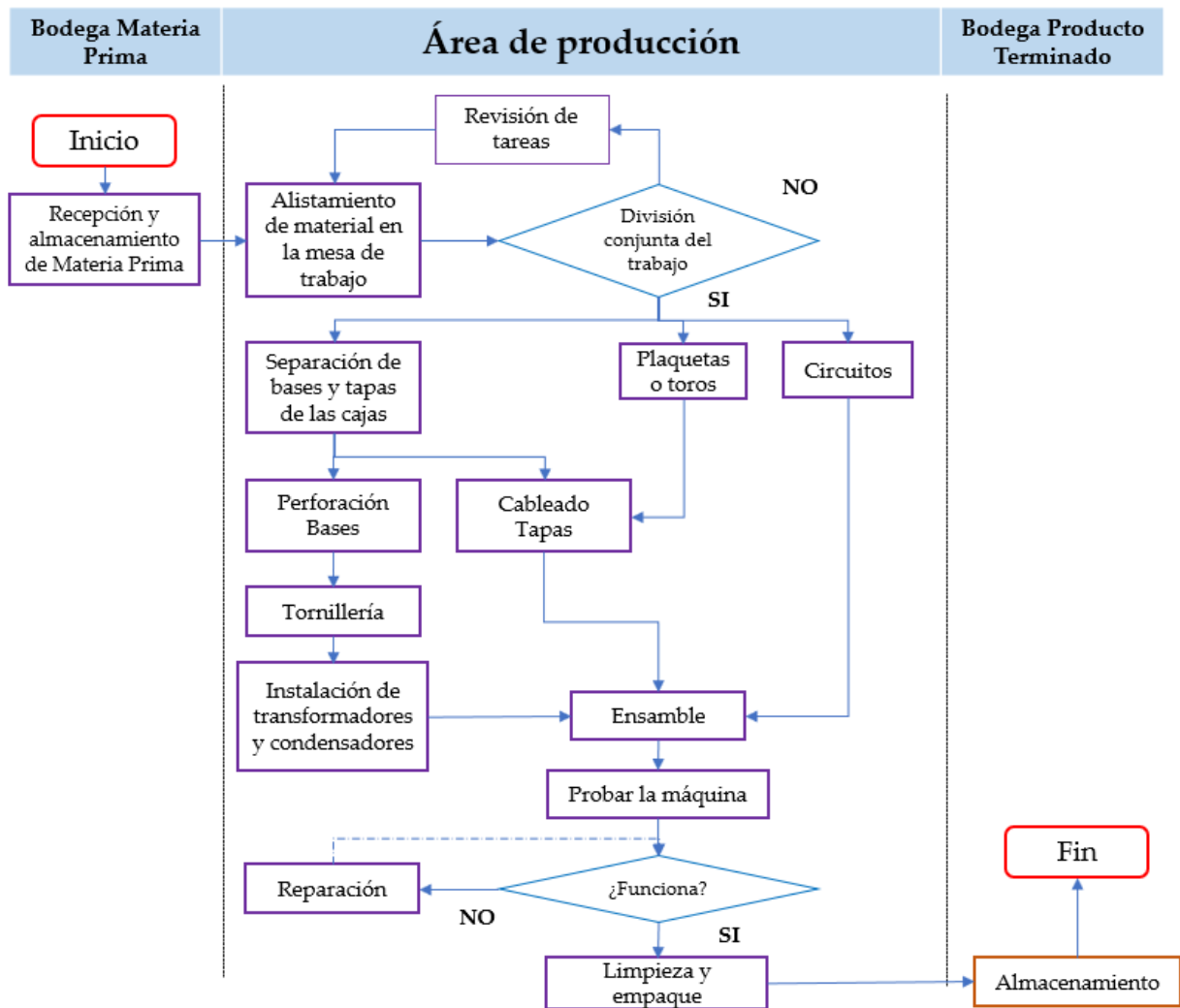


Figura. 3. Flujo del proceso de producción de controles eléctricos de 40 K

En la tabla 1 se registran las distancias que debe recorrer el material entre las estaciones de trabajo, basadas en los

recorridos que hace el material dentro de la planta de producción, para la elaboración de controles eléctricos de 40K.

Tabla 1. Diagrama “de-hacia” de distancias en metros x día

	A	B	C	D	E	F	G	I	J	K	L	M	N
A		11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-		-	-	14	15	-	-	-	-	-	-	-
C	-	-		-	-	-	45	-	-	-	-	-	-
D	-	-	-		-	-	-	7	10	-	-	-	-
E	-	-	-	-		-	-	-	11	-	-	-	-
F	-	-	-	-	-		-	-	-	6	6	-	-
G	-	-	-	7	-	-		-	-	-	-	-	-
I	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	9	-
J	-	-	-	-	-	-	-	4		-	-	9	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	7	-
L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		4	-
M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60
N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

A continuación, se construye el Diagrama “de-hacia” que muestre el flujo de componentes, en este caso el número de viajes que realiza el material por día. En la

tabla 2, se muestra el número de viajes realizados para producir un lote de 100 controles eléctricos de 40k diarios, de acuerdo al flujo que sigue el producto.

Tabla 2. Diagrama “de-hacia” número de viajes (lote / diario)

	A	B	C	D	E	F	G	I	J	K	L	M	N
A		7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-		-	-	10	5	-	-	-	-	-	-	-
C	-	-		-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
D	-	-	-		-	-	-	1	1	-	-	-	-
E	-	-	-	-		-	-	-	10	-	-	-	-
F	-	-	-	-	-		-	-	-	5	5	-	-
G	-	-	-	1	-	-		-	-	-	-	-	-
I	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	5	-
J	-	-	-	-	-	-	-	10		-	-	3	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	5	-
L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		4	-
M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

El siguiente paso, fue desarrollar un diagrama esquemático inicial que muestre la secuencia de departamentos a través de los que se transporta el material. En la Figura 4 se muestra el gráfico que registra este flujo entre los departamentos.

Cuando se diseña un layout orientado al proceso, la estrategia es colocar los departamentos o áreas de trabajo, de forma que se minimicen los costos del transporte del material.

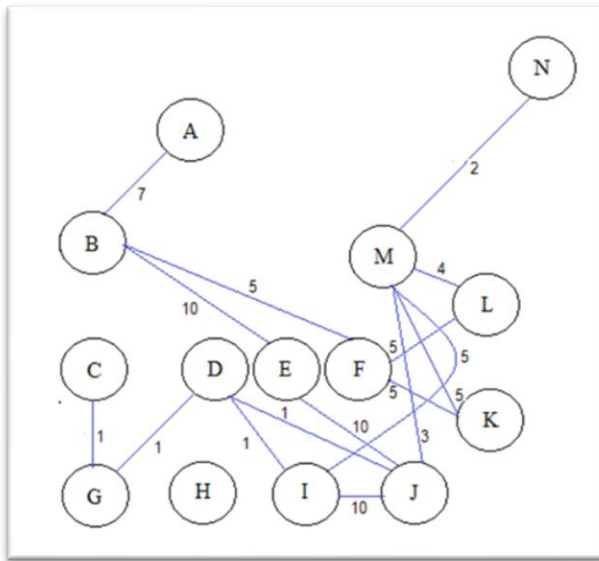


Figura 4. Gráfico de flujo actual entre departamentos mostrando el número de viajes diarios

Para entender mejor, se deben colocar juntos los departamentos con grandes flujos de material entre ellos, personas o componentes. El costo de manejo de materiales en este enfoque depende de: número de cargas o personas a mover entre dos departamentos durante un periodo de tiempo; y, los costos relacionados con la distancia entre secciones o departamentos (Konz, 2002).

Para hallar los costos de manejo de material entre los departamentos, es decir, lo que cuesta transportar el material entre departamentos. Se asume que el costo es una función de la distancia entre secciones. Se puede expresar la función objetivo como se presenta en la ecuación 1 (Hillier y Lieberman, 2010):

$$\text{Minimizar costos} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij} C_{ij} \quad (1)$$

Donde,

n = número de estaciones de trabajo o secciones

i, j = secciones individuales

X_{ij} = número de cargas movidas de la sección i a la sección j

C_{ij} = costo de transportar una carga entre la sección i y la j .

Las instalaciones orientadas al proceso, y también las organizaciones de posición fija, tratan de minimizar el producto de las cargas o desplazamientos por los costos relacionados con la distancia. El termino C_{ij} combina la distancia y otros costos en un solo factor. De este modo, se da por sentado que no solo la dificultad del transporte es igual, sino que los costos de recogida y entrega son constantes. Aunque no siempre son constantes, para simplificar se toman los datos como: costo, dificultad y costos de recogida y entrega, en esta única variable.

Un problema en el flujo del material se evidenció en la falta de mecanismos para el transporte del material, éste lo hacen los operarios en cajas, cargándolas manualmente. El costo se toma entonces, como el valor por metro recorrido del material, multiplicado por la distancia entre los departamentos y, por el número de viajes realizados.

Para hallar el costo por metro de los recorridos, se basó en las distancias recorridas, las cuales se muestran en la Fig. 3. Se tomó el valor del salario de los colaboradores, el cual equivale a \$781.242 pesos colombianos (SMLV), como base mensual. Es decir, teniendo en cuenta que se laboran 8 horas diarias, durante 6 días a

la semana, y que el tiempo promedio de recorrido por metro es de 3 segundos, de parte de los colaboradores. Se establece entonces que el metro recorrido del material, tiene un costo de \$3,3908

diariamente, teniendo en cuenta que se producen 5 lotes de 100 unidades de controles eléctricos de 40K al día. Estos costos se registran en la tabla 3.

Tabla 3. Costo diario de recorrido del material entre departamentos por lote (pesos)

	A	B	C	D	E	F	G	I	J	K	L	M	N
A		\$ 522,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-		-	-	\$ 950,04	\$ 508,95	-	-	-	-	-	-	-
C	-	-		-	-	-	\$ 30,54	-	-	-	-	-	-
D	-	-	-		-	-	-	\$ 47,50	\$ 67,86	-	-	-	-
E	-	-	-	-		-	-	-	\$ 746,46	-	-	-	-
F	-	-	-	-	-		-	-	-	\$ 203,58	\$ 203,58	-	-
G	-	-	-	\$ 47,50	-	-		-	-	-	-	-	-
I	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	\$ 305,37	-
J	-	-	-	-	-	-	-	271		-	-	\$ 183,22	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	\$ 237,51	-
L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		\$ 108,58	-
M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		\$ 814,32
N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Por consiguiente, el costo de transporte entre los departamentos, se halla de la siguiente forma:

$$C_{ij} = (\text{distancia entre los departamentos } i - j) * (\text{Costo del metro recorrido del material}) * (\text{número de viajes entre los departamentos } i - j)$$

$$CAB = 11 * 3,3908 * 7 = \$261,0916$$

$$CBE = 14 * 3,3908 * 10 = \$474,712$$

$$CBF = 15 * 3,3908 * 5 = \$254,31$$

$$CCG = 4 * 3,3908 * 1 = \$13,5632$$

$$CDI = 7 * 3,3908 * 1 = \$23,7356$$

$$CDJ = 10 * 3,3908 * 1 = \$33,908$$

$$CEJ = 11 * 3,3908 * 10 = \$372,988$$

$$CFK = 6 * 3,3908 * 5 = \$101,724$$

$$CIM = 9 * 3,3908 * 5 = \$152,586$$

$$CJM = 9 * 3,3908 * 3 = \$91,5516$$

$$CKM = 7 * 3,3908 * 5 = \$118,678$$

$$CLM = 4 * 3,3908 * 4 = \$54,2528$$

$$CMN = 60 * 3,3908 * 2 = \$406,896$$

$$CGD = 7 * 3,3908 * 1 = \$23,7356$$

De lo anterior, se deduce que a la empresa le cuesta \$2.522,7552 al día por lote, transportar el material entre los departamentos; es decir, el movimiento de material tiene un costo de \$302.730,624 mensual para cumplir con la producción de 120 lotes / mes de los controles eléctricos de 40K. El costo anual por manejo de materiales corresponde a \$3.632.767,488, con el layout actual.

Por último, utilizando el método ensayo error y con ayuda del software POM para Windows, se intenta mejorar La distribución en planta el layout representado en la Figura 5.

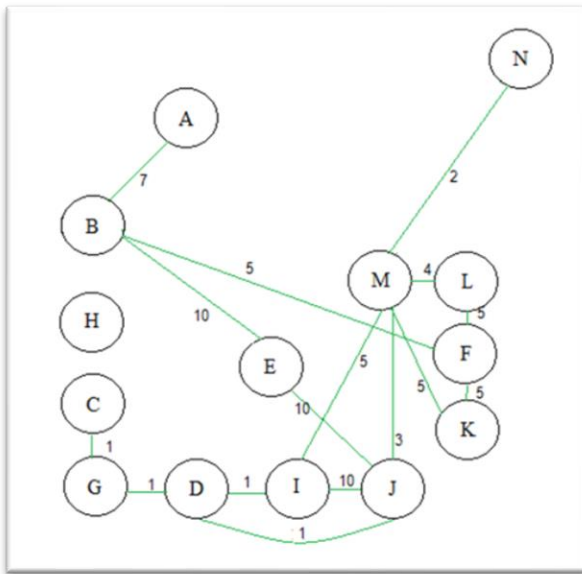


Figura 5. Flujo de materiales, en función de la propuesta 1

Para establecer un layout razonablemente bueno de los departamentos. Basándose en el gráfico de flujos, como en los cálculos de costos y, teniendo en cuenta que los departamentos A y N, que corresponde a la bodega de materia prima y la bodega de producto terminado respectivamente, no se pueden mover de lugar debido a la infraestructura de las mismas; parece razonable acercar el departamento M al departamento N, al igual que tratar de acercar los departamentos E y J, y los departamentos B y E, los cuales manejan un alto volumen de movimiento de material entre ellos, lo que provoca un elevado costo de manipulación. Sería conveniente hacer referencia al hecho de que entre estos departamentos se generan mayores costos de manejo de materiales, que, entre los demás departamentos, incluso, se pueden indicar los costos correspondientes.

Además, se tiene en cuenta que las zonas de piso, es decir, donde se deja el material para ser procesado no son fijas por lo cual pueden moverse, teniendo en cuenta la disponibilidad de los espacios.

En la Figura 6, se presenta la primera propuesta del gráfico de flujo entre departamentos.

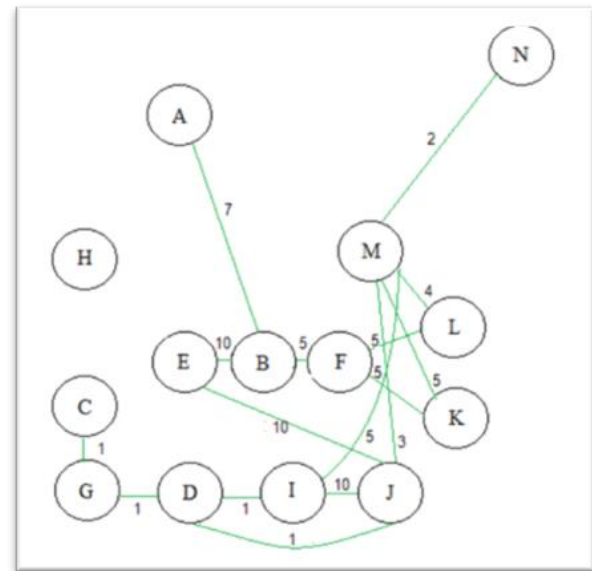


Figura 6. flujo de materiales, en función de la propuesta 2

$$\begin{aligned} \text{Minimizar costos} &= (11 \cdot 3,3908 \cdot 7) + (14 \cdot 3,3908 \cdot 10) + (16 \cdot 3,3908 \cdot 5) + (4 \cdot 3,3908 \cdot 1) \\ &+ (3 \cdot 3,3908 \cdot 1) + (6 \cdot 3,3908 \cdot 1) + (11 \cdot 3,3908 \cdot 7) \\ &+ (4 \cdot 3,3908 \cdot 5) + (9 \cdot 3,3908 \cdot 5) + (9 \cdot 3,3908 \cdot 3) \\ &+ (7 \cdot 3,3908 \cdot 5) + (3 \cdot 3,3908 \cdot 4) + (60 \cdot 3,3908 \cdot 2) \\ &+ (3 \cdot 3,3908 \cdot 1) = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &261,0916 + 474,712 + 271,264 + 13,5632 \\ &+ 10,1724 + 20,3448 + 372,988 + 67,816 + \\ &152,586 + 91,5516 + 118.678 + 40,6896 + \\ &406,896 + 10,1724 = \$2.312,5256 \text{ por lote al día} \end{aligned}$$

El costo de manejo de material de la propuesta 1. es de $\$2.312,5256 \cdot 5 \text{ lotes} \cdot 24 \text{ días} = \$277.503,072 \text{ mensual.}$

$$\begin{aligned} \text{Minimizar costos} &= (14 \times 3,3908 \times 7) + (3 \times 3,3908 \times 10) + (3 \times 3,3908 \times 5) + \\ &+ (4 \times 3,3908 \times 1) + (3 \times 3,3908 \times 1) + (6 \times 3,3908 \times 1) \\ &+ (14 \times 3,3908 \times 7) + (4 \times 3,3908 \times 5) + \\ &+ (9 \times 3,3908 \times 5) + (9 \times 3,3908 \times 3) + (7 \times 3,3908 \times 5) \\ &+ (3 \times 3,3908 \times 4) + (60 \times 3,3908 \times 2) + \\ &+ (3 \times 3,3908 \times 1) = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &332,2984 + 101,724 + 50,862 + 13,5632 + \\ &10,1724 + 20,3448 + 332,2984 + 101,724 + \\ &152,586 + 91,5516 + 118.678 + 40,6896 + \\ &406,896 + 10,1724 = \$1.783,5608 \text{ por lote} \\ &\text{al día.} \end{aligned}$$

El costo de manejo de material de la propuesta 2 es de \$1.783,5608 al día por lote * 5 lotes * 24 días = \$214.027,296 mensual, que corresponde a \$2.568.327,552 anuales. Como se puede observar la mejor propuesta es la número 2 ya que disminuye los costos de manejo de material en \$88.703,328 mensuales; es decir, un total de ahorro en costos de movimiento del material entre departamentos de \$1.064.439,936 anuales, implementando esta propuesta en la empresa.

Para complementar las decisiones sobre la mejor ubicación de los departamentos en la planta manufacturera, mejorando el flujo de material dentro del proceso de producción y minimizando los costos de transporte del material; se aplica la herramienta de Diagrama de relación de actividades el cual lo definen Hillier y Lieberman (2010), como un medio gráfico con el que se representa la conveniencia de ubicar pares de operaciones cercanas entre sí.

Para el diagrama de relaciones se han sugerido los siguientes códigos de letras para determinar una clasificación de cercanía (Vischer, 1995):

A. Absolutamente necesario. Como dos operaciones pueden usar el mismo equipo o las mismas instalaciones, deben localizarse cercanas entre sí.

E. Especialmente importante. Las instalaciones pueden requerir el mismo personal o los mismos registros, por ejemplo.

I. Importante. Las actividades pueden ordenarse secuencialmente con el flujo de trabajo normal.

O. Importancia ordinaria. Sería conveniente que las instalaciones estén cercanas entre sí, pero no es imprescindible.

U. No es importante. No importa si las instalaciones se ubican próximas entre sí o no.

X. No es deseable. La ubicación de un departamento de soldadura cerca de uno que utiliza líquidos inflamables entraría en esa categoría.

Las clasificaciones de cercanía se representan en un diagrama de relación de actividades que especifica la clasificación apropiada para cada departamento. La empresa, cuenta con trece departamentos o puestos de trabajo, el diagrama de relaciones de actividades se construyó con base en los costos (Tabla 4), siendo A: El costo más elevado y U: el costo más bajo.

Del diagrama de actividades, representado en la Figura 7, se puede

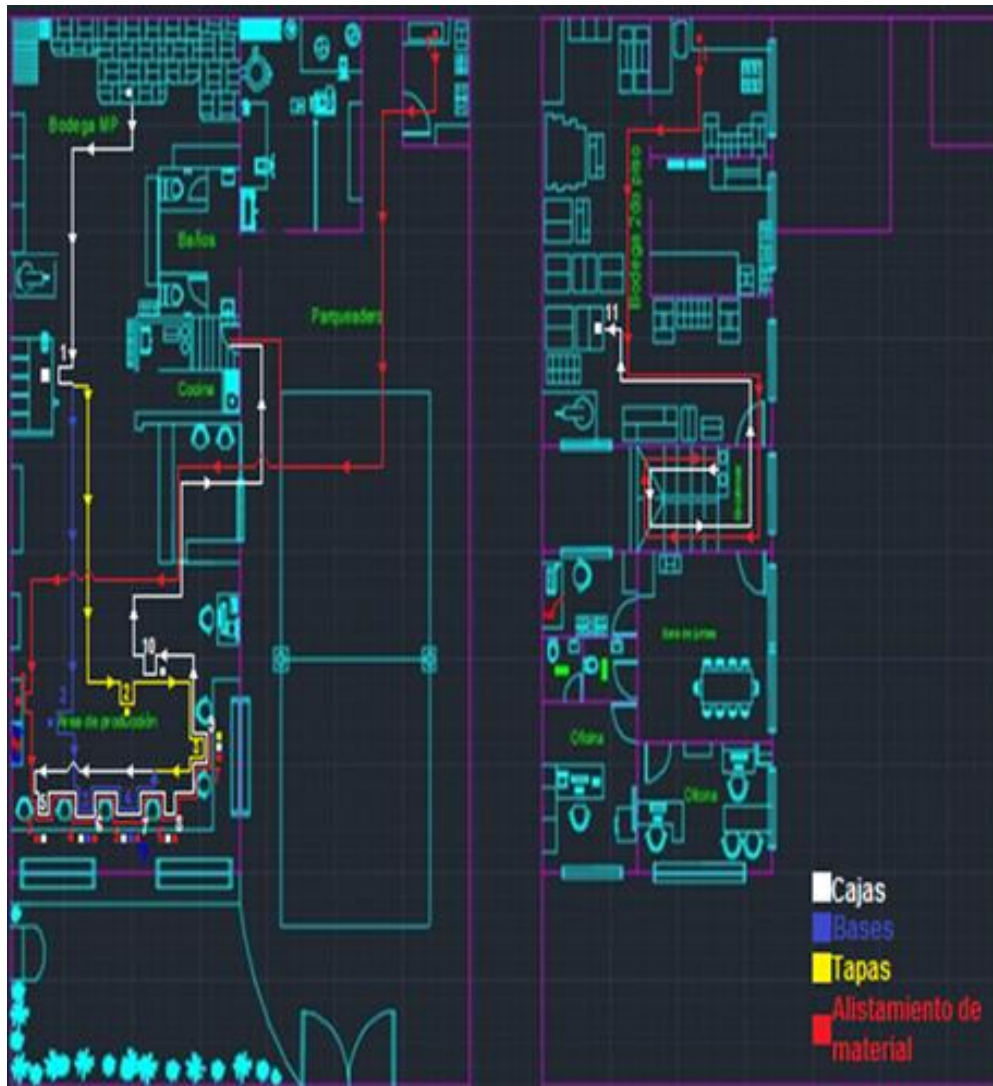


Figura 8. Layout final propuesto

CONCLUSIONES

Se estima que más del 20 al 50% de los gastos totales de operación en que se incurre dentro del área de fabricación, se pueden atribuir a la disposición de la planta, y que una distribución eficiente reduce probablemente esos costos por los menos del 10 al 30%.

En la planta de producción, actualmente los costos de manejo de material, ascienden a \$3.632.767,488 anuales con el layout actual, para la fabricación de controles eléctricos de 40K con una producción de 12.000 unidades mensuales.

Con la reubicación de las estaciones de trabajo propuesto para la empresa, los

costos de manejo de material se reducen en un 29,3% al año. El ahorro de la empresa en dichos costos es de \$\$1.064.439,936 anuales. Es necesario la implementación de un mecanismo para el transporte del material, ya que los almacenamientos tanto de materia prima como de producto terminado se encuentran en el segundo piso, y no es recomendable bajarlos de nivel, por la infraestructura actual del edificio. La más conveniente y económica propuesta para resolver este problema de flujo de material, es un elevador manual que soporte los lotes de producción. Cuando se den modificaciones tecnológicas se debe evaluar el desempeño de los sistemas de transporte en la planta o bajo parámetros diferentes.

Con base en la propuesta presentada en este proyecto, para el rediseño de la planta, se propone un diseño flexible en las instalaciones que permita adaptarse rápidamente a cambios en la demanda, en la introducción de nuevos productos; sin perjudicar los niveles de producción demandados actualmente.

REFERENCIAS

Bozer, & Meller, R. y Erlebacher, S. (1994). An improvement – Type Layout Algorithm for Single and Multiple Floor Facilities. *Management Science*, 40 (7), 809-945. <https://doi.org/10.1287/mnsc.40.7.918>
Cercas el Cebú website (2020). [Online], Disponible: www.cercaselcebu.com
De la Fuente García D. & Fernández Quesada, I. (2005). *Distribución de Planta*. Universidad de Oviedo: Servicio de publicaciones.

El rediseño presentado como mejoramiento del proceso de producción, aparte de reducir los costos de manejo de material; está garantizando un lugar de trabajo con circulación fluida de las personas y materiales; sin reprocesos, evitando en lo posible, el cruce en el flujo del material, eliminando costos innecesarios y paradas de la producción, esperas y demás.

Mediante la utilización del software POM, se pudo deducir del análisis cuantitativo la visualización de mejoras al acercar las estaciones de trabajo. Parece razonable acercar el departamento M al departamento N, al igual que tratar de acercar los departamentos E y J, y los departamentos B y E, los cuales manejan un alto volumen de movimiento de material entre ellos, lo que provocan los costos más elevados de manejo y transporte de material en el proceso.

Es importante mantener un equilibrio entre el transporte en la planta y la capacidad del proceso, al igual que la interacción entre estas dos variables; ya que impactan directamente en el desempeño de la distribución en planta de la empresa.

Haekal, J. y Adi, D. (2020). Planning Of Production Facilities Layouts In Home Industry With The Systematic Layout Planning Method. *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*, 7 (10), 147-153.

http://ijiset.com/vol7/v7s10/IJSET_V7_I10_18.pdf

- Heizer, J. y Render, B. (2007). *Dirección de la producción y de Operaciones*, 8va edición. México: Pearson Educación.
- Hillier F. y Lieberman G. (2010). *Introduction to operations research*, 7nd edition. Mc Graw Hill.
- Kikolski, M. y Ko, C. (2018). Facility layout design – review of current research directions. *Engineering Management in Production and Services*, 10 (3), 70-79. <http://dx.doi.org/10.2478/emj-2018-0018>
- Konz, S. (2002). *Diseño de Instalaciones Industriales*, 4ta edición. México: Limusa.
- Monga, R. y Khurana, V. (2015). Facility Layout Planning: A Review. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 4 (3), 976-980. <http://dx.doi.org/10.15680/IJIRSET.2015.0403027>
- Muther, R. (1981). *Distribución en planta*, 4ta edición. Barcelona: Editorial Hispano Europea.
- Niebel, B. W. (2009). *Ingeniería industrial: Tiempos, métodos y movimiento*, 12va edición. México: Alfa Omega.
- Pérez, P. (2016). Evaluación de la distribución espacial de plantas industriales mediante un índice de desempeño. *Revista de Administração de Empresas*, 56(5), 533-546. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-759020160507>
- Pérez-Gosende, P.; Mula, J. y Díaz-Madroñero, M. (2020). Overview of Dynamic Facility Layout Planning as a Sustainability Strategy. *Sustainability*, 12, 8277, 1-16. <http://dx.doi.org/10.3390/su12198277>
- Rivera, L., Cardona, L., Vásquez, L. y Rodríguez, M. (2012). Selección de alternativas de redistribución de planta: Un enfoque desde las organizaciones. *Sistemas & Telemática*, 10 (23), 9-26. <https://doi.org/10.18046/syt.v10i23.1366>
- Meyers, F. y Stephens, M. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*, 3era edición. México: Pearson.
- Tompkins, J. & White, J. (2013). *Planeación de instalaciones*, 3ra edición. Editorial Thomson.
- Urban, T. (1998). Solution procedures for the dynamic facility layout problem. *Annals of Operations Research*, 76, 323-342. <https://doi.org/10.1023/A:1018904806854>
- Vischer, J. (1995). Strategic Work – Space Planning. *Sloan Management Review*, 37 (1), 33-42. <https://sloanreview.mit.edu/article/strategic-workspace-planning/>

Autores

Adriana Janneth Díaz Vargas. Ingeniero Industrial, Universidad libre de Colombia. Maestría en Docencia, Universidad de La Salle, Colombia. Docente-Investigador Corporación Universitaria Iberoamericana, Colombia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7587-922X>

Email: adriana.diaz@ibero.edu.co

Recibido: 11-01-2020

Aceptado: 27-06-2021

Indicadores de calidad de servicio para la explotación de vías desde la percepción de usuarios (Autopista Regional del Centro, Carabobo, Venezuela)

Quality of service indicators for road exploitation from user perception (Autopista Regional del Centro, Carabobo, Venezuela)

Isandra Villegas Julien, Bettys Farias

Palabras clave: indicadores, calidad de servicio, vías, socio ambiental, satisfacción de los usuarios

Key words: indicators, quality of service, pathways, environmental partner, user satisfaction

RESUMEN

Este estudio propone un método para evaluar la percepción de los usuarios que transitan diariamente por la Autopista Regional del Centro. Lo novedoso de esta investigación está dado por la introducción de indicadores ligados a la opinión de los usuarios para conocer su percepción sobre la calidad del servicio aplicable a la explotación de esta vía de comunicación. En esta investigación se definieron los siguientes Indicadores de Calidad de Servicio: a) Mantenimiento de la infraestructura vial, b) Accidentalidad, c) Servicios ofrecidos a los usuarios, d) Tiempo de espera para pago en estaciones de cobro, e) Indicadores ambientales, f) Indicadores socio-económicos y territoriales. Como resultados más importantes se obtuvo de la opinión libre de los conductores que un 45% mostró insatisfacción por las condiciones de la vía, 29% estuvo en desacuerdo por el tiempo de espera para efectuar pagos, 26% reportó servicio deficiente por parte del personal. Lo que permitió concluir que de la muestra seleccionada el 67% reportó insatisfacción del servicio recibido. Los resultados presentan una propuesta de Indicadores de calidad de Servicio para la explotación de la vía.

ABSTRACT

This study proposes a method to assess the perception of users transiting daily on the Regional Highway of the Center in Venezuela. What is novel about this research is given by the introduction of indicators linked to the opinion of users to know their perception of the quality of service applicable to exploitation this means of communication. This research defined the following Quality of Service Indicators: a) Maintenance of road infrastructure, b) Accidentality, c) Services offered to users, d) Waiting time for payment at collection stations, e) Environmental indicators, f) Socio-economic and territorial indicators. As the most important results were obtained from the free opinion of drivers that 45% showed dissatisfaction with road conditions, 29% disagreed over the waiting time to make payments, 26% reported poor service by staff. This led to the conclusion that of the selected sample 67% reported dissatisfaction with the service received. The results present a proposal for service quality indicators for the operation of the road.

INTRODUCCIÓN

El sistema de peajes en sus distintas concepciones, ha venido funcionando en la mayoría de los países a lo largo de la historia, aun cuando su empleo ha sido condicionado por las características y normativas de cada país, ha prevalecido la necesidad de movilizar recursos para financiar la construcción o conservación de vías.

Los peajes se han convertido en un instrumento financiero permitiendo sufragar total o parcialmente los costos de construcción, conservación y explotación de obras públicas que, por su elevada inversión, la Administración Pública no ha podido asumir directamente en su totalidad. Fue el desarrollo de los sistemas de gestión indirecta, o el de las concesiones, aplicados a la construcción de las infraestructuras de transporte lo que hizo resurgir de nuevo las ventajas que ofrecían los peajes en su nueva concepción, al permitir al sector privado la realización de proyectos de gran envergadura a través de un nuevo régimen concesional. La participación privada en infraestructura ha sido motivada por una necesidad de realizar enormes inversiones para mejorar el funcionamiento de la infraestructura y su cobertura. La escasez de fondos públicos, inclinaron a la mayoría de los países a transferir los servicios de infraestructura al sector privado (Sánchez y Chauvet, 2019). En el ámbito legal, Venezuela cuenta con el Decreto con Rango y Fuerza de Ley Sobre La Promoción de la Inversión Privada Bajo

el Régimen de Concesiones (Ley Orgánica de Concesiones, 1999), donde define el alcance de un contrato de concesión entre la autoridad pública y un ente jurídico que le permite convertirse en un concesionario del sistema de peajes venezolano.

Por lo que los peajes han sido una posible fuente de generación de recursos para financiar la construcción y mantenimiento de la infraestructura vial. Tener autopistas de pago puede considerarse una oportunidad ya que garantiza las inversiones para conservar en buen estado las vías, liberando recursos públicos para otras necesidades sociales (Gómez, 2016), y además se justifican por su efectividad; el peaje, en su moderna acepción se ha desarrollado ligado a la construcción de nuevas infraestructuras viarias (puentes, autopistas), como una forma de financiar su construcción y mantenimiento y de aligerar la carga que suponen para las administraciones públicas (Pozueta, 2008). La construcción, puesta en servicio y/o mejora de carreteras impacta positivamente sobre la economía y la sociedad de un país, ya que reduce los costos de transporte a la vez que fomenta el acercamiento social y familiar. Sin embargo, dichas infraestructuras requieren de importantes inversiones que con frecuencia superan la capacidad del presupuesto público para acometerlas (Izquierdo y Vasallo, 2004). Este hecho, junto a la necesidad de promover mecanismos contractuales que generen una

mayor eficiencia social, está llevando a las Administraciones Públicas de muchos países de América Latina a impulsar distintos modelos de colaboración entre el sector público y el sector privado, denominados asociaciones de participación público privada o APP (Corporación Andina de Fomento, 2018).

Los contratos para la explotación de vías se deben establecer en relación a las obras a ejecutar, o los tramos a conservar y los criterios de pago. No obstante, todos tienen en común que la contraprestación económica de la administración depende mayormente del tráfico, aunque los últimos años en muchos casos a nivel mundial se han incorporado adicionalmente estándares de calidad en función de los cuales se bonifica o penaliza al concesionario. La forma óptima de controlar la calidad, conservación y explotación dentro de la concesión se mide con la utilización de diferentes indicadores. Los indicadores de calidad que las administraciones han utilizado con mayor frecuencia son: indicadores ligados a la accidentalidad de la carretera, a la capacidad de la vía, al nivel de servicio de la carretera, e indicadores ligados al estado del pavimento como el Índice de rugosidad internacional (IRI) y el coeficiente de rozamiento transversal (CRT) (Delgado, Vasallo y Soliño, 2012).

Hay experiencias en países europeos donde además se plantea la posibilidad de que el concesionario se beneficie de uno o varios años extras de concesión en caso de que se cumplieran unos criterios de calidad y de

gestión a lo largo de la vida de la concesión, además empleando un “índice de calidad de servicio evaluado por el usuario” (Monzón, 2017) donde el objetivo era incorporar la opinión del usuario.

También son de reciente aplicación los indicadores sociales que remuneran al concesionario en función del porcentaje laboral fijo y femenino durante la construcción y explotación (Delgado, Vasallo y Sánchez, 2007).

En el caso venezolano el servicio de peajes está administrado actualmente por el Estado, pero de igual forma se debe mantener el control y vigilancia de la prestación del servicio, mediante el uso de indicadores de calidad que incluyan además criterios en cuanto a seguridad vial (comparación de los índices de accidentalidad y peligrosidad en la autopista con los de autopistas de similar intensidad de tráfico); congestión (ponderación de horas con distintos niveles de servicio de tráfico); espera en cola (valor medio de espera de los vehículos en los puestos de peaje).

Otros criterios denominados “criterios de gestión” incentivan la desviación del tráfico pesado a las autopistas, disminuyendo así los costos de mantenimiento en las vías alternas. Se establecía como parámetro de referencia el porcentaje de vehículos pesados del corredor que circulan por la autopista, dado que la demanda de vehículos pesados es muy elástica al precio (Monzón, 2017).

Por lo que los criterios para la gestión sostenible de vías son una herramienta

para apoyar la toma de decisiones a distintos niveles de acción, incluyendo el nivel estratégico, el nivel de red, el nivel de proyecto y para la explotación de éstas a través de concesiones que garanticen los servicios adecuados para los usuarios, a lo que se le suma la integración del entorno socio ambiental de la vía a ser explotada basado en una serie de principios (Díaz, 2007).

Venezuela cuenta con una red de autopistas de aproximadamente novecientos setenta y cinco (975) kilómetros construidas entre los años 1950 – 1980. (MTC, 1995). Durante los últimos veinticinco años se ha paralizado el desarrollo de estas redes, que por falta de mantenimiento presentan un elevado deterioro físico, poniendo en riesgo su operatividad, así como la transitabilidad diaria de los usuarios quienes arriesgan su vida y sus bienes al transitar por estas vías en riesgosas condiciones.

Las autopistas venezolanas han sido desde sus orígenes construidas y operadas por el Ministerio de Obras Públicas (MOP), a través de la Dirección General de Vialidad, posteriormente este se convirtió en Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Ministerio de Obras Públicas, 1974), y actualmente se denomina el Ministerio del Poder Popular de Obras Públicas (MPPOP). A partir del año mil novecientos noventa y uno (1991), con la promulgación de la “Ley de Descentralización de Transferencias de Competencias”, la administración de la red vial fue entregada a los gobiernos

regionales (Convenio de transferencia de red vial, 1994), los que en su mayoría no pudieron operar correctamente esta infraestructura, prestarles un mantenimiento adecuado y establecer parámetros efectivos para la prestación de servicios adecuados, además de los desafíos de seguir desarrollando nuevas autopistas de mayor capacidad y modernizándolas para mayor seguridad.

Con esta realidad producto de la falta de recursos económicos y técnicos para cumplir con las actividades de mantenimiento y nuevos proyectos se dio inicio a la instalación de los sistemas de peaje en tramos de las principales autopistas del país con volúmenes adecuados de tránsito, estableciendo en éstos el cobro directo y/o a través de delegación a Institutos Públicos creados para atender estos servicios, presentando debilidad y poca transparencia en los sistemas de gestión no adecuados en la recaudación; situación está que fue reversada en el año 2016 sin efectos positivos hasta la actualidad.

La crisis actual política- económica que está ocurriendo a nivel nacional ha agravado la problemática. Las autoridades competentes en la materia: Ministerio del Poder Popular de Obras Públicas (MPPOP), Instituto Nacional de Transporte Terrestre (INTT), Fondo Nacional de Transporte Urbano (FONTUR) y el Gobierno Regional del Estado Carabobo no poseen recursos suficientes para atender esta problemática, por la cual la instalación de sistemas de peajes para el cobro de

tarifas podría ser una solución para dicha problemática.

Las vías terrestres son el principal medio de transporte de pasajeros y mercancías en Venezuela. El estado Carabobo el cual posee el mayor parque industrial no escapa de la problemática en su red de autopistas, las cuales se encuentran intransitables. Este Estado se conecta a la capital por la Autopista Regional del Centro (ARC), que es una vialidad que presenta el mayor volumen de tráfico por ser la primera Troncal nacional (TO-01) que conecta a nivel nacional la región Nor-Oriental y la región Centro Occidental, lo cual significa que mejorar su operatividad es de gran importancia para la sostenibilidad regional.

La introducción de indicadores de calidad en concesiones de autopistas se ha ido implementando en diferentes países del mundo, ya que estos deben ser considerados por la administración en los pliegos de condiciones y mecanismos para

medir la calidad del servicio ofrecida por el concesionario, además de otorgar ventajas o penalizaciones económicas a éste en función de los mismos, ya que es necesario dar un servicio más orientado al usuario; y general la transferencia del riesgo de disponibilidad o de demanda al sector privado para que la inversión no compute como déficit público (Ministerio de Obras Públicas, España, 2012).

Por lo que, a nivel nacional, se debe introducir esta nueva perspectiva de los usuarios como compradores de un servicio de calidad por el uso de la vía, siempre que la administración brinde garantías “razonables” y derecho a la accesibilidad que debe garantizar por equidad social cualquier estado del bienestar. En Venezuela se deben introducir nuevos modelos de prestación de servicios en vías con peajes ya que este enfoque daría respuesta a las necesidades que se plantean en el mediano plazo para recuperar ese importante patrimonio público.

METODOLOGÍA

Delimitación del área de estudio

En la figura 1 se muestra la resaltada la ubicación de la ARC, esta se encuentra localizada en el estado Carabobo, región centro norte de Venezuela, el tramo de estudio tiene una longitud de treinta y ocho kilómetros (38 km), y posee un viaducto que es el más largo a nivel nacional de longitud quinientos veinte metros (520 m) y treinta y ocho (38) puentes.

Desde el túnel La Cabrera hasta el Distribuidor Industrial I, esta vialidad

posee un alto volumen o promedio diario de tránsito (PDT) de noventa y tres mil cuatrocientos sesenta y dos vehículos diarios (93.462) (Network Traffic de Venezuela, 2012, expandido al 2018), el cual ha disminuido considerablemente en los últimos años, su conexión con la zona industrial principal de Valencia y el primer puerto de carga del Estado Carabobo generan altísima demanda de carga pesada y vehículos particulares que van desde y hacia este importante emporio industrial.



Figura 1. Ubicación de tramo de Autopista Regional del Centro ARC, Edo. Carabobo, Venezuela. Fuente: Editado de Google Maps (2019).

Fases de la investigación

La investigación se desarrolló en tres (3) fases: en la primera realizó la recolección de información mediante estudios preliminares, que involucraron los procesos de recopilación de información básica a través de la caracterización de la vía y su entorno, levantamiento de campo (conteos y clasificación de tránsito), además de búsqueda de experiencias sobre el tema tanto nacional como internacional; determinándose tanto la población como la muestra representativa de usuarios, procediendo al diseño, y validación de una encuesta para aplicarla durante el

trabajo de campo con la intención de conocer la opinión de los usuarios; en la segunda fase se definieron los tres criterios a aplicar para la selección de los 8 Indicadores de Calidad de Servicio a utilizarse en la investigación, luego se realizó el procesamiento de la información recopilada, esta fase involucro la aplicación de herramientas cuantitativas de análisis estadístico, la tercera fase correspondió a la generación de resultados.

Recopilación de información

En esta fase se inició con una búsqueda información disponible tanto a nivel nacional como internacional, además de un

reconocimiento preliminar de las condiciones y características del tránsito en el tramo de la vía seleccionada.

La población de estudio estuvo representada por el parque automotor que circula por la ARC, tramo Carabobo (Bravo y Gil, 2019).

Se diseñó una encuesta que constaba de tres secciones, la primera integrada por tres preguntas que permitía identificar el tipo de transporte del usuario y con tres alternativas de respuesta: privado, público y vehículo de carga pesada; la segunda sección identificaba los servicios que a criterio del usuario debía poseer la vía las opciones ofrecidas eran: seguridad vial, primeros auxilios, calidad y buen estado del pavimento, mantenimiento continuo de la vía, además se ofrecía la posibilidad de seleccionar en otros servicios como telefonía, internet, zonas de descanso para choferes de vehículos carga pesada, restaurantes entre otros, en esta misma sección se evaluaba la disponibilidad a pagar el peaje y se presentaban alternativas de selección desde 0.5\$, hasta 5 \$ de acuerdo al tipo de vehículo; y una última sección de opinión personal donde el usuario

Manifestaba su opinión sobre la situación actual de la vía evaluada en esta investigación. Este instrumento de recolección de información fue validado por dos expertos antes de ser aplicados uno en el área de vialidad, otro en metodología e investigación.

El muestreo aplicado para la selección de la muestra representativa fue el "muestreo

aleatorio simple sin reemplazo", ya que se seleccionaron los elementos de la población hasta alcanzar una muestra "n" representativa; de esta muestra seleccionada se discriminaron tres tipos de vehículos a estudiar: vehículo particular, vehículo de carga y transporte público. El lapso seleccionado de tiempo para el trabajo de campo fue de tres horas (3) en dos bloques mañana y tarde. Mientras que la duración de la aplicación de la encuesta para cada usuario fue de máximo tres (3) minutos. Definiéndose un salto aleatorio simple, para el caso de vehículo particular por cada tres (3) vehículos que transiten, seleccionar uno (1), en el caso de vehículo de carga y transporte público seleccionar uno (1) y dejar transitar dos (2).

Criterios para selección de indicadores

En esta misma fase integró un panel de discusión se invitaron a participar 10 expertos en las siguientes áreas: Planificación y Transporte, Mantenimiento Vial, Vías y Ambiente, Abogado con experiencia en el área Ambiental, Concesiones Públicas y Derechos Humanos, Sistemas de Transporte y Docentes Universitarios de las cátedras de Vialidad y Ambiente. La intención con este panel era definir y seleccionar con su comprobada experiencia los indicadores de calidad de servicio a proponer en los resultados de esta investigación.

Los aspectos sometidos a esta discusión fueron los siguientes:

- *¿Adicionalmente a los indicadores relacionados con la infraestructura (PCI, PSI, CTR, IRI) y cuerpo de la vía, está de acuerdo*

que el contrato de explotación contenga indicadores socio-ambientales?

- ¿De los indicadores relativos a los aspectos sociales, cuales considera debe ser desarrollados e incluidos en el contrato para la explotación de la ARC?

- ¿De los indicadores relativos al ambiente natural, cuales considera deberán ser desarrollados e incluidos en el contrato de explotación de la ARC?

Una vez preparado el instrumento, se realizaron rondas de consultas, y retroalimentación de la información, para finalmente unificar el consenso y reportar los resultados.

En el caso de las infraestructuras de transporte, si bien es imposible medir todos los aspectos que influyen en la calidad, en esta investigación se establecieron tres criterios bajo los cuales se definieron ocho (8) indicadores a medir, los cuales se describen a continuación.

Indicadores de Infraestructura y servicios prestados

Están referidos a los aspectos fundamentales relacionados con el servicio al usuario, incluidos el estado de la infraestructura vial, entre los que se pueden mencionar: la velocidad de recorrido, pérdida de tiempo en cola, relación en diferentes tiempos. Aspectos que permiten mejorar la calidad del servicio y satisfacer al usuario durante su recorrido por la vía explotada y/o concesionada. Por lo que estos se basarán en tres criterios:

Seguridad: referida al nivel de accidentalidad, el tipo y características de la vía y el estado de su infraestructura, sus usuarios y colindantes. Los valores empleados para definir este criterio se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. *Disminución de Accidentes por año (%)*

% DAA	Nivel	Calificación
0-29	Deficiente	0
20-30	Regular	1
30-49	Bueno	2
>50	Excelente	3

(DAA) Disminución de Accidentes Anual

Fuente: Propia. Producto de Comparación con datos de VI Informe de seguridad Vial, Observatorio de seguridad vial. 2017.

Confort: en esta investigación está asociado a la pérdida de tiempo en cola. Los valores empleados para definir este criterio se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. *Tiempo de espera del usuario para pago*

TEP (min)	Nivel	Calificación
>12	Deficiente	0
9 -11	Regular	1
5- 7	Bueno	2
< 3	Excelente	3

(TEP) Tiempo de Espera para Pago

Fuente: Propia. Producto de mediciones en zonas de peaje, en horas pico.

Servicios: asociada a los servicios que se ofrecen en la vía, tales como teléfonos públicos, estaciones de servicio de combustibles, restaurantes, áreas de descanso a choferes de transporte de carga, información, primeros auxilios, servicio de

internet, entre otros. Los valores empleados para definir este criterio se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. *Servicios ofrecidos a los usuarios*

Servicios	Nivel	Calificación
Tipo 1	Deficiente	0
Tipo 2	Regular	1
Tipo 3	Bueno	2
Tipo 4	Excelente	3

(1) Estaciones de servicio solo con suministro de combustible.

(2) Estaciones de servicio de combustibles, restaurantes, primeros auxilios.

(3) Estaciones de servicio de combustibles, restaurantes, primeros auxilios, áreas descanso para choferes de transporte de carga.

(4) Estaciones de servicio de combustibles, restaurantes, primeros auxilios, áreas de descanso a TC, información tiempo real a usuarios, internet, teléfonos.

a. *Indicadores ambientales*

Este tipo de indicadores está asociado a los aspectos sobre los cuales se generan cambios por las actividades durante la construcción y mantenimiento durante la explotación de infraestructura vial, involucra las condiciones en las que se debe considerar sus impactos sobre el entorno: 1) Calidad de aire, erosión, cambios en los usos del suelo, afección a las aguas subterráneas y superficiales, efectos a bosques, regadíos y ruidos, 2) Integración en el medio natural, afección a vegetación, fauna y paisaje. Los valores empleados para definir este criterio se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. *Condiciones del Ecosistema Naturales en el entorno de la vía*

Condiciones	Nivel	Valor
Condición 1	Deficiente	0
Condición 2	Regular	1
Condición 3	Bueno	2
Condición 4	Excelente	3

1.-Erosión lateral, no existe ningún tratamiento al suelo, ni a otro espacio natural adyacente a la vía.

2.-Tratamiento de erosión, reforestación y mantenimiento lateral y central.

3.-Tratamiento de erosión, reforestación y mantenimiento lateral y central, además de planes de conservación de la fauna y paisaje.

4.-Que cumpla los aspectos mencionados anteriormente, además de diseñar un plan de rescate de un importante recurso natural.

c. *Indicadores Socio-económicos*

Estos indicadores están relacionados con los cambios generados por las actividades de explotación de la vía y como estos cambios podrían potenciar el desarrollo humano y la sostenibilidad regional. Algunos aspectos evaluados por estos índices son los siguientes: disminución en costos del transporte; aumento de la tasa de empleo; integración de género a diferentes actividades; planes de desarrollo humano en el área de influencia de la vía y aspectos de cumplimiento de responsabilidad social. En esta investigación este índice se asoció a los aspectos evaluados para la inclusión de género, como se puede observar en la Tabla 5, y con la disposición de pago de los usuarios mostrado en la Tabla 6.

Tabla 5. Total de mujeres trabajadoras

% Mujeres empleadas	Nivel	Calificación
0-9	Deficiente	0
10-14	Regular	1
15-19	Bueno	2
>20	Excelente	3

Tabla 6. Asequibilidad de Pago de los Usuarios

Monto de la Tarifa (\$)	Nivel	Calificación
3,5 -5	No asequible	0
2,5- 3,5	Poco asequible	1
1,5- 2,5	Asequible	2
0,5-1,5	Muy asequible	3

Procesamiento de información

Para el procesamiento de la data recopilada se utilizaron algunos parámetros de análisis estadísticos: Error muestral de 5%, Nivel de confianza: 1,960%, Tamaño de la Muestra (n): 382, Tamaño de la Población (N): 78.560.

El cálculo para determinar el Promedio Diario de Tránsito Vehicular (PDT) para el año dos mil diecinueve 2019, de 78.560 vehículos diarios, se obtuvo de expandir datos obtenidos de conteos del año 2014 de 73.647 vehículos a una tasa interanual de crecimiento de 1.3%. (Torres, 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de la encuesta aplicada en la primera fase en su sección uno arrojó los siguientes resultados:

a) Tipo de transporte: la muestra de los encuestados en la estación del peaje Guacara fue de 382 vehículos y estuvo compuesta por: trescientos diecisiete (317) vehículos particulares; cuarenta y tres (43) vehículos de carga; y veintidós (22) transporte público.

b) Origen y destino de los usuarios de la vía: se obtuvo que el lugar de procedencia de un cuarenta y siete por ciento (47 %) era del mismo estado Carabobo específicamente de los municipios Mariara, Guacara y San Joaquín. Con respecto al destino de los usuarios, resultó que un ochenta y dos por ciento (82%) se dirigían

al Área Metropolitana de Valencia a los municipios (Valencia, San Diego y Los Guayos), un trece por ciento (13%) al Occidente del país, y un cinco por ciento (5%) se dirigían hacia Puerto Cabello.

c) Con respecto a la frecuencia del viaje: el cuarenta y cinco por ciento (45%) respondió que lo realizan "a diario", el veintiocho por ciento (28%) lo hacen "semanal", y un veintisiete por ciento (27%) lo hace "eventualmente". Como resultados de la segunda sección de la encuesta aplicada se evaluaron los aspectos operativos y de calidad de servicio Como resultados de la evaluación del confort: se obtuvo según la escala establecida un tiempo de espera superior a 12 minutos lo que convierte este servicio en deficiente, un 29% de los usuarios reportó

insatisfacción por las largas colas (tiempos de espera) en taquillas de pago y que solo aceptan dinero en efectivo.

Con respecto a la situación actual de la vía: un treinta por ciento (30%) de los usuarios encuestados reportó que la condición de la vía es regular, existen malas condiciones del asfaltado y debería mejorarse; veintinueve por ciento (29%) opinó que se debe mejorar el mantenimiento y estado del pavimento y las condiciones generales del viaducto La Cabrera, cuatro por ciento (4%) opinó que el mantenimiento es insuficiente (no debe incluirse solo el desmalezado) afirmaron que existen baches recientes por la deficiente pavimentación, el resto tiene opiniones compartidas con respecto a mejoras en iluminación, señalizaciones, vigilancia policial, servicios de grúa entre otros.

Con respecto a los datos de accidentalidad en la ARC, no fue posible obtener datos recientes de niveles de accidentalidad, ni siquiera haciendo la solicitud formal a las autoridades pertinentes. Aquellos datos de los cuales se dispuso como escenario de línea base fueron referidos por V Informe del Observatorio de Seguridad Vial (Fundación Grupo ZOOM, 2017). y se propuso como nivel aceptable a alcanzar, la meta 11.2 establecida en los ODS, 2030. (Naciones Unidas, 2020). De acuerdo con la escala para la evaluación de los servicios prestados estos están considerados entre deficientes y regular, de acuerdo con los resultados de las encuestas aplicadas a los usuarios, las estaciones de servicio solo cuentan con servicio de gasolina y algunos

restaurantes y baños en precarias condiciones.

Con respecto a los indicadores socio-económicos los usuarios estuvieron de acuerdo con la tarifa más asequible entre 0.5 y 1.5\$ para los vehículos particulares (valor de 1 \$ para julio 2019, de 8000 bs), adicionalmente se obtuvo como resultado que el treinta y nueve por ciento (39%) de los conductores de vehículos particulares y el cincuenta y ocho por ciento (58%) de choferes de vehículos de carga se inclinaron a pagar a futuro una tarifa incluso más elevada condicionada a que se mejoren los servicios de calidad, que puedan convertir la ARC para convertir la ARC en una vía de servicios tipo 4 (Estaciones de servicio de combustibles, restaurantes, primeros auxilios, áreas de descanso, información tiempo real a usuarios, internet, teléfonos, seguridad, confort y buena infraestructura), mientras que la opinión por parte de los conductores de transporte público interurbano que circulan por esta vía consideraron pagar la tarifa intermedia.

Con respecto al indicador social que involucra la inclusión de género, en esta vía se determinó entre un 15 a 19% de mujeres desarrollando actividades de cobranza en su mayoría lo que lo ubica el índice en un nivel bueno.

En la evaluación de los indicadores ambientales para esta vía según las encuestas aplicadas a los usuarios queda ubicada en una condición tipo 2 (Tratamiento de erosión, reforestación y mantenimiento lateral y central), este

resultado fue el propuesto en la discusión de expertos del panel integrado como parte de esta investigación, estos profesionales han participado en la planificación de sistemas viales, gestión e implantación de sistemas de transporte urbano, experiencias que les permitieron aportar sugerencias sobre los indicadores ambientales, con respecto al mantenimiento lateral de las vías, reforestación, evitar contaminación de los causes de agua naturales, y evitar y controlar erosiones.

Al contrastar los resultados con estudios de indicadores realizados a autopistas españolas (Monzón, 2017), este recomienda el uso de Indicadores Funcionales e Indicadores de Entorno. El mismo plantea un Indicador de Calidad de Servicio Percibido por el Usuario (ICSU), que se obtiene midiendo periódicamente a través de encuestas la satisfacción de los usuarios-clientes de las vías. Dentro de los indicadores funcionales se proponen 12 aspectos: seguridad, comodidad, velocidad

y fiabilidad del tiempo de recorrido, información, medio ambiente, características del firme (pavimento), elementos de trazado, equipamiento viario, servicios, coste del servicio. En contraste con los cinco (5) aspectos definidos y evaluados en la investigación: a) Mantenimiento de la infraestructura vial, b) Accidentalidad, c) Servicios ofrecidos a los usuarios, d) Tiempo de espera para pago en estaciones de cobro, e) Indicadores ambientales, f) Indicadores socio-económicos y territoriales, los cuales permitieron definir en la investigación el grado de insatisfacción (67%) percibido por los usuarios de la ARC.

Existen indicadores para la explotación de vías que hacen referencia de forma directa o indirecta al nivel de servicio, las congestiones o la seguridad vial, pero escasos o ningún indicador que refleje la percepción del usuario. Los pueden ser una herramienta potente para la mejora de la infraestructura.

Propuesta de Indicadores de Calidad de Servicio para la explotación de la ARC

Una vez terminada la investigación se propone la implementación de los siguientes indicadores de servicio, respaldada esta propuesta en los resultados de las encuestas aplicadas a usuarios de la vía en estudio y a la experiencia de profesionales que integraron el panel de expertos.

Se recomiendan ocho (8) indicadores a ser monitoreados durante la explotación de la

ARC, estos evaluarán aspectos que permitirán brindar condiciones de buena a excelentes definidos de acuerdo con la opinión expresada por los usuarios. Se deberá realizar una evaluación anual para determinar su desempeño y clasificar el nivel de servicio brindado durante el período que dure la concesión o contrato de explotación.

Infraestructura: mantenimiento de infraestructura vial.

Esta propuesta incluye realizar la evaluación de los puentes cada dos años (2) y realizar el mantenimiento rutinario y preventivo; conservar la rugosidad del pavimento en un valor de uno punto veinte (IRI = 1.20) o menor. Reposición de señalamiento vertical y horizontal en forma permanente.

Calidad en servicio:

Accidentalidad. Se recomiendan implementar planes rigurosos de seguridad para lograr la disminución de los niveles de accidentalidad, entre 30-49%. (Nivel bueno).

Servicios ofrecidos a los usuarios:

Disponer en las estaciones de servicio con restaurantes, patrullaje, primeros auxilios, internet. Además de ubicar las estaciones de servicios a una distancia entre: quince (15) y veinte (20) km/ ambos sentidos.

Confort:

Disminuir el tiempo de espera para pago en estaciones de cobro a máximo cinco (5) minutos. (Nivel bueno)

Indicadores ambientales

Incorporar un recurso natural para su recuperación, de ser posible cogestionado con entes públicos o empresas privadas, realizar plan de rescate de un importante recurso natural del entorno de la ARC, puede ser un proyecto que involucre el Lago de Valencia, así como la reforestación de laterales.

Socio-económicos y territoriales

Asequibilidad. Proponer una tarifa de pago de los usuarios muy asequible a la mayoría según este estudio en 0.8 \$ como máximo.

Planes de desarrollo humano. Diseñar planes que permita apoyar a las comunidades aledañas en el mejoramiento de infraestructura de las instituciones educativas y/o centros de salud primaria, así como dotación de equipos a las mismas como cumplimiento de su cuota de responsabilidad social.

Integración de género. Este indicador se impulsa dando empleo como mínimo un veinte por ciento (20%) de empleo a las mujeres en las diferentes actividades de la empresa.

CONCLUSIONES

La red vial nacional y en especial la ARC se encuentran en condiciones de intransitabilidad por la falta de mantenimiento a su infraestructura vial, lo que está causando serios problemas de seguridad a los usuarios, accidentes de tránsito, retardo en los tiempos de desplazamiento, congestión en zona de pago de peaje, falta de información a conductores y, constantes quejas de estos por la falta de respuesta de las autoridades con competencia en la materia responsables de la gestión de la vía.

Los ocho (8) indicadores evaluados deben ser exigidos a nivel nacional en el momento de otorgar la explotación de la ARC, los cuales están orientados a cumplir con los ODS para el 2030, ya que los mismos incorporan aspectos ambientales, y socio económicos que potencian el desarrollo humano y disminuirán niveles

de pobreza en la zona ya que la explotación de vías con sistemas de peajes son una alternativa de obtención de recursos económicos tanto para los habitantes de las comunidades aledañas como para los gobiernos porque obtener recursos para realizar el mantenimiento, la construcción de la infraestructura vial y, garantizar los servicios que ésta presta a los usuarios que transitan sobre ellas, por lo cual, es muy importante considerar la opinión y el grado de satisfacción de los conductores. La importancia de que la opinión del usuario de la Red de Carreteras en Venezuela sea considerada en las estrategias o planes de inversión para la explotación a futuro, es un punto en el que se debe trabajar. Esto no debería hacerse unilateralmente ya que, la opinión de los usuarios puede ser un insumo de gran importancia para la toma de decisiones sobre las estrategias de explotación de vías.

REFERENCIAS

Bravo, E. y Gil, A. (2019). *Evaluación de los Parámetros de Calidad de Servicio para la Instalación de Sistema de Peaje en la Autopista Regional del Centro, tramo Carabobo*. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil (No publicada). Universidad de Carabobo, Venezuela.

Sánchez, R. y Chauvet, P. (2019). Contratos de concesión de infraestructura. Incompletitud, obstáculos y efectos sobre la competencia. *Serie Comercio Internacional*, 150. (LC/TS.2019/104), Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/45055/S1901002_es.pdf

Convenio de Transferencia de la red vial. Conservación, Administración y Aprovechamiento de Carreteras Puentes y Autopistas. (1994, Febrero 29). Edo. Carabobo, Venezuela.

Corporación Andina de Fomento (CAF, 2018) Asociación Público-Privada en América Latina. Afrontando el reto de conectar y mejorar las ciudades.

<https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1376>

- Delgado, C.; Vasallo, J. y Sánchez, A. (2007). Aplicación de indicadores de calidad en concesiones de carreteras en España. *Revista Técnica de la Asociación Española de la Carretera*, 151, 53-67. <https://www.aecarretera.com/servicios/publicaciones/revista-carreteras/articulos-publicados/152-revista-carreteras-n-151/919-aplicacion-de-indicadores-de-calidad-en-concesiones-de-carreteras-en-espana>
- Delgado C., Vasallo J. y Sánchez, A. (2012). Aplicación de Indicadores de Calidad. En Concesiones de Carreteras en España, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (ETSICCP). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. <http://www2.caminos.upm.es/Departamentos/construccion/Economia/catedra/doc/indicador-es%20de%20calidad.pdf>
- Díaz, J. (2007). *El Sistema de transportes y comunicaciones terrestres en el desarrollo regional de Galicia* (Tesis Doctoral). Universidad de Santiago de Compostela (USC), España. <http://hdl.handle.net/10347/2372>
- V Informe sobre la Situación de Seguridad Vial en Venezuela (2017). Asociación Civil Paz Activa, Observatorio de Seguridad Vial. <http://seguridadvial.org.ve/wp-content/uploads/2017/11/V-Informe-2016-WEB.pdf>
- Gómez, B (2016). *Por qué deberíamos apostar por las carreteras de peaje*. Eldiario.es. <https://www.eldiario.es/edcreativo/blogs/por-la-via-mas-segura/ventajas-autopistas-peaje-132-3738360.html>
- Izquierdo, R. y Vasallo J. (2004). *Nuevos sistemas de gestión y financiación de infraestructuras de transporte*. Colección Senior, 35. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos.
- Ley Orgánica de Concesiones (1999). La Promoción de Inversiones y la Regulación General de las Concesiones Públicas, Gaceta Oficial N° 36.687 de 26-04-1999.
- Ministerio de Obras Públicas, España (2012). Aprobación de pliegos de cláusulas generales para la construcción, conservación y explotación de autopistas en régimen de concesión (Decreto 215/1973).
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones - MTC (1995). Red de Carreteras Nacional, Venezuela.
- Monzón, A. (2017). *Estudio de indicadores de explotación y conservación en la concesión de la carretera CV-35, provincia de Valencia. Análisis y propuestas de mejora* (Tesis de Maestría). Universitat Politècnica de València. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos - Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports, España. <http://hdl.handle.net/10251/90536>
- MOP (1974). *Centenario del Ministerio de Obras Públicas: influencia de este ministerio en el desarrollo, 1874-1974*. Venezuela: Ministerio de Obras Públicas, MOP.
- Naciones Unidas (2020). *Los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Agenda 2030 en América Latina y el Caribe*, Plataforma regional de conocimiento. <https://agenda2030lac.org/es/ods/11-ciudades-y-comunidades-sostenibles>
- Network Traffic de Venezuela (2012). INVIAL, Estudio de demanda de tráfico Autopista Regional del Centro.
- Pozueta, J. (2008). La Experiencia Internacional en Peajes Urbanos. *Cuaderno de Investigación Urbanística*, 58. <http://polired.upm.es/index.php/ciur/article/view/273/268>
- Torres, F. (2010). *Estudio de tasas de crecimiento vehicular en diferentes vías del Estado Carabobo*. Trabajo de ascenso presentado ante la UC. (No publicada). Universidad de Carabobo, Venezuela.

Autores

Isandra Villegas Julien. Ingeniero Civil, Universidad Central de Venezuela (UCV), Especialista en Carreteras en la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Doctor en Desarrollo Sostenible, Universidad Simón Bolívar, Venezuela (USB), Msc. Transporte Urbano, Especialista en Transporte Público, Carreteras y Mantenimiento Vial. Profesor Asociado, Jefe Departamento. Vialidad de la escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Venezuela.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8517-5288>

Email: Isandravillegas@gmail.com

Bettys Farias. Ingeniero Civil, Magíster en Ingeniería Ambiental, Área: Medio Ambiente; Doctorando en Ingeniería Ambiental, Universidad de Carabobo. Investigadora activa en el Centro de Investigaciones Ambientales e Hidrológicas de la Universidad de Carabobo (CIHAM-UC). Profesora Asociado, Facultad Ingeniería, Universidad de Carabobo, Venezuela.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7737-2545>

E-mail: bettysfarias@gmail.com

Recibido: 11-01-2021

Aceptado: 27-06-2021

Incremento de la producción en una empresa que manufactura con herramientas *Lean Manufacturing*

Increase in production in a company that manufactures with Lean Manufacturing tools

José A. Varela Loyola, José N. Méndez Mendoza, Jacobo Tolamatl Michcol

Palabras clave: herramientas, Lean Manufacturing, DMAIC, incremento de producción

Key words: tools, Lean Manufacturing, DMAIC, production increase

RESUMEN

Lean Manufacturing cuenta con una serie de herramientas que ayudan a la mejora en los procesos de producción, el presente artículo presenta una descripción sobre la aplicación de herramientas Lean Manufacturing para el incremento de producción en la línea de ensamble OPTMX32 en una empresa que manufactura interfases multimedia para automóviles ubicada en Tlaxcala, México. La metodología empleada es DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) que ayuda a llevar una secuencia lógica al proceso de aplicación de las herramientas Lean. Como resultado se logró el incremento de producción de la línea de ensamble del 35% de unidades diarias, así como la reducción de 17 operarios a 15 operarios en la línea de ensamble y la disminución de tiempo extra.

ABSTRACT

Lean Manufacturing has a series of tools that help improve production processes; this article presents a description of the application of Lean Manufacturing tools to increase production in the OPTMX32 assembly line in a company that manufactures multimedia interfaces for automobiles, located in Tlaxcala, Mexico. The methodology used is DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve and Control) that helps to bring a logical sequence to the process of applying Lean tools. As a result, an increase in production of the assembly line of 35% of daily units was achieved, as well as a reduction from 17 operators to 15 operators in the assembly line and a reduction in overtime.

INTRODUCCIÓN

En los sistemas de manufactura existen áreas de mejora que permiten aumentar la producción, generar ahorros y reducir costos y así aumentar la productividad logrando con ello hacer frente a las exigencias del mercado. *Lean Manufacturing* es un conjunto de principios y herramientas de gestión de la producción que busca el incremento de la productividad mediante la mejora continua aprovechando los recursos a través de minimizar el desperdicio (Shah y Patel, 2018).

El uso de las herramientas *Lean* han generado en las empresas ahorros, una cultura de mejora continua, mantenimiento de la calidad, disminución de tiempos muertos, incremento de la eficiencia, eficacia y rentabilidad (Marulanda et al, 2016). Por ello *Lean Manufacturing* se ha convertido en una alternativa que ha mostrado su versatilidad al ser adoptada en los diferentes escenarios del sector industrial (Sarria, et al, 2017).

La empresa objeto de estudio empezó a tener un alza en la demanda del cable OPMX-32 por parte del cliente, en las condiciones en la que se encontraba la línea de producción antes de la aplicación de herramientas *Lean*, el alza de la demanda implicaba el generar tiempo extra o incluso la apertura de una nueva línea de producción, se opta por el uso de herramientas *Lean* por dos razones: 1. El alza de la demanda no era constante por parte del cliente, por lo tanto la empresa no

podría abrir una nueva línea de producción ya que financieramente no era viable y 2. El generar tiempo extra implicaba un incremento en los costos de mano de obra por lo que representaba bajar la rentabilidad de la nueva demanda de cable. Para hacer frente a esta alza de la demanda se opta por las herramientas *Lean* ya que el objetivo final es desarrollar una organización de alta calidad que pueda producir productos terminados de acuerdo con la demanda de los clientes (Dawood et al, 2018); además, el empleo de herramientas *Lean* resulta generar ahorros con la reducción de costos y los tiempos de producción a través de la búsqueda de desperdicios, prevenir y corregir el trabajo defectuoso, con ello permite a las organizaciones desarrollar una excelencia operacional a partir del uso adecuado de los recursos propios de la organización, (Palange y Dhatrak, 2021).

El objetivo de este trabajo es demostrar como el empleo de herramientas *Lean Manufacturing* ayuda al mejoramiento de la productividad generando un flujo continuo de actividades en el proceso de fabricación, mediante la detección y eliminación de desperdicios y con ello cumplir con la demanda del producto cable OPMX-32.

Marco Teórico

Lean Manufacturing es un conjunto de principios y herramientas de gestión de la producción que busca la mejora continua a través de minimizar el desperdicio (Samuel et al, 2021). El objetivo primordial de *Lean*

Manufacturing es eliminar todas actividades que no agregan valor en el proceso de producción dándoles el termino de desperdicio (Womack y Jones, 2012). Cuando se habla de valor, se refiere a todo aquello relacionado con el producto o servicio y por lo cual los clientes están dispuestos a pagar de más. El termino desperdicio, se refiere a todas aquellas actividades que no agregan valor a los ojos del cliente, (Womack y Jones, 2012). *Lean* define siete desperdicios: esperas, sobreproducción, exceso de inventario,

transporte, movimientos innecesarios, desperdicios y sobreprocesos (Chroner y Wallstrom, 2016).

Para la disminución de los desperdicios *Lean Manufacturing* se basa en 5 principios: 1. Generar Valor, 2. Flujo de Valor, 3. Flujo de actividades, 4. Pull y 5. Perfección, (Womack y Jones, 2012), cada uno de estos principios cuenta con una serie de herramientas que ayudan a identificar y reducir las actividades que no agregan valor ver tabla 1.

Tabla 1. Principios Lean y herramientas

Principio	Descripción	Herramientas
1. Generar Valor	Identificación de lo que es más importante desde el punto de vista del cliente, y hacen que el producto valga la pena. Es necesario para entender claramente qué procesos en la organización son importantes para el cliente y cuáles no lo son. Si se identifican las necesidades del cliente, los procesos para satisfacer sus demandas pueden ser identificados.	5's Pull system Kaizen
2. Flujo de Valor	Este principio se basa en el enfoque basado en procesos que dice que todas las actividades de la organización deben estar representadas como una cadena de procesos secuenciales interrelacionados, lo que crea transparencia de la actividad de la organización y permite ver las oportunidades para mejorar.	JIT Celulas de trabajo Kaizen VSM
3. Flujo de Actividades	Disposición de los procesos de fabricación como un continuo flujo de actividades interrelacionadas que agregan valor al producto. De acuerdo con este principio, la mayoría de las veces es necesario la reorganización completa de las actividades de fabricación o modernización de las mismas por lo que los cambios interoperativos llevan bastante tiempo.	JIT Diagrama Spaguetti Kaizen, SMED Pull system Jidoka, Kan ban Flujo de una sola pieza
4. Pull	En lugar del enfoque tradicional (push), que parte de los recursos y avanza hacia el producto terminado, los procesos deben verse desde atrás (pull): los clientes, con sus demandas, tiran de los productos, y los productos tiran del proceso de fabricación y de sus entradas (recursos).	Pull system Celulas de trabajo
5. Perfección	A medida que se eliminen las pérdidas en los procesos y se consiga que la información, el producto o los servicios fluyan de una manera continua en relación con la demanda de los clientes, se podrá ver que siempre se pueden realizar cambios buscando la perfección, también es necesario estar constantemente involucrado en el monitoreo, análisis y mejora de las actividades de producción para lograr el resultado deseado.	Estandarización Gestión Visual Sistemas de sugerencias 5's

Fuente: Elaboración propia basada en: Womack y Jones, 2012, Gutiérrez y Orejuela 2018, Marulanda et al. 2016, Ibarra y Ballesteros, 2017.

Las herramientas de *Lean* se complementan mutuamente, cada herramienta realiza su propia función, y las organizaciones elegirán en qué cantidad y en qué nivel van a implementar una herramienta o que enfoque particular le quieran dar, dependiendo del objetivo planteado

(Johansson y Ostermana, 2017), las herramientas *Lean* no se aplican de manera simultánea, sino que depende de la situación y necesidad del proceso de producción (Krishna, et al 2019). En la tabla 2 se hace una descripción de las herramientas *Lean Manufacturing*.

Tabla 2. Descripción de Herramientas *Lean*

Herramientas	Descripción
5's	Es una herramienta que, por medio de la clasificación, organización, limpiezas, disciplina y estandarización de los procesos ayuda a las organizaciones aumentar sus niveles de productividad
<i>Sistema de sugerencia</i>	Un medio de hacer fluir todo el potencial de la empresa. Se trata de incitar a las personas a la aportación de ideas, que puedan suponer mejoras en aspectos como la calidad, la productividad, la seguridad o el bienestar en el entorno de trabajo
<i>Pull system</i>	El sistema pull se caracteriza porque los almacenes o diferentes puntos de venta determinan individualmente las necesidades específicas de reposición de sus stocks, calculando la cantidad requerida, la cual piden directamente a su almacén suministrador
<i>Kaizen</i>	Es una filosofía que significa mejoramiento continuo, que busca diariamente cómo mejorar con la ayuda de los equipos multidisciplinarios; así mismo, permite que los trabajadores mejoren los estándares de la organización, alcanzado así de manera satisfactoria los objetivos de la organización para mejorar la productividad, calidad y eficiencia
JIT	Es un conjunto de herramientas y técnicas que le permiten a la compañía producir y entregar productos en tiempos muy cortos para satisfacer las necesidades del cliente, es entregar los productos correctos en el tiempo indicado, en las cantidades requeridas
<i>Celulas de trabajo</i>	Es el conjunto de personas, máquinas, materiales y métodos ubicados en orden en un proceso de producción, generalmente más grande que una sola máquina y menor que un departamento

... continuación

Tabla 2. Descripción de Herramientas Lean

Herramientas	Descripción
VSM (Value Stream Mapping)	Técnica que proporciona una visión de todo el proceso, para entender completamente el flujo para que un producto o servicio llegue al cliente, con esta técnica se identifican las actividades que no agregan valor al proceso para posteriormente iniciar las actividades necesarias para eliminarlas.
Diagrama Spaguetti	Representación del flujo físico de materias, personas e información en el espacio y momento en el que se ejecuta el proceso a estudiar. Sobre un plano se ilustran todos los movimientos que se producen. Permite eliminar los innecesarios y cambiar la configuración del contexto para recortar las distancias recorridas, mejorar los tiempos de respuesta, reducir los riesgos de accidente o mejorar el aprovisionamiento, entre otras medidas.
SMED (Single Minute Exchange of Die)	Conjunto de técnicas que hacen posible realizar las operaciones de cambio de herramientas y preparación de máquinas en menos de diez minutos.
Jidoka	Habilidad del equipo de producción, incluido una simple máquina para identificar el malfuncionamiento y evitar la generación de defectos.
Kan ban	Herramienta de control visual, que permite el eficiente flujo de materias primas en las cantidades necesarias para el proceso productivo.
Flujo una sola pieza	Crear flujo pieza a pieza significa hacer que cada pieza pase de una operación a otra, sin ser un lote completo el que se desplace y sin haber stock intermedio entre operaciones. Aunque no siempre tiene que ser una sola pieza.
Estandarización	Permite definir, balancear, y repartir el trabajo para cumplir con la demanda del cliente a cada momento con el número de trabajadores óptimo. La tarea crítica para el trabajo estandarizado es encontrar el equilibrio entre proporcionar a los empleados procedimientos rígidos a seguir y brindar la libertad de innovar y ser creativos para cumplir consistentemente los objetivos desafiantes de costo, calidad y entrega.
Gestión Visual	Tener a la mano toda la información del sistema para facilitar su comprensión, además de que ayuda a demarcar áreas, materiales, productos, equipos, programas de producción.

Fuente Elaboración propia basada en: Womack y Jones, 2012, Gutiérrez y Orejuela 2018, Marulanda et al, 2016, Ibarra y Ballesteros, 2017.

Para la mejora de la productividad y se dé el incremento de la producción es necesario crear un flujo continuo en las actividades, el flujo continuo es el mejoramiento progresivo de las actividades a lo largo de toda la cadena de valor, desde ordenar hasta entregar, y desde la materia prima hasta las manos de clientes sin paros, desperdicios o rechazos (Womack y Jones, 2012).

Una vez que se ha analizado la demanda del cliente y se ha ideado un sistema para satisfacerla, se debe revisar el flujo de las partes al interior del proceso, procurando que éstas estén en el momento correcto y en las cantidades correctas (Hemalatha et al, 2021).

Entender el flujo continuo es crítico para el uso de las herramientas Lean y para

asegurarse de que las operaciones nunca harán más de lo que se haya demandado. De esta forma, nunca más se producirá más de lo que el cliente pida (Hemalatha et al, 2021).

De los beneficios de implementar herramientas *Lean* se pueden enumerar los siguientes: reducir el tiempo de transición; simplificación del flujo de materiales; reducción del tiempo perdido; mejor rendimiento de la máquina; procesos que son más transparentes y fáciles de controlar; aumento de la productividad; reducción de stock; reducción del tiempo de entrega; formación reducción del tiempo de ciclo; mejorar la eficiencia; reducción de costo; mejoras de calidad (Favela et al, 2019).

METODOLOGÍA

La implementación de las herramientas Lean ha de realizarse de manera secuencial o paralela y dependiendo del objetivo de la mejora se emplean herramientas en específico. El uso inadecuado de las herramientas, así como los recursos en cuanto a tiempo y cantidad, puede llevar al fracaso durante su ejecución (Marulanda, et al, 2016).

La combinación de la metodología DMAIC y el uso de herramienta Lean tiene como objetivo resolver problemas en las organizaciones, con el fin de reducir el desperdicio y hacer que la organización sea más eficiente y competitiva. Esta metodología, como su propio nombre indica, se basa en el ciclo DMAIC con Lean

Herramientas Lean (Cunha y Domínguez, 2015).

Para llevar una secuencia estructurada del uso de las herramientas Lean se emplea la metodología DMAIC, que consiste en un proceso estructurado por 5 fases: Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar. DMAIC es considerado un ciclo cerrado cuyo objetivo es eliminar pasos improductivos (Pérez y Rojas, 2019). Además, se considera el ciclo DMAIC como un método organizado y secuencial que permite la identificación de problemas y su resolución, apuntando a la mejora continua de los procesos y se enfoca en aplicar distintas herramientas que ayuden al

incremento de la productividad (Ikumapayi, et al, 2020).

La implementación exitosa del enfoque DMAIC con herramientas Lean no se ha investigado completamente, existen algunos estudios empíricos que documentaron cómo se pueden interactuar los enfoques Lean y DMAIC (Nagi y Altarazi, 2017). Actualmente, todavía no hay mucho conocimiento sobre la integración de la metodología DMAIC con herramientas Lean (Ferreira et al, 2019).

Las fases del DMAIC (Ferreira et al, 2019) son:

1. Definir - Se identificar y validar oportunidades de mejora, definir los

requerimientos críticos para el cliente y preparar el equipo de mejora. Definir los indicadores y las metas que medirán el éxito del proyecto.

2. Medir: se obtiene la información base y se mide el rendimiento real del proceso;

3. Analizar: los resultados de las mediciones, determinando las causas de las imperfecciones del proceso y las posibles soluciones.

4. Mejorar: el equipo genera y selecciona un conjunto de soluciones para mejorar el problema.

5. Control: garantizar que la mejora se mantenga en el tiempo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase Definir

El equipo se integró con el área de ingeniería y asesores externos. Las reuniones del equipo se realizaban por un periodo aproximado de una hora a la semana para dar continuidad al proyecto.

El paso inicial fue documentar la definición del proyecto, el documento que se emplea es un formato llamado "carta del proyecto" en la carta se incluye la siguiente información:

Problema a resolver: Cumplimiento de la demanda del cliente del producto cable OPMX-32, que es de 54,000 piezas por semana, la empresa trabaja dos turnos.

Brecha identificada (debe/es): Antes de la mejora se tenía un promedio de producción en promedio de 4,000 piezas por turno, para satisfacer la demanda del cliente de

54,000 piezas es necesario una producción de 4,500 piezas por turno.

Objetivo del Proyecto: Incrementar la producción a 4,500 piezas por turno para cumplir la demanda del cliente.

En esta fase de definición se realizó un mapa de flujo de valor (VSM) del estado actual de la línea de producción, el cual sirve para analizar los flujos de materiales, la secuencia de las operaciones, las personas por operación, así como el tiempo de operación, también el flujo de información que se requieren para poner a disposición del cliente un producto.

Mediante la elaboración de un mapa de flujo de valor se establece la secuencia de los procesos que más impacto van a crear sobre el cliente, y con ello detectar las oportunidades de mejora ya que se

visualiza las operaciones en las cuales se produzcan más fallos o simplemente aporten más valor a la producción. En este caso la línea de producción cuenta con 10 operaciones con los siguientes hallazgos: se genera un tiempo de

producción de 50.5 horas y un tiempo ciclo de 73 segundos, se encontró que en las operaciones 6 y 7 es donde se estaba produciendo los cuellos de botella encontrando una oportunidad para realizar mejoras como se muestra en la figura 1.

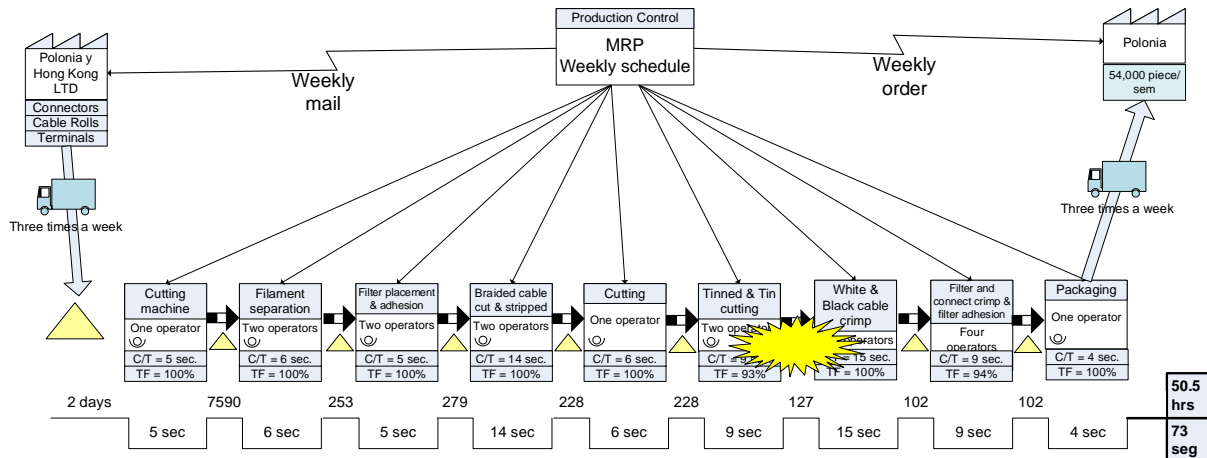


Figura 1. VSM actual línea y la oportunidad de mejora OPMX-32

Una vez descubierto de primera instancia que las operaciones 6 y 7 se puede optimizar el proceso.

Se realizó un diagrama de spaghetti de la línea de producción para visualizar como son los recorridos en la línea de ensamble y con ello detectar los movimientos innecesarios, se encontraron que se realizaban tres recorridos innecesarios, como se muestra en la figura 2.

Otra herramienta empleada para entender la situación actual fue el balanceo de la línea de producción, se realizó una gráfica de barras para entender como estaba balanceada la línea, para balancear una línea es necesario hacer el cálculo de *takt time*, que es la frecuencia con que se debe producir una parte o un producto se

emplea el tiempo disponible de trabajo por día y la demanda, usando la siguiente fórmula:

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ disponible\ de\ trabajo\ por\ turno}{Demanda} \quad (1)$$

El tiempo disponible que tiene la línea de producción por turno es de 450 minutos, multiplicado por 60 segundo, la disponibilidad de tiempo es de 27,000 segundos.

La demanda que se requiere por turno es de 4,500 piezas. $Takt\ time = (27,000\ seg)/(4,500\ piezas) = 6\ seg/pieza$.

Con el *takt time* calculado se encuentra que tres operaciones estaban arriba del *takt time* ocasionando cuellos de botella, ver figura 3.

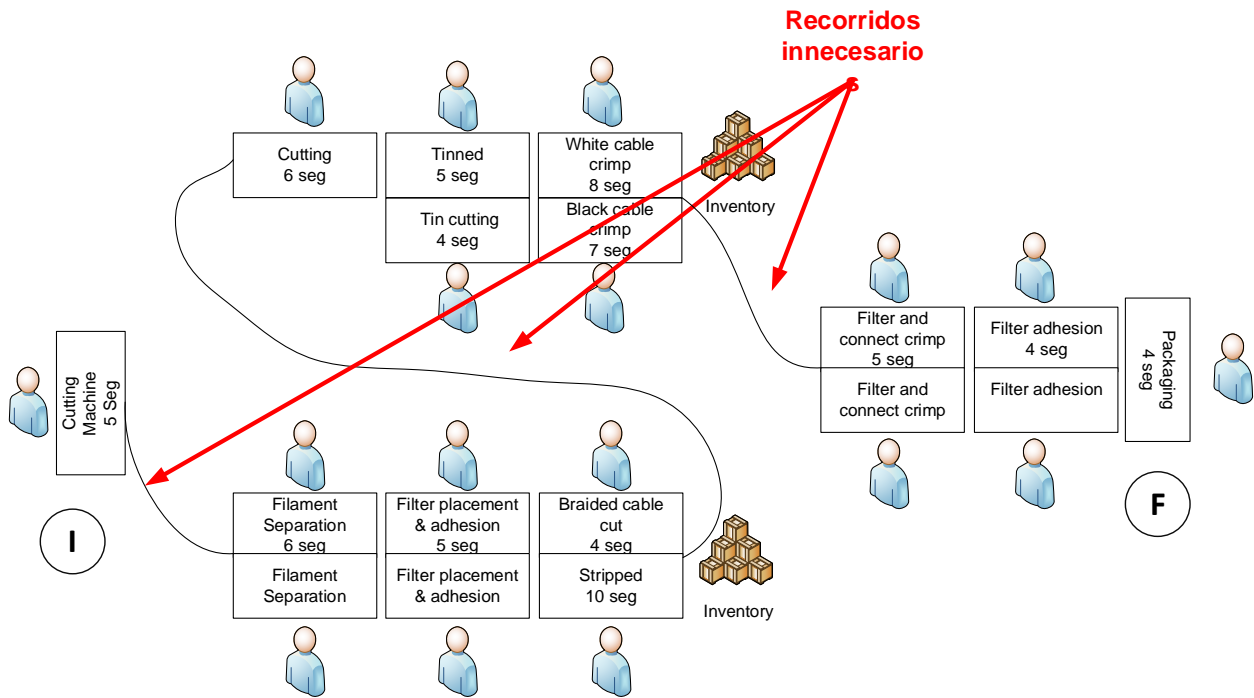


Figura 2. Diagrama de spaghetti actual línea OPMX-32

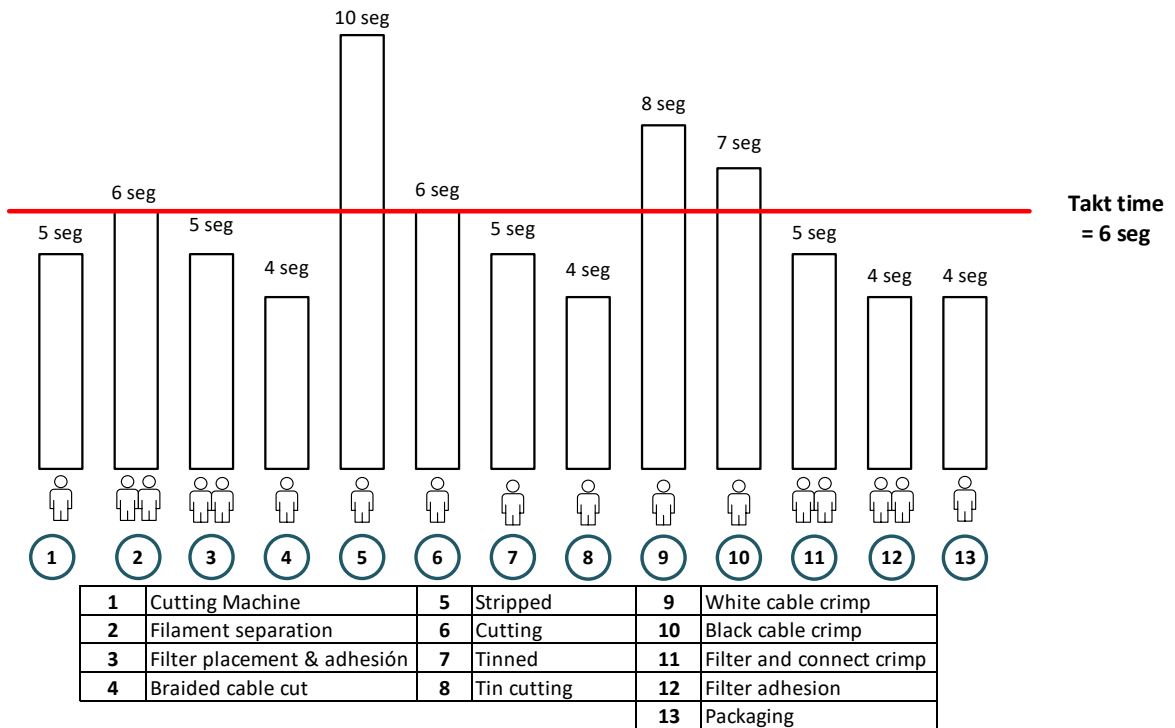


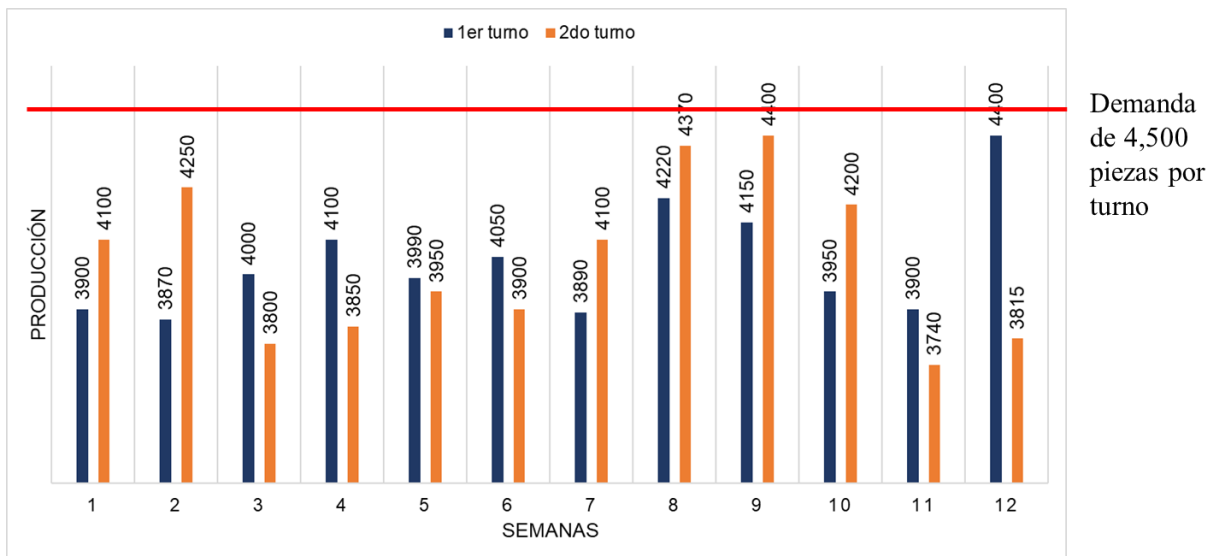
Figura 3. Balanceo de la línea OPMX-32 antes de la mejora

Con esta distribución de la línea de producción se encontraron los siguientes hallazgos:

- Cuello de botella en las operaciones 6 y 7 ocasionando tiempo muerto en las operaciones siguientes.
- Tres recorridos incensarios entre las operaciones de la línea de producción.
- Tres operaciones arriba del takt time ocasionando cuellos de botella
- No hay una distribución de la línea de ensamble que permita el flujo continuo de las operaciones.

Fase Medir

En esta fase de medición se realizó una gráfica que permitiera ver la producción en promedio por turno de las últimas 12 semanas, la demanda del cliente es de 54,000 piezas por semana, se trabajan dos turnos, en la gráfica 1 se observa que no se cumplen con la producción para surtir la demanda requerida por el cliente que son 4,500 piezas por cada turno.



Gráfica 1. Producción por turno

Fase Analizar

Esta etapa tiene como objetivo analizar los datos obtenidos del estado actual del proceso y determinar las causas de este estado y las oportunidades de mejora.

En esta etapa se realizó un diagrama de recorrido donde se puede visualizar que trayecto se hace en la línea de producción, los tiempos que se hacen en la operación y las demoras, así se identifican cada

movimiento para a posteriori buscar cual es el orden más lógico para maquinas, equipos y rediseñar puestos de trabajo y así ganar en eficiencia dentro de la línea, reduciendo tiempo de desplazamientos de operarios y aumentando el rendimiento de producción, en la figura 4 se muestra el diagrama de recorrido, donde se visualiza que el proceso consta de 13 operaciones, 5 recorridos y 2 demoras.

Tabla 3. Operaciones, Tiempo y Personas

Operación		Tiempo (segundos)	Personas
△ 1	Almacén	0	
□ 1	Recorrido		
○ 1	Cortar cable	5	1
□ 2	Recorrido	10	
○ 2	Separación de filamento	6	2
○ 3	Cololación de filtros y adhesión	5	2
○ 4	Corte de cable trenzado	4	1
○ 5	Despojar cable	10	1
□ 1	Espera	1250	
□ 3	Recorrido	6	
○ 6	Cortar cable	6	1
○ 7	Estañado de cable	5	1
○ 8	Corte de estaño	4	1
○ 9	Engarzar cable blanco	8	1
○ 10	Engarzar cable negro	7	1
□ 2	Espera	1800	
□ 4	Recorrido	6	
○ 11	Filtrar y conectar crimpado	5	2
○ 12	Pegar filtro	4	2
○ 13	Empacar	4	1
□ 5	Recorrido		
△ 2	Almacén	0	
Total		3145	17

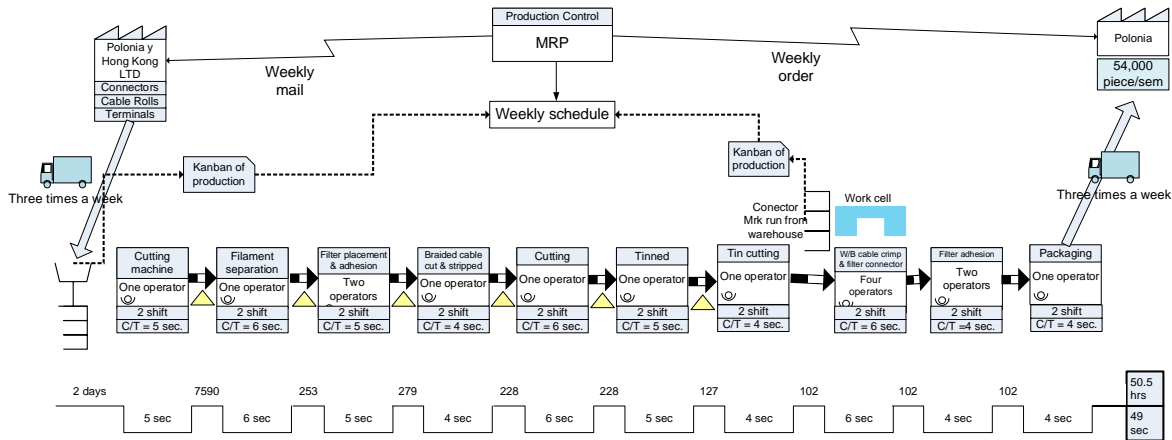


Figura 5. VSM futuro línea OPMX-32

En resumen, entre el VSM del estado actual con el VSM del estado futuro se muestra en la tabla 4, como se ve existe la oportunidad de reducción de tiempo de producción de

50.5 horas a 6.1 horas, y con ello se incrementa la producción. El takt time resultado es de 6 segundos.

Tabla 4. Comparativo del VSM actual vs VSM futuro

	Cable Rolls	Uptime	Operators	Lead time	Finished goods per shift
Actual	2 días	87%	17	50.5 horas	3900
Futuro	6 horas	100%	16	6.1 horas	4500

Basado en esto se empezó a proponer algunas mejoras como:

- Introducir tarjetas Kanban para el suministro de rollos de cable del almacén y el surtimiento de los conectores para la operación "Placement of the filter and connector"
- Implementar una celda de manufactura con dos máquinas de crimpado y una operación manual.
- Realizar un balanceo en la línea para alcanzar el takt time de 6 segundos.
- Eliminar los tiempos muertos por recorridos innecesarios

Otra mejora sustancial se realizó con un balanceo de la línea de producción, anteriormente se tenía un total de 17 operarios y tres operaciones estaban arriba del takt time ocasionando cuellos de botella, se decidió mover una persona de la operación "filament separation a stripped", así como realizar una célula de manufactura que agrupen las operaciones White cable crimp, black cable crimp y filter and connect crimp, ver figura 6.

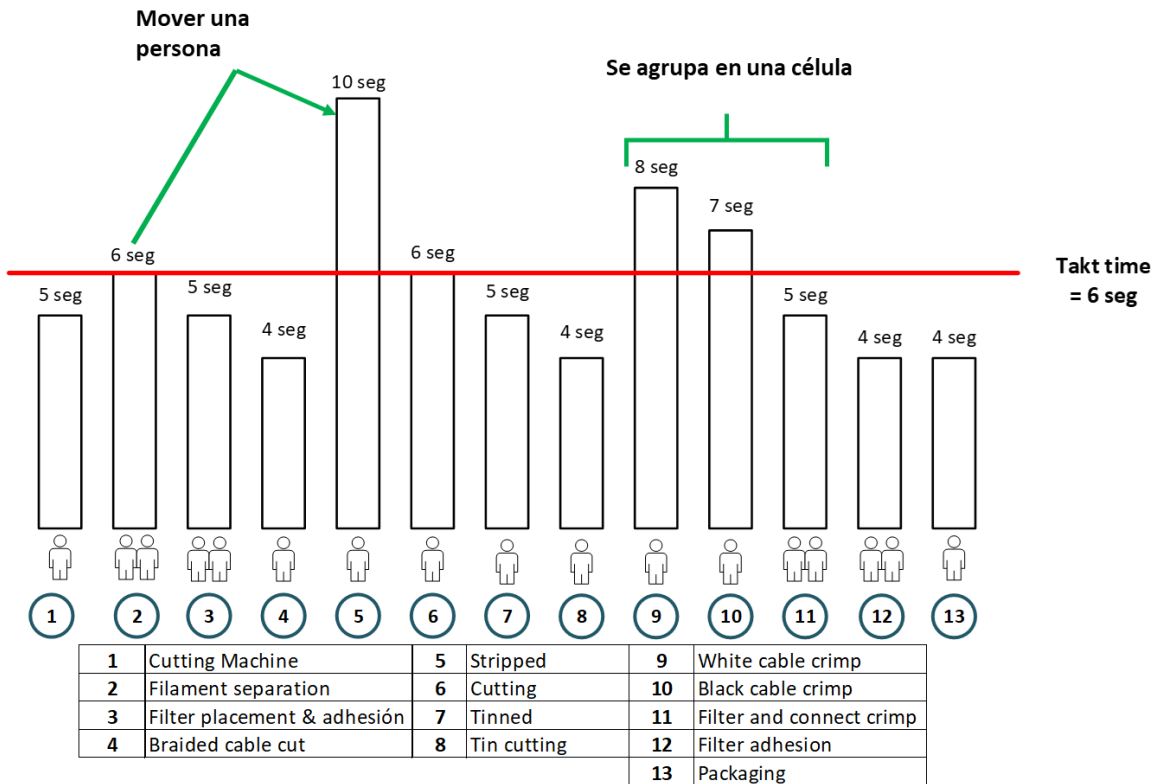


Figura 6. Distribución del personal antes de la mejora

Con esta información y al realizar el balanceo se agruparon actividades y se disminuyó 2 operarios además de que el tiempo de las operaciones son menor o igual al takt time ver figura 7.

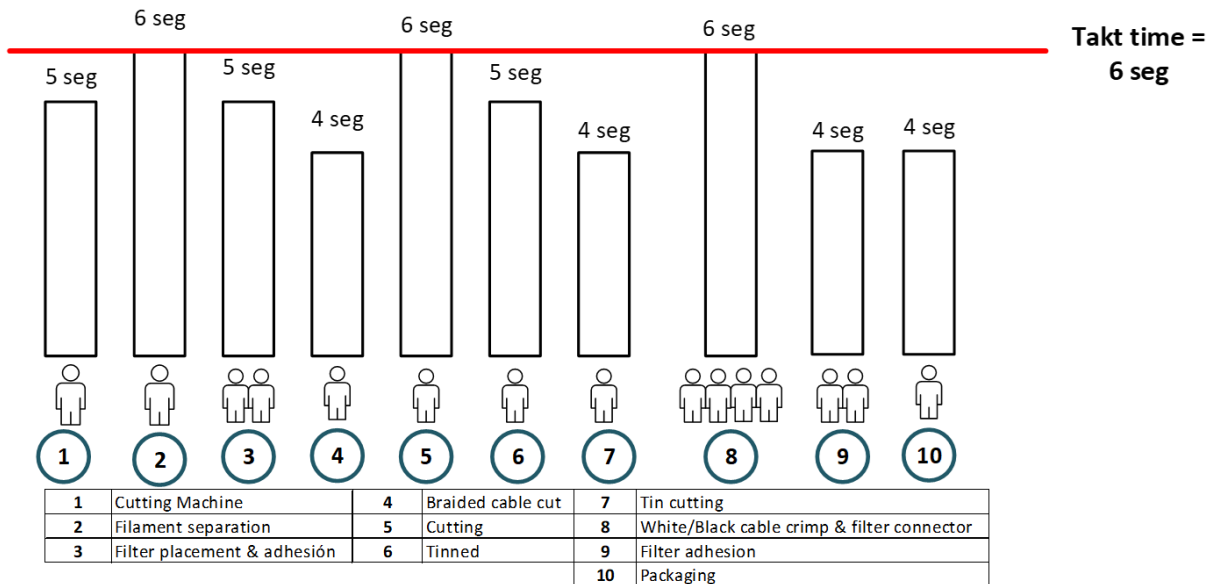


Figura 7. Distribución del personal después de la mejora

Ser realizó un diagrama de recorrido con las mejoras quedando donde se visualiza un flujo continuo en las operaciones, se eliminaron 3 recorridos innecesarios y 2

demoras, y tiempos muertos en las últimas operaciones, con la célula de manufactura, como se muestra en la en ver figura 8.

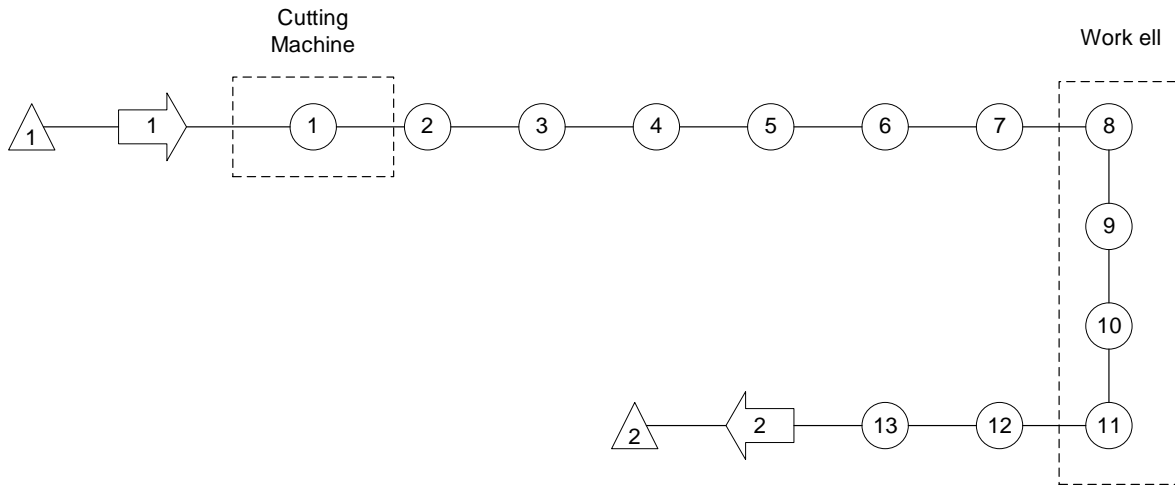


Figura 8. Diagrama de recorrido con las mejoras

En la tabla 5 se muestra un resumen de las operaciones, el tiempo en segundos y las personas por operación después de la mejora, se muestra que son un total de 49 segundos que se lleva ensamblar una pieza y un total de 15 personas.

Una vez realizado el balanceo se hizo la distribución de la línea de producción para eliminar los recorridos innecesarios además de acomodar la célula de manufactura, como se muestra en la figura 9.

Tabla 5. Operación, tiempo y personas

Operación	Tiempo en segundos	Personas
1	0	
1		
1	5	1
2	6	1
3	5	2
4	4	1
5	6	1
6	5	1
7	4	1

Operación	Tiempo en segundos	Personas
8	1	1
9	2	1
10	2	1
11	1	1
12	4	2
13	4	1
2		
2	0	
Total	14	7

Work cell

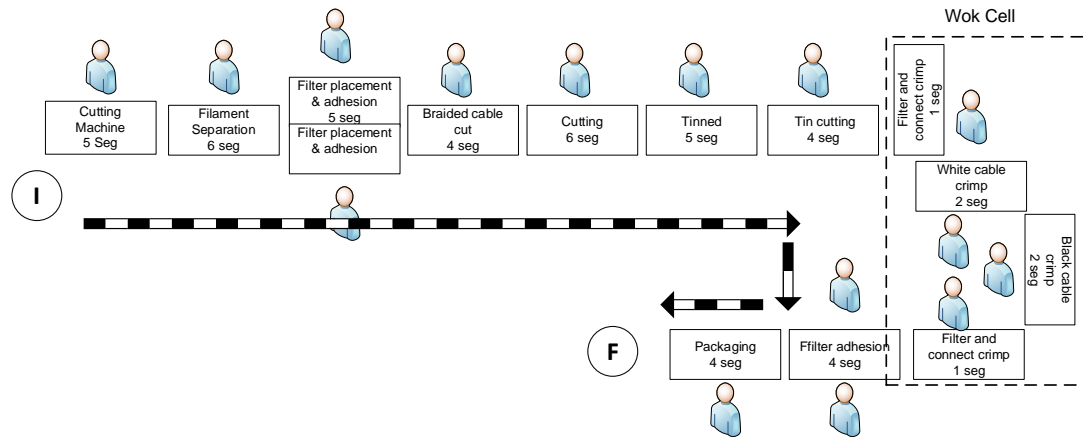


Figura 9. Distribución de la línea después de la mejora

Con esta distribución de eliminan los recorridos innecesarios y se tiene un flujo continuo entre las operaciones.

Fase Controlar

En esta fase de control de determinaron las siguientes acciones:

- Capacitar al personal para las operaciones que se integraron en la célula de manufactura
- Ayudas visuales para la estandarización de las operaciones

DISCUSIÓN

El estudio demuestra que el empleo de herramientas *Lean* combinada con una metodología como la DMAIC pueden dar resultados que beneficien a los procesos de producción. Con el enfoque DMAIC, utilizado consistentemente en todas sus etapas, fue importante para definir la situación que se presentaba y así ir descubriendo las oportunidades de mejora conforme se iba pasando cada etapa para posteriormente aterrizar en el flujo continuo y el aumento de producción con la eliminación de movimientos innecesarios y tiempo de espera.

A través de la implementación, se logró un aumento de la producción del 35% por turno, el *takt time* se adaptó a la demanda

requerida por los clientes que es de 6 seg/pza. Los problemas identificados fue el elevado el tiempo de espera y recorridos innecesarios por una distribución inadecuada de la línea de producción los cuales fueron eliminados. Otras mejoras sustanciales fueron que se dejaron de generar 4 horas de tiempo extra diarias y la reducción de 2 operarios en la línea de manufactura.

El principal aporte de este trabajo es permitir a las organizaciones resolver problemas de una manera más sencilla, mediante el uso de la metodología DMAIC con herramientas *Lean*. Esta metodología demostró ser posible resolver problemas con una secuencia lógica y ágil de manera

que mejora el desempeño de las organizaciones.

La aplicación de herramientas *Lean Manufacturing*, se ha visualizado otros campos de aplicación en diversas ramas de la industria, tanto manufacturera como de servicios, dando resultados favorables en el aumento de la productividad (Favela et al, 2019). *Lean Manufacturing*, tiene una característica de aplicabilidad amplia, a cualquier tipo de industria, inclusive a la de servicio, lo cual le brinda un carácter genérico, universal y flexible, ya que se puede aplicar en diferentes tipos proceso.

Sin embargo, se debe tener cuidado al momento de realizar la aplicación de herramientas *Lean*, ya que se puede caer en errores frecuentes como:

-Organizar largas reuniones, que nunca acaban, sin un objetivo concreto, que siempre son improductivas, en las que se deducen mejoras que nunca se implantan.

-La falta de compromiso por parte de la gerencia, ya que es el sponsor que motiva, impulsa y da apertura para descubrir y ejecutar las mejoras.

-Como se tiene un desconocimiento de las herramientas *Lean* y se piensa que es para despedir a personas se genera una falta de colaboración de ciertas áreas de la empresa y hace que no fluya la información, por ello es importante hacer un trabajo de concientización para comprender la filosofía *Lean Manufacturing*.

-Mejorar la comunicación con los responsables de producción para mejor integración y desarrollo de las mejoras

Considerando estos posibles errores se deduce que la influencia del personal es determinante en el éxito de la aplicación, ya que se debe estar convencido de los beneficios y ventajas que aporta al proceso de producción, por ellos se requiere disposición al cambio.

La implantación de las herramientas *Lean*, permite obtener unas mejoras claras en muchos aspectos esenciales de las empresas: productividad, costos, flexibilidad y participación del personal, observándose en el incremento del desempeño operacional.

En general, las empresas que han puesto en práctica *Lean Manufacturing* como su filosofía de trabajo como se puede observar en los resultados presentados han experimentado reducciones significativas en las áreas utilizadas, costos de producción, inventarios, costos de calidad, costos de compra y *Lead time*, al mismo tiempo que aumentan su productividad, flexibilidad, mejoran la calidad, mejor utilización del personal, y logran un mejor uso del espacio y maquinarias, (Vargas, et al, 2018).

Las herramientas de *Lean Manufacturing*, conceptualizada y validada en este estudio ayuda a integrar los problemas técnicos de la implementación de dichas herramientas con los beneficios de un sistema de fabricación completo y coherente; la implementación de este método implica mejora del proceso de producción con el propósito de satisfacer los requisitos del cliente, así como las metas organizacionales (Basu, et al, 2018).

CONCLUSIONES

La aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* bajo la metodología DMAIC ha ayudado al incremento de producción en un 35% en la línea de ensamble OPTMX32, además de eliminación de tiempos muertos, ahorro en mano de obra y eliminación de tiempo extra, estas mejoras se traducen en un mejor flujo de producción que permitirá a la empresa entregar la demanda solicitada por parte del cliente. Con esta mejora, la organización es capaz de responder a la expectativa del cliente y que la venta del producto OPMX-32 sea factible económicamente y con un margen de utilidad mayor al esperado.

Si bien es evidente los beneficios de implementar las herramientas Lean en el proceso de producción, esto requiere de personal comprometido y abierto al aprendizaje para utilizar y comprender las herramientas adecuadas para el logro de los objetivos planteados y de esta forma

vencer la resistencia al cambio que sigue siendo un fenómeno generalizado entre el personal obstaculizando el inicio del proyecto, sin embargo, una vez entrados en la dinámica existe una disponibilidad para el trabajo.

En este estudio, el uso de herramientas *Lean Manufacturing* solo fue validada en una línea de producción y en el sector de autopartes, se espera su aplicabilidad en otras líneas de producción de la empresa y en otros sectores industriales y de servicios ya que ha demostrado resultados mediables para la empresa, además al ser una serie de herramientas dinámica y en combinación con la metodología DMAIC, ofrece una multitud de aplicaciones en diferentes procesos y tipos de industrias. Así que se espera que ayuden a resolver problemas en cualquier tipo de organización, de manera efectiva y eficiente.

REFERENCIAS

- Basu, P., Ghosh, I. y Dan, P. (2018). Structural equation modelling based empirical analysis of technical issues for lean manufacturing implementation in the Indian context. *2018 7th International Conference on Industrial Technology and Management (ICITM)*, 57-61. <http://dx.doi.org/10.1109/ICITM.2018.8333920>
- Chroneer, D. y Wallstrom, P. (2016). Exploring Waste and Value in a Lean Context. *International Journal of Business and Management*, 11 (10), 282-297. <http://dx.doi.org/10.5539/ijbm.v11n10p282>
- Cunha, C. y Dominguez, C. (2015). A DMAIC project to improve warranty billing's operations: a case study in a Portuguese car dealer. *Procedia Computer Science*, (64), 885-893. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.08.603>
- Dawood, S., Elsayed, A., Rahaman, A. y Karthinkeyan, R. (2018). Role of Lean Manufacturing Tools in Soft Drink Company.

- International Journal of Mechanical Engineering*, 5 (1), 1-7.
<https://doi.org/10.14445/23488360/IJME-V5I1P101>
- Favela, M., Escobedo, M., Romero, R. y Hernández, J. (2019). Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización: modelo conceptual propuesto. *Revista Lasallista de Investigación*, 16 (1), 115-133.
<https://doi.org/10.22507/rli.v16n1a6>
- Ferreira, C., Sá, J., Ferreira L., Lopes, M., Pereira, T., Ferreira L., y Silva, F. (2019). iLeanDMAIC- A methodology for implementing the lean tolos. *Procedia Manufacturing*, 41, 1095-1102.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.038>
- Gutierrez, O. y Orejuela, J. (2018). *Evaluación de Herramientas Lean Aplicadas al Proceso de Ingeniería de Schneider Electric de Colombia-SEC*. [Tesis de Maestría], Universidad de la Sabana, Colombia.
<https://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/33528>
- Hemalatha, C., Sankaranarayanan, K. y Durairaj, N. (2021). Lean and agile manufacturing for work-in-process (WIP) control. *Materials today: Proceedings*. In press.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.473>
- Ibarra, V., y Ballesteros, L. (2017). Lean Manufacturing. *Conciencia Tecnológica*, 53, 54-58.
<https://www.redalyc.org/journal/944/94453640004/94453640004.pdf>
- Ikumapayi, O., Akinlabi, E., Mwema, F. y Ogbonna, O. (2020). Six sigma versus lean manufacturing – An overview. *Materials today: Proceedings*, (26), 3275-3281.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.986>
- Johansson, P., y Ostermana, C. (2017). Conceptions and operational use of value and waste in lean manufacturing – an interpretivist approach. *International Journal of Production Research*, 55, (23), 6903–6915.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2017.132664>
- Krishna, S., Jayakumar, V. y Suresh, S. (2020). Defect analysis and lean six sigma implementation experience in an automotive assembly line. *Material Today: Proceedings*, (22), 948-958.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.11.139>
- Marulanda, N., León, G., González H, y Hincapié, E. (2016). Caracterización de la implementación de herramientas de Lean Manufacturing: Estudio de caso en algunas empresas colombianas. *Poliantea*, 12 (22), 39-62.
<https://doi.org/10.15765/plnt.v12i22.994>
- Nagi, A. y Altarazi, S. (2017). Integration of Value Stream Map and Strategic Layout Planning into DMAIC Approach to Improve Carpeting Process. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 10 (1), 74-97.
<http://dx.doi.org/10.3926/jiem.2040>
- Palange, A. y Dhattrak, P. (2021). Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing. *Materials Today: Proceedings*, 46 (1), 729-736.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.193>
- Pérez, I. y Rojas, J. (2019). Lean, Seis Sigma y Herramientas Cuantitativas: Una Experiencia Real en el Mejoramiento Productivo de Procesos de la Industria Gráfica en Colombia. *Revista de métodos cuantitativos para economía y la empresa*, (27), 259-284.
<https://www.upo.es/revistas/index.php/RevMetCuant/article/view/3218>
- Samuel, R., Rajesh, M., Rajanna, S. y Franklin, E., (2021). Implementation of lean manufacturing with the notion of quality improvement in electronics repair industry. *Materials Today: Proceedings*.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.04.200>
- Sarria, M., Fonseca, G. y Bocanegra-Herrera, C. (2017). Modelo metodológico de

implementación de Lean Manufacturing. *Revista EAN*, 83, 51-71.

<https://doi.org/10.21158/01208160.n83.2017.1825>

Shah D. y Patel P. (2018). Productivity Improvement by Implementing Lean Manufacturing Tools In Manufacturing Industry. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 5 (3), 3794-3798.

<https://www.irjet.net/archives/V5/i3/IRJET-V5I3888.pdf>

Vargas, J., Muratalla, G. y Jimenez, M. (2018). Sistemas de producción competitivos mediante la implementación de la herramienta Lean Manufacturing. *Ciencias Administrativa*, (11), 81-97. <https://doi.org/10.24215/23143738e020>

Womack, J. y Jones, D. (2012). *Lean Thinking*, 1ra. Ed. [pub]. Madrid: Gestión 2000.

Autores

José Antonio Varela Loyola. Ingeniero Industrial por el Instituto Tecnológico de Apizaco, México (1998), Maestro en Administración por el Instituto de Estudios Universitarios A. C., Puebla, México (2007), Doctor en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, México (2013). Profesor investigador en la Universidad Politécnica de Tlaxcala, México. Consultor en Lean Six sigma, Sistemas de Calidad y Estrategia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4154-3170>

Email: joseantonio.varela@uptlax.edu.mx

José Nemorio Méndez Mendoza. Graduado del Instituto Nacional de México (Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala, México) 1998, Maestro en Ciencias de la Ingeniería Industrial del Instituto Nacional de México (Instituto Tecnológico de la Laguna, Torreón, Coahuila México) 2010. Profesor de tiempo completo de la Universidad Politécnica de Tlaxcala, México.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1991-9987>

Email: josenemorio.mendez@uptlax.edu.mx

Jacobo Tolamatl Michcol. Ingeniero industrial (ITP, 2005). Instituto Tecnológico de Puebla (ITP), Tlaxcala, México; Maestro en ciencias en ingeniería industrial (ITP, 2009); Doctor en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología (UPAEP, 2013). Profesor de tiempo completo de la Universidad Politécnica de Tlaxcala, México.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1435-7348>

Email: jacobo.tolamatl@uptlax.edu.mx

Recibido: 11-01-2021

Aceptado: 27-06-2021

Artículos de Divulgación

**TEMAS DE
INTERÉS GENERAL**

Sostenibilidad en proyectos del sector construcción de las PyMEs: una revisión de literatura

Sustainability in projects in the construction sector of SMEs: a literature review

Sergio Alejandro Sandoval López, Abraham Jesús González

Palabras clave: sostenibilidad, proyecto, construcción, gestión de proyectos sostenibles, PyMEs

Key words: sustainability, project, construction, sustainable project management, SMEs

RESUMEN

El objetivo de la investigación consistió en analizar documentalmente los trabajos realizados para la integración entre la sostenibilidad y los proyectos realizados por las PyMEs del sector construcción. Para ello se trabajó con una revisión y análisis de artículos científicos, disponibles en bases de datos especializadas como: SCOPUS, Web of Science, Springerlink, Sciencedirect e IEEE Xplore, ASCE Library. Dentro de la metodología aplicada para la selección de documentos se consideró: 1) Que los artículos estuviesen principalmente escritos en inglés, por ofrecer un campo de búsqueda más amplio. 2) Que fueran de acceso abierto, con un rango de publicación que no superase los cinco años, trabajando con un intervalo de búsqueda entre los años 2017 -2021. 3) Que contasen con al menos una de las dos variables de estudio dando mayor importancia a aquellos que incluyan las dos variables y su aplicación dentro del contexto de las PyMES. Bajos estos criterios los principales resultados encontrados fueron 25 artículos que incorporaban las variables de estudio dentro del contexto empresarial de las PyMES, están mayormente concentrados en las bases de datos *ScienceDirect* y *Sprigerlink*. Fruto de la revisión y planteamiento de los autores consultados, se pudo concluir que, si se logra que las PyMES del sector constructor, incorporen aspectos de sostenibilidad dentro de sus procesos organizacionales y proyectos, obtendrán no sólo rentabilidad y satisfacción de los clientes, sino garantizar cuidado del medioambiental y responsabilidad social, que será visto como parte de sus pilares de crecimiento.

ABSTRACT

The objective of the research consisted of a documentary analysis of the works carried out for the integration between sustainability and the projects carried out by SMEs in the construction sector. For this purpose, we worked with a review and analysis of scientific articles available in specialized databases such as: SCOPUS, Web of Science, Springerlink, Sciencedirect and IEEE Xplore, ASCE Library. Within the methodology applied for the selection of documents, the following was considered: 1) That the articles were mainly written in English, as it offered a broader search field. 2) That they were open access, with a publication range not exceeding five years, working with a search interval between the years 2017 -2021. 3) That they had at least one of the two study variables, giving greater importance to those that included both variables and their application within the context of SMEs. Under these criteria, the main results found were 25 articles that incorporated the study variables within the business context of SMEs, mostly concentrated in the ScienceDirect and Sprigerlink databases. As a result of the review and approach of the authors consulted, it was possible to conclude that if SMEs in the construction sector incorporate sustainability aspects into their organizational processes and projects, they will obtain not only profitability and customer satisfaction, but also guarantee environmental care and social responsibility, which will be seen as part of their growth pillars.

INTRODUCCIÓN

La investigación partió del hecho de preguntarse ¿Qué trabajos científicos con sus aportes se han realizado para el abordaje de la integración entre sostenibilidad y los proyectos realizados por las PyMEs del sector construcción?. El motivo del cuestionamiento surgió de la importancia que ha cobrado hoy en día la sostenibilidad para el mundo en general incluido el sector empresarial, donde además las empresas de la construcción juegan un papel fundamental para el desarrollo y en especial las PyMES por su importancia a nivel mundial.

Integrar los conceptos de gestión de proyectos sostenible y el sector constructor, fortalecen los procesos que realizan las empresas, y fomenta el desarrollo sostenible, logrando así garantizar un equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar social para las futuras generaciones; así lo establecen los autores consultados con el desarrollo de la investigación, cuyo objetivo fue en analizar documentalmente los trabajos realizados para la integración entre la sostenibilidad y los proyectos realizados por las PyMEs del sector construcción. Con el análisis de los documentos científicos se detectó, que las Pequeñas y Medianas Empresas (PyMES) deben dirigir sus esfuerzos en sus proyectos hacia un enfoque de sostenibilidad, ya que podrían ser igualmente rentables; aún bajo condiciones adversas como estos tiempos de pandemia, además de incorporar su granito de arena

con el cuidado del medio ambiente y la responsabilidad social.

Con el desarrollo de investigación, se evidencia la gran importancia y evolución que ha tenido la gestión de proyectos de construcción, con la tendencia marcada a la sostenibilidad en las PyMES del mundo, teniendo en cuenta un sinnúmero de virtudes e implicaciones positivas de su enfoque y aplicación, como las mejoras en tiempos y calidad de producción de entregables en los diferentes tipos de empresas; además del alto grado de interés que se ha presentado con el devenir de los años. Para tal fin, se aplicaron seis (6) criterios de búsqueda y selección de artículos de investigación, los cuales fueron extraídos de bases virtuales como: *Scopus, Web of Science, Sciencedirect, Springerlink, IEEE Xplore y ASCE library.*

Posterior a esto, se realizó un análisis de resultados a través de gráficos de columna, barras, entre otros. los cuales relacionan la cantidad de artículos sobre los temas de desarrollo de este artículo, así como la cantidad de publicaciones que se han hecho por país y por año, en base a una tabla compuesta de los artículos con los que se realizó el estudio y la información respectiva que identifica cada artículo con su respectiva base de datos. Por último, se presentan las conclusiones y discusiones resultado de la revisión documental donde se relaciona el comportamiento de los datos con la información teórica desarrollada.

Marco conceptual

Sostenibilidad

La sostenibilidad se entiende como el equilibrio entre satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de futuras generaciones, garantizando el balance entre el crecimiento económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar social, pero cuando se remite a su definición léxica se encuentra que la sostenibilidad se comprende como la cualidad de sostenible, que según el RAE (2020), es definido principalmente desde las áreas de la ecología y economía como la acción de mantenerse durante un largo tiempo sin agotar los recursos o causar grave daño al medio ambiente; parece increíble pero el origen del concepto de sostenibilidad se remonta por primera vez en el siglo XX, por los años de 1987 dentro del informe Brundtland "Nuestro futuro común" elaborado por varios países para la ONU refiriéndose al desafío de desarrollo por alcanzar de los gobiernos de todo el mundo (Acciona); En la actualidad dicho concepto es desconocido por gran parte de la población mundial y su aplicación en las empresas no es prioridad hasta que se formulan decretos y normativas por parte de los gobiernos del mundo, lo cual se infiere como que no existe un compromiso social.

Lo anterior no representó un verdadero problema hasta que la humanidad entendió que los recursos del mundo que un día parecían infinitos se podían terminar y más rápido de lo que se cree, ya que lo que no se gasta por acción humana,

se ve destruido y contaminado por las grandes montañas de desechos que pueden demorar hasta 1000 años en degradarse, como es el caso de una botella plástica demostrado en el documento una ciudad limpia y pura reciclemos la basura; ahora que será la contaminación generada por los productos del sector de la construcción.

Se ha llegado a tal punto de contaminación en el que la humanidad hace un alto y el 25 de septiembre de 2015, los líderes mundiales adoptaron un conjunto de objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible. En donde el evitar que las personas consuman no es una solución ya que se frenaría la economía, si no se parte de unas medidas alternas que buscan encontrar un equilibrio de consumo sin entrar a afectar (o seguir afectando) el ambiente, y es aquí como resultado de dicha reunión que se establecieron las metas específicas a alcanzarse dentro de los próximos 15 años para así garantizar un futuro a las siguientes generaciones. Lo que se conoce hoy por hoy como los objetivos de desarrollo sostenible (ONU, 2021).

Proyecto

De acuerdo con el RAE (2020) un proyecto puede ser considerado como un diseño o pensamiento de ejecutar algo; un conjunto de escritos, cálculos y dibujos que se hacen para dar idea de cómo ha de ser y lo que ha de costar una obra de arquitectura o ingeniería; un primer esquema o plan de cualquier trabajo que se hace a veces como

prueba antes de la forma definitiva; la disposición que se forma para la realización de un tratado, o para la ejecución de algo de importancia.

Mientras que según el PMBOK "Project Management body of Knowledge", instrumento guía con los criterios de buenas prácticas relacionadas con la gestión, administración y dirección de proyectos; desarrollado por el Project Management Institute (PMI), Dice que un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único, los proyectos buscan cumplir con un fin u objetivo mediante la producción de entregables tangibles o intangibles que prestaran un servicio; Lo que hace que un proyecto sea único por más que existan elementos repetitivos, es su diseño su situación, su emplazamiento, entorno y personas involucradas, los proyectos producen

entregables con características sociales, económicas, materiales o ambientales. Por ejemplo, construir un edificio cultural que se espera perdure por mucho tiempo;

Cuando se hace referencia a un esfuerzo temporal no significa que un proyecto sea de corta duración, esta naturaleza implica un principio y un final definido, el cual es alcanzado cuando se logran los objetivos del proyecto, o si estos no pueden cumplirse, si los recursos del proyecto se han agotado y /o que se ha terminado por conveniencia o causa legal su finalización. Una de las características importantes de los proyectos es que estos impulsan al cambio dentro de las organizaciones, esto implica que un proyecto se encuentra destinado a generar una transición de un estado actual a un estado futuro con el fin de lograr los objetivos propuestos (PMBOK-edición 6)



Figura 1. Transición del estado una organización a través de un proyecto. Fuente: guía del PMBOK®

Así mismo un proyecto crea la oportunidad de generación de valor del negocio, en donde para los proyectos esto se refiere al beneficio que los resultados de un proyecto específico proporcionan a sus interesados, y dicho beneficio puede ser tangible, intangible o ambos (PMBOK-edición 6).

De acuerdo con el PMBOK los proyectos se componen de cinco macroprocesos: Inicio Planificación, Ejecución, Control y monitoreo, Cierre.

Construcción

La construcción se ha encontrado siempre presente dentro del avance y desarrollo tecnológico de las civilizaciones del mundo, en donde además de movilizar una gran cantidad de insumos, impulsa constante y significativamente la generación de empleos directa e indirectamente (Camacol, 2016).

Según establece el RAE la construcción es la acción y efecto de construir o del arte de construir, donde construir se relaciona con hacer algo utilizando los elementos adecuados, como el hacer de nueva planta una obra de arquitectura o ingeniería, u monumento o en general cualquier obra pública.

Mientras que la Organización internacional del trabajo, dice que la construcción o la industria de la construcción produce una amplia gama de productos, por ende, sus empresas tienen portafolios muy diversos, sin embargo, de la población de empresas de la industria el grueso de la actividad de construcción es realizada por empresas pequeñas o locales, incluso en estos tiempos de globalización y existencia de

industrias de construcción internacional. (OIT,2021)

Por otra parte, este sector de la industria requiere de muchas otras empresas para su proceso de producción, ya que así obtiene los materiales de construcción, o se compran y alquilan las plantas y equipos necesarios para las labores de la actividad, además de incluirse las subcontrataciones de personal y actividades como los servicios de diseño e ingeniería (OIT, 2021). A pesar de muchas de las bondades que trae consigo la industria o sector de la construcción, este es responsable del 36 % de consumo de energía globalmente, también de casi el 40 % de las emisiones directas e indirectas de Dióxido de Carbono (CO₂), además la demanda energética de edificios y su construcción se encuentra en aumento debido a un mejor acceso a este recurso en los países en desarrollo (ITEC, 2021).

Gestión de proyectos sostenibles

Cuando una organización hace uso de las prácticas de sostenibilidad en sus procesos, asume la responsabilidad del impacto de sus actividades con sus clientes, empleados, accionistas, comunidades y el medio ambiente. Este enfoque sostenible reconoce la interdependencia entre las empresas y la sociedad, por lo tanto, abarca dentro de sus proyectos aspectos como; derechos humanos, prácticas laborales seguras, cuidado del medio ambiente, practicas operativas justas y participación de la comunidad, sin dejar de lado la creación de riqueza e ingresos (Tharp, 2012).

El mundo ha llegado a un momento donde si bien existen buenas leyes, la aplicación de estas es deficiente. Esto es producto de la corrupción, instituciones débiles y una gobernanza ineficiente que da camino libre a la pobreza, los programas de sostenibilidad buscan cerrar la brecha entre las leyes vigentes y su cumplimiento, e incorporar fundamento de buenas prácticas para así reducir el impacto generado por las empresas y que estas tengan éxito (Tharp, 2012).

Si bien el carácter temporal de los proyectos puede de cierta manera contradecir el concepto de largo plazo de la sostenibilidad, los proyectos ayudan a las empresas a alcanzar los objetivos de inversión a largo plazo, además los proyectos al tener un contexto estratégico existen factores ambientales internos y externos que rodean o influyen en el éxito de un proyecto (Tharp, 2012).

Los pilares cruciales de la sostenibilidad son la sostenibilidad social, sostenibilidad ambiental y la sostenibilidad económica ; en este primero se fomenta el desarrollo de las personas, comunidades y culturas para obtener una mejor calidad de vida, en cuanto a la sostenibilidad ambiental se busca defender que la naturaleza no es una fuente ilimitada de recursos, por lo cual se debe velar por su protección y uso racional es decir impulsar la inversión en energías renovables o la innovación en construcción y arquitectura sostenible, como tercer pilar, la sostenibilidad económica busca impulsar un crecimiento económico que genere la

creación de valor y riqueza sin perjudicar los recursos naturales (Acciona.com, 2021). He aquí la importación de un líder o gerente de proyecto que así mismo como debe equilibrar el costo, cronograma, alcance y velar por el cumplimiento del proyecto, logra una gestión de proyectos de carácter sustentable, donde exista unas compensaciones enmarcadas dentro de los factores económicos, sociales y ambientales.

PyMES

Remontándonos a la definición del RAE la palabra PyMES se refiere a una empresa perteneciente a alguno sector económico, conformada por un número reducido de trabajadores y con un volumen de facturación moderado.

La Oficina Europea de Estadística ofrece una vista de cómo se organizan y clasifican las empresas de acuerdo con su criterio de clasificación donde la categoría depende del número de personas empleadas, volumen de negocio y un Balance general. Como se muestra en la Tabla 1, las PyMES se encuentran compuestas por Microempresas, pequeñas y mediana empresas; sin embargo, existen países como Colombia en donde la ley 905 de 2004 se entiende por micro (incluidas las famiempresas) pequeña y mediana empresa, toda unidad de explotación económica, realizada por persona natural o jurídica, en actividades empresariales, agropecuarias, industriales, comerciales o de servicio, rural o urbana que responda a dos de los siguientes parámetros, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 1. Criterios aplicables a las pequeñas y medianas empresas y las microempresas

Clasificación de las PyMEs			
Categoría de la empresa	Personas empleadas	Volumen de negocio	Balance General
Microempresa	1-10	<= 2 millones EUR	<= 2 millones EUR
Pequeña	11-50	<= 10 millones EUR	<= 10 millones EUR
Mediana	51-250	<= 50 millones EUR	<= 43 millones EUR

Fuente: (G. Papadopoulos et al, 2018)

Tabla 2. Criterios aplicables a las micro, pequeñas y medianas empresas

Clasificación de empresas		
	Planta de personal	Activos totales
Mediana empresa	Entre 51 y 200 trabajadores	Entre 100.000 a 610.000 UVT
Pequeña empresa	Entre 11 y 50 trabajadores	Entre 501 y menos de 5.000 SMMLV
Microempresa	No superior a 10 trabajadores	Valor inferior a 500 SMMLV / excluida vivienda

Fuente: Agencia nacional de contratación pública de Colombia (2021).

Como se puede observar el acrónimo para referirse a dichas empresas es conocido como MiPyMES, y que, si bien su relación encuentro al personal empleado o de planta es similar a la clasificación europea, el volumen de negocio o sus activos totales maneja escalas diferentes.

En la Tabla 3, se muestra una relación de proporcionalidad entre el valor de volumen de negocio de la agencia nacional de contratación pública de Colombia versus el volumen de la Oficina Europea de Estadística; para ello se tomó en cuenta el cambio de peso a euro vigente el día 10/05/2021, un SMMLV o Salario mínimo mensual legal vigente de \$ 908526 pesos (17) y una UVT de \$ 36.308 pesos (18).

A pesar de que el nombre que reciben este grupo de empresas pueda llegar a hacer pensar que su influencia no sea muy grande dentro de una economía, por el contrario, las empresas ubicadas en esta categoría, forman una importante vital de la economía a nivel mundial como lo resalta la ONU al afirmar que este tipo de empresas representan más del 90% de todas las empresas, que las mismas pueden llegar a generar hasta el 70% de los puestos de trabajo y son responsables de alrededor del 50% del Producto Interno Bruto, todo ello dentro de un panorama a escala global. Teniendo en cuenta esto, cada vez es más visto que se voltee a ver a las PyMES como un potencial por desarrollar dentro de la economía (ONU,2020).

Tabla 3. Resultado de la comparación entre criterios de clasificación de empresas

Relación de proporcionalidad			
Categoría de la empresa	Volumen escala colombiana en euros	Volumen escala europea	Relación escala colombiana vs escala europea
Microempresa	Valor aproximado <= 100 mil EUR	<= 2 millones EUR	Aproximado 20
Pequeña	Valor aproximado aprox <= 1 millón EUR	<= 10 millones EUR	Aproximado 10
Mediana	Valor aproximado <= 4,8 millones EUR	<= 50 millones EUR	Aproximado 10,63

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación desarrollada partió de la pregunta ¿Qué trabajos científicos con sus aportes se han realizado para el abordaje de la integración entre sostenibilidad y los proyectos realizados por las PyMEs del sector construcción?. Para dar respuesta se estructuró una investigación de tipo analítica - cualitativa, y se compone de una de una revisión documental a partir de las variables de estudio (sostenibilidad y sector constructor) con un énfasis hacia las Pequeñas y Medianas Empresas (PyMES). La cadena de búsqueda se trazó mediante el uso de las bases de datos de Scopus, Web of Science, Springerlink, Sciencedirect, ASCE Library, para determinar el número de investigaciones y los aspectos más relevantes relacionados con las variables de estudio, así como identificar los autores que han trabajado en esta misma área de

investigación y los periodos en los que lo han realizado.

Finalmente se aplicó una minería de datos, para luego ser analizado desde una concepción teórica los aspectos centrales y aportes que relacionan las variables con las PyMEs.

A. Criterio de búsqueda

A continuación, se relatan los criterios de búsqueda y selección tanto de bases de datos como de los artículos.

1) Bases de datos: La búsqueda de información en las bases de datos se dio bajo tres criterios principales: relevancia a nivel científico y de ingeniería, las herramientas de búsqueda tanto sencilla y avanzada que ofrecen, y que la información estuviera en su mayoría en inglés el cual es considerado el idioma universal de la academia. A partir de esto las bases de

datos rigurosamente seleccionadas fueron: SCOPUS, Web of Science, Springerlink, Sciencedirect e IEEE Xplore, ASCE Library.

2) Artículos: Para la búsqueda de los artículos dentro de las bases de datos se eligieron los siguientes criterios:

a) Tipo de documento: El principal tipo de documento que se busca son artículos investigativos, ya sean de revisión documental, e-book, de metaanálisis o de estudio de caso.

b) Idioma: El principal idioma en el que los artículos debían estar escritos es en inglés ya que aporta mayor relevancia a la búsqueda y es un campo de búsqueda más amplio.

c) Acceso: Para este estudio solo se tuvieron en cuenta aquellos artículos que su acceso fuera abierto, esto con el fin de facilitar el análisis.

d) Año de publicación: Según los objetivos de esta revisión documental se plantea un rango de cinco años (2017 - 2021) como intervalo de búsqueda.

e) Temática: Con respecto a la temática se seleccionan aquellos artículos que estén enfocados en: Ingeniería, Gestión organizacional, Sostenibilidad, Medio ambiente, construcción, pyme y proyectos.

f) Selección: aquellos artículos los cuales cuenten con al menos una de las dos variables de estudio y las pymes; dando mayor importancia a aquellos que incluyan las dos variables y su aplicación dentro del contexto de las pymes.

B. Escogencia final de los artículos

A partir de los criterios de selección se desarrolla la búsqueda de los artículos en las bases de datos dispuestas para el estudio. En un primer filtro se obtuvieron los artículos que se encuentran en las bases de datos coincidentes con las dos variables de investigación, a partir de esto se refinó la búsqueda incluyendo todos los criterios de selección, para finalmente hacer una revisión detallada de los artículos y seleccionar aquellos que sean los más relevantes para la investigación.

Es de importancia resaltar que algunos de los valores del número de artículos finalmente seleccionados difieren del número de artículos que cumplen con todos los criterios de investigación, debido a que hubo artículos se encontraban en dos o más bases de datos, por lo cual se incluyen una sola vez.

RESULTADOS

Publicaciones encontradas en las fuentes de búsqueda seleccionadas a partir de las (Variables)

Aplicando los criterios de búsqueda y selección de información, se pudo construir la Tabla 4, donde están los primeros resultados obtenidos con la minería de datos.

Tabla 4. Resultados de la primera búsqueda y selección de artículos

Base de datos	Números de artículos encontrados
Scopus	Número de artículos coincidentes con al menos dos de las variables de investigación: 254 Número de artículos que cumplen todos los criterios de investigación: 32 Número de artículos finalmente seleccionados: 2
Web of Science	Número de artículos coincidentes con las dos variables de investigación: 386 Número de artículos que cumplen todos los criterios de investigación: 2 Número de artículos finalmente seleccionados: 1
Sciencedirect	Número de artículos coincidentes con las dos variables de investigación: 1776 Número de artículos que cumplen todos los criterios de investigación: 15 Número de artículos finalmente seleccionados: 9
Springerlink	Número de artículos coincidentes con las dos variables de investigación: 722 Número de artículos que cumplen todos los criterios de investigación: 85 Número de artículos finalmente seleccionados: 8
IEEXplore	Número de artículos coincidentes con las dos variables de investigación: 30 Número de artículos que cumplen todos los criterios de investigación: 15 Número de artículos finalmente seleccionados: 3
Asce library	Número de artículos coincidentes con las dos variables de investigación: 65 Número de artículos que cumplen todos los criterios de investigación: 11 Número de artículos finalmente seleccionados: 2
Total, de artículos coincidentes con las dos variables: 3233	
Total, de artículos que cumplen todos los criterios de investigación: 171	
Total, de artículos finalmente seleccionados: 25	

Publicaciones seleccionadas aplicados los criterios de inclusión / exclusión

A continuación, se presentan los resultados de la revisión efectuada sobre las variables de estudio, donde se encontraron 25 artículos que las incorporan dentro del contexto empresarial de las PyMES, que son el punto de interés de esta investigación. Los documentos incorporados fueron aquellos que por su contenido se convirtieron en un recurso de interés para la presente investigación y son

un precedente de cómo se ha avanzado en la temática de las variables y contexto de estudio.

A. Tabla de autores

El primer resultado que se obtuvo del proceso de revisión documental se muestra en la Tabla 5, en la cual se recopilan los autores, nombre del artículo, año, base de datos donde se obtuvo, lugar de publicación, tipo de artículo y principal tema de relación, a partir de estos datos se desarrollan los demás análisis.

Tabla 5. Resumen de artículos seleccionados

Nº	AUTORES	NOMBRE DEL ARTICULO	AÑO	BASE DE DATOS	PAIS	TIPO DE ARTICULO	TEMA RELACIONADO
1	Collins et al	<i>Development of a Project Scope Definition and Assessment Tool for Small Industrial Construction Projects</i>	2017	ASCE LIBRARY	EEUU	Investigación	Construction management
2	Hui Yap et al	<i>Criticality of Construction Industry Problems in Developing Countries: Analyzing Malaysian Projects</i>	2019	ASCE LIBRARY	Malasya	Investigación	Construction management
3	Wickramarachchi et al	<i>Total Quality Management Implementation in Sri Lankan Construction Industry</i> <i>A Study of Small and Medium Sized Enterprises</i>	2018	IEEE EXPLOR E	Sri Lanka	Investigación	Construction management; SMEs
4	Bohórquez et al	<i>Proposal of a methodology of project management for sme's of the building sector through the start-up and planning processes of the PMBOK guide</i>	2019	IEEE EXPLOR E	Colombia	Investigación	Project management; SMEs
5	Lazaro-Aleman et al	<i>Digital Transformation Model for the Reduction of Time Taken for Document Management with a Technology Adoption Approach for Construction SMEs</i>	2020	IEEE EXPLOR E	Perú	Investigación	Construction management; SMEs
6	Bello et al	<i>Cloud computing in construction industry: Use cases, benefits and challenges</i>	2021	Science Direct	Inglaterra	Investigación	Project management; SMEs
7	Lambrechts et al	<i>The role of individual sustainability competences in eco-design building projects</i>	2019	Science Direct	Países Bajos	Investigación	Construction management; sustainable
8	Pardalisa et al	<i>One-stop-shop as an innovation, and construction SMEs: A Swedish perspective</i>	2019	Science Direct	China	Investigación	Construction management; SMEs
9	Sousa et al	<i>Implementation of project management and lean production practices in a SME Portuguese innovation company</i>	2018	Science Direct	Portugal	Caso de estudio	Project management; SMEs
10	Yusof & Iranmanesh	<i>The impacts of environmental practice characteristics on its implementation in construction project</i>	2017	Science Direct	Arabia Saudí	Investigación	Construction management, sustainable
11	Blanchard	<i>Innovation and strategy: Does it make a difference! A linear study of micro & SMEs</i>	2020	Science Direct	Inglaterra	Investigación	sustainable; SMEs
12	Sechera et al	<i>Construction Product Declarations and Sustainable Development Goals for Small and Medium Construction Enterprises</i>	2018	Science Direct	Dinamarca	Investigación	Construction management, sustainable, SMEs

Continuación... Tabla 5. Resumen de artículos seleccionados

Nº	AUTORES	NOMBRE DEL ARTICULO	AÑO	BASE DE DATOS	PAIS	TIPO DE ARTICULO	TEMA RELACIONADO
13	Oduozaa et al	<i>Framework for Risk Management Software System for SMEs in the Engineering Construction Sector</i>	2017	Science Direct	Inglaterra	Investigación	Construction management;SMEs
14	Osypchuk & Iwana	<i>Construction site deliveries in reas, based on the example of Szczecin</i>	2019	SCIENCE DIRECT	Polonia	caso de estudio	Construction management
15	Sogaxa et al	<i>Effective quality management strategies for enhancing the success rate of indigenous construction SMEs in construction project delivery</i>	2021	Scopus	Suráfrica	Investigación	Construction management, sustainability,Smes
16	Turskis et al	<i>A Fuzzy Group Decision-making Model for Determining the Most Influential Persons in the Sustainable Prevention of Accidents in the Construction SMEs</i>	2019	Scopus	Rumania	Investigación	Construction management, sustainability,Smes
17	Gavali & Halder	<i>Identifying critical success factors of ERP in the construction industry</i>	2019	Springer link	Suiza	Investigación	Construction management
18	Hinostrasa et al	<i>Application of PMBOK to Improve the Deadline of Projects in SMEs Engineering Consultancies</i>	2019	Springer link	Perú	Investigación	Project management;SMEs
19	Lee et al	<i>Win-Win Strategy" for Sustainable Relationship between General Contractors and Subcontractors in International Construction Projects</i>	2017	Springer link	Korea	Investigación	Construction management, sustainability,
20	Liu et al	<i>Research on System Dynamic of Buying Work Safety Services in Small and Medium-Sized Enterprises</i>	2021	Springer link	China	Investigación	Project management;SMEs
21	Machado et al	<i>Corporate Social Responsibility Role in SMEs: A Critical Way of Thinking in Green and Lean Management Arena</i>	2017	Springer link	Portugal	Investigación	Sustanibility,SMEs
22	Oke & Aigbavboa	<i>Sustainable Value Management for Construction Projects</i>	2017	Springer link	Suráfrica	ebook	Construction management, sustainability
23	Rodríguez-Martínez	<i>Against the Odds. Innovation in Latin American SMEs</i>	2019	Springer link	México	Investigación	Project management;SMEs
24	Ubaid et al	<i>Organizational excellence methodologies (OEMs): a systematic literature review</i>	2020	Springer link	Suiza	Investigación	sustainability
25	Zahidy et al	<i>Critical Success Factors for Corporate SocialResponsibility Adoption in the Construction Industry in Malaysia</i>	2019	Web of science	Malasya	Investigación	Construction management, sustainability,

B. Comportamiento por año

En la Figura 2 se muestra la distribución de los años de publicación de los 25 artículos seleccionados, este sentido se observa un desarrollo de investigaciones que abordan

las variables de estudio y el contexto empresarial seleccionado, con un particular desarrollo en los años 2017 y 2019, siendo este último año el que más se destacó por encima de los demás.

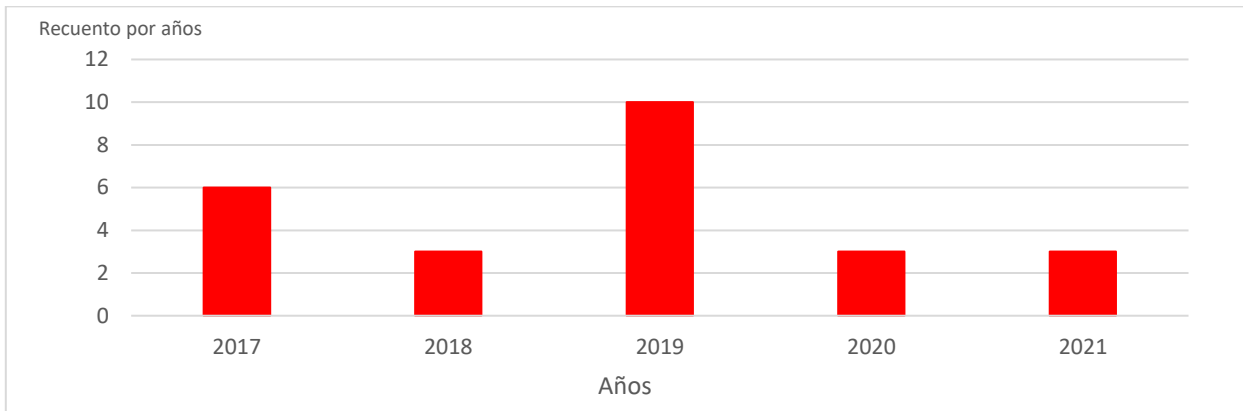


Figura 2. Publicaciones por año. Fuente: Adaptación de bases de datos consultadas

C. Comportamiento por país de publicación

En la Figura 3 se muestra cómo se han distribuido las publicaciones de los artículos, donde la mayor concentración se encuentra en Europa, teniendo en cuenta

que, con base en la literatura y los artículos bajo estudio, la ONU está promoviendo las prácticas de sostenibilidad y su implementación en las empresas a través de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

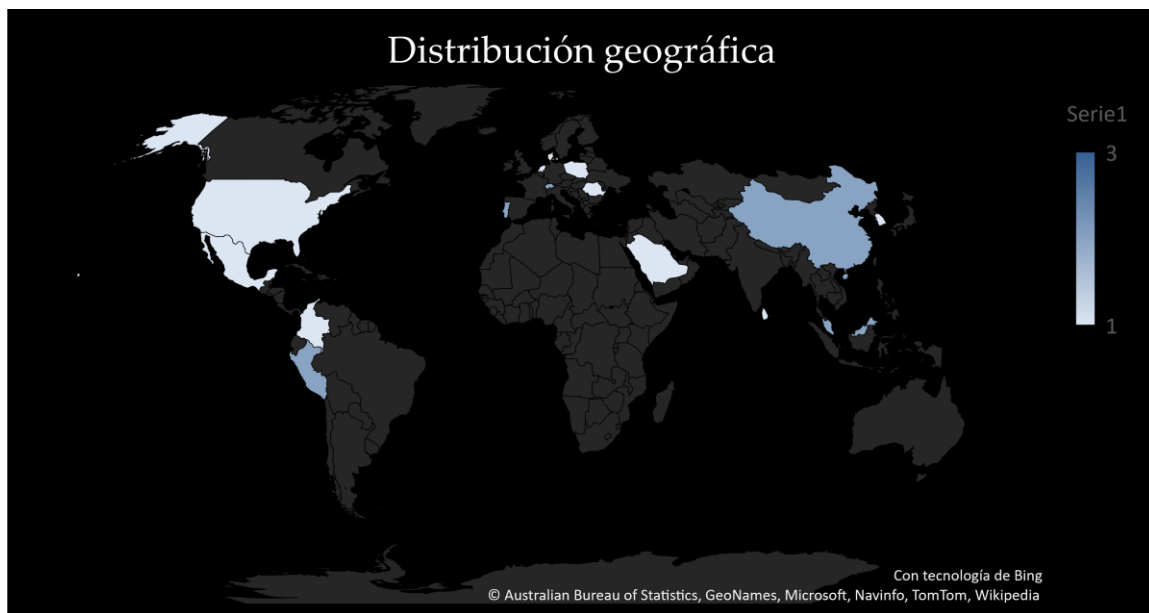


Figura 3. Publicaciones por país

D. Comportamiento por base de datos

En la Figura 4 muestra la concentración de artículos por base de datos en porcentaje, presentándose un mayor volumen en *Science Direct* y *Spriger link* con un 36 % y 32% respetivamente, lo cual es información valiosa para futuras investigaciones relacionadas ya que se tiene el precedente de en cuales bases de datos existe más información de esta temática de investigación.

E. Distribución por revista/editorial de publicación

En la Figura 5 se muestra el volumen de publicaciones por revista o editorial que abordaron las variables de estudio, y que en semejanza con el punto anterior. Se pudo evidenciar que el Elsevier es la que contiene más publicación es este campo de investigación.

F. Distribución por tipo de publicación por tipo de artículo

En la Figura 6 se muestra que la mayoría de las publicaciones encontradas sobre las variables de estudio son de investigación, mientras que los casos de estudio y ebook tiene el menor porcentaje de publicaciones.

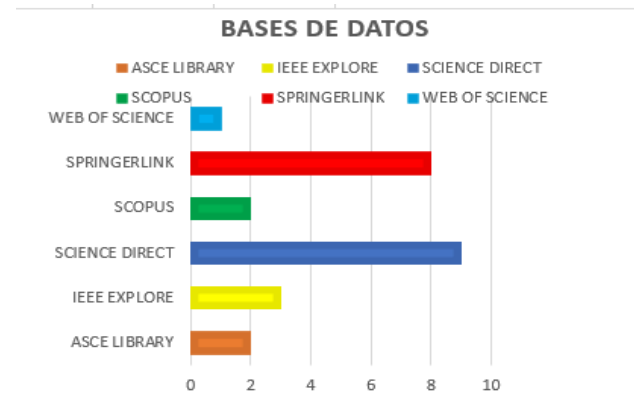


Figura 4. Comportamiento por base de datos

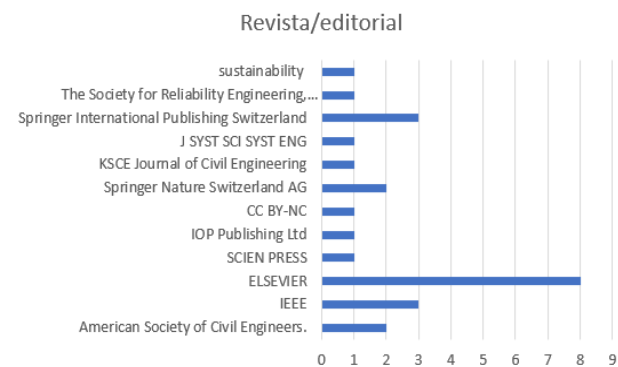


Figura 5. Publicaciones por revista/editorial

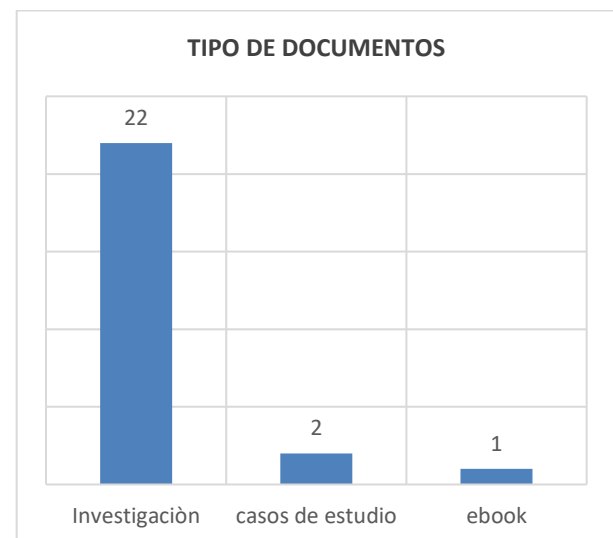


Figura 6. Publicaciones por tipo de documento

DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS

En esta sección se desarrollan las discusiones que surgen a partir de la información obtenida en los resultados de la investigación.

Comportamiento temporal de las investigaciones

El mayor comportamiento de artículos realizados con respecto a las variables de investigación se presenta en el año 2019. El país donde se encuentra la mayor producción de información es en el Reino Unido, seguido posteriormente por Portugal, Malaysia, suiza y Sudáfrica con la misma cantidad de artículos.

Por otra parte, es de destacar que en esta época de pandemia 2020-2021, se observó una disminución en la cantidad de investigaciones sobre esta temática respecto de años anteriores como el 2017 y 2019.

Las bases de datos como *Springer Link* y *Science Direct* mantienen un mayor porcentaje de obtención de información, esto debido a que varios de sus artículos si bien no contienen las 2 variables de investigación y el contexto asociado a las PyMES; si abordan la temática recogiendo al menos una de las dos variables.

Regionalización en la búsqueda de nuevas perspectivas de integración e implementación de la sostenibilidad

La regionalización de la producción de investigación si bien arrojó resultados esperados de su concentración en países europeos por existir en ellos una agrupación importante de PyMES, el continente americano no se ha quedado atrás respecto a tratar de incorporar los temas de sostenibilidad dentro de sus industrias.

CONCLUSIONES

En los últimos cinco años, contados desde el 2017 al 2021, se encontraron un total de 3233 artículos coincidentes con las dos variables de investigación, pero sólo 25 de éstos las incorporan dentro del contexto empresarial de las PyMES, lo que indica una posibilidad de trabajo significativa para los investigadores en el tema de sostenibilidad y proyectos en el sector construcción.

Por otra parte, la mayoría de las publicaciones encontradas son

investigaciones, mientras que los casos de estudio y ebook tiene el menor porcentaje de publicaciones. Ahora bien, resultaría importante un mayor número de aplicaciones y trabajos desarrollados en la PyMES del sector constructor, para que éstas incorporen aspectos de sostenibilidad dentro de sus procesos organizacionales y proyectos, lo que podría generar no sólo en un número mayor de investigaciones sino también de aplicaciones con efectos positivos para la sociedad.

Finalmente, fue posible dar respuesta a la pregunta de investigación conociendo las investigaciones que se han llevado a cabo sobre la integración entre la sostenibilidad y los proyectos realizados por las PyMEs del sector construcción, demostrando

además que es un campo que permite mayor desarrollo en investigaciones a fin de producir un número más significativo no sólo en cantidad de investigaciones sino en aportes al sector.

REFERENCIAS

Real Academia Española (2020). *Diccionario de la lengua española*, 23.^a ed., [versión 23.4 en línea]. <https://dle.rae.es>

PMBOK Guide-sixth edition + Agile practice Guide Pg 43-46 [Accessed: 7- May- 2021].

G. Papadopoulos, S. Rikama, P. Alajääskö, Z. Salah-Eddine, A. Airaksinen y H. Luomaranta, (2018). Statistics on small and medium-sized enterprises.

[https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Statistics on small and medium-sized enterprises&oldid=505966](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Statistics_on_small_and_medium-sized_enterprises&oldid=505966)

Agencia Nacional de contratación pública . "Guía para promover la participación de las Mipymes en los procesos de compra pública" [https://www.colombiacompra.gov.co/sites/cce_public/files/cce tienda virtual/propuesta guia vf -mipymes.pdf](https://www.colombiacompra.gov.co/sites/cce_public/files/cce_tienda_virtual/propuesta_guia_vf_mipymes.pdf)

Portafolio (2020, 29 diciembre). Gobierno fijó aumento del salario mínimo para 2021. <https://www.portafolio.co/economia/salario-minimo-2021-gobierno-fijo-el-alza-para-el-salario-y-auxilio-de-transporte-de-los-trabajadores-547857>

United Nations. (s. f.). Las mipymes, clave para una recuperación inclusiva y sostenible. Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/observances/micro-small-medium-businesses-day>

Artículos investigados

Collins, W., Parrish, K., & Gibson, G. E. (2017). Development of a Project Scope Definition and Assessment Tool for Small Industrial Construction Projects. *Journal of Management in Engineering*, 33(4),04017015.

[https://doi.org/10.1061/\(asce\)me.1943-5479.0000514](https://doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0000514)

Yap, J. B. H., Chow, I. N., & Shavarebi, K. (2019). Criticality of Construction Industry Problems in Developing Countries: Analyzing Malaysian Projects. *Journal of Management in Engineering*, 35(5), 04019020.

[https://doi.org/10.1061/\(asce\)me.1943-5479.0000709](https://doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0000709)

Wickramarachchi, H. R., Sandanayake, Y. G., & Ekanayake, B. J. (2018). Total Quality Management Implementation in Sri Lankan Construction Industry : A Study of Small and Medium Sized Enterprises. *2018 Moratuwa Engineering Research Conference (MERCon)*. <https://doi.org/10.1109/mercon.2018.8421946>

Bohorquez Villamil, K. L., Castillo Pinilla, H. R., & Vivas Martin, J. G. (2019). Proposal of a methodology of project management for sme's of the building sector through the start-up and planning processes of the PMBOK guide. *2019 Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingeniería (CONIITI)*. <https://doi.org/10.1109/coniiti48476.2019.8960895>

- Lazaro-Aleman, W., Manrique-Galdos, F., Ramirez-Valdivia, C., Raymundo-Ibanez, C., & Moguerza, J. M. (2020). Digital Transformation Model for the Reduction of Time Taken for Document Management with a Technology Adoption Approach for Construction SMEs. *2020 9th International Conference on Industrial Technology and Management (ICITM)*. <https://doi.org/10.1109/icitm48982.2020.9080390>
- Bello, S. A., Oyedele, L. O., Akinade, O. O., Bilal, M., Davila Delgado, J. M., Akanbi, L. A., Ajayi, A. O., & Owolabi, H. A. (2021). Cloud computing in construction industry: Use cases, benefits and challenges. *Automation in Construction*, 122, 103441. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103441>
- Lambrechts, W., Gelderman, C. J., Semeijn, J., & Verhoeven, E. (2019). The role of individual sustainability competences in eco-design building projects. *Journal of Cleaner Production*, 208, 1631–1641. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.084>
- Pardalis, G., Mainali, B., & Mahapatra, K. (2019). One-stop-shop as an innovation, and construction SMEs: A Swedish perspective. *Energy Procedia*, 158, 2737–2743. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.02.031>
- Sousa, P., Tereso, A., Alves, A., & Gomes, L. (2018). Implementation of project management and lean production practices in a SME Portuguese innovation company. *Procedia Computer Science*, 138, 867–874. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.10.113>
- Yusof, N., & Iranmanesh, M. (2017). The Impacts of Environmental Practice Characteristics on Its Implementation in Construction Project. *Procedia Environmental Sciences*, 37, 549–555. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2017.03.040>
- Blanchard, K. (2020). Innovation and strategy: Does it make a difference! A linear study of micro & SMEs. *International Journal of Innovation Studies*, 4(4), 105–115. <https://doi.org/10.1016/j.ijis.2020.07.001>
- Secher, A. Q., Collin, C., & Linnet, A. (2018). Construction Product Declarations and Sustainable Development Goals for Small and Medium Construction Enterprises. *Procedia CIRP*, 69, 54–58. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.12.011>
- Oduoza, C. F., Odimabo, O., & Tamparapoulos, A. (2017). Framework for Risk Management Software System for SMEs in the Engineering Construction Sector. *Procedia Manufacturing*, 11, 1231–1238. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.249>
- Osypchuk, O., & Iwan, S. (2019). Construction site deliveries in urban areas, based on the example of Szczecin. *Transportation Research Procedia*, 39, 389–397. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.06.041>
- Sogaxa, A., Simpeh, E., & Fapohunda, J. (2021). Effective quality management strategies for enhancing the success rate of indigenous construction SMEs in construction project delivery. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 654 (1), 012018. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/654/1/012018>
- Turskis, Z., Dzitac, S., Stankiuviene, A., & Šukys, R. (2019). A Fuzzy Group Decision-making Model for Determining the Most Influential Persons in the Sustainable Prevention of Accidents in the Construction SMEs. *International Journal of Computers Communications & Control*, 14(1), 90–106. <https://doi.org/10.15837/ijccc.2019.1.3364>
- Gavali, A., & Halder, S. (2019). Identifying critical success factors of ERP in the construction industry. *Asian Journal of Civil Engineering*, 21(2), 311–329. <https://doi.org/10.1007/s42107-019-00192-4>
- Hinostroza, M., Chavez, P., Nuñez, V., & Raymundo, C. (2019). Application of PMBOK

- to Improve the Deadline of Projects in SMEs Engineering Consultancies. *Proceedings of the 4th Brazilian Technology Symposium (BTSym'18)*, 487–494. https://doi.org/10.1007/978-3-030-16053-1_47
- Lee, J. K., Han, S. H., Jang, W., & Jung, W. (2017). "Win-win strategy" for sustainable relationship between general contractors and subcontractors in international construction projects. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 22(2), 428–439. <https://doi.org/10.1007/s12205-017-1613-7>
- Liu, S., Li, H., & Mei, Q. (2021). Research on System Dynamic of Buying Work Safety Services in Small and Medium-Sized Enterprises. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 30, 339–362. <https://doi.org/10.1007/s11518-021-5488-2>
- Machado, C. F., Bezerra, A., & Oliveira, B. F. (2016). Corporate Social Responsibility Role in SMEs: A Critical Way of Thinking in Green and Lean Management Arena. *Management and Industrial Engineering*, 207–220. https://doi.org/10.1007/978-3-319-44909-8_10
- Oke, A. E., & Aigbavboa, C. O. (2017). Sustainable Value Management for Construction Projects. Springerlink.Published. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-54151-8>
- Rodriguez-Martinez, J. (2018). Against the Odds. Innovation in Latin American SMEs. En G. Cortes-Robles et al. (eds.), *Managing Innovation in Highly Restrictive, Environments, Management and Industrial Engineering*, https://doi.org/10.1007/978-3-319-93716-8_1
- Ubaid, A. M., Dweiri, F. T., & Ojiako, U. (2020). Organizational excellence methodologies (OEMs): a systematic literature review. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 11(6), 1395–1432. <https://doi.org/10.1007/s13198-020-01017-3>
- Zahidy, Sorooshian, & Abd Hamid. (2019). Critical Success Factors for Corporate Social Responsibility Adoption in the Construction Industry in Malaysia. *Sustainability*, 11(22), 6411. <https://doi.org/10.3390/su11226411>

Autores

Sergio Alejandro Sandoval López. Ingeniero Civil; Estudiante de Maestría en Gerencia de Proyectos, Universidad Militar Nueva Granada, Sede Cajicá, Colombia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8897-2992>

Email: u20800284@unimilitar.edu.co

Abraham Jesús González. Ingeniería Industrial, MSc en Gerencia de Empresas, Universidad del Zulia, Venezuela; PhD en Ciencias Gerenciales, Universidad Dr. Rafael Beloso Chacín, Venezuela. Postdoctorado en Gerencia de las Organizaciones, Universidad Dr. Rafael Beloso Chacín, Venezuela. Docente - Investigador asociado de la Universidad Militar Nueva Granada, Sede Cajicá, Colombia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3298-1902>

Email: abraham.gonzalez@unimilitar.edu.co

Recibido: 18-01-2021

Aceptado: 24-03-2021

Development of family businesses and their incidence in economic profitability

Desarrollo de empresas familiares y su incidencia en la rentabilidad económica

Irlanda Maridueña Macancela, Erika Romero Cárdenas, Miguel Astudillo Quiñonez, Mayra D'Armas Regnault

Key words: family business, organizational balance, making-decision, dynamic leadership

Palabras clave: empresa familiar, equilibrio organizacional, toma de decisiones, liderazgo dinámico

ABSTRACT

In family businesses, making decisions and assuming responsibilities are in charge of the leader of each organization, therefore, the right operations and the sale strategies play a very important role in the business profitability. This fact demands the analysis and resolution of the problems they must face to maintain the organization's sustainability. The aim of this work is to demonstrate how family businesses develop, as well as the economic profitability of the population in Milagro, and the difficulties to stay in business which depends on the presence of an organizational balance. Observation, deductive and inductive methods were used in a random sample, applying a survey to 150 local entrepreneurs. Results showed the need for making immediate decisions related to the limited attention to human, administrative and technological resources. This leads to maintaining the right management which applies varied strategies and dynamic leadership with a family business vision keeping their competitiveness.

RESUMEN

En las empresas familiares, la toma de decisiones y la asunción de responsabilidades está a cargo del líder de cada organización, por lo que las operaciones adecuadas y las estrategias de venta juegan un papel muy importante en la rentabilidad del negocio. Este hecho exige el análisis y resolución de los problemas que deben afrontar para mantener la sostenibilidad de la organización. El objetivo de este trabajo es demostrar cómo se desarrollan las empresas familiares, así como la rentabilidad económica de la población de Milagro, y las dificultades para mantenerse en el negocio, el cual depende de la existencia de un equilibrio organizativo. Se utilizaron métodos de observación, deductivos e inductivos en una muestra aleatoria, aplicando una encuesta a 150 empresarios locales. Los resultados mostraron la necesidad de tomar decisiones inmediatas relacionadas con la escasa atención a los recursos humanos, administrativos y tecnológicos. Esto lleva a mantener una gestión adecuada que aplica estrategias variadas y un liderazgo dinámico con una visión de empresa familiar manteniendo su competitividad.

INTRODUCTION

Nowadays, companies and commerce, in general, present a series of phases and control guidelines for the correct application of processes and procedures prior to the general analysis of the business function.

Without a doubt, the main source of economic, social, and family income in Ecuador is oil and the export of non-traditional products through small businesses formed by entrepreneurial families at the country level. (González et al, 2016).

According to Zachary et al (2013), "the development of family businesses requires responsibility and commitment", that is, a demand for a clear and safe family vision that allows making decisions effectively and assertively.

The authors state that "the terminology of business development is linked to the administration and direction of a

company" (Hurtado, Negrete & Romero, 2018). This involves generating an administrative process in order to highlight policies and other processes that serve to plan, organize, direct, and control the different business activities.

The main objective of family businesses in most cases is to generate a source of work and at the same time have their own production in progress. This implies that the increase in entrepreneurship can involve, in many cases, hiring people outside the family. Therefore, this means of work also leads to the expansion of the family business, and with it, the offer of products in new markets. This fact allows addressing customers not only at local level but also at national one, which is of great benefit to the community. Consequently, the strengthening of the economic development of family businesses is obtained (Barroso & Barriuso, 2014).

METHODOLOGY

In this section, the authors detail the dynamics applied in the process of economic transformation based on the development of family businesses in the country.

A descriptive and cross-sectional exploratory analysis of the problems that existed in the process mentioned above was used. The analysis was based on its corresponding research that seeks to demonstrate the economic behavior of

family groups engaged in these economic activities.

Quantitative and qualitative methods were used to determine the steps of this research. This descriptive research explores a quantitative approach based on statistical data coming from a survey, which was tabulated, analyzed, and interpreted to get to reliable results. Additionally, an observation method was used in order to analyze some important aspects of the variables with the aim of identifying how well family businesses develop in this

country and the opportunities they have to keep on growing.

In this work, a survey with 10 questions was carried out, which was applied to 150 people within the locality of Milagro, 74

men and 76 women. It was estimated to survey people between 18 and 50 years old, 130 were from the urban area and 20 from the rural area.

DEVELOPMENT

At present, family businesses constitute an important source of production in town. This helps to ease people's need for jobs since in Ecuador there is a lack of employment. Providing jobs contributes significantly to business development and to profitable production with a high level of employees' empowerment and responsibility to maintain the economy (Pacheco & Vizueta, 2016).

On the other hand, every business should have the help of technological tools that boost financial control in terms of products, incomes, and expenses. However, in Ecuador, not all business owners are interested in using these types of tools due to a lack of knowledge, time, or dedication. This reality limits their growth and competition in the market. Therefore, their businesses are generally exposed to conditions of the market variations which usually affect them negatively (Zamora, 2018).

According to statistical data presented by the Ecuadorian Superintendence of Company and Insurance, in 2017, from 50,000 family businesses nationwide, 90.5% were registered to the system (Universo, 2018). Similarly, this data shows that in Guayas province, 38% constitute family

businesses with ventures that provide economic stability to many people. In Milagro city, in the commercial sector, family businesses occupy a high level of growth with companies that are born from informality and reach to be production enterprises (Camino & Bermudez, 2018).

However, the economic transformation requires a series of factors that encourage the development and advancement of family businesses in Ecuador. This implies a deep reflection by the entrepreneurs regarding economic support and in the emphasis on the family nucleus.

In Ecuador, family businesses represent an important productive-economic force because of the active role that it performs in the labor sector. This is reflected in the creation of places of jobs which constitute 90% of all the labor force which gives great stability to the country's economy (Cabanilla, 2019).

Additionally, "A family business is one in which the founding family owns a significant share of its capital", which allows the family to run the business (Muiruri, Waithira & Wachira, 2016). In addition, it is a common fact that in family businesses, they incorporate some of its family members to the management positions, which allows reaching the goal

of ownership continuity through time, keeping their business philosophy, and their product quality. This fact also assures them to have their business under control. Unquestionably, family businesses have been a pillar of great importance for the active commercial production of this

country, since companies usually maintain their initial features with their respective control standards. Likewise, their mission, vision, and values provide them with relevance, stability, and recognition in the commercial sector (Ecuador, 2018).



Figure 1. Family businesses which belong to big economic groups in Ecuador

Source: <https://n9.cl/38i53>

This fact allows them to achieve recognition in the national market, becoming productive references throughout the history of Ecuador. However, not all family businesses have always been successful; there are some family businesses that have experienced successes and failures. The following table shows some successful family businesses which belong to known economic groups in Ecuador.

Organization of family businesses

A family business, in general, is a commercial institution made up of one or more family members, who set their interests based on decision-making

(Andrade & Salomón, 2017). They have business ownership, control, and monitor, which assure them of their continuity in the business field. Therefore, they stand out regarding changes and innovations required by the official control organisms. In family businesses, there is a diversity of problems that affect their development and efficiency. The lack of organization related to an appropriate organizational structure with correct hierarchic levels and functions within their members is a remarkable cause. This affects negatively their performance taking into account that there is a need to incorporate operational plans before, during, and after a business process. These plans must be considered as

part of investment costs which have great importance when thinking of opening a business or venture. So, the people who have to make the right decisions must be the appropriate ones in the different levels (Viteri & Tapia, 2018).

Similarly, most of these organizations do not have experience in the business field which leads them to low economic performance and consequently in a loss of the invested capital (Pacheco & Vizueta, 2016).

In addition to a lack of a good organizational structure, inadequate communication between family business members also influences business efficiency. This fact brings a series of conflicts and opposing views that affect their productivity, progress, and growth.

Hence, the right and true leadership must be a fundamental part of every company, as this will open opportunities for personal and business growth. These way workers are able to develop the needed skills that demand the solution to internal conflicts, thereby changing their attitude and implementing positive changes that allow the accomplishment of the business mission and vision (Hurtado, Santamaría & Verdesoto, 2016).

The type of service and the presentation of the product of family businesses are a fundamental part of having customers satisfied both in the service and the type of product that is offered. For this, the potentially active and predisposed staff is required with the qualities of good

employees, which will cause revenue to the organization.

On the other hand, investment is an important element to improve the quality and presentation of the product. That is why wide and varied advertising is a need for the organization. This allows family businesses to be productive becoming their owners in successful entrepreneurs who transform the economy of the country.

Definitely, family businesses are organizations that generate active production through the supply of quality goods and services emphasizing the vision towards the economic development of the country as well as identifying labour relations and resources to achieve the planned objectives (Salinas & Osorio, 2012).

Importance of family businesses

Undoubtedly, Ecuadorians are people with multiple abilities and thoughts that are always willing to take part in the development of family businesses. This type of entrepreneurship initially emerges from the family members' predisposition to form this venture, acquiring debts and economic responsibilities that must be covered for a long period of time until implementing the business or company.

At the national level, it is recognized that family entrepreneurship generates a high level of affirmative production which provides economic growth for the country. Therefore, it is fundamental in the economic field due to the positive effects that are reached related to providing jobs and welfare to the population which leads to rising their living standards and

consequently reducing the unemployment rate in this country (Camino & Bermudez, 2018).

All this allows concluding, that any informal person but with certain skills and a business vision can be motivated to start a company. They are very likely to become entrepreneurs capable of hiring other people, by producing and at the same time increasing labour sources.

In Milagro city, 20% of businesses are public limited companies, 5.08% are limited companies, 30.85% are free companies and the other 46.44% are family businesses that do not have a legal business constitution.

Therefore, what is considered as an informal economy represents a high percentage in Milagro city. This leads to the empowerment to maintain these work sources as a valid alternative in the search of providing jobs to the economically active population.

Succession process of family businesses

In our country, the chances of survival of family businesses are limited due to several factors, such as the limited planning, organization, and choice of who the successor managers will be. This usually results in the bankruptcy, disappearance, elimination, or termination of these companies due to a lack of correct planning. This means that in the short, medium, and long term are only generated actions in an empirical and precipitous manner. In turn, this fact results in wrong decisions with no business strategies that

allow progress in the commercial field (Líderes, 2019).

The importance of the succession of suitable business leaders assures a family of the conservation and success in their business. In Milagro city, there are several family businesses that have lasted over time. This is because they have assured a correct selection of successor managers who have applied positive changes with successful strategies in their organizations. Thereby, they generate gradual progress and prestige on the family businesses. With no doubt, a change of management in these businesses usually provides a new vision with excellent perspectives to apply appropriate strategies to improve and lead these companies to growth and success. Even though, the selection of a new successor is usually forced due to illness, old age, or death of the founder of the organization, it must be seriously considered the possibility of doing it based on the skills, training, and vision of the new generation members who see the world from another economic, technological, and modern perspective.

Ecuadorian economic transformation

In 2002, in the United States, there were 17 entities focused on the creation, guidance, and help of family businesses. These were attached to the most important business schools in the country, generally developing interdisciplinary work with the intervention of administrators, psychologists, sociologists, and lawyers, mainly (Mera & Bermeo, 2017).

This is an example to follow in Ecuador in order to help family businesses to be organized and set their bases of true business structures that allow them to grow and maintain themselves in the commercial activity no matter how hard the competence of big businesses could be. This way, family businesses would be stronger and provide jobs sustainably and be a clue factor for the economic transformation in Ecuador.

What is a family business?

Given the multiple features within family businesses, it is difficult to unify an applicable definition for this term. However, the Ecuadorian Superintendence of Companies (1971) describes that a family business is the one in which there is a blood relationship between two or more partners up to the second degree, or that partners be united to each other by marriage, and that additionally, partners execute economic, financial or administrative control over the company (Mera & Bermeo, 2017).

Nowadays, there are many family businesses in this country and it is to be expected that they continue increasing in the future. In Ecuador, around 70% of companies are family-owned, which produces an important effect in terms of job creation and economic development for the country. For this reason, it is necessary that both public and private institutions promote the incorporation of this type of entrepreneurship into the formal economic activity of the country.

Family businesses have a great impact on the development of the economy of towns;

however, the attention given to them by the official entities is rather minimal. Therefore, it is essential to address more attention to them according to their particular characteristics with the aim of stimulating their development and making them more efficient (Vanoni & Rodríguez, 2017).

According to data from the Ecuadorian Superintendence of Companies, the productive matrix is generated based on the high rate of entrepreneurship, which encourages micro-entrepreneurs to continue innovating the market.

On the other hand, the government system has provided strategic and logistic help that makes it possible for businesses to massify economic production from a national level to an international one. This efficiency results in family businesses constantly strengthening as well as innovate their products to keep themselves active in the market (Aguilar & Briozzo, 2020).

Below there are some tables showing the types of companies, global and individual amounts, and the number of family and non-family businesses.

According to the data from the Ecuadorian National Institute of Statistics and Census (INEC, 2010), the number of family businesses in Milagro city is 5099, which is dedicated to formal trade. These data are provided by Cámara de Comercio de Milagro (Censos, 2010).

Table 1. *Types of Business in Milagro city*

Alternative	Number	Percentage
Big Family Business	2.620	9%
Medium Family Business	7.803	26%
Small Family Business	19.729	65%
	30.152	100%

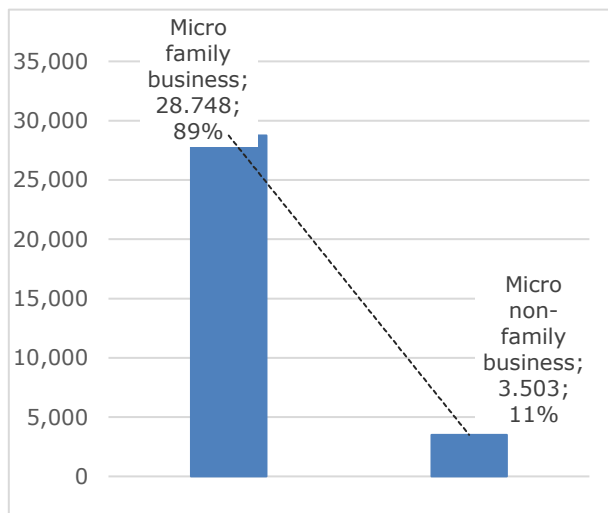


Figure 2. Types of Business

Economic profitability of family businesses

Undoubtedly, family businesses have highlighted analyzes investigative based on their dimensions in terms of the participation and direction of the company, providing aspects of generational transfer, economic and labor commitment. This analysis provides the opportunity to highlight relevant aspects of profitability in companies. It is important to recognize that most family business structures maintain a long-term permanence, which evidence in

the performance, performance and growth in relation to the products they offer and their relationships with their clients and the environment of trust (Jiménez & Cueva, 2019).

Economic productivity and the succession process of family businesses

The succession process in family businesses plays a very important role in generating economic productivity; therefore, it is essential that the leaders of these companies provide all kinds of information to the new generations. In this aspect, it is important to provide relevant data which allows the business progress, in such a way that, economic productivity reflects and maintains through active strategies that provide confidence in the application of new product presentations, promotions and above all. In other words, the processes are well founded, in order to avoid setbacks that harm to the new management to exercise their role (Santamaría, E. & Pico, F., 2015).

On the other hand, the economic productivity of these companies reflect through a continuous analysis of supply and demand to know the advantages and disadvantages that identified in time, with this, carry a statistical analysis of assets and liabilities, which will demonstrate transparency in the economic sphere and the continuity of the family business. Finally, productivity measures through strategies, promotions, discounts, product timeliness, which show the progress of family businesses.

**RESULTS
AND
DISCUSSIONS**

The information below is shown on tables and graphs, which allows analyzing the results of the questions whose data provide an explanation of the reasons that influence the permanence, development, and economic transformation of the Family businesses.

Among the variety of activities in the Table 2, the respondents answered that 36% is involved in the construction business, and 27% in the sale of drinks and food. This result identifies the types of businesses or activities that stand out in this city.

Table 2. *Type of economic activity in companies*

What economic activity is your company engaged in?	Resources in which your family business invests the most is in ..		
	Frequency	Percentage	Accumulate Percentage
Farming	11	7%	7%
Social Services	2	1%	8%
Crafts	4	3%	11%
Cattle raising	5	4%	15%
Fishing	6	4%	19%
Commerce	53	36%	55%
Construction	5	3%	58%
Internet Services	2	1%	59%
Transport	11	7%	66%
Television services	1	1%	67%
Food and drinks	41	27%	94%
Vehicle repair	9	6%	100%
Total	150	100%	

In the Table 3, referring to the economic investment in terms of the resources of the family business, 49% of the investment is in the financial field, which results in increasing their capital, while 23% is in administration, that is, payment of the different fixed and variable costs of the company. Additionally, 20% is dedicated to human resources, which means payment of wages, bonuses, hiring, among others, and just 8% of the investment is used for technological resources.

Table 3. *Resources invested in family business*

Resources in which your family business invests the most is in ..	Resources in which your family business invests the most is in ..		
	Frequency	Percentage	Accumulate Percentage
Human	30	20%	20%
Financial	73	49%	69%
Administrative	35	23%	92%
Technological	12	8%	100%
Total	150	100%	

Mentioning to the factors that affect the development of the company in the Table 4, 50% of the respondents stated that the main factor is the economic resource since it is extremely limited. 19% said it is the lack of aid; the same percentage is due to tax and law changes. Added to this, they indicated 12% due to sociocultural changes.

Table 4. *Factors that affect business development*

Factors that affect business development			
	Frequency	Percentage	Accumulate Percentage
Lack of help or advice	29	19%	19%
Limited economic resource to maintain your company	75	50%	69%
Tax and law changes	29	19%	88%
Sociocultural changes	17	12%	100%
Total	150	100%	

In the Table 5, related to the leadership style, 66% of the respondent indicated that the company uses “democratic leadership style”; 19% “affiliate”; 10% “autocratic” and 5% “transformational”.

Table 5. *Style of leadership*

What style of leadership is applied in your organization?			
	Frequency	Percentage	Accumulate Percentage
Autocratic	14	10%	10%
Democratic	99	66%	76%
Affiliative	29	19%	95%
Transformational	8	5%	100%
Total	150	100%	

Mentioning the regarding whether a successor manager is being prepared in the family business in the Table 6, 44% of those surveyed stated that they “agree”, 25% “totally agree”, while 23% “disagree”, and 8% “totally disagree”. These results show that not all family businesses have the correct vision of preparing a successor manager that leads them to growing and improvement of their businesses.

Table 6. *Preparing a successor manager*

Is the business family preparing a successor manager?			
	Frequency	Percentage	Accumulate Percentage
Totally agree	38	25%	25%
Agree	65	44%	69%
Totally disagree	12	8%	77%
Disagree	35	23%	100%
Total	150	100%	

In the Table 7, referring to whether the family business has a mission, vision, and business values, 52% of the respondents stated “agree” and 36% “totally agree”. On the other hand, 11% indicated “disagree” and 1% “totally disagree”.

This statistical data show that 88% of all businesses have some type of regulation, structure, and organization that include these essential elements that contribute significantly to their permanent strengthen and sustained development.

Table 7. *Mission, vision, and business values*

Does your family business have a mission, vision, and business values?			
	Frequency	Percentage	Accumulate Percentage
Totally agree	54	36%	36%
Agree	79	52%	88%
Totally disagree	1	1%	89%
Disagree	16	11%	100%
Total	150	100%	

CONCLUSIONS

In Milagro city, family businesses represent a high impact on the economic productivity of the area. Over the years, these companies have taken a positive turn in terms of the economy due to the strategies used and the contribution of the official organisms which have helped them to remain with great dynamism. Obviously, family businesses must have clear guidelines such as rules, regulations, mission, vision, and business values that allow them to generate and maintain good planning; this will contribute to their permanence and growth.

On the other hand, the results of this work reflect that family businesses face some common problems such as organizational structure, investments of quality resources, leadership with a poor modern vision, inefficient management, and limited training for human resources. An urgent change for making family businesses more efficient and competitive is a must. It is evident that these elements are affecting their development and continuity and are

usually the main cause for their definite closing and consequently the loss of capital. That is why every company or business even the small ones must consider all of the productive resources to be of great importance and pay serious attention to them. No matter which resource they are, human, financial, or technological ones, they provide security for the permanence and sustainability of companies.

The profitability of companies is commonly affected by not counting on these resources or not paying due attention to them. Hence, companies must understand that it is extremely important to invest in qualified human resources who know how to make decisions for the benefits of the company. Businesses, in turn, must invest in training their staff in different business areas that enhance the knowledge and skills of their workers. This way, they avoid the lack of knowledge of processes and prepare the human resource to contribute to reaching the business profits by performing their roles efficiently and with a modern vision focused on meeting the customers' needs.

In addition, it is regrettable, according to the results that not much attention is paid

to technological resources since only 8% out of the capital of family businesses is invested in it. This limitation prevents the proper functioning and financial control of companies which is a clue part to make businesses competitive with the others.

Additionally, these companies downplay their importance to the acquisition of modern equipment and machinery that help in the transformation process of the raw material, since they consider this investment unnecessary. It should be considered that there must always be an investment in the 4 axes of resources that aim for companies to succeed and so to assure their permanence in the commercial sector. Among the main investment elements, advertising stands out, which allows the publicity of goods and services produced and offered by the company bringing a greater number of customers and better economic profitability.

Nevertheless, family businesses that do not have internal rules and regulations, generally use a type of empirical administration, without formal consulting or advice. This fact usually generates an inadequate economic and financial orientation since it does not contribute significantly to the interests raised for the benefit of the whole organization. In turn,

this fact results in the loss of capital, and finally the closing of these companies causing unemployment. Therefore, it is necessary to reflect on the need of counting on a well-trained business successor with the characteristics of a leader and a vision of applying innovative ideas for the development of the business. These leaders must also count on technological tools, applications, and software that allow efficient management of all the business resources.

All family business leaders must know the variety of situations that constantly arise to exercise good leadership; however, within this group of family companies, autocratic leadership predominates. They very rarely allow ceding their authority to another family because they consider that they are always right when making decisions. These leaders do not even cede their management to other family members, limiting the trust between relatives and with it, creating labour and family conflicts that usually affects the productivity of the business and as a consequence the loss of capital. Therefore, it is essential the contribution of a true leader with a good professional profile and modern vision according to the new commercial trends.

REFERENCES

Aguilar, V. & Briozzo, A. (2020). Empresas familiares: estructura de capital y riqueza socioemocional. *Investigación Administrativa*, 49 (125), 1-17.

<https://doi.org/10.35426/iav49n125.07>

Andrade, E. & Salomón, J. (2017). Influencia de la cultura familiar en la actividad exportadora de la mediana. *INNOVA Research Journal*, 2 (9), 68-85.

<https://doi.org/10.33890/innova.v2.n9.2017.278>

- Barroso, A & Barriuso, C. (2014). Las empresas familiares. En *La Agricultura y la Ganadería Extremeñas en 2014*, 75-94. España: Fundación Caja de Badajoz. https://www.unex.es/conocela-uex/centros/eia/archivos/iag/2014/2014_04%20Las%20empresas%20familiares.pdf
- Cabanilla, G. (6 de abril de 2019). Las empresas familiares salvan la economía y la familia. *Extra.ec* <https://www.extra.ec/noticia/opinion/empresas-familiares-salvan-economia-familia-2741196.html>
- Camino, S. & Bermúdez, N. (2018). Las Empresas Familiares en el Ecuador: Definición y aplicación metodológica. *X-Pedientes Económicos*, 2 (3), 46-72. https://ojs.supercias.gob.ec/index.php/X-pedientes_Economicos/article/view/42
- Censos, I. N. (2010). INEC. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-de-las-empresas/>
- Ecuador, P. (2018). Family Business Survey. <https://www.pwc.ec/es/Encuesta-de-Empresas-Familiares-2018/Family-Business-Survey-Ecuador-2018.pdf>
- González, M; Núñez, A; Basantez, R; Basantez, J; Bonilla, E. (2016). La asociatividad y su incidencia en la economía familiar. *Anuario Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, 8, 34-47. <https://anuarioeco.uo.edu.cu/index.php/aeco/article/view//1911>
- Hurtado, R., Santamaría, F. & Verdesoto, S. (2016). La capitalización de la empresa familiar en proceso de expansión empresarial. *Revista Administración Formativa*, 6-12. https://revistas.uta.edu.ec/Books/revadfor/Adfor_v3.pdf
- Hurtado, T, Negrete, J & Romero, E. (2018). *Análisis del desarrollo empresarial y su incidencia en la rentabilidad económica en las empresas familiares del cantón Milagro* (Trabajo de Grado). Universidad Estatal de Milagro, Ecuador. https://revistas.uta.edu.ec/Books/revadfor/Adfor_v3.pdf
- Jiménez, L. & Cueva, D. (2019). Empresas familiares ecuatorianas: Análisis de rentabilidad en el período 2007-2017. *Digital Publisher*, 4 (Extra 5-1), 58-70. <https://doi.org/10.33386/593dp.2019.5-1.154>
- Líderes, R. (12 de octubre de 2019). *La empresa de gestión familiar es más rentable*. <https://www.revistalideres.ec/lideres/empresa-gestionfamiliar-rentable-desempeno-inversion.html>
- Mera, P. & Bermeo, C. (2017). Importancia de las empresas familiares en la economía de un país. *Revista Publicando*, 4 (12), 506-531. <https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/721>
- Muiruri, S; Waithira, V; Wachira, M. (2016). Family business founders' influence on future survival of family businesses. *International Journal of Economics, Commerce and Management*, 4 (1), 560 - 575. <http://ijecm.co.uk/wp-content/uploads/2016/01/4132.pdf>
- Pacheco, M. & Vizueta, J. (2016). La Filantropía en las Empresas Familiares del Ecuador. *Revista Científica ECOCIENCIA*, 4(1), 1-22. <https://doi.org/10.21855/ecociencia.41.21>
- Peña, E. (2014). *Manual de Formación Sociocultural III. Plan 2009*. <https://es.scribd.com/doc/222519783/Manual-de-Formacion-Sociocultural-III-Plan-2009-2>
- Salinas, F. & Osorio, L. (2012). *Emprendimiento y Economía Social, oportunidades y efectos en una sociedad en transformación*. CIRIEC-España, 129-151. https://base.socioeco.org/docs/_pdf_174_17425_798008.pdf
- Santamaría, E. & Pico, F. (2015). Sucesión en las Empresas Familiares: Análisis de los factores estratégicos que influyen en la dinámica

familia-empresa. *Revista Politécnica*, 35(2), 1-11.

https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/383

Universo, D. E. (14 de abril de 2018). *81% de empresas familiares ecuatorianas se centra en ocho sectores*.

<https://www.eluniverso.com/noticias/2018/03/14/nota/6665290/81-empresas-familiares-se-centra-ocho-sectores>

Vanoni, G. & Rodríguez, C. (2017). Los conglomerados empresariales en el Ecuador: un análisis histórico, económico y político. *Apuntes del Cenes*, 36 (63), 247-278.

<https://doi.org/10.19053/01203053.v36.n63.2017.5456>

Viteri, M. & Tapia, M. (2018). Economía ecuatoriana: de la producción agrícola al servicio. *Revista Espacios*, 39 (32), 30.

<https://www.revistaespacios.com/a18v39n32/18393230.html>

Zachary, R; Amorós, J; Rojas, F & Majmud, P. (2013). *El emprendimiento familiar*. Santiago de Chile: Rileditores.

Zamora, C. (2018). La importancia del emprendimiento en la economía: el caso de Ecuador. *Revista Espacios*, 39 (7), 15.

<https://www.revistaespacios.com/a18v39n07/a18v39n07p15.pdf>

Autores

Irlanda Jacqueline Maridueña Macancela. Magister en Administración y Dirección de Empresas. Universidad Estatal de Milagro, Ecuador.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9117-2013>

Email: jmariduenam@unemi.edu.ec

Erika Yadira Romero Cárdenas. Magister en Administración y Dirección de Empresas. Universidad Estatal de Milagro, Ecuador.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4136-1614>

Email: eromero@unemi.edu.ec

Miguel Alfredo Astudillo Quiñonez. Magister en Docencia y Gerencia en Educación Superior. Universidad Estatal de Milagro, Ecuador.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0655-9871>

Email: mastudilloq@unemi.edu.ec

Mayra D'Armas Regnault. Ingeniero Industrial, Magíster en Ingeniería Industrial, Doctora en Administración y Dirección de Empresas. Universidad Estatal de Milagro, Ecuador.

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

Email: mdarmasr@unemi.edu.ec

Recibido: 02-04-2021

Aceptado: 24-06-2021

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. Cuanto 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. Se establece hasta un máximo de tres autores para artículos de revisión documental, en general para aquellos que no contemplen investigación experimental o análisis de datos cuantitativos.

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. <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, con copia a 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, <revistaiaynt@uc.edu.ve>.

Comité Editorial
Junio, 2021

Editorial

Artículos de investigación

- **Metodología para selección de portafolios de inversión a través del análisis de clúster y programación lineal entera binaria** 7-26
Methodology for selecting investment portfolio through cluster analysis and entire binary linear programming
Argenis López Ollarbez, Ezequiel Gómez Abreu
- **Melhorias em processos do serviço hospitalar veterinário a partir dos princípios lean: estudo de caso em uma Instituição Federal de Ensino Superior** 27-50
Improvements in veterinary hospital service processes from Lean principles: case study in a Federal Institution of Higher Education
Aline Rodrigues Santos, Maria Auxiliadora Camarozzo Tinoco
- **Rediseño de una planta manufacturera a través de layout orientado al proceso** 51-68
Redesign of a manufacturing plant through process-oriented layout
Adriana Janneth Díaz Vargas
- **Indicadores de calidad de servicio para la explotación de vías desde la percepción de usuarios (Autopista Regional del Centro, Carabobo, Venezuela)** 69-84
Quality of service indicators for road exploitation from user perception (Autopista Regional del Centro, Carabobo, Venezuela)
Isandra Villegas Julien, Bettys Farias
- **Incremento de la producción en una empresa que manufactura con herramientas Lean Manufacturing** 85-104
Increase in production in a company that manufactures with Lean Manufacturing tools
José Varela Loyola, José Mendez Mendoza, Jacobo Tolamatl Michcol
- #### Artículos de divulgación
- **Sostenibilidad en proyectos del sector construcción de las PyMEs: una revisión de literatura** 107-124
Sustainability in projects in the construction sector of SMEs: a literature review
Sergio Alejandro Sandoval López, Abraham Jesús González
- **Development of family businesses and their incidence in economic profitability** 125-138
Desarrollo de empresas familiares y su incidencia en la rentabilidad económica
Irlanda Maridueña Macancela, Erika Romero Cárdenas, Miguel Astudillo Quiñonez, Mayra D'Armas Regnault
- Normas para Publicación** 139-140