Prof. **Edgar Serna M.** (Editor)

Aportes de la investigación formativa a la optimización de procesos

Editorial Instituto Antioqueño de Investigación

Medellín – Antioquia
2021

Prof. Edgar Serna M. (Editor)

Gisela Patricia Monsalve F. (Compiladora)

Aportes de la investigación formativa a la optimización de procesos

ISBN: 978-958-53278-1-8

© 2021 Editorial Instituto Antioqueño de Investigación

Medellín, Antioquia

Catalogación en la publicación – Biblioteca Nacional de Colombia

Aportes de la investigación formativa a la optimización de procesos [recurso electrónico] / editor, Edgar Serna M.; compiladora, Gisela Patricia Monsalve F. -- 1a ed. -- Medellín: Instituto Antioqueño de Investigación, 2021.
Archivo en formato digital (pdf). -- (Ingeniería y ciencia)

Incluye referencias bibliográficas.

ISBN 978-958-53278-1-8

1. Pequeña y mediana empresa – Investigaciones 2. Procesos de manufactura – Investigaciones 3. Industria – Investigaciones I. Serna M., Edgar, ed. II. Monsalve F., Gisela Patricia, comp. III. Serie

CDD: 658.022 ed. 23 CO-BoBN-a1069293

Investigación Científica
ISBN: 978-958-53278-1-8
DOI: http://doi.org/10.5281/4576100
Hecho el Depósito Legal Digital

Aportes de la investigación formativa a la optimización de procesos
Serie: Ingeniería y Ciencia
Editorial Instituto Antioqueño de Investigación

Edición 1: marzo 2021
Publicación electrónica gratuita

Copyright © 2021 Instituto Antioqueño de Investigación IAI™. Salvo que se indique lo contrario, el contenido de esta publicación está autorizado bajo Creative Commons Licence CC BY-NC-SA 4.0.

Maquetación: Instituto Antioqueño de Investigación IAI
Diseño: IAI, Medellín, Antioquia.
Editorial Instituto Antioqueño de Investigación es Marca Registrada del *Instituto Antioqueño de Investigación*. El resto de marcas mencionadas en el texto pertenecen a sus respectivos propietarios.

La información, hallazgos, puntos de vista y opiniones contenidos en esta publicación son responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista del Instituto Antioqueño de Investigación IAI; no se garantiza la exactitud de la información proporcionada en este texto.

Ni los autores, ni la Editorial, ni el IAI serán responsables de los daños causados o presuntamente causados directa o indirectamente por el contenido en este libro.

Diseño, edición y publicación
Editorial Instituto Antioqueño de Investigación
http://fundacioniai.org/index.php/editorial.html

Instituto Antioqueño de Investigación IAI
http://fundacioniai.org
contacto@fundacioniai.org

© 2021 Editorial Instituto Antioqueño de Investigación

CONTENIDO

	Pág.
PRÓLOGO	5
INTRODUCCIÓN	6
Capítulo I	
Tópicos de vanguardia de Ingeniería Industrial en la educación superior *Gisela Patricia Monsalve Fonnegra*	10
1. INTRODUCCIÓN	
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
3. MARCO TEÓRICO	
3.1 Bibliometría	
3.2 Investigación de Operaciones	
3.3 Logística	
3.4 Manufactura	
3.5 Industria 4.0	
3.6 Metodologías clásicas	
4. DISEÑO METODOLÓGICO	
4.1 Tipo de investigación	
4.2 Procedimiento	
5. RESULTADOS Y ANÁLISIS	
5.1 Análisis de palabras clave	
5.1.1 Investigación de Operaciones	
5.1.2 Manufactura	
5.1.3 Industria 4.0	
5.1.4 Logística	
5.1.5 Metodologías clásicas	
5.2 Caracterización de los trabajos de grado de la IES	
5.2.1 Número de trabajos por semestre	
5.2.2 Trabajos de grado por programa académico	
5.2.3 Modalidades de trabajo de grado	
5.2.4 Temáticas abordadas en los trabajos de grado	
5.3 Comparativo entre trabajos de grado y palabras clave	
6. CONCLUSIONES	
Capítulo II	
Propuesta de proceso industrial para elaborar prótesis en impresoras 3D para animales domésticos *Yenny Alejandra Aguirre Álvarez* *Natalia Galeano Vásquez* *Verónica Restrepo Vergara*	23
1. INTRODUCCIÓN	
2. MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes	
2.2 Bases legales	
2.3 Bases teóricas	
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
4. DISEÑO METODOLÓGICO	
4.1 Fase 1: Diagnóstico	
4.2 Fase 2: Análisis	
4.3 Fase 3: Validación	
4.4 Fase 4: Propuesta	
5. RESULTADOS Y ANÁLISIS	
5.1 Fase 1: Diagnóstico	
5.2 Fase 2: Análisis	
5.3 Fase 3: Validación	
5.3.1 Organigrama	
5.3.2 Proceso administrativo	

5.3.3 Procesos operativos
5.3.4 Porcentaje de utilización y *layout*
5.3.5 Costos
5.3.6 Levantamiento de KPIS
5.4 Fase 4: Propuesta
5.4.1 Estudio de tiempos
5.4.2 Ruta
5.4.3 Ruta crítica
6. CONCLUSIONES

Capítulo III
Simulación de la modificación de la logística interna en una empresa metalmecánica 36
Sergio Fernández Henao
Angie Paola Castillo Ramírez

1. INTRODUCCIÓN
2. MARCO TEÓRICO
2.1 Marco conceptual
2.2 Marco espacial
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
4. DISEÑO METODOLÓGICO
5. RESULTADOS Y ANÁLISIS
5.1 Comparación entre la situación actual y la propuesta
5.1.1 Simulación de la situación actual
5.1.2 Simulación de la propuesta
6. CONCLUSIONES

Capítulo IV
Modelo de gestión de recursos extraordinarios para las Instituciones de Educación Superior. Caso de estudio: Querétaro, México 45
Adriana Reséndiz Rincón
Luis Rodrigo Valencia Pérez
Flora Emperatriz Mercader Trejo
Raúl Herrera Basurto

1. INTRODUCCIÓN
2. MARCO TEÓRICO
2.1 Funciones de la IES en México
2.2 Universidades Autónomas vs Universidades Técnicas o Politécnicas
2.2.1 Mecanismos de gestión de recursos extraordinarios actuales
3. ELEMENTOS NECESARIOS PARA LA GESTIÓN DE RECURSOS EXTRAORDINARIOS EN IES
3.1 Figuras jurídicas
3.1.1 Fundación
3.1.2 Fideicomiso: Ley general de títulos y operaciones de crédito
4. MODELO PROPUESTO
4.1 Marco Legal
4.2 Reglamentos y marco normativo
4.3 Programas de incentivos

Capítulo V
Aplicación de modelos estadísticos predictivos que permiten establecer la relación entre el entorno de las máquinas de *snacks* y los productos que en ellas se ofrecen para la empresa Novaventa S.A.S. en la ciudad de Medellín, Colombia 58
Jorge Alonso Monsalve Jaramillo
Sara Gómez Cano
Juliana Marín Delgado
Laura Marcela Navarro Calle

1. INTRODUCCIÓN
2. MARCO TEÓRICO
2.1 Antecedentes del problema
2.2 Bases legales

2.3 Marco institucional
2.4 Bases teóricas
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
4. DISEÑO METODOLÓGICO
4.1 Tipo de proyecto
4.2 Método
5. RESULTADOS
5.1 Fase 1
5.2 Fase 2
5.3 Fase 3
5.4 Fase 4
5.5 Fase 5
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS
6.1 Clúster 1
6.2 Clúster 2
6.3 Clúster 3
6.4 Clúster 4
6.5 Clúster 5
6.6 Clúster 6
6.7 Clúster 7
7. CONCLUSIONES

Capítulo VI
Propuesta de mejora para disminuir las líneas de espera en el área de admisiones en una Institución de Educación Superior IES de la ciudad de Medellín, Colombia 76
Gisela Patricia Monsalve Fonnegra
Carlos Andrés Montoya Gallego
Kelly Johana Solórzano Murillo

1. INTRODUCCIÓN
2. MARCO TEÓRICO
2.1 La teoría de colas
2.2 Estructura del sistema de colas
2.3 Modelos de línea de espera
2.4 Estrategias para mejorar la línea de espera
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
4. DISEÑO METODOLÓGICO
4.1 Tipo de investigación
4.2 Descripción del estudio descriptivo
4.3 Método de investigación
4.4 Fuentes de información
4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información
4.6 Análisis de datos
4.7 Procedimiento
5. RESULTADOS
5.1 Proceso de observación directa
5.2 Entrevista semi-estructurada
5.3 Encuesta de percepción líneas de espera
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS
7. CONCLUSIONES

Capítulo VII
Mejoramiento del servicio de alojamiento en el sector de agroturismo en el municipio de Don Matías, Colombia 93
María del Rocío Quesada Castro
Sebastián Cardona Gómez

1. INTRODUCCIÓN
2. MARCO TEÓRICO
2.1 Turismo

2.2 Ecoturismo
2.2.1 Ecoturismo en Colombia
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
4. DISEÑO METODOLÓGICO
5. RESULTADOS Y ANÁLISIS
5.1 Caracterizar los establecimientos de alojamiento de la ruta de la leche en cuanto a los productos turísticos que ofrecen actualmente
5.2 Identificar los requerimientos y expectativas del mercado en cuanto a productos turísticos de naturaleza requeridos
5.3 Establecer acciones de mejora del servicio ofrecido en los alojamientos de la ruta para mejorar su competitividad
6. CONCLUSIONES

Capítulo VIII
Estado del arte del ciclo de producción y las operaciones enfatizando en técnicas aplicables con *make to stock, make to order, job shop, flow shop* y MRP/MRPII 111
Gisela Patricia Monsalve Fonnegra
Julián Conrado Klinger Gil
Mauricio Gómez Vásquez

1. INTRODUCCIÓN
2. MARCO TEÓRICO
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
4. DISEÑO METODOLÓGICO
4.1 Tipo de investigación
4.2 Método de investigación
4.3 Fuentes de información
4.4 Técnicas e instrumentos de recopilación de datos
4.5 Análisis de los datos
4.6 Procedimiento
5. RESULTADOS Y ANÁLISIS
5.1 Sistemas de producción
5.2 *Make to order*
5.3 *Make to stock*
5.4 *Job shop*
5.5 *Flow shop*
5.6 MRP
5.7 MRP II
6. CONCLUSIONES

REFERENCIAS 123

PRÓLOGO

Con el desarrollo de los capítulos relacionados en este libro se logra evidenciar el cumplimiento de los objetivos del proyecto de investigación *Estado actual de la optimización de procesos productivos y logísticos en las medianas empresas de los principales sectores económicos del Área Metropolitana*, especialmente lo concerniente a la delimitación del estado actual de la industria en optimización de procesos, la validación de la relación existente entre las variables de optimización de procesos y las competencias laborales y académicas requeridas por el entorno empresarial desde la Ingeniería Industrial y afines. El proyecto se desarrolló desde la Escuela de Ingenierías de la Institución Universitaria Salazar y Herrera en conjunto con la Facultad de Administración del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, además de las instituciones de Educación Superior colombianas Instituto Tecnológico Metropolitano, Politécnico Gran Colombiano y las Universidades mexicanas Aeronáutica de Querétaro, Santa Rosa Jáuregui, Tecnológica de Querétaro y Autónoma de Querétaro.

Los resultados son producto de trabajos de investigación formativa aplicada alrededor de la ingeniería asociadas a las áreas industrial, de producción, de productividad y calidad, y metrología. Se registran en el libro diversas técnicas y metodologías propuestas y/o implementadas con el objetivo de optimizar procesos en empresas de diversos sectores, especialmente el sector productivo; se parte de un estudio cienciométrico y bibliométrico que presenta los tópicos relevantes en investigación a nivel mundial en el área y que debería ser el soporte de los procesos de enseñanza-aprendizaje en el área de interés, si es que las IES desean estar a la vanguardia.

Sobresalen en el texto propuestas alrededor de técnicas avanzadas de control numérico por computador, uso de software de simulación para determinar mejores escenarios en la toma de decisión al optimar un proceso, mejoramiento de procesos a partir de estadística inferencial, pertinencia de la teoría de colas en la determinación del uso de más canales o diversos canales de atención de usuarios, o su incidencia en los cambios de la programación de operaciones como instrumento de disminución de tiempos de permanencia en el sistema y toma de decisiones sobre una u otra teoría destacada en producción, entre otras.

La idea de escribir un libro a partir de resultados de la investigación surgió una vez iniciado el proyecto, se dio al ir surgiendo el interés de los docentes de unirse a la investigación macro, aportando uno o varios de sus trabajos aplicados en campo; asimismo, se amplió el horizonte de acción de los trabajos a fronteras internacionales y no se limitó al área metropolitana que contiene el alcance del proyecto. De tal manera que los resultados dan muestra de aplicaciones en Colombia y México devenidos de trabajo colaborativo entre profesores, investigadores y estudiantes de pregrado en formación investigativa.

Las IES que ofrecen programas de pregrado y posgrado afines a la Ingeniería Industrial deberán necesariamente incluir en los contenidos curriculares temáticas alrededor de industria 4.0 y software para la investigación de operaciones, como las principales herramientas para la optimización de procesos productivos y logísticos. Hoy más que en sus orígenes cobra vigencia la técnica avanzada de producción control numérico por computador CNC en 3D como elemento fundamental para el incremento de la competitividad, dado el alto grado de precisión obtenido en la fabricación de moldes, piezas y productos a todo nivel; además, la simulación de procesos continúa demostrando efectividad en los escenarios propuestos, haciendo que a la hora de optimizar procesos se le prefiera elegir una herramienta de prospectiva técnica validable.

No obstante, continúan vigentes a nivel académico y empresarial herramientas de gestión de operaciones singulares que han venido mejorando en su aplicación con la inserción de software desarrollado a la medida para tal fin, de tal manera que teorías matemáticas y estadísticas se han optimizado en sí mismas al transformarse en software que agiliza la implementación de los protocolos para la obtención de un objetivo en particular; tal es el caso de las técnicas de pronósticos, planificación de materiales y recursos, programación de operaciones, control de calidad, diseño y mantenimiento de plantas, que encontraron en los ERP de clase mundial y propietarios el mejor ambiente de permanencia en las organizaciones, lo que constituye una muestra real de la optimización de los procesos de la Ingeniería Industrial.

Una vez más se destaca el trabajo conjunto entre estudiantes, investigadores y empresas de Colombia y México, la participación de los integrantes del semillero de investigación formativa técnicas de la producción TECIPPROD, y la tenacidad de los profesores que lideraron el proceso.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo parte del análisis al crecimiento de una economía proveniente de la industria, que deriva en generación de empleo, bienestar y reinversión de capital. Una de las formas de reinvertir el capital es a través de la creación de nuevas empresas que necesariamente deberán mejorar su nivel de competencia impulsando el uso eficiente de los recursos, acelerando la difusión y aplicación de las nuevas tecnologías, de tal manera que la sostenibilidad ambiental sea pilar fundamental de sus planteamientos estratégicos.

Un conglomerado empresarial responsable con los recursos es evidencia de la fortaleza productiva de una economía. Las empresas buscan mejorar cambiando de un accionar individual al enfoque grupal, integrándose a cadenas productivas más completas que incluyen actividades de producción, comercio a todo nivel, compras, manejo de mercancías, transporte y logística inversa.

De esta manera la grande y mediana empresa tiene mayor cobertura en el mercado económico, porque están presentes en la manufactura, los servicios de salud, educación, alojamiento, alimentación y la construcción, además de las actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler, tanto en el ámbito público como en el privado. Sin embargo, la microempresa está enfocada en actividades comerciales e industriales de menor escala de tipo privado. Este tipo de empresas son importantes por su aporte económico y la generación de empleo, pero son vulnerables a los cambios micro y macro económicos; además, se caracterizan por vaivenes administrativos que limitan su ciclo de vida. Las empresas grandes y medianas tienen mayor capacidad para introducir nuevas y mejores dinámicas al sistema productivo, porque para ellas es más asequible la renovación tecnológica, el mejoramiento de procesos, contratar personal calificado y acceder a crédito robusto. Ya sea por su apalancamiento financiero, la imagen corporativa o el historial crediticio, las organizaciones grandes y medianas indiscutiblemente tienen mayores oportunidades para una mejor posición competitiva, lograda, entre otras, a través de la optimización de procesos.

Por otro lado, la globalización y los cambios en la organización de la producción han traído como consecuencia la transformación de los procesos productivos, originando cambios en el modo contractual, los salarios y una mutación en el territorio, llegando incluso a la ordenación de distribuciones económicas inéditas locales y la conformación de los denominados clúster, que cubren a los sistemas de producción industrial estructurados y a las aglomeraciones de empresas de tipo informal (Albaladejo, 2001).

Además, contar con una base empresarial fortalecida, creciente y sostenible requiere de intervenciones integrales que incidan en frentes como la formalización empresarial, el acompañamiento y el fortalecimiento de las empresas existentes y la promoción al emprendimiento, aspectos que han sido tema de interés de gobiernos locales. No obstante, los aspectos técnicos enfocados a la optimización de procesos son tratados al interior de la organización o a través del aporte de la academia. La universidad a través de procesos de educación, investigación y extensión brinda a las empresas métodos para la optimización de procesos productivos y logísticos, principalmente a partir del estudio situacional de sus procesos internos actuales o proponiendo mejores métodos de funcionamiento que incrementen los indicadores de calidad, productividad y competitividad.

A partir de esta situación, la Institución Universitaria Salazar y Herrera, en Medellín, Colombia, inquieta por el deseo de conocer el estado actual de la optimización de procesos en la industria mediana de la región, plantea un proyecto de investigación colaborativo en el que participan investigadores de varias universidades e instituciones de educación superior, estudiantes y empresas, con la idea de obtener información de base y necesaria para sugerir aportes técnicos en beneficio de la optimización de procesos en diversas actividades económicas.

De ese mismo planteamiento se desprenden una serie de interrogantes que, directa o indirectamente, vinculan no solo al sector empresarial, sino también al académico, en la búsqueda del fortalecimiento asertivo de las competencias y perfiles de quienes serán los responsables de esa optimización. Algunas de las preguntas que motivaron el estudio son: ¿cuál es el alcance y el impacto de la optimización de procesos en los sectores económicos del Área Metropolitana de Medellín, Colombia? ¿Cuáles son las variables y sus respectivas escalas de medición utilizadas para la optimización de procesos? Y ¿Cuáles son las necesidades de competencias laborales y académicas orientadas a la optimización de procesos?

Al tratarse de optimización de procesos las áreas del conocimiento invitadas al desarrollo investigativo son las de la ingeniería industrial y afines, razón por la cual en la ejecución del proyecto están presentes herramientas de simulación de procesos, tecnologías avanzadas de producción, gerencia de operaciones, indicadores de productividad y calidad, técnicas de estadística inferencial al servicio del mejoramiento de procesos, entre otras. Los estudiantes que participan en la investigación pertenecen a los últimos semestres de formación en pregrado de ingeniería y los profesores son investigadores de las áreas industrial, productividad y calidad.

El proyecto se estructura a partir de: 1) conocer cuál es el estado actual de la optimización de procesos productivos y logísticos en las empresas medianas de los principales sectores económicos de la región; y 2) generar una caracterización del entorno empresarial y sus necesidades de competencias laborales y académicas orientadas a la optimización de procesos productivos y logísticos.

Estos dos componentes buscan, de forma articulada, potencializar la relación universidad-empresa donde, a partir del diagnóstico realizado, se identifiquen cuáles son las principales variables a medir en términos de la optimización de procesos por los sectores económicos con mayor potencial en el Área Metropolitana de la ciudad de Medellín y en términos de competitividad, incursión de profesionales en el medio, contribución económica a la región, dinámica y tendencia. Será a partir de esto que, posteriormente, se construya un escenario de cuáles son las competencias laborales necesarias y, con ellas, las competencias académicas consideradas indispensables en el contenido curricular de los programas en las disciplinas industrial, productividad, calidad y logística.

Asimismo, los objetivos trazados para el proyecto incluyen: 1) construir el estado actual de la optimización de procesos productivos y logísticos en las empresas medianas de los principales sectores económicos del Área Metropolitana, a través de la determinación de variables que permitan caracterizar el entorno empresarial y sus necesidades de competencias laborales y académicas; 2) delimitar el estado actual de la optimización de procesos en los sectores productivos y logísticos en las empresas medianas de los principales sectores económicos del Área Metropolitana; 3) definir las variables y sus respectivas escalas de medición en la optimización de procesos que permitan caracterizar el entorno empresarial; y 4) validar la relación existente entre las variables de optimización de procesos y las competencias laborales y académicas requeridas por el entorno empresarial.

El texto resultado de la investigación que se presenta a continuación, se encuentra enmarcado en los objetivos del proyecto, es fruto del esfuerzo conjunto de empresas, estudiantes, profesores e instituciones que trabajaron de manera integral para brindarles a las organizaciones alternativas de optimización en pro de sus procesos; este libro es uno de los resultados del proyecto, al ser una muestra de integración de saberes y deseos, en el cual se plasman trabajos desde la investigación formativa aplicada en el sector real, prácticas de semestre de industria o prácticas empresariales que se fueron uniendo en la ejecución del proyecto de acuerdo a la necesidad de cada etapa.

A continuación, se presenta el resumen de los capítulos desarrollados en la investigación, de los cuales se obtuvo la aprobación para su divulgación y que cuya publicación es plausible.

Capítulo I. *Tópicos de vanguardia de Ingeniería Industrial en la educación superior.* Tópicos de vanguardia son palabras clave que muestran presencia permanente y en aumento en los análisis de cienciometría y bibliometría, es decir, son de interés creciente en las investigaciones reconocidas en las bases de datos a nivel mundial, por lo que la cantidad de apariciones y citaciones en publicaciones científicas las hace merecedoras de tal nombre. Además, la Ingeniería Industrial es una de las disciplinas ingenieriles con mayor demanda en las universidades, razón por la cual se procura en sus estudiantes el desarrollo de competencias que brinden soluciones a los requerimientos de la nueva revolución industrial, lo mismo que a las problemáticas climáticas y sociales del momento. Asimismo, la educación superior busca transformar personas en profesionales competentes capaces de proponer e implementar soluciones para las dificultades del mundo y, para lograrlo, integra a los procesos de enseñanza-aprendizaje las temáticas alrededor de estas palabras clave de relevancia mundial en Ingeniería Industrial.

Capítulo II. *Propuesta de proceso industrial para elaborar prótesis en impresoras 3D para animales domésticos*. Este trabajo propone un proceso industrial para la elaboración de prótesis en impresoras 3D

para animales domésticos y, para ello, el proceso pasa por una serie de pasos que orienten este ejercicio, tales como la construcción de un informe técnico en relación con las nuevas tecnologías en impresiones 3D y sus avances en la medicina veterinaria; la caracterización de la situación actual en términos de prótesis y los sistemas utilizados para ello; y la construcción de un flujo de Bizagi y un *layout* con el ánimo de concluir sobre la eficiencia del proceso industrial propuesto; y, finalmente, presentar el informe ejecutivo que contiene los parámetros básicos para proponer el proceso industrial para la elaboración de prótesis en impresoras 3D para animales domésticos.

Capítulo III. *Simulación de la modificación de la logística interna en una empresa metalmecánica*. En este capítulo se hace énfasis en el proceso que realizan los *patinadores* al surtir la línea de ensamble, puesto que es la que va a tener el mayor cambio con la nueva propuesta debido a que la actual manera de surtir, consistente en lotes, debe pasar a hacerse a través de *kits*. Se toma como base el software Promodel, el cual sirve como herramienta para la simulación del proceso, tanto del actual como el de la propuesta, y también se realiza la recolección de datos, hablándose de tiempos, distancias y cantidades manejadas en el sistema. Además, es importante aclarar que los cambios internos también generan cambios externos, que en el proyecto se tratan de minimizar, puesto que son modificaciones que deberá realizar el cliente externo y que, frente a sus procesos, no se tiene influencia alguna, por lo que serán tomados como restricciones para la simulación. Se espera tener la información adecuada y suficiente para la toma de decisiones en cuanto a los tiempos libres de cada uno de los *patinadores*, lo que optimizaría su actividad y aumentaría la productividad del proceso.

Capítulo IV. *Modelo de gestión de recursos extraordinarios para las Instituciones de Educación Superior*. *Caso de estudio Querétaro, México*. Se investiga los mecanismos disponibles en las Instituciones de Educación Superior IES del estado de Querétaro acerca de la gestión y manejo de los recursos obtenidos desde fuentes que no proviene del presupuesto oficial. Al mismo tiempo, se hace una comparación con los mecanismos de gestión de las universidades públicas de la UNAM y el IPN y se propone un modelo de gestión de recursos extraordinarios que puede ser empleado en las universidades del país y en el extranjero.

Capítulo V. *Aplicación de modelos estadísticos predictivos que permiten establecer la relación entre el entorno de las máquinas de snacks y los productos que en ellas se ofrecen para la empresa Novaventa S.A.S. en la ciudad de Medellín, Colombia*. A partir de los datos históricos ofrecidos por Novaventa S.A.S, en esta investigación se realiza una estructura matricial para analizar la relación existente del entorno de las máquinas de snacks con los productos que dicha empresa ofrece, con el fin de identificar qué productos pueden ir en cada máquina. Lo anterior se realiza bajo la ayuda de teorías como el punto de equilibrio, inventarios ABC, teorema de Chevychev, teorema de Jaccard, segmentación de mercados y tipos de consumo; utilizando el software estadístico SPSS para el desarrollo de las fases que componen el proyecto. Estas fases contienen los diferentes análisis y acotamientos necesarios para llegar al resultado final, el cual se obtuvo mediante la evaluación de variables de tendencia central y según el cumplimiento de características de los clientes que rodean las máquinas, lo cual generó una propuesta de productos sugeridos para cada instancia según el clúster en el que se encuentran.

Capítulo VI. *Propuesta de mejora para disminuir las líneas de espera en el área de admisiones en una Institución de Educación Superior IES de la ciudad de Medellín, Colombia*. El aporte se enmarca en la teoría de las colas. Se propone estrategias de mejora para disminuir la línea de espera en el área de admisiones del Instituto Tecnológico Metropolitano ITM, con una metodología cualitativa, un tipo de estudio descriptivo y para el análisis de factores un estudio de caso. La investigación arrojó como resultado oportunidades de mejora en el servicio en cuanto al tiempo de atención y poca claridad en la información, por lo que el ITM requiere de estrategias operativas como la gestión de procesos técnicos y económicos que añadan capacidad, satisfacción del cliente y disminución de tiempo de espera, procurando que todas las taquillas del departamento de admisiones cuenten con personal para brindar un servicio eficiente y eficaz. Con el uso de las redes (Internet en línea, páginas institucionales, redes sociales, entre otras) se hace posible la optimización en cuanto a la calidad de la atención.

Capítulo VII. *Mejoramiento del servicio de alojamiento en el sector de agroturismo en el municipio de Don Matías, Colombia*. En este proyecto se establece estrategias para mejorar los servicios turísticos de la ruta lechera del norte del departamento de Antioquia, Colombia. Se realiza una investigación descriptiva-inductiva con el fin de identificar en detalle los servicios que esperan recibir los clientes, cotejando esta

información con lo que realmente ofrecen los alojamientos de la región e identificando el tipo de integración de la cadena turística que desean implementar los diferentes alojamientos objeto de estudio. Se diseña instrumentos de recolección de información, que se aplican en los alojamientos, y se procesa la información, identificándose aspectos críticos y diseñando un plan de acción para mejorar estos servicios. Entre los resultados de este proyecto se puede mencionar la caracterización de los alojamientos, proyección con los clientes actuales y potenciales de la región, identificación de los aspectos críticos a corregir y un plan de acción para mejorar el nivel de servicio.

Capítulo VIII. *Estado del arte del ciclo de producción y las operaciones enfatizando en técnicas aplicables con make to stock, make to order, job shop, flow shop y MRP/MRPII*. A lo largo de la historia las organizaciones han evolucionado en la forma como planean sus operaciones, han pasado de una programación basada en experiencia y conocimiento a una programación llena de modelos, software y diagramas que les permiten llevar a cabo una mejor programación de la producción, pero cuando no cuentan con ellos difícilmente lograrán los resultados establecidos (Criollo, 2010). De la misma manera las empresas con ánimo de lucro han tenido un crecimiento que proviene principalmente de la gestión del conocimiento y la implementación de técnicas y herramientas, que les permiten ser más eficientes y eficaces en los procesos productivos, debido a que estas técnicas facilitan la toma de decisiones a la hora de planear la producción (Criollo, 2010). Con el tema elegido de planificación de la producción y las operaciones se hace referencia a las diferentes teorías y técnicas que soportan la gestión táctica y operativa de una organización; algunas de ellas son *job shop, flow shop, make to orden, make to stock*, MRP y MRPll, pero la utilización de uno u otro sistema dependerá de la necesidad de cada organización (García, 2014).

Este libro ha sido posible gracias al trabajo mancomunado y permanente del Semillero de Investigación Formativa en Técnicas de Planificación, Programación y Control de la Producción TECIPPROD.

Capítulo I
Tópicos de vanguardia de Ingeniería Industrial en la educación superior

Gisela Patricia Monsalve Fonnegra[1]
Colombia

Los tópicos de vanguardia son palabras clave que muestran presencia permanente y en aumento en los análisis de cienciometría y bibliometría, es decir, son de interés creciente en las investigaciones reconocidas en las bases de datos a nivel mundial, por lo que la cantidad de apariciones y citaciones en publicaciones científicas las hace merecedoras del nombre. Además, la Ingeniería Industrial es una de las disciplinas ingenieriles con mayor demanda en las universidades, razón por la cual se procura en sus estudiantes el desarrollo de competencias que brinden soluciones a los requerimientos de la nueva revolución industrial, lo mismo que a las problemáticas climáticas y sociales del momento. Asimismo, la educación superior busca transformar personas en profesionales competentes capaces de proponer e implementar soluciones para las dificultades del mundo y, para lograrlo, integra a los procesos de enseñanza-aprendizaje las temáticas alrededor de estas palabras clave de relevancia mundial en Ingeniería Industrial.

[1] Ingeniera Industrial, Especialista en Finanzas, Especialista en Administración de la Informática Educativa, Magister en Ingeniería y Estudiante de Doctorado. Con experiencia docente en áreas de producción, estadística, calidad, investigación de operaciones entre otras. Con experiencia profesional en gestión de operaciones en manufactura y servicios, gerencia de organizaciones, interventoría y dirección de proyectos. Las áreas de interés investigativo son la gestión e investigación de operaciones, la producción y la logística.
Contacto: *giselam73@gmail.com*

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, las operaciones de manufactura y servicios incluyen para el desarrollo de sus procesos máquinas de automatización y control, sistemas integrados de gestión, software especializado, entre otras tecnologías sofisticadas, con el objetivo de optimizar los recursos, satisfacer al cliente, lograr utilidades y garantizar la permanencia de las organizaciones en el tiempo. Las Instituciones de Educación Superior IES deben procurar su accionar de docencia, investigación y extensión, de tal manera que se incorporen temáticas de avanzada en los contenidos curriculares, las investigaciones y los temas de trabajos de grado, colocando a los estudiantes y egresados al nivel de la educación globalizada.

Este trabajo presenta los resultados de una investigación de tipo documental, principalmente cuantitativa, cuyo fin es analizar el grado de correspondencia entre los ejes temáticos o tendencias principales determinados en una Vigilancia Tecnológica VT sobre Ingeniería Industrial y programas afines, con las temáticas abordadas en los trabajos de grado de pregrado, realizados entre el segundo semestre de 2016 y primer semestre de 2019 en el departamento Calidad y Producción, en los programas de educación superior Tecnología en Producción y Tecnología en Calidad e Ingeniería de Producción de una IES de la ciudad de Medellín, Colombia.

El trabajo hace parte del proyecto de investigación Estado actual de la optimización de procesos productivos y logísticos en las medianas empresas de los principales sectores económicos del Área Metropolitana, realizado en conjunto entre varias IES de la ciudad de Medellín y una Universidad de México. En la investigación participaron los estudiantes Juan Felipe Muñoz Zuluaga y Luisa Fernanda Velázquez Aristizabal, del programa de Ingeniería de Producción e integrantes del semillero de investigación formativa Técnicas para la Planeación, Programación y Control de la Producción TECIPPROD, adscrito al grupo de investigación Calidad, Metrología y Producción de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la IES.

Algunas de las actividades contempladas en esta investigación son: 1) revisión teórica de los ejes principales de la VT: Industria 4.0, Manufactura, Logística, Investigación de operaciones y Metodologías clásicas; 2) levantamiento de una base de datos de los trabajos de grado realizados en distintas modalidades; 3) caracterización de la base de datos, lo cual implicó la tabulación y el análisis estadístico de variables de interés, así como la graficación de los principales hallazgos; 4) correlación de los temas de la base de datos construida con las temáticas emanadas de la VT; 5) determinación de las conclusiones acerca de las temáticas abordadas en los trabajos de grado del departamento Calidad y Producción vs. VT.

Además, se relacionan los tópicos de vanguardia de un análisis bibliométrico de la producción científica de las áreas investigación de operaciones, logística, manufactura, industria 4.0 y metodologías clásicas, con las temáticas abordadas en los trabajos de grado de una institución de educación superior. Los resultados indican que tópicos relevantes como algoritmos genéticos, programación difusa, modelamiento computacional, manufactura en la nube, eficiencia energética, Inteligencia Artificial e internet de las cosas, son de necesaria inclusión en los programas académicos.

En general, se puede concluir que si bien la VT no ha sido extraña a algunos temas de interés en la realización de los trabajos de grado de los estudiantes, es necesario fortalecer la investigación en el trabajo de grado en aquellos ejes y sub-ejes prioritarios, que están siendo abordados a nivel mundial, especialmente en Industria 4.0, automatización y control de procesos, y logística a partir de técnicas probabilísticas, que han sido ajenos a los propósitos de los estudiantes en sus trabajos de grado, lo que indica una oportunidad de mejora desde los procesos de docencia e investigación formativa.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La norma UNE 166006:2011 Gestión de la I+D+i detalla que hoy en día todo sistema de gestión de investigación, desarrollo e innovación I+D+i debe incorporar un proceso de vigilancia tecnológica VT e inteligencia competitiva, que le ayude a estructurar el proceso de escucha y a observar el entorno de la organización para facilitar la toma de decisiones. Esta observación del entorno permite conocer la posición de la organización respecto a la competencia y por consiguiente anticiparse a los cambios, y ayudar a la toma de decisiones minimizando los riesgos. Por su parte, Delgado et al. (2010) afirman que:

La implementación de la VT, su mejora continua con nuevas herramientas de minería y descubrimiento de conocimiento y su uso por los propios investigadores, propicia el desarrollo de programas y líneas estratégicas de investigación I+D orientadas a una innovación pertinente (…), permitiendo identificar la evolución en el desarrollo tecnológico, lo que prepara a la universidad y los centros de investigación para los cambios en el entorno con un enfoque estratégico.

La facultad de la IES caso de estudio tiene establecido en su plan de formación en diversos programas de pregrado, el trabajo de grado como requisito para la obtención del título, el cual debe ser presentado en versión final antes del último semestre de la carrera, con la finalidad de promover, bajo diversas modalidades, el desarrollo de competencias mediante la investigación formativa.

Desde el semillero TECIPPROD del departamento de Calidad y Producción, pregrados en Tecnología en Producción, Tecnología en Calidad e Ingeniería de Producción, se ha impulsado la realización del trabajo de grado TG orientado a profundizar en el estudio de VT y sus implicaciones en el entorno. No obstante, no existía una base de datos de TG en el departamento que permitiera identificar cuáles de ellos tienen relación con la VT y, menos, cuáles de sus ejes centrales se han abordado.

Saber esto es esencial para determinar si desde estos programas se ha incentivado la investigación formativa en los temas de VT en el TG, cuáles de los ejes centrales y sub-ejes han sido objeto de indagación, cuáles han sido descuidados o de poco abordaje en estos trabajos, cuáles ejes necesitan ser reforzados y qué medidas se podrían tomar para que los futuros profesionales de esos programas realicen trabajos que les permitan prepararse y formarse aún más en temas que son esenciales para resolver las necesidades del sector industrial y empresarial en la actualidad, desde perspectivas éticas y responsables con el entorno y la sociedad.

A partir de esta situación se plantea la pregunta de investigación que sirve de guía para la realización de este trabajo: en los últimos años, ¿cuál ha sido la relación entre los temas abordados en TG realizados por los estudiantes de los pregrados Tecnología en Sistemas de Producción, Tecnología en Calidad e Ingeniería de Producción, de una facultad de la IES caso de estudio, con los ejes temáticos centrales y secundarios de VT sobre las tendencias de la Ingeniería industrial y programas afines?

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Bibliometría

La Bibliometría es una disciplina para el análisis cuantitativo y cualitativo de la producción científica y académica, cuyo objetivo es evidenciar las tendencias en temáticas de investigación de un interés particular; se apoya en la Vigilancia Tecnológica que, de acuerdo con Arango et al. (2012), se enfoca en captar, analizar y difundir información de diversa índole con el fin de identificar oportunidades y amenazas provenientes del entorno, que puedan incidir en el futuro de una organización.

3.2 Investigación de Operaciones

La Investigación de Operaciones es la aplicación del método científico, por grupos interdisciplinarios, a problemas relacionados con el control de las organizaciones o sistemas hombre-máquina, a fin de que se produzcan soluciones que sirvan mejor a los objetivos de la organización (Churchman et al., 1957). Es una herramienta dominante e indispensable para tomar decisiones, donde el principal elemento es el modelado matemático y, aunque la solución de este modelo establece una base para tomar la decisión, se deben de tener en cuenta factores intangibles o no cuantificables; por ejemplo, del comportamiento humano para llegar a una decisión final (Taha, 2004).

3.3 Logística

Christopher (2016) define logística esencialmente como una orientación de planificación y un marco que busca crear un plan único para el flujo de productos e información a través de un negocio; suministra la gestión de la cadena, se basa en este marco para lograr vínculos y coordinación entre los procesos de la organización y los de otras empresas. El objeto de estudio dentro de la logística son los procesos de compra, almacenaje, transporte, distribución de materias primas, productos semi-terminados y terminados. La

logística como parte de la cadena de suministros logra ser eficiente cuando las actividades operacionales son coherentes en los procesos y los costos son eficaces (Rayo, 2016).

Christopher (2016) afirma que la cadena de suministro es cooperación, confianza y reconocimiento de que, adecuadamente administrado, el todo puede ser mayor que la suma de sus partes. Dentro de la cadena de suministros se presentan sistemas logísticos que requieren recursos, productos, canales de distribución e información; en medio de ese ámbito logístico, se generan costos relacionados a las funciones de la empresa, a la gestión y control de los flujos de materiales e información (Castro et al., 2016). Bal y Satoglu (2018) manifiestan que, debido a la creciente preocupación por las consecuencias del cambio climático, se ha generado la necesidad de replantear la planificación de la cadena de suministro y las actividades que se derivan de ella, por lo que, para lograr una cadena de suministro sostenible, es necesario repensar el diseño, uso, reciclaje, transporte y la fabricación de los productos. Hay que darle a la logística la importancia que requiere en el campo académico (Rayo, 2016). En ambos ámbitos debe estar presente la logística inversa, las tecnologías de avanzada en manufactura sostenible, el modelado matemático, la simulación de procesos y la ética empresarial.

3.4 Manufactura

Según la Real Academia de la Lengua RAE manufactura es una obra hecha a mano o con auxilio de una máquina. Es conversión de materia prima a productos terminados. Tal proceso requiere la aplicación de operaciones físicas y químicas para transformar las propiedades de los materiales y lograr la apariencia final. La combinación de recursos es necesaria para transformar la naturaleza de las partes hasta obtener un producto final (Mital et al., 2017). A través del tiempo, las dinámicas mundiales han cambiado la forma como se desenvuelve la industria manufacturera; la globalización y la especialización productiva han convertido al sector en algo altamente especializado que destina su producción al mercado externo y que se basa en apoyo tecnológico, en aras de ser cada vez más competitivo en términos de calidad y precio (González et al., 2012).

La manufactura integrada por computador CIM busca unificar la información de las distintas áreas para la gestión y control de los procesos; esta integración permite actuar de manera rápida e iniciar acciones de mejora en tiempo real y sin errores (Rodríguez et al., 2018). A causa del agotamiento de los recursos naturales propiciados por el desgaste industrial, actualmente, la manufactura está tendiendo a nuevas prácticas ecológicas que buscan impulsar el desarrollo sostenible mediante el ahorro de energía y la reducción de emisiones (Cai et al., 2019). El desarrollo sostenible es la estrategia de las compañías actuales para suplir las necesidades propias con el ahorro de recursos y reducir el impacto negativo generado en la elaboración de sus productos, buscando el compromiso social, la producción ambiental y el crecimiento económico, generando conciencia a la generación de emisiones en la manufactura y explotación de recursos naturales, e introduciendo procesos tecnológicos e innovadores de energías alternativas (Valencia et al., 2018).

La manufactura en la nube es un sistema de red que permite compartir, analizar y brindar las mejores soluciones posibles a las necesidades de los usuarios, por medio de un interfaz que conecta desde información de los procesos productivos hasta las ofertas de los proveedores. Por consiguiente, la manufactura en la nube ofrece una serie de módulos para introducción y procesamiento de datos donde es recolectada la información de los usuarios, otro generador de soluciones factibles y optimización de recursos, convirtiéndose en otro módulo de soporte que permite evaluar y comparar dichas soluciones (Stief et al., 2018). De ahí que la manufactura actual tenga como objetivo la introducción de empresas inteligentes cuyo principio de operación es la descentralización y flexibilidad, esta tendencia es la continuación de las revoluciones industriales anteriores que surgieron para introducir tecnologías e innovaciones en el entorno industrial (Bartodziej, 2017).

3.5 Industria 4.0

El concepto de Industria 4.0 fue acuñado en Alemania a mediados de 2011, y hace referencia al comienzo de la Cuarta Revolución Industrial. Para Xu et al. (2018) representa la actual tendencia de las nuevas tecnologías de automatización en la industria manufacturera, fábricas inteligentes en las cuales se aplican tecnologías de inteligencia artificial IA, uso de algoritmos, sistemas de aprendizaje automático, internet de las cosas IoT, minería de datos y computación en la nube, entre otras. Integra tecnologías de sistemas de

producción con sistemas de producción inteligente con el objetivo de transformar las industrias, lo cual modificará la cadena de valor y los modelos de negocio (Zhong et al., 2017). I4.0 sugiere la adopción de Tecnologías de la Información y la Comunicación TIC avanzadas en la fabricación para mejorar la eficiencia (Xu et al., 2018). Este cambio de los modelos industriales aprovecha la información avanzada y las nuevas tecnologías de fabricación para conseguir producción flexible, inteligente y reconfigurable para competir en un mercado globalizado y dinámico (Zhong et al., 2017).

En cuanto a las herramientas implícitas en I4.0 se puede decir que para el funcionamiento de tal tipo de industria, como herramienta de gestión, es necesario identificar principalmente integración vertical y horizontal, donde una de sus funciones es determinar la conexión de los bienes en la cadena de valor y por el otro lado determinar la conexión que se genera en cargos y funciones; es decir, la compañía que emprenda el camino a la innovación inteligente debe tener definida su estructura organizacional y debe asegurar su cadena de valor (Moon et al., 2018).

La herramienta más representativa de esta revolución es Big Data, en la cual se adquiere una cantidad considerable de datos de operación y tendencias de los clientes, que se almacenan y se gestionan para modificar parámetros de operación en los procesos y tomar decisiones administrativas en tiempos relativamente cortos (Antunes y Maia, 2018). Por otro lado, IoT y realidad aumentada ilustran digitalmente espacios físicos del entorno real de la organización por medio de sistemas sensoriales o cámaras, que se conectan de manera electrónica a dispositivos inteligentes para alimentar los Sistemas de Información (Castillo et al., 2017). A estas herramientas, que son la base central de I4.0, se integran otras que permiten la gestión de todo el sistema de red inteligente, tales como la fabricación aditiva que, según Moon et al. (2018) consiste en un conjunto de tecnologías que permiten producir pequeños lotes de productos con un alto grado de personalización al agregar, en lugar de eliminar, el material de un bloque sólido.

3.6 Metodologías clásicas

Las metodologías clásicas son utilizadas en las empresas para la mejora continua que, según Proaño et al. (2017), es un conjunto de acciones planeadas, organizadas, integradas y sistematizadas para obtener cambios, y mejoras de procedimientos en la organización. Una manera proactiva para mejorar los resultados es implementar métodos o metodologías en las organizaciones, entre las que se tienen *lean manufacturing*, six Sigma y *total productive maintenance* TPM, cuyo objetivo es la incorporación de menos esfuerzo, menos tiempo, menos inventario para el desarrollo de productos y de esta manera fabricar productos de alta calidad y económicamente viables (Karim y Arif, 2013). Se consideran como filosofías de fabricación que, si se adoptan y se implementan con cuidado, pueden formar la hoja de ruta hacia la excelencia de fabricación global.

4. DISEÑO METODOLÓGICO

Se sigue un tipo de investigación cualitativa desarrollada a través de la revisión y el análisis documental de los temas abordados en los TG del departamento Calidad y Producción de los programas de pregrado en Tecnología en Producción, Tecnología en Calidad e Ingeniería de Producción en los últimos años, y su correlación con los cinco ejes de una VT: Industria 4.0, Manufactura, Logística, Investigación de operaciones y Metodologías clásicas.

4.1 Tipo de investigación

Para realizar este estudio se optó por el método del análisis documental y de información que, según Barona et al. (2017), consiste en un tipo de investigación cuyo objetivo es reunir, seleccionar y analizar datos que están en forma de documentos para estudiar un fenómeno determinado. El análisis de información por su parte pone su atención en la información que contienen los documentos, en su significado, así como en las fuentes en su autoridad.

Asimismo, analiza información registrada en los TG realizados en el periodo 2016-I a 2019-II tales como títulos, resúmenes y resultados, de tal forma que al cotejar los hallazgos con VT se logra dar solución a la pregunta problema planteada y cumplir el objetivo de la investigación. Por tanto, la principal fuente de información fueron los TG analizados en la IES caso de estudio, en formato impreso o digital, realizados entre 2016-I y 2019-II que fueron desarrollados en los pregrados mencionados.

4.2 Procedimiento

En la Figura 1 se muestra las etapas del desarrollo de la investigación.

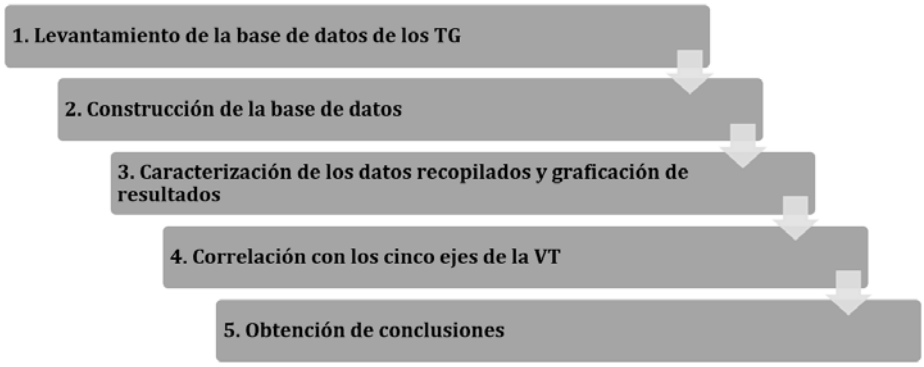


Figura 1. Etapas del proceso investigativo

- En la primera etapa se buscaron los TG de Tecnología en Producción, Ingeniería de Producción y Tecnología en Calidad, desde el semestre 2016-II a lo registrado en semestre 2019-I, que estuvieran en el repositorio de la facultad, en medios magnéticos o de forma impresa. Ello permitió encontrar y registrar 587 documentos para lo cual se requirieron ocho meses.

- En la segunda etapa la información encontrada se organizó en una base de datos considerando los siguientes aspectos de interés (categorías de análisis):
  a. Número: representa el consecutivo de los TG registrados. Es una variable cuantitativa discreta ordinal, ya que los números son enteros y siguen un orden.
  b. Semestre: indica el semestre y el año en el que se elaboró el TG, es cuantitativa discreta ordinal, ya que las fechas son enteras y siguen un orden.
  c. Programa: representa el nombre del programa al cual pertenece la persona que elaboró el TG, es cualitativa nominal, ya que no hay un orden especificado.
  d. Modalidad: es el tipo de actividad que llevó a cabo el autor del trabajo para cumplir con el requisito de grado, es cualitativa nominal. Las opciones son: monografía, práctica empresarial, seminario de profundización, práctica empresarial y sistematización de aporte laboral.
  e. Título: el título de cada TG, no es una variable.
  f. Estudiantes: nombre del/los estudiantes que elaboraron el trabajo, no es una variable.
  g. Tema: especifica la temática que se aborda en el TG en cuestión, no es variable.
  h. Asesor: nombre del profesor que dirigió el TG, no es variable.
  i. Observación: representa la(s) observaciones pertinentes al TG. Abarca varias categorías que representan una cualidad, es cualitativa nominal.
  j. Detalle: establece la temática respecto a los programas de mejoramiento a la que se adhirió el trabajo y es cualitativa nominal.
  k. Resumen: en este campo se establece una sinopsis del TG. No es variable.

- La tercera etapa consta del análisis estadístico de la cantidad de trabajos, considerando:
  a. Cuántos se hicieron en cada semestre.
  b. Cuántos por programa académico.
  c. Cuántos por modalidad.
  d. Cuántos por asesor.
  e. Cuántos por sexo de los autores.

- En la cuarta etapa, para analizar con detalle el resumen de cada trabajo y relacionarlo con una o varias de los ejes de VT, lo que se hizo fue, como primer paso, definir por cada eje unas palabras clave que permitieran definirlo y comprenderlo, con base en la revisión teórica. En la Tabla 1 se muestra las palabras claves definidas para cada eje. Fuente: (Monsalve et al., 2020).

Tabla 1. Palabras claves por ejes de VT

Key words and synonyms
Tema Investigación de operaciones
Stochastic processes, algorithm, heuristic, metaheuristic, supply chain, manufacture, stochastic artificial bee colony algorithm, genetic algorithm, hybrid tabu search algorithm, supply chain redesign, simulated annealing heuristic, Multiobjective cuckoo search, harmony search algorithm, DEA, green logistic, MOORA method, particle swarm-based approach, flexible job shop scheduling.
Tema Logística
Green supply chain management, reverse logistics, green logistics, supply chain (integration, collaboration, alliances, management, logistics networks design, service, design), linear programming, operations Research, greening the suppliers, Vehicle Routing Problem, emissions reduction, climate change, network design, fuzzy mathematical programming model, Vehicle Routing, Supply Chain 2.0, quality management, simulation, industry 4.0
Tema Manufactura
Manufacturing-as-a-Service, sustainability manufacturing process, energy efficiency, eco-efficiency, IPS 2, cloud manufacturing, mass-customization production, resource efficient manufacturing, manufacturing process sustainability, energy efficient manufacturing, energy efficient production systems, eco-efficiency of manufacturing processes, industry 4.0
Tema Industria 4.0
Internet of Things, Big Data, Cloud computing, Cyber Physical System, Embedded system, Factory automation, Edge computing, Data as a service, Grid computing, Infrastructure as a service, Distributed computer systems, Cluster computing, Smart manufacturing, Artificial intelligence, Interoperability, Virtual reality, Smart fabrics, Data mining, Learning systems, Database systems.

En la Tabla 2 se encuentra las palabras clave de la categoría metodologías clásicas (Scopus, 2019).

Tabla 1. Palabras clave metodologías clásicas

Variables de indagación		
Categorías (Ejes primarios de VT)	Palabra en español y sinónimos (Ejes secundarios de VT)	Palabra en inglés y sinónimos
Metodologías Clásicas	Mantenimiento productivo total, six sigma, TPM, kaizen, lean manufacturing	six sigma, lean manufacturing, TPM, lean production, 5S, Total Productive Maintenance, kaizen

Teniendo en cuenta lo anterior, y con el fin de corroborar si las temáticas abordadas en los TG se encuentran relacionadas con las tendencias de VT de la Ingeniería Industrial y sus carreras afines, se procedió a clasificar los TG de acuerdo con los ejes temáticos primarios (centrales) y secundarios proporcionados por VT, analizando tanto la temática como el resumen respectivo de cada uno de ellos. Seguidamente se cuantificaron los resultados y se graficaron. A partir de esas etapas fue posible obtener las conclusiones respectivas como quinta etapa del proceso.

5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

5.1 Análisis de palabras clave

A continuación, se muestra las palabras clave más representativas de las temáticas de interés: investigación de operaciones, logística, manufactura, industria 4.0 y metodologías clásicas, a partir del análisis bibliométrico en las bases de datos Scopus y Web Of Science, para un horizonte de tiempo entre 2014 y 2019.

La importancia de cada palabra está asociada al tamaño de la burbuja que la representa y éste representa la cantidad de veces que aparece el término en las bases de datos científicas consultadas; se observa el comportamiento de las publicaciones científicas en el horizonte de tiempo y la comparación de relevancia entre términos.

5.1.1 Investigación de Operaciones

En la Figura 2 se muestra el top 30 de las palabras más usadas y citadas a nivel mundial en Investigación de Operaciones; por el tamaño de la burbuja sobresalen principalmente: *scheduling, heuristic and genetic algorithms, mathematical models, multiple criteria decision analysis and decision making*. Según la cantidad de menciones de palabras clave en las publicaciones, la Investigación de Operaciones se está utilizando como una técnica para resolver problemas desde una perspectiva cuantitativa, evidenciado en el uso de la modelación matemática.

En cuanto a la integración con otras áreas de conocimiento, está fuertemente relacionada con la programación lineal, especialmente la programación lineal difusa (*fuzzy linear programming*), muy utilizada para resolver problemas con parámetros que presentan incertidumbre y que aplican la teoría de conjuntos difusos.

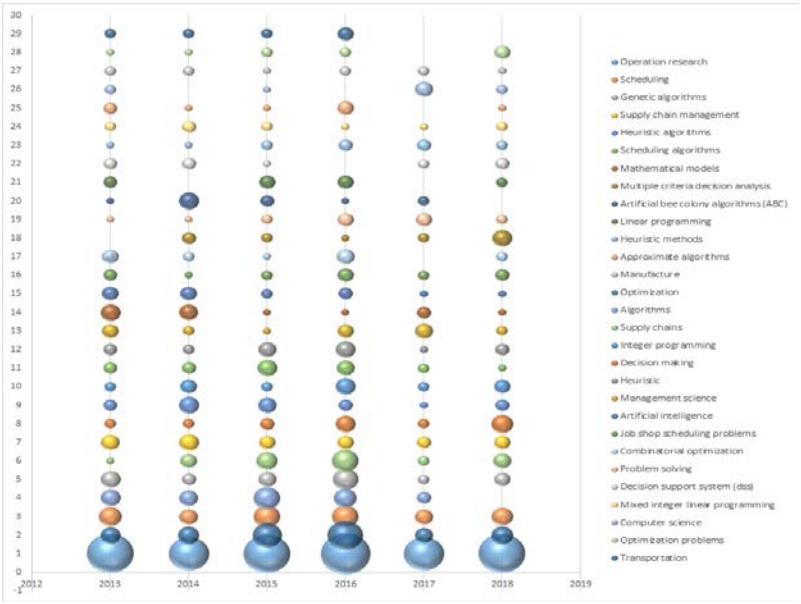


Figura 2. Palabras clave relacionadas con Investigación de Operaciones

5.1.2 Manufactura

En la Figura 3 se muestra el top 30 de las palabras más usadas y citadas a nivel mundial en manufactura; por el tamaño de la burbuja sobresalen principalmente: manufactura en la nube, manufactura sostenible y eficiencia energética. La industria manufacturera tiende cada día hacia los sistemas inteligentes y sostenibles, se complementa con las tecnologías que representan I4.0 y utilizan IoT con el objeto de facilitar los procesos de manufactura, optimizando recursos a través de la precisión operacional y la conectividad. Las nuevas palabras clave que aparecen en los documentos publicados a partir de 2015 muestran crecimiento en la cantidad de publicaciones, lo que permite concluir que las tendencias en nuevas tecnologías de punta están también impactando la industria manufacturera.

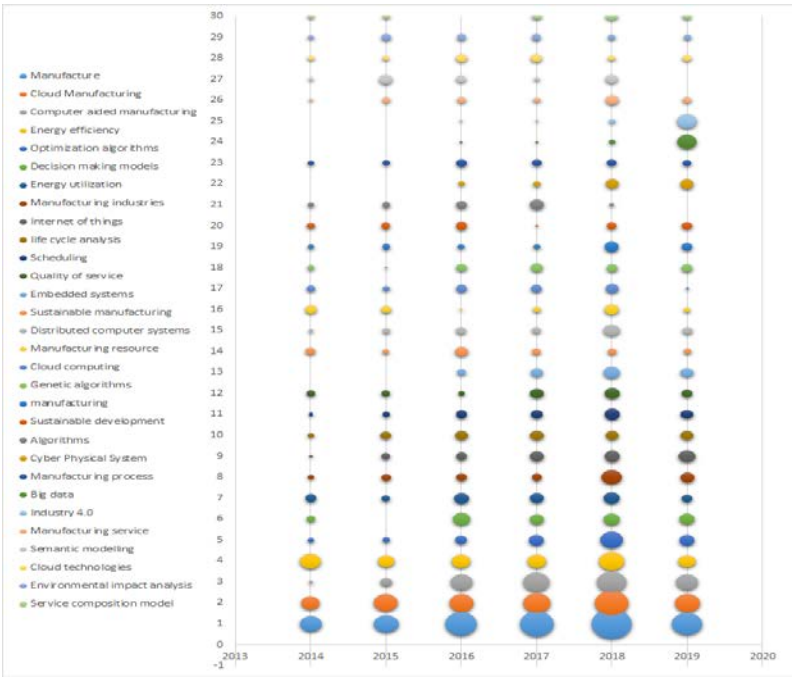


Figura 3. Palabras clave relacionadas con manufactura

5.1.3 Industria 4.0

En la Figura 4 se muestra el top 30 de las palabras más usadas y citadas a nivel mundial en I4.0; por el tamaño de la burbuja sobresalen: Big Data, automatización, internet de las cosas, inteligencia artificial. Las personas y las empresas juegan un papel importante para I4.0 al generar constantemente datos a través del aumento en la conectividad y el acceso a internet. El análisis de esos datos proporciona una fuente de

información de alto valor para la mejora de procesos y la toma de decisiones (Xu et al., 2018). Se debe desarrollar técnicas de I4.0 e integrar las ya existentes para analizar la cantidad masiva de datos que se generan en tiempo real (Cheng et al., 2017). Como es de esperar, la I4.0 afectará los métodos de trabajo, habrá actividades de alto riesgo que realizarán las máquinas y ciertas actividades repetitivas que realizan los humanos serán llevadas a cabo por equipos, lo cual permitirá liberar tiempo de la mano de obra humana (Branger y Pang, 2015).

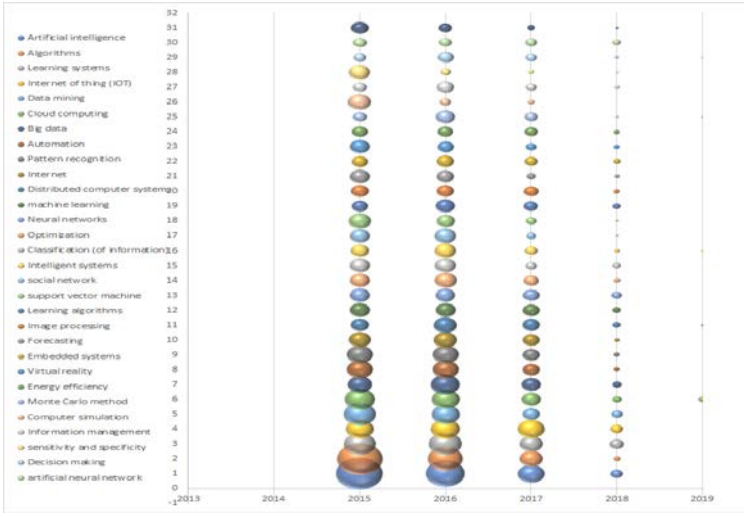


Figura 1. Palabras clave relacionadas con Industria 4.0

5.1.4 Logística

En la Figura 5 se muestra el top 30 de las palabras más usadas y citadas a nivel mundial en logística; por el tamaño de la burbuja sobresalen: cambio climático, diseño, simulación y logística inversa. La logística inversa se relaciona con la optimización de los procesos en la cadena de suministro tradicional, la cual comienza desde los usuarios finales. Los productos usados se recolectan y luego se administra el ciclo de vida de los mismos a través de actividades como el reciclaje y su posterior re-manufacturación (Govindan et al., 2014). Para mejorar los procesos de toma de decisiones y evaluar el desempeño de la logística inversa en una organización, se emplean enfoques de modelación en programación de entornos mixtos y lineales, métodos de programación no-lineal, programación dinámica, modelos de colas, procesos de decisión de Markov, teoría de grafos, teoría de juegos, lógica difusa, análisis multi-criterios, redes neuronales, modelos estadísticos y modelos de regresión dinámica, entre otras (Brandenburg et al., 2014).

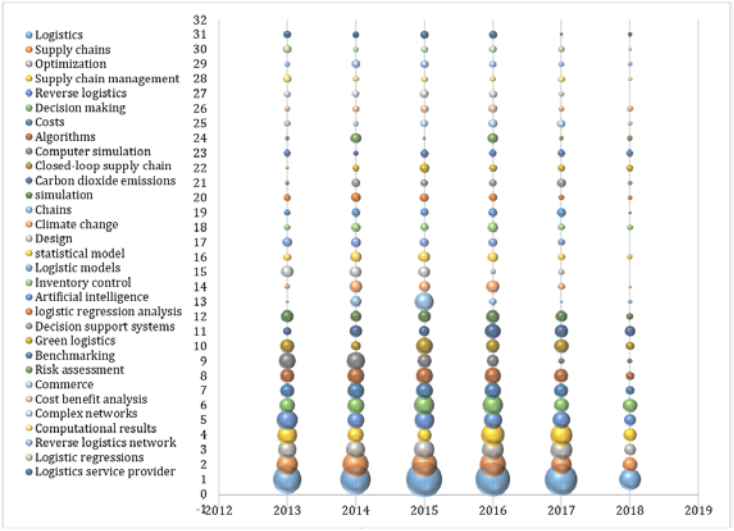


Figura 2. *Palabras clave relacionadas con logística*

5.1.5 Metodologías clásicas

En la Figura 6 se muestra el top 30 de las palabras más usadas y citadas a nivel mundial en metodologías clásicas.

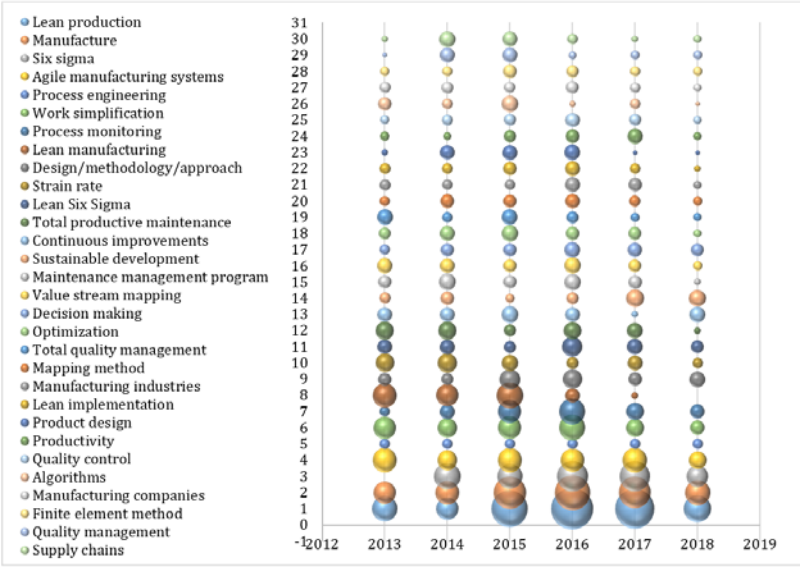


Figura 3. Palabras clave relacionadas con metodologías clásicas

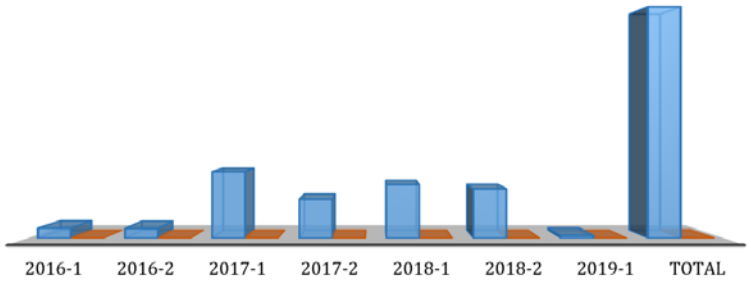
Por el tamaño de la burbuja sobresalen: *lean production, manufacture, six sigma, agile manufacturing systems, process engineering, work simplification*. Se encuentra en descenso el indicador de citaciones científicas de casi todas las palabras clave; no se observa temas nuevos de investigación alrededor de las metodologías analizadas, lo que puede inducir a que los intereses investigativos estén migrando a otras áreas del conocimiento y que ya estas temáticas de investigación están maduras.

5.2 Caracterización de los trabajos de grado de la IES

Los trabajos de grado desarrollados por los estudiantes de programas afines a Ingeniería Industrial en una institución de educación superior IES de la ciudad de Medellín, Colombia, se presentan en varias modalidades de acuerdo con la preferencia de los estudiantes; se desarrollan de manera individual o en equipos máximo de tres estudiantes y son requisito para optar al título de tecnólogos o ingenieros, según sea el programa. En el caso de las monografías o tesis se requiere de la elaboración de un anteproyecto y un informe final. La caracterización describe un total de 587 trabajos de grado realizados entre el año 2016 y el primer semestre de 2019.

5.2.1 Número de trabajos por semestre

En la Figura 7 se observa que el 90.12% de los trabajos corresponden a 2017 y 2018, la menor cantidad de trabajos de grado en 2016 y 2019 se explica porque, al momento de realizar el estudio, la documentación física de 2016 no se encontraba disponible y los trabajos de grado de 2019 estaban en desarrollo.

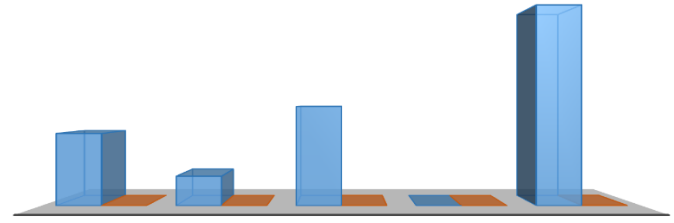


	2016-1	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	Total
Número de trabajos	26	25	169	99	136	125	7	587
Porcentaje	4.43%	4.26%	28.79%	16.87%	23.17%	21.29%	1.19%	100%

Figura 4. Trabajos de grado por semestre

5.2.2 Trabajos de grado por programa académico

De los programas afines a Ingeniería Industrial, en la Figura 8 se observa que la ingeniería y tecnología de tipo 1 aportan el 85.35% de los trabajos.

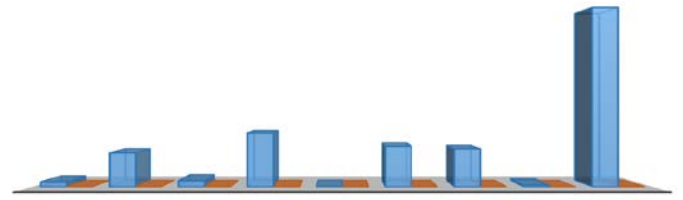


	Ingenieria 1	Tecnología 2	Tecnología 1	Ingenieria 2	Total
Número de trabajos	211	86	290	0	587
Porcentaje	35.95%	14.65%	49.40%	0	100%

Figura 5. Trabajos de grado por programa académico

5.2.3 Modalidades de trabajo de grado

Existen siete modalidades de trabajo de grado: 1) intervención desde el semillero, 2) monografía, 3) participación en investigación, 4) práctica profesional, 5) práctica social, 6) seminario de profundización, y 7) sistematización de aporte laboral, de las cuales el 92.67% pertenece a las modalidades 2, 4, 6 y 7.



	1	2	3	4	5	6	7		
Cantidad de trabajos	16	111	20	176	1	133	124	6	587
Porcentaje	2.73%	18.91%	3.41%	29.98%	0.17%	22.66%	21.12%	1.02%	100%

Figura 6. Trabajos de grado por modalidad

5.2.4 Temáticas abordadas en los trabajos de grado

Los 587 trabajos de grado están agrupados por asociación de temas en 18 categorías, de las cuales sobresalen herramientas de productividad, indicadores de gestión, mejoramiento de procesos y caracterización de procesos con un 48.89% del total de los temas de interés en los tres programas que tienen participación en el estudio, tal como se observa en la Tabla 3.

Tabla 2. Temas cubiertos en los trabajos de grado

Tema	I1	%I1	T1	%T1	T2	%T2	Total	%Total
Caracterización de Procesos	12	2,04%	13	2,21%	33	5,62%	58	9,88%
Control de Producción	1	0,17%	2	0,34%	4	0,68%	7	1,19%
Control estadístico de Procesos	4	0,68%	2	0,34%	0	0,00%	6	1,02%
Distribución en Planta	10	1,70%	1	0,17%	12	2,04%	23	3,92%
Documentación de procesos	6	1,02%	9	1,53%	22	3,75%	37	6,30%
Estudio de métodos y tiempos	9	1,53%	0	0,00%	33	5,62%	42	7,16%
Herramientas de productividad	46	7,84%	9	1,53%	41	6,98%	96	16,35%
Indicadores de gestión	22	3,75%	7	1,19%	41	6,98%	70	11,93%
Inventarios	15	2,56%	0	0,00%	7	1,19%	22	3,75%
Lean manufacturing	6	1,02%	0	0,00%	2	0,34%	8	1,36%
Logística	18	3,07%	0	0,00%	24	4,09%	42	7,16%
Mejoramiento de procesos y/o productos	24	4,09%	9	1,53%	30	5,11%	63	10,73%
Planeación de producción y las operaciones	13	2,21%	1	0,17%	5	0,85%	19	3,24%
Planeación estratégica	3	0,51%	0	0,00%	1	0,17%	4	0,68%
Programación de producción	12	2,04%	0	0,00%	11	1,87%	23	3,92%
Simulación	1	0,17%	0	0,00%	1	0,17%	2	0,34%
Sistemas de gestión ISO	5	0,85%	21	3,58%	12	2,04%	38	6,47%
Sin identificar	4	0,68%	3	0,51%	2	0,34%	9	1,53%
Total	211	35,95%	84	14,31%	292	49,74%	587	100%

5.3 Comparativo entre trabajos de grado y palabras clave

Las temáticas son investigación de operaciones, logística, manufactura, industria 4.0 y metodologías clásicas y cada categoría tiene asociadas palabras clave como tópicos de vanguardia arrojadas en el análisis bibliométrico. Las temáticas de los trabajos de grado son amplias, sin embargo, se agrupan por afinidad. La Tabla 4 muestra la participación de las temáticas y sus subtemas en el desarrollo de los trabajos de grado.

De acuerdo con estos datos, el 16% de las temáticas de los TG están clasificados bajo el tema central logística con 92 trabajos, el 60% bajo la temática metodologías clásicas, con 353 trabajos. En el 11% de los casos los trabajos de grado no se relacionan con alguna temática principal; es decir, 65 trabajos, el 5% corresponde a manufactura y, finalmente, el 8% se relaciona con investigación de operaciones, con 47 trabajos.

Ninguno de los trabajos trató sobre la temática industria 4.0. Además, el 65% de los estudiantes registrados en la base de datos optó por trabajar las temáticas centrales logística y metodologías clásicas donde reposan alguna de los métodos tradicionales de trabajo de la Ingeniería Industrial desde los años 90, pero por el contrario ninguno de los trabajos registrados optó por la temática central Industria 4.0, la cual se torna como el eje de las grandes potencias como desarrollo económico social e industrial.

Ahora bien, en lo analizado también se identifica que en el eje logística (15.67%) los sub-ejes o ejes secundarios de mayor indagación fueron en su orden: gestión de la cadena de suministro (52.17%) e indicadores logísticos (33.70%); y en metodologías clásicas (60.14%) fueron: gestión de la calidad (17.49% de los trabajos), Kaizen (20.93%) y TPM (22.38%).

Por otra parte, en el eje Manufacturas (5.11% del total) la mayoría de los TG se enfocaron en sostenibilidad del proceso de fabricación (86.67%) y en fabricación eficiente (6.67%). Finalmente, en investigación de operaciones se trataron los temas de programación lineal (53.19%), heurística (14.89%), procesos estocásticos (8.51%) y metaheurística (8.51%). La comparación entre los temas y sub-temas abordados en los trabajos de grado y las palabras clave, determina la correspondencia o no entre las temáticas tratadas en las modalidades para grado de los programas afines a Ingeniería Industrial de la IES y los tópicos de vanguardia arrojados por un análisis bibliométrico.

Tabla 3. Participación temática de los trabajos de grado analizados

Temáticas	Sub-temas	Cantidad	% Tema	% Total
Investigación de operaciones		47	100%	8,01%
	Heurística	7	14,89%	1,19%
	Metaheurística	4	8,51%	0,68%
	Procesos estocásticos	4	8,51%	0,68%
	Programación lineal	25	53,19%	4,26%
	Planeación de operaciones	1	2,13%	0,17%
	Sistemas productivos	1	2,13%	0,17%
	No registra	5	10,64%	0,85%
Logística		92	100%	15,67%
	Diseño de redes	1	1,09%	0,17%
	Enrutamiento de vehículos	2	2,17%	0,34%
	Gestión de la cadena de suministro	48	52,17%	8,18%
	Simulación	2	2,17%	0,34%
	Indicadores logísticos	31	33,70%	5,28%
	No registra	8	8,70%	1,36%
Manufactura		30	100%	5,11%
	Fabricación eficiente	2	6,67%	0,34%
	Procesos de fabricación sostenible	1	3,33%	0,17%
	Sostenibilidad del proceso de fabricación	26	86,67%	4,43%
	Investigación y desarrollo	1	3,33%	0,17%
Metodologías clásicas		353	100,00%	60,14%
	Gestión de la calidad	102	28,89%	17,49%
	kaizen	123	34,84%	20,95%
	Lean manufacturing	23	6,52%	3,92%
	Six sigma	1	0,28%	0,17%
	TPM	79	22,38%	13,46%
	Control estadístico de procesos	6	1,70%	1,02%
	Indicadores de gestión	16	4,53%	2,73%
	Metrología	1	0,28%	0,17%
	No reporta	1	0,28%	0,17%
	Mejoramiento de procesos	1	0,28%	0,17%
N/A		65	100%	11,07%
Industria 4.0		0	0%	0,00%
	Total	587	100%	100%

La columna tres de la Tabla 5 (página siguiente) indica la intersección existente entre los subtemas abordados en los TG analizados y las palabras clave de la VT, es decir, el tópico en el cual se encontró relación o ese tópico fue tratado en algún TG.

6. CONCLUSIONES

Se puede afirmar que, si bien VT no ha sido ajena a los temas de indagación de los estudiantes, es necesario fortalecer la investigación en el TG en aquellos que ejes y sub-ejes minoritarios, especialmente en Industria 4.0, que ha sido ajeno a los propósitos de los estudiantes en su trabajo final, lo que indica una desatención en ese tema y que es necesario mejorar desde los procesos de docencia e investigación formativa. Por otra parte, se infieren de la revisión varias metodologías que se abordan desde diferentes áreas en las industrias. Todas son enfoques a los diferentes temas que cada estudiante puede elegir a la hora de realizar una investigación y profundización en su TG, sin importar la modalidad que elija de acuerdo con el instructivo establecido en la facultad.

Se concluye también que, para el departamento de Calidad y Producción de la facultad, es de importancia elegir temas que involucren información que genere un impacto dentro de la IES, la sociedad y el entorno en general, relacionados con VT.

Dado el análisis elaborado los estudiantes de Ingeniería de Producción deberían incentivarse a llevar a cabo investigaciones y TG que aborden subtemas de VT, tales como diseño de redes, enrutamiento de vehículos y simulación en el área de logística, optimización, fabricación eficiente en el área de manufactura y en general en la temática de Industria 4.0, cuyo porcentaje de participación en los resultados de la correlación es muy bajo.

Tabla 5. Relación entre sub-temas y tópicos de vanguardia

Sub-temas TG	**Palabras clave (Top 1 a 15)**	**Tópico de vanguardia relacionado**
	Tema investigación de operaciones	
Heurística, metaheurística, procesos estocásticos, planeación de operaciones, programación lineal, simulación y sistemas productivos.	*Artificial intelligence, job shop scheduling problems, combinatorial optimization, multiple criteria decision analysis, problem solving, artificial bee colony algorithms (abc), linear programming, decision support system (dss), heuristic methods, mixed integer linear programming, approximate algorithms, computer science, manufacture, optimization problems, transportation.*	*Heuristic, metaheurística, linear programming, simulación y procesos estocásticos.*
	Tema logístico	
Diseño de redes, enrutamiento de vehículos, gestión de la cadena de suministro, simulación e indicadores logísticos.	*Artificial intelligence, decision support systems, green logistics, ant colony optimization ACO, computer system recovery, crashworthiness, branch and bound method, computer software, logistics system and cloud computing, optimization, supply chain management, reverse logistics, decision making, algorithms, computer simulation*	*Supply chain management, computer simulation, inventory control, supply chain and cost benefit analysis.*
	Tema manufactura	
Fabricación eficiente, procesos de fabricación sostenible, investigación y desarrollo.	*Distributed computer systems, manufacturing resource, cloud computing, genetic algorithms, manufacturing, sustainable development, algorithms, cyber physical system, manufacturing process, big data, industry 4.0, manufacturing service, semantic modelling, cloud technologies, environmental impact analysis and service composition model*	*Sustainable manufacturing, sustainable development.*
	Tema metodologías clásicas	
Gestión de la calidad, kaizen, lean manufacturing, six sigma, TPM, control estadístico de procesos, indicadores de gestión, metrología, mejoramiento de procesos.	*Manufacture, continuous improvements, agile manufacturing systems. project management, montecarlo methods, triply periodic minimal surfaces, information management, cellular manufacturing, compressive strength, electric batteries, energy efficiency, multiobjective optimization y architectural design.*	*Six sigma, lean manufacturing, total productive maintenance, maintenance management program.* Todas en descenso.
	Tema industria 4.0	
Ninguno	*IA, algoritmos, sistemas de aprendizaje, internet de las cosas, minería de datos, computación en la nube y Big Data.*	Ninguno

Agradecimientos

La autora desea agradecer la participación de los estudiantes Juan Felipe Muñoz Zuluaga y Luisa Fernanda Velázquez Aristizábal en la elaboración del trabajo de campo del proyecto de investigación.

Capítulo II
Propuesta de proceso industrial para elaborar prótesis en impresoras 3D para animales domésticos

Yenny Alejandra Aguirre Álvarez[1]
Natalia Galeano Vásquez[2]
Verónica Restrepo Vergara[3]
Institución Universitaria Salazar y Herrera
Colombia

Este trabajo propone un proceso industrial para la elaboración de prótesis en impresoras 3D para animales domésticos y, para ello, el proceso pasa por una serie de pasos que orienten este ejercicio, tales como la construcción de un informe técnico en relación con las nuevas tecnologías en impresiones 3D y sus avances en la medicina veterinaria; la caracterización de la situación actual en términos de prótesis y los sistemas utilizados para ello; y la construcción de un flujo de Bizagi y un *layout* con el ánimo de concluir sobre la eficiencia del proceso industrial propuesto; y, finalmente, presentar el informe ejecutivo que contiene los parámetros básicos para proponer el proceso industrial para la elaboración de prótesis en impresoras 3D para animales domésticos.

[1] Ingeniera Industrial, Especialista en Logística Integral y Magíster en Ingeniería Industrial. Coordinadora del programa de Ingeniería Industrial de la Institución Universitaria Salazar y Herrera IUSH. Con experiencia como docente virtual y presencial en las áreas de procesos, calidad y logística en distintas universidades, con experiencia en el campo productivo tras la creación de empresa y diversos proyectos independientes. Áreas de investigación con énfasis en metodologías de aprendizaje y formación extracurricular.
Contacto: *yenny.aguirre@salazaryherrera.edu.co*

[2] Técnico en producción industrial y estudiante de Ingeniería Industrial en la Institución Universitaria Salazar Herrera, con seminarios en Gestión de la Calidad y tecnología e innovación. Con experiencia práctica en el campo manufacturero y en el sector financiero, brindando apoyo a la implementación de proyectos de mejora en varias sucursales. Cautivada por los procesos de mejora y calidad en la industria.
Contacto: *natalia.galeanov@comunidad.iush.edu.co*

[3] Tecnóloga en Gestión Logística y estudiante de Ingeniería Industrial en la Institución Universitaria Salazar y Herrera. En el ámbito laboral con experiencia en área de recursos humanos y en exportación, compras y suministros; con participaciones en competencias de robótica e innovación a nivel nacional e internacional. Interesada en robótica y desarrollo de nuevas tecnologías.
Contacto: *veronica.restrepov@comunidad.iush.edu.co*

1. INTRODUCCIÓN

El incremento en la adopción de animales de compañía en el país, que se observa en hogares pequeños o unipersonales y también en personas de la tercera edad que adquieren un animal como compañía, se ha convertido en el principal promotor del mercado veterinario. Esto ha hecho que la demanda por las llamadas mascotas tenga un crecimiento acelerado y, por consiguiente, esto conlleva a realizar un proceso que proporcione en el ámbito veterinario soluciones de bajo costo y reducción de tiempo, que además mejore la calidad de vida de los pacientes veterinarios.

Uno de los riesgos potenciales que se tiene con las mascotas son las fracturas en las extremidades, las cuales generan traumatismos en los animales y en los propietarios. En el presente trabajo se lleva a cabo el análisis y posterior propuesta para implementar un proceso de impresión de prótesis 3d para animales domésticos, con el fin de mejorar su estilo de vida, demostrando qué tan eficaz puede ser la implementación de la prótesis y del costo relativo que tendría cada impresión.

El proceso investigativo se desarrolló en diferentes fases como estructura para el diseño metodológico: primero se lleva a cabo un diagnóstico en el cual se conocen los diferentes software y hardware para llevar a cabo una impresión 3d: luego se realiza análisis donde se encuesta a 150 personas relacionadas con el tema, y cuya población principal fueron médicos veterinarios y personas con diferentes tipos de mascotas; también se realiza una investigación del estado actual en la medicina veterinaria y estudio de testimonios reales; posteriormente se realiza la validación, donde se propone el prototipo del proceso teniendo en cuenta las necesidades identificadas y el levantamiento de *Key Performance Indicator* KPIS para el proceso; finalmente, se estructura la propuesta donde se dan a conocer costos, flujos en la suite Bizagi, *layout* y cronograma para llevar a cabo el proceso productivo.

Dentro de los principales hallazgos en este trabajo se encuentra el registro de las tendencias y avances en relación con las nuevas tecnologías de la Industria 4.0, tales como la manufactura aditiva, donde se tiene amplia versatilidad de aplicación. Se concluye que las prótesis en la impresión 3d son viables, gracias a su fabricación a la medidas y la reducción del traumatismo, mejorando la calidad de vida de los animales; finalmente, las mediciones y ejercicios de viabilidad evidencian que, a pesar de tratarse de un montaje industrial factible técnicamente, requiere ser potencializado y direccionado a otros tipos de escenarios, es decir, se requiere ampliar el portafolio para alcanzar mayor eficiencia operativa, además de la viabilidad financiera y comercial.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

En la actualidad, no se identifican bases teóricas establecidas para el diseño de prótesis 3D para animales domésticas, pero sí existe un buen número de proyectos experimentales en el campo de las prótesis 3D. El estudio de esta tecnología se ha masificado debido a que es fácil de manejar y capaz de producir cualquier tipo de objeto que esté al alcance de la mente del ser humano. Es por eso que se tomó como alternativa para realizar y abarcar un mercado poco explotado y estudiado como las prótesis 3D para animales, luego de que, por algún motivo, han perdido parcial o totalmente una extremidad y por lo tanto presentan problemas en su biomecánica por afectación en el equilibrio del cuerpo.

Como solución para este tipo de problemas, que muchas veces llegan a ser emocionalmente perturbadores para los dueños de los animales que, deben aplicar la eutanasia para evitar el sufrimiento de los animales, se aplica la tecnología 3D para darle una segunda oportunidad de vida mediante la fabricación de todo tipo de artefactos (Noblecilla, 2017). Las observaciones de Galo Valverde, miembro de la sociedad de veterinarios de pequeñas especies del Ecuador, se enfocan en el peso de la prótesis y sugiere que se exploren otras posibilidades de materiales con el fin de reducirlo, sin importar que se incremente el costo de fabricación. En cuanto a la seguridad, confirma que los materiales usados no representan ningún riesgo para la salud de los animales de compañía (Romero, 2016).

Según informa el Correo de Burgos, investigadores de la Universidad de León, España, están desarrollando mediante impresión 3D prótesis de bajo costo y a medida para animales que han sufrido una amputación en alguna de sus extremidades (Imprimalia 3D, 2016). Por otro lado, y de acuerdo con el estudio de Markets

and Markets, el mercado de impresión 3D moverá cerca de 32.7 billones por año hasta 2023, creciendo cerca de una 25% anual, lo que conlleva a potencializar la industria veterinaria colombiana a utilizar la tecnología 3D.

Es así como algunos países ya están potencializando la impresión 3D para los animales, tales como Estados Unidos, Ecuador, Alemania y Argentina. En Colombia, la tecnología 3D empezó a incursionar en la industria aproximadamente desde 2010, no obstante, todavía no se cuenta con un caso de éxito donde se involucren animales domésticos (Filament2print, 2019).

En las encuestas realizadas por la firma Brandstrat (2019), la tendencia en los hogares colombianos que poseen animales de compañía es de 62%, por lo cual se infiere una amplia demanda de estos animales y que va en crecimiento. Por esto se infiere que la demanda se incrementará con el tiempo, a la vez que crece el número de animales con traumatismo óseo que, en la mayoría de los casos, puede llevar a la pérdida total o parcial del miembro afectado; generando la discapacidad del animal y convirtiéndose en una carga emocional, tanto para él como para el propietario.

Con la aplicación de la tecnología 3D se busca mejorar la calidad de vida del animal, disminuir los casos de eutanasia y reducir los tiempos de producción de las prótesis. Un aspecto que se debe considerar al analizar un procedimiento de fabricación es que las extremidades delanteras soportan el 60% del peso del animal y coordinan la dirección, mientras que las traseras sirven de propulsión (Todo Bull, 2010).

Las prótesis para animales es un acierto para la medicina veterinaria debido a que esta tecnología la han adoptado muchos proyectos experimentales en el campo de las prótesis 3D en varios países, todo con la idea de mejorar las condiciones de los animales. Según el caso, cada prótesis necesita un recurso de material *filamento* diferente a la hora de imprimir en 3D, ya sean regidos o flexibles, o la combinación de ambos (Tresdpro, 2019).

2.2 Bases legales

En Colombia, la Ley de protección animal fue aprobada el 2 de diciembre de 2015: por medio de la cual se modifica la ley 84 de 1989, se modifica el código de procedimiento penal y se dictan otras disposiciones (La República, 2018). El hecho de reconocer que los animales ya no son considerados cosas dentro del código civil, en su artículo 655 los declaran como bienes muebles y que deben ser reconocidos como seres sintientes. Esto abre las puertas para que los derechos de los animales sean tenidos en cuenta en el país, que los casos de maltrato no se queden en la impunidad, que sean ejecutadas multas económicas que van desde 5 a 50 salarios mínimos mensuales legales vigentes y penas que van de 12 a 36 meses de cárcel, con agravantes punitivos (Pazanimal, 2015).

2.3 Bases teóricas

Antes de realizar una impresión 3D es muy importarte investigar los tipos de filamentos, pero también sobre los beneficios y las desventajas de cada material, lo mismo que la aplicación que tienen en las diferentes áreas de la industria. La impresión 3D, también conocida como manufactura aditiva, responde a una serie de procesos que producen objetos a través de la adición de material en capas, que corresponden a las sucesivas secciones transversales de un modelo 3D.

Dentro de los materiales más usados para impresión se encuentran los plásticos y las aleaciones de metal, sin embargo, se puede utilizar materiales como el hormigón y el tejido vivo (Autodesk, 2020). Según el caso, cada prótesis necesita de un recurso de material *filamento* diferente y se debe tener en cuenta las ventajas y desventajas que ofrece cada uno, sin olvidar las técnicas de impresión que hay que aplicar para cada filamento (Impresoras3D.com, 2018). Entre los materiales más utilizados se encuentran:

- *Poliácido Láctico PLA*. Este material es biodegradable y es uno de los más utilizados en la impresión 3D. Tiene facilidad de impresión, no necesita cama caliente, es muy estable, su velocidad de impresión es más rápida que otros materiales, procede de materia orgánica (maíz, trigo) por lo que ofrece capacidad de biodegradación bajo condiciones adecuadas, se obtiene de recursos renovables y es de material reciclable. Se aplica especialmente para elementos decorativos, figuras, maquetas, prototipos.

- *Acrilonitrilo Butadieno Estireno ABS*. Este material plástico se deriva del petróleo y es muy utilizado en la industria (ingeniería, automoción, diseño). Dentro de sus ventajas se encuentran la estabilidad a altas temperaturas (Apróx. 80 °C–90 °C) y que conserva la tenacidad a temperaturas extremas de -40°C hasta 90°C. La mayoría de los plásticos no tienen esta capacidad, tiene buen mecanizado y se puede lijar, perforar y es resistente a ataques químicos. Dentro de sus aplicaciones se tienen elementos mecánicos, piezas de automoción y piezas industriales en general.
- *Tereftalato de Polietileno PET*. Esta variedad de plástico es muy utilizada como material de uso alimenticio para envases de alimentos, botellas, etc. Se trata de un poliéster que presenta ventajas como alta transparencia, incluso siendo el filamento de color, tiene alta resistencia al desgaste y corrosión, es de buena resistencia química y térmica, resistente a impactos, es impermeable, resiste a esfuerzos permanentes (flexibilidad), tiene baja absorción de humedad, en el uso doméstico permite cocción en microondas, tiene alta capacidad de mecanizado y es resistente a ácidos, bases y grasas. Se aplica a cualquier tipo de objeto y envases de uso alimenticio que esté en contacto humano, tales como vasos, cucharas, cepillos, …, elementos decorativos que aporten transparencia, entre los más importantes.
- *Tereftalato de Polietileno Glicol PETG*. Este material es una modificación del PET al que se le añade Glicol para conseguirlo. Tiene como ventajas el conservar los beneficios del PET, pero además posee mayor durabilidad y dureza, excelente adhesión entre capas, más flexible o tolerancia a la torsión que otros filamentos más rígidos como el ABS, buena resistencia a impactos y buena estabilidad térmica. Se puede utilizar para cualquier tipo de pieza que requiera de buena resistencia a los impactos y un poco de flexibilidad. También para piezas decorativas en las que se busque la translucidez o para crear recipientes para alimentos.
- *Elastómero termoplástico TPE*. Filamento flexible que consiste en una combinación de plástico (termoplástico) y caucho (elastómero) y que ofrece mejores propiedades de cada tipo. Como ventajas ofrece que amortiguan muy bien los impactos, tiene gran resistencia a rotura del material por fatiga, capacidad de estiramiento moderados y recuperación de su forma una vez que se deja de estirar, es de material reciclable y muy suave. Se utiliza en partes táctiles suaves de herramientas, elementos protectores, pulseras, collares, elementos decorativos y objetos flexibles.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El empleo de prótesis data desde el 2000 A.C., cuyo objetivo es mejorar las condiciones de vida, pero desde hace poco surge la necesidad de emplear esta técnica para mejor la calidad de vida para aquellos animales que tienen pérdida total o parcial de sus extremidades (Dorador, 2004).

Surge así la idea de implementar la impresión de prótesis 3D, la cual tiene amplia aceptación ya que otro tipo de material, además de costoso, puede ser incómodo para manejo de traumatismos que se presenten en los animales. Las prótesis en la impresión 3D son fabricadas a la medida del paciente con una mezcla de materiales rígidos y flexibles que le permitan al animal ser autónomo y mejorar su movilidad. De esta manera se convierte en una herramienta de la veterinaria para mejorar la calidad de vida de los animales.

En el desarrollo del proyecto se formula la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo estructurar un proceso industrial para elaborar prótesis en impresoras 3D para animales domésticos?

4. DISEÑO METODOLÓGICO

Se trata de un tipo de investigación aplicada, centrada en encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto, como curar una enfermedad o conseguir un elemento o bien que pueda ser de utilidad. Por consiguiente, el tipo de ámbito al que se aplica es muy específico y bien delimitado ya que no se trata de explicar una amplia variedad de situaciones, sino intenta abordar un problema específico. La investigación es deductiva y se basa en la obtención de conclusiones a partir de la observación de hechos. La observación y análisis permiten extraer conclusiones más o menos verdaderas, pero no permite establecer generalizaciones o predicciones. De esta manera se desea proponer un proceso industrial para la impresión 3D de prótesis para la medicina veterinaria, con un enfoque hacia los animales de compañía.

En el desarrollo se describe los procesos que hasta ahora se han establecido en el mercado mundial, no se realiza experimentos en animales porque se toma como base los que ya se han investigado en otros

procesos. Para el argumento de la investigación se obtuvo datos cuantitativos, ya que es importante conocer el impacto que tiene la impresión 3D en la sociedad. El proyecto se desarrolla en cuatro fases:

4.1 Fase 1: Diagnóstico

- *Consulta sobre software y hardware para impresión 3D*. Conocer los principales componentes técnicos de la tecnología 3D, es el precio en el mercado, ventajas y desventajas y cómo es la interfaz entre software y hardware para el usuario.

- *Aplicación de la impresión 3D en la medicina veterinaria en la actualidad*. Se investiga los casos reales de implementación y si tuvieron éxito o no, también si existen nuevas tecnologías o de que materiales que se están implementando en las prótesis, ya que en muchos casos son artesanales.

- *Búsqueda de técnicas o características para su aplicación*. Identificación de nuevas tecnologías y costos, buscando las mejores opciones de implementación y pensando en el bienestar del paciente con amputaciones, también se buscan alternativas para disminuir los tiempos de producción.

4.2 Fase 2: Análisis

- *Realización de encuestas*. Se realiza encuestas a 150 personas que permiten recolectar y analizar los datos de percepción que tienen con relación a una prótesis 3D para los animales de compañía.

- *Definir estado de la situación en el área de la salud veterinaria*. Análisis de empresas que actualmente se dedican a impresión 3D en el área veterinaria, identificar su estado e implementar mejoras.

- *Investigación de testimonios y casos de éxitos en el país y en el exterior*. Se investiga sobre casos de éxito en Colombia de los que actualmente no se obtiene información; además, dado que la elaboración de prótesis en el país es artesanal, se toma casos de éxito en países como Estados Unidos.

4.3 Fase 3: Validación

- *Realización de un prototipo del proceso.* Realizar un prototipo de proceso para prótesis 3D para animales de compañía con tecnología adictiva, garantizando prototipos más rápidos en menor tiempo y costo de fabricación para mejorar la calidad de vida del animal.

- *Levantamiento de KPIS.* En la búsqueda para implementar indicadores se utiliza los *key performance indicators KPIS*, que tiene como objetivo medir, calcular y hacer el seguimiento del desempeño para la propuesta del proceso industrial para elaboración de prótesis en impresoras 3D para animales.

- *Medición de probabilidad de casos fallidos.* En revistas e investigaciones se trata de encontrar qué casos fallidos se han dado, para tener en cuenta en el proceso de fabricación y llevar a cabo las mejoras necesarias.

4.4 Fase 4: Propuesta

- *Proponer su ejecución a corto plazo para optimizar tiempos y costos en el proceso de producción.* Con la propuesta del proceso industrial para elaboración de prótesis en impresoras 3D para animales, se tiene como objetivo mejorar su calidad de vida y la optimización productiva de la cadena de producción, reduciendo tiempos de fabricación.

5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

5.1 Fase 1: Diagnóstico

Para llegar a la propuesta de un proceso y proporcionar los costos, se realizó un comparativo de software y hardware. A la hora de imprimir en 3D se requiere un escáner 3D para reunir los datos, y con esa información construir modelos digitales tridimensionales. Por esta razón se investiga acerca de los diferentes escáneres 3D que se utilizan en la industria, los cuales se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Escáneres identificados

	SENSE 3D SYSEMS	**EINSCAN PRO 2X**
Consumo máximo de energía	5 V CC	50w
Volumen mínimo de escaneo	0,2 m x 0,2 m x 0,2 m	30 x 30 x 30 mm
Volumen máximo de escaneo	2 m x 2 m x 2 m	Escaneado automático: 200x200x200mm Escaneado fijo: 700 x 700 x 700 mm
Dimensiones	17,8 cm x 12,9 cm x 3,3 cm	570 x 210 x 210 mm
Rango operativo	mín. 0,4 m máx: 1,6 m	8 S
Tamaño de modelado en profundidad	640 px (ancho) x 480 px (alto)	700 x 700 x 700 mm.
Interfaz de datos	USB 3.0	USB 3.0
Longitud de cable USB	2 m	2 m
Hardware		
Sistemas operativos compatibles	Windows 8 y 10 (64 bits)	Windows 7, 8 y 10 (64 bits)
Intel Core i5 5 gen. o superior	2 GHz o más rápido	4 GHz o más rápido
RAM	4 GB mínimo	8 GB
Espacio en disco duro disponible	2 GB	1 GB
SOPORTE DE IMPRESIÓN	NO	SI
Costo	$ 18.576.904	$ 2.384.600

La impresión 3D apunta a reducir tiempos y eliminar métodos de producción tradicionales, para esto se hace una investigación de las fichas técnicas de las impresoras 3D más acordes para la fabricación de prótesis 3D (Tabla 2).

Tabla 2. Impresoras 3D encontradas

	Creality Ender 3	**Ultimaker 2+**	**Ultimaker 2 extenden+**	**Formlabs form 2**
Construcción de volumen	220x220x250 mm.	223x 223x205 mm	223x223x305 mm	145x145x175 mm
Dimensiones ensambladas	220x220x250 mm.	342x493x588 mm	342x 493x688 mm	350x330x520 mm
Peso	10 kg.	11.3 kg (24.9 lbs)	12.3 kg (27.1 lbs)	13 kg / 28.5 lbs
Tecnología de impresión	FDM (Sistema Bowden)	Fabricación de filamentos fundidos (FFF)-FDM	Estereolitografía (SLA)	
Salida de potencia	360W	221 W		65W
		Propiedades		
Resolución de capa	Boquilla de 0,4 mm: 200-20 micras	Boquilla de 0.25 mm: 150 - 60 micras Boquilla de 0.4 mm: 200-20 micras Boquilla de 0.6 mm: 400-20 micras Boquilla de 0,8 mm: 600 - 20 micras	Boquilla de 0,4 mm: 200-20 micras Boquilla de 1,75 mm: xxxx 25, 50, 100 micras	
Resolución XYZ		12.5, 12.5, 5 micras	printing Nobel 1.0	
Monitor		Pantalla de matriz de puntos con rueda de clic	Interactive touchscreen	
Cabezal de impresión	Solo una boquilla	Boquilla intercambiable	Boquilla intercambiable	
Diámetro de boquilla	0,4 mm	0.25, 0.4, 0.6, 0.8 mm (todo incluido)	0,14mm	
		Parámetros de operación		
Velocidad de desplazamiento del cabezal		300 mm / s		
Velocidad	180 mm/s.	<24 mm^3 / s		
Temperatura de la boquilla	110-255 ° C	180 - 260 ° C		
Tiempo temperatura de la boquilla		<2 minutos		
Sonido de funcionamiento		50 dBA		
Nivelación de placa		Nivelación asistida		
Placa de construcción		20 - Construcción de vidrio calentado a 100°C		
Temperatura de funcionamiento		15 - 32 ° C (59 - 90 ° F)		
Temperatura no-operativa		0-32 ° C (32-90 ° F)		
		Sistema		
Software administrado		Ultimaker Cura (gratuito)	PreForm	
Sistema operativo	Windows, Mac, Linux	MacOS, Windows y Linux	Windows 7 o superior, Mac OS X 10.7 o superior, OpenGL 2.1 y 2 GB de RAM	
Integración de complementos		SolidWorks, Siemens NX, Autodesk Inventor		
Tipos de archivos admitidos	STL, OBJ, G-Code	Ultimaker Cura: STL, OBJ, X3D, 3MF, BMP, GIF, JPG, PNG Formatos imprimibles: GCODE		
Transferencia archivos	USB	Tarjeta SD (incluida)		
Materiales	PLA, ABS, HIPS, NYLON, FLEXIBLE, PETG	PLA, ABS, HIPS, NYLON, FLEXIBLE, PETG	PLA, ABS, PETG, Flexible 95A, composites	
Costo	$ 1.503.000,00	$ 11.498.031,00	$ 13.950.356,00	$ 18.053.490,00

A partir de un modelo 3D se puede fabricar de forma rápida y precisa, y una vez que se tenga el diseño digital se puede definir los parámetros de fabricación, por lo cual se hace una investigación sobre el software más utilizado en la industrial, además de los beneficios y desventajas puede tener a la hora de utilizarlos (Tabla 3).

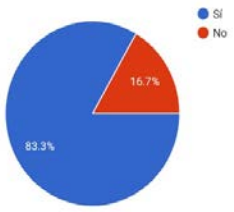
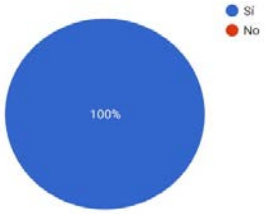
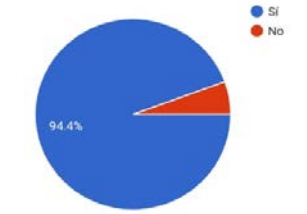
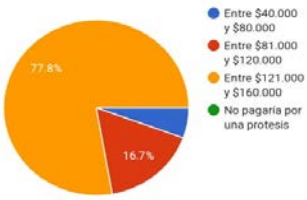
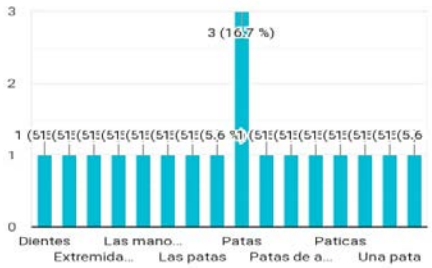
Tabla 3. Software 3D identificados

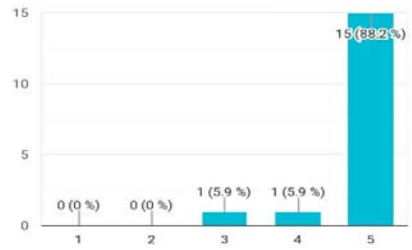
	SolidWorks	**Geomagic Design X**
Beneficios	*Modelado preciso en dimensiones. *Diferencia entre superficies y partes solidad asemeja más el modelado al producto rea. *Capacidad de simulación de materiales, resistencias, mecanismos, entre otros.	*Geomagic Design X hace que los datos de escaneado 3D sean más útiles. *Reduce el tiempo de diseño y desarrollo de productos. * Software de ingeniería inversa y Pos-procesamiento de datos
Desventajas	*Modelado de superficies complejo, limitados por dibujo de curvas. *Tiempo de modelado alto para piezas con múltiples partes.	* Alto costo de inversión
Costo	$ 19.800.0000	$ 47.700.000

5.2 Fase 2: Análisis

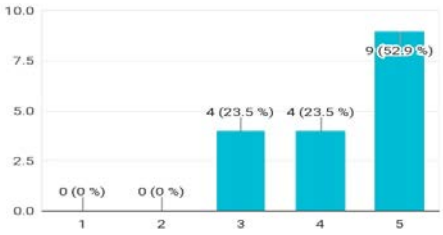
Para conocer en detalle la percepción con relación a una prótesis en impresión 3D para animales de compañía, se realizó una encuesta a 150 personas. En la Tabla 4 se presenta los resultados obtenidos.

Tabla 4. Resultados de la encuesta aplicada

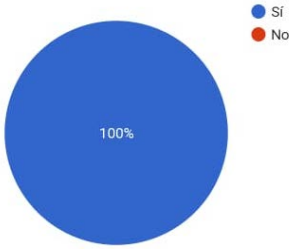
	Descripción
	Conocimiento de la impresión 3D Según la encuesta, el 83.3% de las personas tienen conocimiento sobre las impresoras 3D, el restante 16.7% las desconoce
	Importancia de las prótesis Se identificó que las 150 personas encuestadas consideran que es de gran importancia las prótesis para animales domésticos y además se tiene un 100% de certeza que la calidad de vida de los animales mejoraría con este tipo de prótesis
 	Disposición a pagar Se muestra que el 94.4% de las personas estarían dispuestos a pagar por una prótesis para sus mascotas, de esta cantidad de personas el 77.8% estaría dispuesto a pagar entre $121.000 y $160.000, el 16.7% estaría dispuesto a pagar entre $81.000 y $120.000 el otro 5.5% estaría dispuesto a pagar entre $40.000 y $80.000
	Miembro u órgano más frecuente a la pérdida Según la experiencia de las personas encuestadas se identificó que el miembro que se pierde frecuentemente son las patas



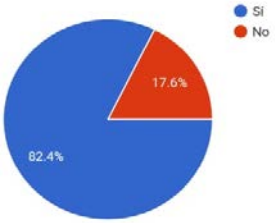
Posibilidad de invertir en proyectos de prótesis
El 52% de personas encuestadas estarían dispuestos a invertir en un proyecto de prótesis que ayudaría a mejorar la calidad de vida de los animales



Acertamiento al intervenir a un animal con prótesis
Se tiene 52.9% de certeza que la respuesta sea positiva al ser intervenido un animal con prótesis fabricada en impresoras 3D



Disponibilidad a dedicar su tiempo
Las 150 personas encuestadas estarían dispuestas a dedicar tiempo en cuanto a todo el trámite (citas, pruebas, exámenes) para la implementación de las prótesis



Certeza de que el material es apto
Existe un 82.4% de certeza de que los materiales utilizados en las prótesis sean aptos para los animales

5.3 Fase 3: Validación

El objetivo de esta investigación es proponer un proceso industrial para la elaboración de prótesis en impresoras 3D para animales de compañía, por lo que el éxito de la ejecución será el personal calificado para la elaboración de las actividades y cuál es su rol en cada una de ellas. Para ello se realiza una serie de actividades propias y requeridas para el prototipo del proceso.

5.3.1 Organigrama

Se propone un organigrama horizontal (Figura 1) debido que el proceso de fabricación de una prótesis 3D para animales no requiere mucha mano de obra. Inicialmente se debe contratar dos empleados necesarios para la ejecución del proceso, la dirección general se encargará de toda la parte legal y económica de la compañía. En el ejercicio de otras áreas, como la parte comercial, será contratado por terceros y se encargará, esporádicamente, de impulsar la marca en algunos eventos del sector veterinario.

Figura 1. Organigrama propuesto

5.3.2 Proceso administrativo

En el proceso administrativo (Figura 2) se puede observar que el cliente va buscar una solución para mejorar la calidad de vida de su animal, en este proceso no se cuenta con veterinarios dado que la finalidad de la propuesta del proceso industrial es encontrar una solución para reducir tiempos y costos de producción para una prótesis 3D, teniendo en cuenta la opinión y diagnóstico externo de la radiografía por parte de un veterinario.

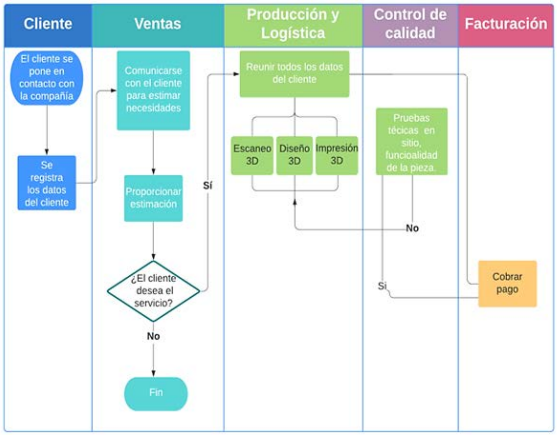


Figura 2. Proceso administrativo definido

5.3.3 Procesos operativos

En el proceso operativo (Figura 3) se detalla el paso a paso para la fabricación de una prótesis 3D para animales de compañía. A partir de la radiografía del animal se procede a escanear la parte afectada (miembros delanteros o traseros); luego se hacen ajustes de tamaño de la malla y se convierte a un sólido en el software 3D; se pasa el archivo a STL y luego, en el software de lamiado que tenga la impresa 3D, se hacen ajustes de impresión como relleno, división de la pieza si es necesario, y luego de que el proceso de impresión 3D termine se proceden hacer ajustes de pulido pintado y ensamble de la prótesis.

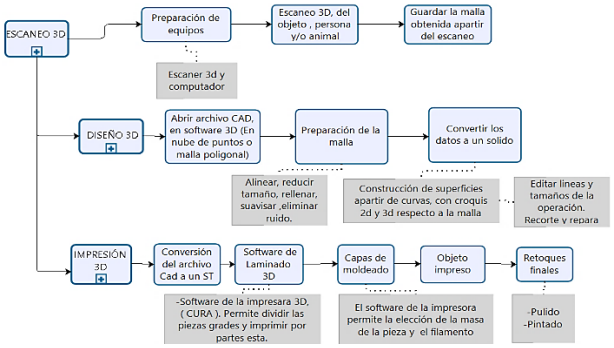


Figura 3. Proceso operacional

5.3.4 Porcentaje de utilización y *layout*

Para llevar a cabo la operación se proporciona el *layout* de la Figura 4 en el cual, las labores relacionadas con la producción, tienen un porcentaje de utilización de 40% solamente (Tabla 5).

Tabla 5. Porcentaje de utilización

	Actividad	Área necesaria	m² por puesto de trabajo
1	Escaneo (teniendo en cuenta radiografía y toma de medidas de las patas del animal)	0,57 m x 0,25 m	0,143
2	Diseño es software 3D	1 m x 1 m	1
3	Impresión 3D	0,35 m x 0,50 m	0,175
4	Ensamble pulido y pintado de la pieza	1 m x 1 m	1
5	Secado de la pieza	0,5 m x 1 m	0,5
6	Prueba en sitio con el animal	2 m x 2 m	4
			7 m²
Área en m²	17,0625 Porcentaje de utilización en producción	40%	

Figura 4. *Layout* definido

5.3.5 Costos

Para hacer un ejercicio de proyección financiera se supone un consumo de MP ABS y como tamaño un promedio para animal de raza pequeña o gatos, con 3 puestos de trabajo; como demanda se define una prótesis por día, ya que con el análisis de tiempos y porcentaje de ocupación fue la capacidad resultante del VSM. Con el anterior análisis financiero se identifica que con la producción de prótesis la empresa no tendría utilidad, por eso se recomienda hacer uso de la maquinaria y MP para producción en otros sectores, como museos, industria automotriz y realización de moldes para el sector manufacturero.

Tabla 6. Costos Parte I

Hoja de costos final								
			Cantidad		26			
OP No.			Costo total		$ 68.816.975			
Producto			Costo unit		$ 2.646.807			
Referencia			Precio vta unit		$ 300.000			
Fecha inicio			Venta total		$ 7.800.000			
Cliente			Utilidad		-$ 61.016.975			
			% Utilidad		-782%			
MP								
Concepto	**Descripción**	**Und**	**Cant**	**Vlr. Unit**	**Subtotal**			
Inventario	Abs	Und	5	$112.312	$ 561.560			
+ Flete	Transporte	Und	1	$ 80.000	$ 80.000			
- Descuento	Pago efectivo 10%	%	10%		$ -			
= Consumo					$ 641.560			
MO								
Proceso	**Cargo**	**Hw**	**Valor hora**	**Salario**	**Fp**		**Otros**	**Hr reales**
Ingeniero	Operario corte	48	$ 2.894	$ 1.002.854	53,77%		$ 56.167	206
Administ.	Operario ensamble	48	$ 2.894	$ 1.002.854	53,77%		$ 56.167	206
Operario	Operario acabado	48	$ 2.894	$ 1.002.854	53,77%		$ 56.167	206
								1.617.784

Tabla 6. Costos Parte II

Activos	**Cantidad**	**Unitario**	**Total**
Scaner Sense -3d sysems	1	2.384.600	2.384.600
Ultimaker 2+	1	11.498.031	11.498.031
Software geomagic desing x	1	47.700.000	47.700.000
Computador	2	10.00.000	2.000.000
Mesa	7	200.000	1.400.000
Sillas	8	80.000	640.000
Teléfonos	1	35.000	35.000
Impresora	1	300.000	300.000
Transportador manual	1	600.000	600.000
Total			$66.557.631

5.3.6 Levantamiento de KPIS

Considerando el objetivo del proyecto se busca plantear indicadores de medición para la propuesta del proceso industrial para elaboración de prótesis en impresoras 3D para animales domésticos, para ello se toman en cuenta las unidades de medida: costos de fabricación (Tabla 7), tiempo de producción (Tabla 8) y cantidad de casos atendidos (Tabla 9).

Tabla 7. KPI 1- Costo de fabricación

Desperdicios				
Indicador	**Recursos utilizados en el proceso**	**Meta**	**Rango**	**Desviación**
Objetivo	Determinar la eficiencia en el uso de recursos durante el proceso de fabricación de la prótesis 3D	0%	1% - 15%	> 16%
Fórmula	$\text{RUP} = \frac{\text{Costo de materiales desperdiciados en una prétesis}}{\text{Costo Total de materiales planeados en una prótesis}} x100\%$	Escenario Conforme	Escenario Tolerancia	Escenario Desviación
Frecuencia	Por prótesis elaborada	Realizar utilización de recursos lo más exacto posible	Se espera una producción sin desperdicios, sin embargo, se tiene una tolerancia entre el 1% y el 15%	Verificar porque se está dando alto porcentaje de desperdicio y realizar plan de mejora
Responsable	Director producción			
Observación	El director de producción tiene formato en el cual se podrá realizar el reporte del material utilizado, también podrá informar los desperdicios y las probables causas.			

Tabla 8. KPI 2- Cantidad de casos atendidos

Unidad de Medida 2: Devoluciones o garantías				
Indicador	**Análisis a la cantidad de devoluciones o garantías recibidas**	**Meta**	**Rango**	**Desviación**
Objetivo	Establecer el protocolo necesario para evitar al máximo las devoluciones	0%	1% - 15%	> 16%
Fórmula	$\text{RUP} = \frac{\text{Cantidad de prótesis de devolución o garantía}}{\text{Cantidad de unidades vendidas}} \text{x}100\%$	Escenario Conforme	Escenario Tolerancia	Escenario Desviación
Frecuencia	mensual	Continuar con el proceso ya establecido	Verificar la tendencia en las causas de devolución y tomar acciones conjuntas con el vendedor	Realizar un reemplazo total de la prótesis
Responsable	Administrador - Mercadeo y ventas			
Observación	El área administrativa debe revisar mensualmente si hubo devoluciones y clasificarlas según el motivo.			

Tabla 19. KPI 3- Tiempo de producción

Unidad de Medida 3: Productividad				
Indicador	**Manejo de la eficiencia en la MOD y las MP**	**Meta**	**Rango**	**Desviación**
Objetivo	Determinar los CIF y la MO, para la fabricación de una prótesis 3D para mascotas.	100%	70% - 80%	< 69%
Fórmula	$\text{RUP} = \frac{\text{Cantidad de prótesis producidas}}{\text{No. Epleados MOD}} \text{x}100\%$	Escenario Conforme	Escenario Tolerancia	Escenario Desviación
Frecuencia	Mensual	Mantenerse con la línea de producción teniendo en cuenta los tiempos ya proyectados.	Escuchar por parte de los empleados las posibles causas de retrasos.	Restructuración de la línea de producción o plan de mejora.
Responsable	Director producción			
Observación	En el área de producción se realizarán tomas de tiempos y unidades producidas, para verificar la optimización de tiempos.			

5.4 Fase 4: Propuesta

Finalmente, se busca ejercicios de optimización de tiempos y costos; para ello se realiza un estudio de tiempos para el corto plazo sumando a ejercicios de validación al proceso de ejecución.

5.4.1 Estudio de tiempos

Para llevar a cabo una distribución adecuada en la ubicación de puestos de trabajo es necesario evaluarlos uno a uno, por este motivo se presenta el estudio de tiempos de la Tabla 10, teniendo en cuenta sus respectivos tiempos suplementarios.

Tabla 10. Estudio de tiempos

	Actividad	Observado min	Promedio	% vrt	% suplem	Sam en min
1						
2	Diseño es software 3D	90	90	80%	10%	81
3	Impresión 3D	180	180	80%	10%	162
4	Ensamble pulido y pintado de la pieza	30	30	70%	15%	25,5
5	Secado de la pieza	15	15	65%	15%	12,00
6	Prueba en sitio con la mascota	30	30	60%	20%	24,00
					Total	355,5

La demanda (Tabla 11) se analizó con 1 unidad por día, ya que según los tiempos sería la cantidad capaz de producir con tres personas operando y el área disponible.

Tabla 11. *Tack Time*

Demanda		
Jornada laboral	9	horas
Tiempo almuerzo	1	hora
# turnos	1	día
Días hábiles mes	26	días
Demanda	1	unid x día
Tiempo disponible TURNO 1 (6 AM - 2 PM)		
Horas reales	8	horas por turno
	480	min por turno
	28800	Seg. por turno
Producción por día		
1,00	Unidades a producir por día	
Tak Time	480	Min por unidad

5.4.2 Ruta

La ruta de producción es lineal y a continuación, se analiza con un tiempo min de 405 min (Figura 5).

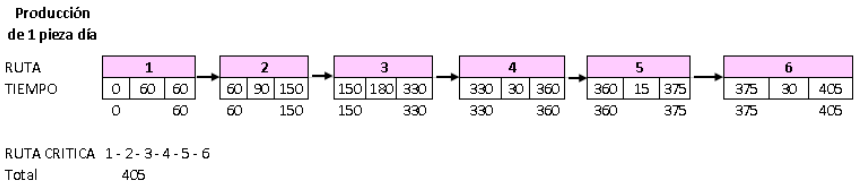


Figura 5. Ruta

5.4.3 Ruta crítica

Con la elaboración y análisis del VSM se puede concluir que al proponer el proceso industrial para la elaboración de prótesis en impresoras 3D para animales de compañía (Tabla 12), la capacidad de utilización de cada proceso es inferior al 100%.

Tabla 12. Ruta crítica

	Actividad	Duración	Pre-requisito	Wp	Pw	Puestos
1	Escaneo (teniendo en cuenta radiografía y toma de medidas de las patas del animal)	60	0	345,0	0,1	1
2	Diseño es software 3D	90	1	255	0,2	1
3	Impresión 3D	180	2	75	0,4	1
4	Ensamble pulido y pintado de la pieza	30	3	45	0,1	1
5	Secado de la pieza	15	4	30	0,0	1
6	prueba en sitio con la mascota	30	5	0	0	1,0
		405				

Tmin	405	min
Tlin	405	min
Ruta crítica	1-2-3-4-5-6	
Dda	1	und/ días
Tw	480	min/día
Tt	480	min/und

En el proceso de escaneo solo hay un 13% de utilización en prótesis para animales de compañía, por lo que se puede incursionar en otros sectores industriales prestando el servicio de escaneo:

- Salud: Escaneo de piezas dentales para la industria odontológica.
- Ciencia y educación: Escaneo de piezas fósiles que ayuden en el estudio y la investigación.
- Arte y diseño: Escaneo de piezas arquitectónicas que ayuden a la preservación del patrimonio histórico.
- Diseño industrial y manufacturero: Escaneo de piezas mecánicas, carrocerías.
- Ingeniería inversa: Obteniendo información de la pieza por medio del escáner con el fin de determinar componentes y opciones para ser mejorados.

En el proceso de diseño solo hay un 19% de utilización en prótesis para animales, por lo que se puede incursionar el 81% en la búsqueda de nuevos sectores industriales prestando el servicio de diseño, tales como el diseño industrial en el área de la salud, arte y educación, y en la personalización de productos.

En el proceso de impresión solo hay un 38% de utilización en prótesis, por lo que se puede incursionar el 62% en la búsqueda de nuevos sectores industriales prestando el servicio de impresión, tales como publicidad en empresas de servicio o manufactureras: Impresiones de llaveros con el logo del cliente.

Estos tres procesos también pueden ir encadenados a cumplir el ciclo completo de escaneo, diseño e impresión 3D; algunas industrias que requieren de este ciclo son: museos, sector automotriz y salud (Figura 6). Al incrementar los porcentajes de utilización de los procesos de escaneo, diseño, e impresión 3D, se aumentará significativamente los porcentajes de mano de obra de una persona en los demás procesos de ensamble, secado y pruebas técnicas en sitio.

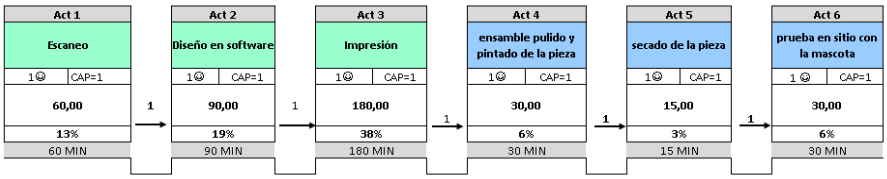


Figura 6. VSM

La maquinaria utilizada para diseño e impresión tiene la capacidad de producir solo una pieza en el tiempo ya observado. De la encuesta realizada por la firma Brandstrat se infiere una gran demanda de animales de compañía, que va en un crecimiento acelerado, por consiguiente, esto conlleva a realizar un proceso que proporcione en el ámbito veterinario una solución de bajo costo y reducción de tiempo en la producción de prótesis con ayuda de la tecnología 3D (escaneo, impresión). Se evidencia que es recomendable una ampliación del portafolio a otras industrias y así obtener un equilibrio financiero (Dinero, 2019).

6. CONCLUSIONES

Se logró una construcción que permite mirar la tendencia y avances en relación con las nuevas tecnologías, donde las aplicaciones son múltiples, no necesariamente en la medicina veterinaria, sino también en áreas como: la medicina humana, la manufactura, industria automotriz e incluso en el servicio para museos.

Por medio del análisis de los resultados de la encuesta y la definición de la situación actual se lograron testimonios positivos, donde tendrá impacto acertado la construcción de un modelo para su implementación.

Utilizando indicadores KPIS de procesos y realizando el prototipo del proceso que incluyeron *layout*, costos y estudios de tiempos, se lograron mediciones de procesos que permiten generar viabilidades técnicas, sin embargo, se pueden potenciar y direccionar a otros tipos de escenarios, es decir, es viable el proceso técnicamente, pero se requiere ampliar el portafolio para favorecerlo financiera y comercialmente.

Es posible proponer la ejecución del proceso a corto plazo mediante la optimización de tiempos y costos para industrias con tendencia a I4.0, que permitan mejorar las condiciones de salud de los animales de compañía.

Una de las soluciones más viables para los traumatismos que se presenten en los animales sería las prótesis en la impresión 3D, que son fabricadas a la medida del paciente con una mezcla de materiales rígidos y flexibles que le permiten al animal ser autónomo y mejorar su movilidad, así mismo una buena herramienta que utilizaría el gremio de la veterinaria para mejorar la calidad de vida de los animales.

Capítulo III
Simulación de la modificación de la logística interna en una empresa metalmecánica

Sergio Augusto Fernández Henao[1]
Angie Paola Castillo Ramírez[2]
Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid
Colombia

En este capítulo se hace énfasis en el proceso que realizan los *patinadores* al surtir la línea de ensamble, puesto que es la que va a tener el mayor cambio con la nueva propuesta debido a que la actual manera de surtir, consistente en lotes, debe pasar a hacerse a través de *kits*. Se toma como base el software Promodel, el cual sirve como herramienta para la simulación del proceso, tanto del actual como el de la propuesta, y también se realiza la recolección de datos, hablándose de tiempos, distancias y cantidades manejadas en el sistema. Además, es importante aclarar que los cambios internos también generan cambios externos, que en el proyecto se tratan de minimizar, puesto que son modificaciones que deberá realizar el cliente externo y que, frente a sus procesos, no se tiene influencia alguna, por lo que serán tomados como restricciones para la simulación. Se espera tener la información adecuada y suficiente para la toma de decisiones en cuanto a los tiempos libres de cada uno de los *patinadores*, lo que optimizaría su actividad y aumentaría la productividad del proceso. Finalmente, como resultado se alcanzará un mayor nivel de cumplimiento al cliente final y una mejor reacción a los cambios en la línea de producción, lo que se verá reflejado en 1.34 horas de ahorro en el proceso del *patinador* CKD debido a que entregará hasta dos piezas más, lo que implica un tiempo libre que podrá utilizar en otra actividad. Además, el *patinador* tendrá capacidad para entregar a la línea de producción un total de 337 kits, resultantes en 337 carros, por lo cual se ahorra el tiempo equivalente a la entrega de nueve carros más, que corresponde aproximadamente a 36 minutos, pero que no sería destinado a su producción, sino al preventivo, en el que el *patinador* estaría disponible para realizar otras actividades que le sean asignadas.

[1] Ingeniero Industrial y Magíster en Investigación Operativo y Estadística. Coordinador de la Red Académica de Productividad REDPROD, profesor Asociado de tiempo completo del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid y Coordinador del área de Producción de la misma Institución. Las áreas de interés son la Producción, Investigación de Operaciones, Productividad, Mejoramiento Continuo y Control de Calidad.
Contacto: *safernandez@elpoli.edu.co*

[2] Ingeniera en productividad y calidad. Se desempeña como ingeniera de mejoramiento y proyectos de una empresa metalmecánica comercializadora de autopartes. Con experiencia en implementación y seguimiento de metodologías como Lean Manufacturing, Kaizen, 8D, 5'S y Core Tools propias del sector.
Contacto: *giepao11@gmail.com*

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el sector automovilístico ha tenido un amplio desarrollo a nivel mundial y que se percibe a través del crecimiento que han tenido las marcas asociadas. De esta manera, organizaciones como Renault han logrado un gran reconocimiento como marca que lleva consigo calidad y seguridad, todo debido a la estructura de mejoramiento que tiene en sus procesos. Sin embargo, a lo largo del tiempo estas empresas se han dado cuenta de que su desarrollo y mejora no depende exclusivamente de sí mismas, sino que también lo hacen a partir de toda su cadena suministros. Debido a esto, vieron la necesidad de crear mayores exigencias frente a sus proveedores y distribuidores, lo que les permite alcanzar un efecto cascada de su estructura de mejoramiento, tanto hacia adelante como hacia atrás.

De esta forma es que Renault y uno de los distribuidores se propusieron mejorar procesos y productos para garantizar su permanencia en el mercado. Sin embargo, es difícil implementar cambios drásticos que apunten a mejoras, si frente a los mismos no se tiene plena certeza de los efectos que pueden tener en sus procesos y entregas. Es por esto que la simulación, la cual permite visualizar la operación de sistemas a través de la experimentación digital, es una herramienta ideal para prever dichos efectos y disminuir la incertidumbre a la que conllevan los cambios.

Con la aplicación de esta simulación se muestra la comparación de alternativas que apuntan al mejoramiento del flujo de material en el proceso productivo, a través de empleados denominados patinadores. Con ello se podrá evaluar el rendimiento de la línea con diferentes formas de realizar el proceso logístico interno, lo que permite discernir el impacto que esto tendría en los tiempos de fabricación final, y así tomar una decisión apropiada sin necesidad de hacer la prueba en forma real y física, lo que incurriría en tiempo y costos que la compañía no quisiera invertir, dado que esto puede afectar sus utilidades o tiempos de respuesta a una necesidad latente.

En este capítulo, primero se ofrece una breve introducción a la empresa, presentando aspectos como historia, misión, visión y valores corporativos; posteriormente, se describe la problemática a la que se destina el proyecto, y a partir de allí se plantean los objetivos, que van encaminados a la solución de dicho problema. Luego se detalla la importancia de la realización del proyecto, una contextualización del tipo de investigación que se realizó y, finalmente, los resultados que se obtuvieron con la realización y las diversas conclusiones y recomendaciones que se plantean con base en toda la investigación.

2. MARCO TEÓRICO

La planeación de la producción es un aspecto fundamental dentro de cualquier organización ya que gracias a ella se logra optimizar los tiempos y recursos con los que se cuenta. Por esto es importante tener datos con el menor grado de incertidumbre para que se pueda realizar una planeación lo más cercana a la realidad y con la mayor confianza posible.

Para la empresa esta planeación se ha venido realizando con un alto grado de incertidumbre debido a que está sujeta a muchos factores externos. De esta manera los cambios en la economía modifican el pronóstico de ventas que realiza el concesionario, y ello a su vez modifica la secuencia en la que se basa la empresa para planear su producción. Además de esto la planeación también está sujeta al proceso productivo de Renault, puesto que todo lo que pasa a su interior genera cambios en la producción de la empresa.

Todos estos cambios hacen que la empresa pase el mayor tiempo de su producción *apagando incendios*, lo que acarrea altos costos de no-calidad y poca productividad en la línea. Para esto se propone un cambio en la planeación de la producción, el cual consiste en dejar de planear con base en la secuencia y producir con base en las notificaciones del sistema SANOP, una base de datos en tiempo real que muestra el número de cabinas que pasa por cada uno de los puntos del proceso productivo de Renault.

Para la implementación de la propuesta se utilizará las notificaciones de punto 35 de SANOP, el cual corresponde al proceso de inspección de pintura que se encuentra ubicado antes de punto 40, donde comienza el proceso de ensamble. Esto permite un mejor tiempo de entrega en caso de que se presente algún problema o percance en la línea de la empresa.

Dichas notificaciones provocan cambios en el método de surtir la línea, debido a que el actual se basa en la intuición y experiencia de los *patinadores*, los cuales entregan los materiales cuando observan que estos se

están acabando, lo que no permite responder a tiempo a las notificaciones. De allí surge la necesidad de surtir la línea en *kits*, que llevará el material necesario para producir únicamente lo que es notificado.

2.1 Marco conceptual

Si bien se ha mencionado a la logística interna como un aspecto fundamental dentro de las organizaciones, es necesario conocer de qué trata, para lo que Transgesa (2016) sostiene que la logística interna se podría definir a como todos aquellos procesos de la cadena de suministro que tienen lugar dentro de la propia empresa. Es decir, desde que la compañía recibe la mercancía en sus instalaciones hasta que ésta sale, ya sea hacia un colaborador logístico o rumbo a su destino final. De ahí la importancia de simular los cambios que se planean realizar en la misma.

La simulación, entendida como una técnica que consiste en crear modelos basados en hechos, observaciones e interpretaciones sobre el computador, a fin de estudiar el comportamiento de los mismos mediante la observación de las salidas para un conjunto de entradas (Laudon y Laudon, 1996), es una herramienta que permite visualizar la aplicación de modificaciones en un proceso sin necesidad de transformar la realidad. Frente a esto existen dos tipos de simulación:

1. *De eventos discretos*: es una acción que ocurre solo una vez en el tiempo, por lo cual se vuelve única en el sistema y puede ocasionar que el estado del sistema cambie (Mejía, 2014).
2. *De eventos continuos*: es una acción constante en el sistema ligada al reloj simulador que presenta eventos continuos, por lo cual las variables cambian ininterrumpidamente con respecto al tiempo (Mejía, 2014).

Es importante resaltar que este proyecto se encamina a la realización de una simulación de un evento discreto. Para ello es importante que se comprendan los conceptos que Dunna et al. (2006) definen:

- *Entidad*: es la representación de los flujos de entrada a un sistema.
- *Evento*: es un cambio en el estado actual del sistema.
- *Localizaciones*: aquellos lugares en los que la pieza puede detenerse para ser transformada o espera a serlo.
- *Recursos*: son aquellos dispositivos –diferentes a las localizaciones- necesarios para llevar a cabo una operación.
- *Atributo*: es una característica de una entidad.

2.2 Marco espacial

El proyecto se llevará a cabo en la sede de la empresa ubicada en el municipio de Envigado, Colombia, en la cual el almacén de materia prima se encarga de mantener el flujo de materiales constante para las tres líneas actuales: ensamble, soldadura y tanques. Cada una de estas líneas trabaja de manera diferente y su logística interna está totalmente separada dentro de las operaciones del almacén, es por esto que se facilita la implementación de las modificaciones en solo una de ellas, en este caso el proyecto se llevará a cabo en la logística interna de la línea de ensamble.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, la empresa viene planeando su producción con base en un secuencial anual que envía el cliente en enero de cada año, el cual posee una lista de los automóviles que serán vendidos durante el período, por lo que a partir de allí se planean los lotes que entran a la línea de ensamble de la empresa en cada turno.

El problema radica en que el cronograma no se cumple en su debido orden, debido a que se piden automóviles que están programados para fabricación en días diferentes y cuando se hace la petición la empresa no tiene lo solicitado, por lo que se ve obligada a desajustar lotes que están terminados o a parar la línea de producción para ingresar la referencia solicitada. Sin embargo, al tomar estas decisiones se debe tener en cuenta que el tiempo de entrega no siempre es suficiente, por lo que en estos casos la empresa se ve obligada a enviar un faltante que es penalizado monetariamente.

Por otro lado, en algunas ocasiones el distribuidor realiza cambios en las secuencias y notifica a la empresa a través de correos electrónicos que, muchas veces, se pierden en la cola de llegada. Así, la información se pierde en el camino y se sigue produciendo con una secuencia desactualizada, lo que también conlleva a tomar decisiones como las mencionadas anteriormente y que pueden implicar sanciones a la empresa.

De acuerdo con lo anterior, surge la pregunta de investigación: ¿Cómo puede la modificación de la logística interna mejorar la planeación de la producción dentro de la empresa?

4. DISEÑO METODOLÓGICO

- *Tipo de investigación*. Se trata de una investigación de campo o directa, ya que todo el estudio implica una observación directa de la situación real y actual. De esta manera, es factible conocer las características y el funcionamiento de la logística interna de la compañía y el punto de vista de los operarios, que diariamente están relacionados con los acontecimientos en la organización.

- *Método de investigación*. El método de investigación utilizado en el proyecto es el inductivo, ya que el estudio se da a partir de diversas observaciones y registros de datos, lo cual requiere involucrarse en el tema de estudio. De esta manera se realiza una organización de la información y los datos, y a partir de ello se llevan a cabo análisis que permiten postular teorías e ideas, las cuales serán aprobadas o rechazadas por los directivos de la organización.

- *Técnicas de recolección de información*. Para la investigación se hizo uso de las fuentes: 1) primarias: *patinador*, quien es el especialista del área; observación de los procesos; y documentos suministrados por la empresa; y b) secundarias: internet, tesis, proyectos de grados.

- *Delimitación y alcance*. El presente proyecto aplica para el área de logística en el proceso de los *patinadores*, con los cuales se realiza la simulación para determinar los tiempos utilizados en el nuevo proceso y si es factible o no realizar el cambio.

- *Población y muestra*. La población son los puestos de trabajo y la muestra se realizará a través de la observación directa con juicio de especialistas, en este caso los *patinadores*, que serán validados con toma de tiempos.

5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Como se observa en la Figura 1 el efecto que se presenta en la actualidad y que se tratará de disminuir con el presente proyecto se refiere a *Faltantes y/o minutos de paro en la línea cliente*. Se eligió analizar dicha problemática debido a los altos costos que se generan por dicho efecto y también porque se genera en el cliente final, lo que a su vez afecta la credibilidad e imagen de la empresa.

Figura 1. Diagrama causa y efecto

Es importante resaltar que este efecto es penalizado por el cliente final en dinero, es decir, cada vez que se genera un faltante o un paro en la línea la empresa debe pagar una penalización monetaria correspondiente a la dimensión de dicho efecto. Por lo anterior, es importante disminuir dichos efectos mediante acciones que se pueden tomar dentro de la empresa y que enfrenten las causas que se encontraron en el análisis de causas y efectos. Entre las causas encontradas se encuentran las siguientes:

1. La causa y sub-causas derivadas de los traslapes no son posibles de enfrentar desde la empresa como tal, debido a que se generan desde la empresa cliente, por lo que en el caso de que se presenten faltantes y/o minutos de paro en la línea serán penalizados, ya sea al proveedor que ocasionó dicha situación o a la empresa cliente como tal.

2. En cuanto a la causa de maquinaria, la sub-causa de falta de mantenimiento preventivo es un tema al cual se le está trabajando fuertemente puesto que el proceso de mantenimiento se encuentra sin ningún tipo de mediciones, por esto se decidió comenzar con un seguimiento a su trabajo actual con el fin de conocer la situación del proceso y luego proceder con la implementación de acciones correctivas. Para dicho seguimiento se estableció un indicador de cumplimiento de los mantenimientos programados y se le hace seguimiento semanal en respuesta rápida (reuniones informativas diarias entre administrativos).

3. En cuanto a la sub-causa del mal manejo de los operarios, cada vez que se presenta se realiza un llamado de atención al operario y se efectúa re-entrenamiento dependiendo del equipo o maquinaria afectada. Dicha acción ha disminuido considerablemente los efectos que se presentaban por esta causa y el jefe de producción está encargado de seguir trabajando en esta sub-causa.

4. En la causa de materia prima se tiene dos sub-causas a las que ya se les está trabajando para mejorar. En cuanto a la sub-causa de incumplimiento de especificaciones, las áreas de ingeniería y calidad son las encargadas de identificar la causa raíz de dicho incumplimiento y de realizar los análisis necesarios para tomar las evidencias y realizar el reclamo al proveedor, además de tomar las acciones pertinentes de acuerdo con el caso.

5. En la sub-causa de método de embalaje inadecuado se entregó dicho proyecto al SENA, mediante una modalidad tipo reto que se realiza en conjunto con Tecnoparques. La idea de dicho reto es recibir un prototipo de un nuevo método de embalaje, que reduzca los defectos que se están generando en los forros provenientes de SEATCO (perteneciente al mismo dueño de la empresa) y así reducir en gran mayoría el efecto generado por dicha sub-causa.

6. Para las causas de mano de obra y planeación de la producción se establece que la solución definitiva a está en la modificación del método de la planeación de producción, es decir, cambiar la planeación de la producción con base en la secuencia a planear y de acuerdo con la notificación que se realiza en el punto 35 de la línea de la empresa cliente (Inspección luego de pintura). Con este cambio se disminuirá en gran medida el efecto generado por dichas sub-causas.

Con base en el análisis anterior se decide que el informe de práctica se debe enfocar en las acciones que se toman para lograr el cambio en el método de producción, y es por esto que se elige presentar una simulación de la modificación de la logística interna de la línea de ensamble, debido a que es el aspecto que tendrá un mayor cambio y por ende un mayor impacto en la empresa.

5.1 Comparación entre la situación actual y la propuesta

5.1.1 Simulación de la situación actual

Se realiza la simulación del proceso del *patinador* teniendo en cuenta solo las piezas que harán parte del kit en el futuro, debido a que se quiere encontrar la diferencia en los tiempos de suministro de las mismas. Las piezas que se tendrán en cuenta para la simulación son las siguientes:

- *Moldeados*: para efectos de la simulación se tendrá como entidad, que en el proceso real son de dos clases: los espaldares y los asientos, pero como se entregan en el mismo lugar y se demora el mismo tiempo, se realizó la simplificación de la entidad.
- *Forros*: se realiza lo mismo que con los moldeados. Estas dos piezas las surte el *patinador* de línea, junto con otras que no harán parte del estudio.
- *Cárter*: se utilizan dos por silla y existen de dos clases: el externo y el interno, pero para simplificar la simulación se hace una sola entidad, esto no la afecta porque tienen los mismos tiempos de surtido.

- *Cinturón*: se utiliza uno por silla y son cuatro referencias, pero al momento de surtir se demora el mismo tiempo y se dejan en el mismo lugar, por lo que también se simplifica dejando una sola entidad llamada cinturón.
- *Molett*: es uno por silla y solo tiene una referencia. Estas tres piezas las surte el *patinador* de CKD junto con muchas otras que no harán parte del estudio.

Las piezas anteriores son tomadas como entidades en la simulación, las cuales representan lotes de piezas de la siguiente manera:

- Un moldeado representa un lote de moldeados que es de 8 unidades.
- Un forro representa un lote de forros que es 8 unidades.
- Un cárter representa un lote por 46 unidades.
- Un cinturón representa un lote por 88 unidades.
- Un *molett* representa un lote por 268 unidades.

El proceso de surtido de los *patinadores* consiste en identificar por medio de la observación la materia prima y qué insumo se está acabando en la línea para ir a surtirla, por lo que durante todo el turno mantiene dando vueltas en la planta para identificar los recipientes que están quedando vacíos. Se tienen dos líneas de ensamble de asientos delanteros, la izquierda y la derecha, por lo que el *patinador* debe surtir ambas líneas teniendo en cuenta la ubicación de las piezas dentro del almacén para introducir las distancias que debe recorrer para surtir cada una de ellas. Es importante resaltar que los *patinadores* solo tienen capacidad de surtir una referencia a la vez, por lo que deben hacer dos viajes por referencia para surtir las dos líneas. Se realizó un plano a escala de la distribución del almacén y las rutas que cada *patinador* realiza y con las cuales se realizó la simulación, tal como se observa en la Figura 2.

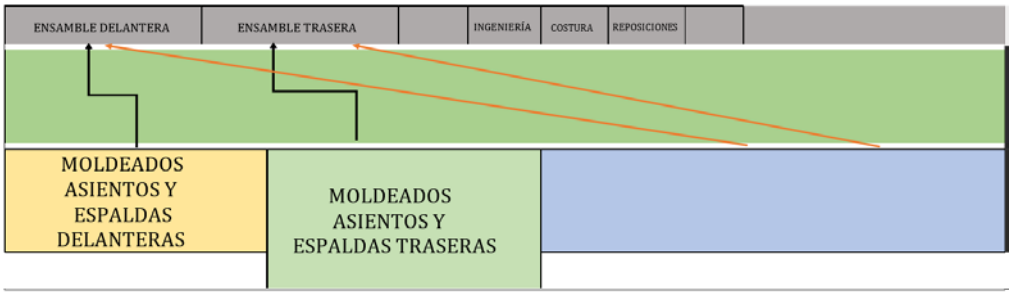


Figura 2. Plano actual de la distribución del almacén

La simulación (Figura 3) se realizó durante 22,5 horas debido a que se descuenta 1,5 horas al día por motivos de alimentación de los operarios, y durante este tiempo se debe hacer entregas de cada uno de las entidades para completar 324 autos, que son las unidades que realmente se entregan diariamente a la línea de la empresa cliente. Realizando la simulación se obtuvieron los datos de la Tabla 1.

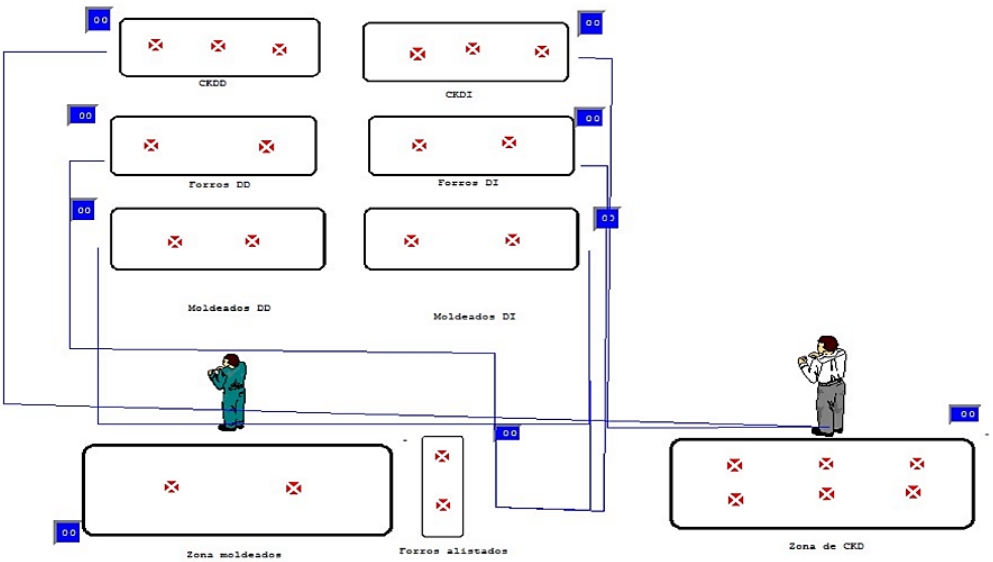


Figura 3. Simulación situación actual del proceso de los patinadores

Tabla 1. 1 Actividades de las entidades (Actual)

Simulación almacén actual (21 nov).MOD (Normal Run - Rep. 1)							
Name	Total Exits	Current Qty In System	Avg Time In System (SEC)	Avg Time In Move Logic (SEC)	Avg Time Waiting (SEC)	Avg Time In Operation (SEC)	Avg Time Blocked (SEC)
Cárter	12.00	16.00	36024.21	174.69	0.00	11485.00	24364.52
Cinturón	6.00	9.00	31063.41	385.48	0.00	21080.00	9597.92
Moldeado	164.00	380.00	29277.84	42.48	0.00	1920.00	27315.35
Molett	3.00	3.00	73466.41	402.54	0.00	65260.00	7803.87
Forro	164.00	380.00	29342.77	103.95	0.00	1860.00	27378.83

Así, las salidas totales del sistema equivaldrían a 328 autos teniendo en cuenta que a la línea son entregados lotes de 8 moldeados, por lo que dicho dato podría variar respecto a la realidad (Tabla 2). Esto se debe a que los pedidos suelen ser de entre 1 y 8 carros.

Tabla 2. Estados de las entidades (Actual)

Simulación almacén actual (21 nov).MOD (Normal Run - Rep. 1)				
Name	% In Move Logic	% Waiting	% In Operation	% Blocked
Cárter	0.48	0.00	31.88	67.63
Cinturón	1.24	0.00	67.86	30.90
Moldeado	0.15	0.00	6.56	93.30
Molett	0.55	0.00	88.83	10.62
Forro	0.35	0.00	6.34	93.31

5.1.2 Simulación de la propuesta

Se realiza la simulación teniendo como base las distancias que se estiman en la nueva distribución del almacén y se tiene en cuenta los siguientes datos aportados por la empresa, con los que se realiza la simulación de la Figura 4:

- Las notificaciones llegarán cada 4 minutos.
- El *patinador* de la línea será el encargado de realizar el kit, por lo cual en esta simulación solo se utilizará uno.
- Debe entregarse material para salir como mínimo 324 autos por día.
- El kit contiene las siguientes entidades: 4 moldeados, 2 cinturones, 4 cárter y 2 molett, con lo cual se logran surtir ambas líneas (derecha e izquierda).

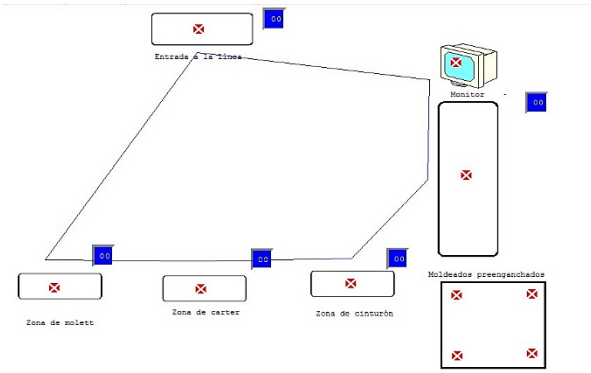


Figura 4. Simulación de la propuesta

La simulación se realiza durante 22,5 horas y se obtienen los resultados de la Tabla 3.

Tabla 3. Actividad de las entidades (Propuesta)

Simulación almacén nuevo 14NOV.MOD (Normal Run - Rep. 1)							
Name	Total Exits	Current Qty In System	Avg Time In System (SEC)	Avg Time In Move Logic (SEC)	Avg Time Waiting (SEC)	Avg Time In Operation (SEC)	Avg Time Blocked (SEC)
Cárter	1352.00	0.00	100.31	0.00	0.00	0.00	100.31
Cinturón	676.00	0.00	88.86	0.00	0.00	0.00	88.86
Moldeado	1352.00	0.00	75.91	0.00	0.00	0.00	75.91
Molett	676.00	0.00	111.76	0.00	0.00	0.00	111.76
Notificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kit	337.00	1.00	124.39	59.03	5.36	60.00	0.00

Como se observa en la Tabla 3, la simulación arroja como resultado unas salidas de 337 kits del almacén, lo cual quiere decir que con la propuesta se aumenta las entregas diarias de 324 autos a 337, con un aumento del 2,74%. Por lo cual, la línea estaría en capacidad de estar adelantada con respecto a la línea cliente en 9 autos. Efectos que provoca la propuesta en el proceso de los *patinadores* en cuanto a los efectos que se provocarán, los resultados obtenidos en la simulación se muestran en las Tablas 4, 5 y 6.

Tabla 4. Estados de las entidades (Propuesta)

Simulación almacén nuevo 14NOV.MOD (Normal Run - Rep. 1)				
Name	% In Move Logic	% Waiting	% In Operation	% Blocked
Cárter	0.00	0.00	0.00	100.00
Cinturón	0.00	0.00	0.00	100.00
Moldeado	0.00	0.00	0.00	100.00
Molett	0.00	0.00	0.00	100.00
Notificación	0.00	0.00	0.00	0.00
Kit	47.46	4.31	48.24	0.00

Tabla 5. Estados de los recursos (Actual)

Simulación almacén actual (21 nov).MOD (Normal Run - Rep. 1)						
Name	Scheduled Time (MIN)	% In Use	% Travel To Use	%Travel To Park	% Idle	% Down
Patinador	1350.00	15.94	4.30	3.11	76.66	0.00
Patinador CKD	1350.00	4.31	0.44	0.73	94.51	0.00

Tabla 6. Estados del recurso (Propuesta).

Simulación almacén nuevo 14NOV.MOD (Normal Run - Rep. 1)						
Name	Scheduled Time (MIN)	% In Use	% Travel To Use	%Travel To Park	% Idle	% Down
Patinador	1350.00	49.66	2.24	0.00	48.10	0.00

El porcentaje del tiempo ocioso del *patinador* de la línea se reduce, pasando de 76,66%, equivalente a 17 horas diarias, a 48,10%, equivalente a 10 horas diarias; este tiempo ocioso corresponde al que el *patinador* tiene disponible para surtir las otras dos referencias que hacen parte de su labor, por lo que el cambio no afecta el suministro de la línea, porque le queda suficiente tiempo para surtir las dos referencias adicionales después de realizar la entrega del kit, ya que la preparación y entrega del mismo demora aproximadamente 2 minutos y la próxima notificación llega cada 4 minutos, por lo que siempre quedarán 2 minutos libres para realizar la entrega de las otras referencias.

El porcentaje de tiempo de uso del *patinador* de línea en surtir las piezas del kit se incrementa, puesto que pasa de 15,94%, equivalente a 3,5 horas diarias, a 49,66, que equivale a 11,2 horas al día. Esto quiere decir que el tiempo que pasaba ocioso se transforma en tiempo que usa para realizar el kit y entregarlo.

Los porcentajes de viaje del *patinador* de la línea disminuyen, pasando de 4,30%+3.11%=7,41%, equivalente a 1,6 horas al día caminando, a 2,24%, que equivale a 0,5 horas diarias que caminaría para realizar el kit. Esto demuestra disminución de tiempo que utiliza para realizar el kit debido a las distancias.

En cuanto al proceso del *patinador* de CKD, con la aplicación de la nueva propuesta el tiempo en uso, sumado con el tiempo de los viajes, se convertiría en tiempo ocioso, debido a que esas piezas que surte actualmente, en la propuesta las surtirá el *patinador* de CKD. El tiempo que el patinado de CKD utiliza corresponde a 4,31%, que equivale a 0,96 horas, y el porcentaje de tiempo que viaja corresponde a (0,44+0.73) =1,17%, que equivale a 0,38 horas, lo que quiere decir que con la propuesta el *patinador* de CKD tendría un tiempo ocioso de 1,34 horas al día.

6. CONCLUSIONES

Con base en lo anterior se puede concluir que día a día son muchas las variables que pueden afectar un proceso de producción, más aún un proceso de logística, que se pueden estudiar y estandarizar para lograr un proceso más estable; además, que sirven como entradas en una simulación que servirá como base para realizar cambios que no afecten el funcionamiento de los procesos en la realidad, hasta obtener resaltados que sean favorables para la empresa.

Sin embargo, es importante aclarar que la teoría de la simulación brinda herramientas útiles y cercanas a la realidad en cuanto a su aplicación, y es por esto que una de las conclusiones principales que queda luego

de la realización de este proyecto es la necesidad de tiempo y apoyo de la empresa para recolectar datos confiables del proceso, puesto que de ellos depende la confiabilidad de la simulación y de sus resultados.

El desarrollo del proyecto arrojó resultados favorables en cuanto a la implementación de la propuesta, debido al aumento de los porcentajes de tiempo en uso de los patinadores y la liberación de tiempos que se daría a raíz de los cambios. Por esto se evidencia su utilidad en dichos casos, porque es gracias a ella se logra obtener información valiosa para la investigación.

De acuerdo con los resultados, se logra un ahorro de 1,34 horas para el proceso del *patinador* de CKD y de 36 minutos, aproximadamente, para la línea de producción, tiempos que se verían reflejados en la realización de cualquier actividad que sea asignada al *patinador* y de un mantenimiento preventivo en la línea.

Capítulo IV

Modelo de gestión de recursos extraordinarios para las Instituciones de Educación Superior. Caso de estudio: Querétaro, México

Adriana Reséndiz Rincón[1]
Luis Rodrigo Valencia Pérez[2]
Flora Emperatriz Mercader Trejo[3]
Raúl Herrera Basurto[4]
[1]Universidad Aeronáutica en Querétaro
[2]Universidad Politécnica de Santa Rosa Jáuregui
[3]Universidad Autónoma de Querétaro
[4]Universidad Tecnológica de Querétaro
México

Se investiga los mecanismos disponibles en las Instituciones de Educación Superior IES del estado de Querétaro acerca de la gestión y manejo de los recursos obtenidos desde fuentes que no proviene del presupuesto oficial. Al mismo tiempo, se hace una comparación con los mecanismos de gestión de las universidades públicas de la UNAM y el IPN y se propone un modelo de gestión de recursos extraordinarios que puede ser empleado en las universidades del país y en el extranjero.

[1] Ingeniera Industrial con especialidad en Calidad y Productividad, y candidata a Maestra en Administración con Especialidad en Finanzas. Se desempeñó como Gerente de Producción coordinando las actividades de planeación, control de producción, compras y recursos humanos. Con experiencia en la administración de proyectos y entregas de reportes técnicos y financieros. Actualmente coordina las actividades administrativas de los programas de posgrado en la Universidad Aeronáutica en Querétaro. Ha participado en el registro de programas ante el Programa Nacional de Posgrados de Calidad PNPC del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT.
Contacto: *adriana.resendiz@unaq.mx*

[2] Ingeniero Industrial, Máster en Sistemas de Información y Doctor en Gestión de Tecnología e Innovación. Con experiencia en diversas empresas como CEO y académico de programas de maestría en la Universidad Autónoma de Querétaro, así como asesor industrial en computación en la nube, gestión de tecnología e Ingeniería Industrial. Actualmente, es profesor de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Querétaro, y Coordinador de los Programas y Proyectos a Distancia de la Facultad de Contaduría y Administración. Es autor y coautor de varios libros, es ponente internacional y columnista de artículos sobre optimización de procesos y funciones en PyMes.
Contacto: *valper@uaq.mx*

[3] Doctora en Ciencias Químicas con orientación en Química Analítica. Con experiencia en procesos de Metrología en Química y como metróloga en el Centro Nacional de Metrología CENAM. Además, tiene experiencia en procesos de desarrollo y certificación de materiales de referencia, validación de métodos analíticos, acreditación y normalización en el ámbito nacional e internacional. Se desempeña como Directora de Investigación, desarrollo tecnológico y posgrado en la Universidad Politécnica de Santa Rosa Jáuregui. Es Miembro del Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT y autora de artículos científicos, libros especializados y notas sobre metrología en química.
Contacto: *fmercader@upsrj.edu.mx*

[4] Doctor en Química Fina. Con experiencia en Procesos de Medición (Producción) que involucran los campos de Química, Materiales y Nanotecnología. Integrante de comités de Normalización Nacional e Internacional. Participación en proyectos del diseño y construcción de los Laboratorios Nacionales y para la implementación de servicios metrológicos, calibraciones y ensayos. Responsable de procesos de desarrollo y certificación de materiales de referencia que incluyen la validación del método y el modelo de incertidumbre. Responsable de la evaluación de la trazabilidad en los campos de metrología química en México. Ha participado como conferencista invitado en diversos foros, congresos y webinar. Autor de artículos científicos, libros especializados y notas sobre la calidad de las mediciones y las mediciones de calidad. Actualmente, se desempeña como profesor investigador de la Universidad Tecnológica de Querétaro.
Contacto: *raul.herrera@tmicnet.com*

1. INTRODUCCIÓN

La educación superior en México tiene retos importantes que cumplir en materia de calidad, financiamiento y rendición de cuentas sobre el uso de sus recursos. Cubrir las necesidades en materia educativa resulta cada vez más complicado, los recortes presupuestales han obligado a las Instituciones de Educación Superior IES a ejercer sus recursos al límite muy por debajo de sus necesidades. Por eso es que resulta indispensable para las IES buscar estrategias y mecanismos para allegarse de recursos alternos que contribuyan a la oferta del servicio educativo de calidad y al cumplimiento de sus objetivos.

La cuestión es que las instituciones no pueden seguir viviendo solamente de los recursos que les otorga el gobierno federal o estatal, deben buscar los medios y mecanismos para captar recursos en beneficio de las mismas (OCDE, 2019). En razón de lo anterior, es necesario que busquen maneras de conseguir otros recursos, que podrán ser usados para el financiamiento de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, para la creación y mantenimiento de instalaciones, adquisición de equipamiento, becas y apoyos para la formación del recurso humano, programas de incentivos al personal que participe en los proyectos y al cumplimiento de toda actividad que haga parte de su misión.

En esta investigación se estructura la propuesta de un modelo que puede ser tomado como referencia para las IES que deseen incursionar en le gestión y administración de recursos extraordinarios. El aporte comprende un análisis detallado de los esquemas existentes de las IES en México, que han logrado implementar modelos exitosos en la gestión de recursos extraordinarios.

Con base en este análisis la propuesta del modelo contempla, en primera instancia, la creación de una figura jurídica que tendrá por objeto la obtención de recursos complementarios para el cumplimiento de los fines de la Institución.

El objetivo de este capítulo es la elaboración de un modelo que incluya los factores clave que las IES deben tomar en consideración para la gestión de recursos extraordinarios.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Recursos y financiamiento en las Instituciones de Educación Superior en México

Las IES públicas en el país tienen dos tipos de subsidio: 1) el *ordinario*, que cubre el gasto corriente y en menor medida los gastos de operación; y 2) el *extraordinario*, que se integra con diversos programas dirigidos al mejoramiento de la calidad, la ampliación de la cobertura y la atención a problemas estructurales. En la actualidad el financiamiento para la educación superior, en particular para las universidades públicas, representa una parte importante del presupuesto de egresos de los gobiernos federales y estatales (Arias et al., 2013).

Resulta necesario para las IES buscar estrategias y mecanismos para allegarse de recursos extraordinarios, que podrán utilizar para el financiamiento de proyectos de investigación y el desarrollo tecnológico, para la creación y mantenimiento de instalaciones, adquisición de equipamiento, becas y apoyos para la formación de recursos humanos, programas de incentivos al personal que participe en los proyectos y al cumplimiento de toda aquella actividad que forme parte de su misión.

En este trabajo se presenta un análisis detallado de los esquemas existentes de IES que han logrado implementar modelos exitosos para la gestión de recursos extraordinarios. Con base en este análisis, la propuesta del modelo contempla en primera instancia la creación de una figura jurídica, la cual tendrá por objeto la obtención de recursos complementarios para el cumplimiento de los fines de la IES.

2.2 Funciones de las IES en México

Campos y Sánchez (2005) plantean que las universidades tienen tres funciones sustantivas: docencia, investigación y extensión. Sin embargo, cada vez es más necesario ampliar este horizonte de funciones hacia la vinculación. Actualmente, la vinculación se considera como un eje estructurador en cuanto a las funciones de docencia e investigación, encaminado hacia una estrecha y efectiva relación con la sociedad y la economía. Se requiere una sólida vinculación entre escuelas, universidades, centros de investigación y el

sector privado. Sin embargo, también se afirma que, históricamente, en México el sector empresarial ha contribuido muy poco a la inversión en temas relacionados con el desarrollo de la ciencia y la tecnología (Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018).

La ciencia y la tecnología se consideran factor de producción capaz de incidir en la productividad y competitividad de las empresas, y en el crecimiento económico de las regiones. El conocimiento se ha convertido en el factor más importante de las empresas, pues a través de él se genera innovación que contribuye a su posicionamiento en el mercado.

La vinculación entre el sector industrial y las IES constituye uno de los mecanismos principales para la gestión de recursos extraordinarios, a través de la venta de servicios tecnológicos, asesorías y consultorías, desarrollo de proyectos y aplicación a convocatorias de fondos, entre otros.

2.3 Mecanismos de gestión de recursos extraordinarios en Universidades Autónomas vs Universidades Técnicas o Politécnicas

La información existente en torno a la normativa y reglamentación implementadas por las universidades, en el tema de gestión de recursos extraordinarios, constituye el punto de partida para este trabajo. Además, el análisis realizado en la estructura de seis universidades públicas y los esquemas que han implementado para la planeación, programación y control de ingresos extraordinarios fundamentan la propuesta. Como primera instancia se analizaron las leyes orgánicas y decretos de creación de las siguientes instituciones:

- Instituto Politécnico Nacional IPN
- Universidad Nacional Autónoma de México UNAM
- Universidad Politécnica de Querétaro UPQ
- Universidad Tecnológica de Querétaro UTEQ
- Universidad Aeronáutica en Querétaro UNAQ
- Universidad Politécnica de Santa Rosa Jáuregui UPSRJ

Las dos primeras se eligieron caso de estudio debido a que cuentan con una estructura formalizada en el tema, en contraste con las otras instituciones que no cuentan con una estructura definida.

El IPN, como órgano desconcentrado de la SEP y cuya orientación general corresponde al Estado, cuenta con personalidad jurídica y patrimonio propios. El Director General será el encargado de expedir las normas y disposiciones para la mejor organización y funcionamiento académico y administrativo del Instituto. Los cambios que se requieran en su estructura son sometidos a consideración del Secretario de Educación Pública, del Sub-secretario de Educación e Investigación Tecnológicas, o de ambos.

Por su parte la UNAM tiene plena autonomía para regirse por sí misma, la Junta de gobierno es su máximo órgano de gobierno y está integrada por personal interno. La UNAM tiene autoridad para expedir su propio reglamento. Tanto la UNAM como el IPN tienen la facultad de cambiar su estructura administrativa.

En el caso de la UPQ, UTEQ, UNAQ y UPSRJ, a pesar de que sus decretos de creación indican que tienen la facultad de adoptar la organización administrativa y académica más conveniente para su funcionamiento, todas las propuestas que realicen deberán ser aprobadas por sus máximos órganos de gobierno integrados por representantes federales y estatales. La estructura de gobierno con la que fueron creadas estas cuatro instituciones es el fundamento bajo el cual han venido manejando el tema de los recursos extraordinarios.

Todos los decretos analizados coinciden en que los patrimonios de estas instituciones están conformados por las aportaciones, federales, estatales, municipales, según corresponda, y por ingresos que obtengan y por los servicios que presten, por los bienes muebles e inmuebles de su propiedad, por los legados, herencias y donaciones que reciban, por las utilidades, intereses, dividendos, rentas, aprovechamientos de sus bienes muebles e inmuebles, entre otros. Este apartado no hace referencia directa al término recurso extraordinario como tal. A continuación, se presenta algunos ejemplos de las instituciones federales y las instituciones estatales para configurar sus mecanismos de gestión para recursos extraordinarios.

- *Instituto Politécnico Nacional*. Para cumplir y contribuir al cumplimiento de sus metas en torno al tema de investigación científica y tecnológica, en marzo del 2000 se formalizó la creación del Fondo

Institucional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, mediante la suscripción del Contrato de Fideicomiso celebrado entre el IPN y Bancomer S.A. En los lineamientos que regulan la programación, captación, ejercicio, registro y reporte de los recursos autogenerados que ingresan al presupuesto federal o al fondo de investigación científica y desarrollo tecnológico, el IPN establece generar recursos extraordinarios por los servicios de vinculación, servicios externos y servicios educativos. Estos recursos son empleados de manera complementaria a la asignación presupuestal de carácter fiscal, se utilizan para el cumplimiento de sus metas, objetivos y programas, y para incrementar la calidad de la educación que ofrece, así como la investigación y el desarrollo tecnológico que realiza.

Con una amplia trayectoria el IPN, a través del Fondo de Investigación administrado por el Fideicomiso, muestra una organización administrativa bien estructurada desde la definición de recurso extraordinario, con servicios a través de los cuales genera los recursos extraordinarios, los procesos para la programación, captación, ejercicio y reporte. Además de los esquemas de participación profesoral, los tabuladores de incentivos para el personal que participa en los proyectos y los procesos para evaluar la factibilidad de proyectos.

- *Universidad Nacional Autónoma de México*. En su reglamento sobre ingresos extraordinarios establece que son ingresos extraordinarios los no incluidos en los presupuestos programáticos anuales aprobados por las dependencias y por el Consejo Universitario, que sean generados por prestación de servicios, enajenación y arrendamiento, donativos, licenciamiento de tecnología y uso de patentes, y cualquier otra causa diferente.

  En su reglamento establece los procesos para el ejercicio del gasto y control de ingresos extraordinarios, en el que hace referencia de forma general al gasto, control y seguimiento, sin mencionar los procesos de captación de recursos ni análisis de viabilidad de proyectos; así mismo, menciona que al personal interno se le pagará conforme a los procedimientos y conductos normales establecidos, sin embargo, no hace referencia a tabuladores ni montos.

- *Universidad Tecnológica de Querétaro*. La Ley Orgánica de la Universidad Tecnológica de Querétaro UTEQ menciona que el Patronato de la Universidad tendrá como finalidad apoyar en la obtención de recursos financieros adicionales para una óptima realización de sus funciones. Las atribuciones del patronato son las siguientes: generar ingresos adicionales a los gestionados por la propia institución, para su mejor funcionamiento; administrar e incrementar los recursos que obtenga; y establecer programas para incrementar los fondos de la Universidad. En su reglamento de servicios externos de vinculación establece que la secretaría de vinculación es el área encargada de coordinar y controlar, a través de sus diversas áreas, la prestación de servicios externos, los cuales comprende: Educación continua, Servicios Tecnológicos e Incubación de empresas.

  En términos generales el reglamento establece que el patronato es la entidad encargada de obtener y administrar recursos financieros adicionales a los gestionados por la propia institución. Hace referencia a un tabulador de cuotas de recuperación, pero no se mencionan montos. Menciona que el pago al personal interno será vía nomina a través de un contrato, pero no especifica si el tiempo del personal interno es dentro o fuera de su horario normal. El reglamento es general y no hace referencia a procesos específicos como tabuladores de pago, incentivos o procedimientos para proyectos vinculados.

- *Universidad Politécnica de Querétaro UPQ*. En su decreto de creación establece que dentro de sus órganos de gobierno se encuentra el Consejo Social, quien tendrá como función la obtención de recursos adicionales a las aportaciones federales y estatales. El catálogo de ingresos propios contiene poca información y hace mención al término recurso propio, estos recursos son generados por la secretaria académica la secretaria de vinculación.

  Para el caso de los servicios de la secretaria de vinculación hace una clasificación de los servicios de educación continua, así como la forma en cómo se integran los costos, las tarifas de cobro, gastos administrativos y pagos a los participantes. En cuanto al servicio que presta a la industria se hace mención al porcentaje que le corresponde como utilidad a la UPQ, así como el desglose de los conceptos incluidos en los gastos administrativos y gastos operativos. No obstante, no hace mención del uso de los recursos, ni a procedimientos para la captación, ejercicio, comprobación y demás procesos.

2.4 Elementos indispensables para la gestión de recursos extraordinarios

2.4.1 Figuras jurídicas

Considerando que uno de los principales problemas a los que se enfrentan las IES, en relación con los recursos extraordinarios, es que normalmente, una vez ingresados son administrados y ejercidos bajo las normativas y procedimientos internos, haciendo que los procesos sean tardados y burocráticos. Un aspecto que resulta necesario para las IES es la creación de una instancia, organismo o figura jurídica que concentre y administre los recursos extraordinarios. En este trabajo se hará referencia al término *figura jurídica*.

La figura jurídica tendrá como objeto la obtención de recursos extraordinarios que contribuyan al cumplimiento de los fines de la institución. Será una instancia que tendrá normativas propias, que agilice los procesos administrativos y asegure la disponibilidad de los recursos en el momento en que sean requeridos. Con base en la investigación realizada se plantea la implementación de figuras jurídicas, la creación de una asociación sin ánimo de lucro, llámese Fundación, o la implementación de un fideicomiso. Cabe mencionar que en este apartado no se pretende adentrar en aspectos jurídicos o fiscales de las figuras mencionadas, sino proporcionar información general sobre las características generales y los pasos para crear estas figuras.

- *Fundación*. Dentro de las asociaciones sin ánimo de lucro se puede a llegar otra serie de sub-grupos, como las Fundaciones. A este respecto, Bautista y Anguiano (2008) realizan la siguiente definición:

> *Organización no lucrativa y no gubernamental, con un fondo o un patrimonio principal constituida con el propósito de atender necesidades sociales… [de tal manera que está] sostiene o ayuda a las actividades de beneficencia, educativas, religiosas o de otro tipo, que sirven al bienestar público, principalmente otorgando subsidios a otras organizaciones no lucrativas.*

Como casos de éxito, en la Tabla 1 se muestra instituciones que han creado fundaciones como medio a través del cual gestionan recursos extraordinarios y que apoyan el desarrollo de temas y proyectos que acercan a la Universidad con la sociedad de manera más eficiente.

Tabla 1. Fundaciones en Universidades Autónomas

Figura Jurídica	Objeto	Estatutos
Fundación Universidad de Guadalajara Asociación Civil	La Fundación tendrá como objeto la obtención de recursos complementarios para el cumplimiento de los fines de la Universidad de Guadalajara, así como incrementar el patrimonio universitario a través del apoyo económico, social y moral que puedan brindarle para cumplir con sus objetivos	https://fundacion.udg.mx/media/uploads/documentos/estatutosactualizados.pdf
Fundación Universidad Nacional Autónoma de México Asociación Civil	Apoyar a la UNAM mediante aportaciones de carácter económico, social o de cualquier otra naturaleza, a fin de que pueda cumplir con sus fines de impartir educación superior para formar profesionistas, investigadores, profesores universitarios y técnicos útiles a la sociedad; organizar y realizar investigaciones, principalmente acerca de las condiciones y problemas nacionales; y extender con la mayor amplitud posible los beneficios de la cultura, así como fortalecer su imagen	http://www.fundacionunam.org.mx/wp-content/uploads/2020/01/Estatutos-Vigentes.pdf
Fundación Universidad Autónoma de Nuevo León Organización no-gubernamental y sin ánimo de lucro	Recaudar recursos para apoyo social, con el fin de apoyar los programas de becas en la Universidad Autónoma de Nuevo León	https://www.fundacionuanl.org/
Fundación Universidad Politécnica de Madrid	Cooperar al cumplimiento de los fines de la Universidad Politécnica de Madrid. Para conseguirlo y contribuir a la mejora de la calidad de la formación de los estudiantes y de las condiciones de vida de la comunidad universitaria.	https://www.fgupm.es/?page_id=11262

- *Fideicomiso*. La Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito (LGTOC, 2018), en su artículo 381, hace referencia a que, en virtud del fideicomiso (Tabla 2), el fideicomitente transmite a una institución fiduciaria la propiedad o la titularidad de uno o más bienes o derechos, según sea el caso, para ser destinados a fines lícitos y determinados, encomendando la realización de dichos fines a la propia institución fiduciaria. Por lo anterior se puede definir a un fideicomiso como un contrato en virtud del cual una persona física o moral llamada fideicomitente (en este caso la IES), transmite la titularidad de ciertos bienes o derechos al fiduciario (Banco), para que disponga de los mismos a la realización de las finalidades lícitas señaladas en el acto constitutivo en beneficio del fideicomisario, que podrá ser la misma institución, o de un tercero previamente designado.

Tabla 2. Ejemplos de Fideicomisos en Universidades y Centros de Investigación en México

Fideicomiso	Figura Jurídica	Objeto	Modelo Fideicomiso
Fondo Institucional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico Instituto Politécnico Nacional	Fideicomitente y Fideicomisario Instituto Politécnico Nacional Fiduciario Institución de Banca Múltiple, Bancomer	Financiar o complementar financiamiento de proyectos específicos de investigación, de desarrollo tecnológico y de innovación, la creación y mantenimiento de instalaciones de investigación, su equipamiento, el suministro de materiales, el otorgamiento de becas y formación de recursos humanos especializados, la generación de propiedad intelectual y de inversión asociada para su potencial explotación comercial, la creación y apoyo de las unidades de vinculación y transferencia de conocimiento, el otorgamiento de incentivos extraordinarios a los investigado-res que participen en los proyectos, y otros propósitos directamente vinculados para proyectos científicos, tecnológicos o de innovación aprobados.	https://www.ipn.mx/assets/files/secadmin/docs/fideicomiso/transparencia/contrato-de-fideicomiso.pdf
CIDESI Fondo de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico	Fideicomitente y Fideicomisario Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial CIDESI Fiduciario Banco Nacional de México BANAMEX	Financiar o complementar financiamiento de proyectos específicos de investigación, de desarrollo tecnológico y de innovación financiamiento de proyectos específicos de investigación, de desarrollo tecnológico y de innovación, la creación y mantenimiento de instalaciones de investigación, su equipamiento, el suministro de materiales, el otorgamiento de becas y formación de recursos humanos especializados, la generación de propiedad intelectual y de inversión asociada para su potencial explotación comercial, la creación y apoyo de las unidades de vinculación y transferencia de conocimiento, el otorgamiento de incentivos extraordinarios a los investigadores que participen en los proyectos, y otros propósitos directamente vinculados para proyectos científicos, tecnológicos o de innovación aprobados.	https://cidesi.com/contenidos2017/articulo-77/77-f-7-a-fidei-convenio-modificatorio.pdf

3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El problema a resolver en el presente trabajo es la falta de un modelo que contemple elementos básicos para que las instituciones de educación superior incursionen en la gestión de recursos extraordinarios. A lo largo de esta investigación se busca identificar cuáles son los puntos claves que una IES tiene que considerar para la implementación de un modelo propio.

4. DISEÑO METODOLÓGICO

El presente trabajo se desarrolló utilizando una metodología cualitativa en la que, de acuerdo con Hernández (2014), el investigador define las variables no con el propósito de manipularlas experimentalmente, sino más bien de entenderlas e interpretarlas. El alcance final de los estudios cualitativos consiste muchas veces en comprender un fenómeno complejo. El objetivo no es medir las variables del fenómeno, sino entender el fenómeno mismo.

En esta investigación se realizó un análisis de la información existente en torno al tema de recursos extraordinarios; no se pretende copiar los esquemas existentes, sino generar conocimiento sobre experiencias exitosas. Adicionalmente, se aplicó una serie de entrevistas realizadas a profundidad a IES que ahondaron en los detalles sobre experiencias muy particulares de cada una. Asimismo, este trabajo podrá ser utilizado como una guía para las instituciones que deseen incursionar en el tema de la generación de recursos extraordinarios.

4.1 Aplicación de las entrevistas

El método consistió de una entrevista personalizada aplicada a personal directivo de seis Instituciones de Educación Superior. Se buscó esta combinación de instituciones para hacer un análisis de contraste en comparación con las IES analizadas en el marco teórico. Las entrevistas se realizaron mediante conversaciones profesionales realizadas de manera virtual, a través de las plataformas de webex y Zoom. El tiempo promedio de la aplicación de las entrevistas fue de una hora.

La aplicación de entrevistas a profundidad, en su calidad de método cualitativo, permitió obtener información para el estudio y contribuir al diagnóstico acerca de cómo las instituciones han incursionado en la gestión de la gestión de recursos extraordinarios, y la necesidad de contar con información adicional que les sea de apoyo en este tema.

En una primera sección la entrevista estuvo integrada por nueve preguntas, que ayudaron a conocer los esquemas y mecanismos bajo los cuales las IES gestionan y administran sus recursos extraordinarios. Esta primera sección se indagó por:

- Término recurso extraordinario. Se verificó si en la institución existía una definición estandarizada de este término, así mismo saber qué conceptos lo integran.
- Porcentaje que representan los ingresos extraordinarios en el presupuesto total. Partiendo del hecho que las IES reciben recursos federales y estatales, con esta pregunta se verificó en qué porcentaje los recursos extraordinarios contribuyen al presupuesto total.
- Áreas que ingresan recursos extraordinarios. Se obtuvo información de cuáles son las áreas de la institución que ingresan mayormente recursos extraordinarios, y sobre todo saber si había un área encargada de coordinar y controlar el proceso.
- Proceso para ingresar recursos. Con esta pregunta se logró saber si existía normatividad y procedimientos para el proceso.
- Flexibilidad en los procesos para ejercer los recursos. Con esta pregunta se logró saber las problemáticas que enfrentan las instituciones debido a la burocracia en los procesos administrativos.
- Finalmente, en esta sección se planteó qué tan posible y pertinente es la creación la de un organismo que gestione y administre los recursos de la institución.

Considerando que la venta de proyectos vinculados representa una de las principales entradas de recursos extraordinarios, la segunda parte de la entrevista estuvo conformada por 13 preguntas, las cuales se enfocaron en obtener información relacionada al proceso de venta y seguimiento administrativo de los proyectos, específicamente en los siguientes conceptos:

- Procedimientos para la venta de proyectos. Se obtuvo información acerca de los procesos que tienen implementados para la venta de proyectos. Conocer si se cuenta con procedimientos estandarizados disponibles para todas las áreas fue parte fundamental para esta investigación.
- Seguimiento administrativo de los proyectos. Considerando que el seguimiento administrativo es parte del éxito de los proyectos, se logró conocer si las instituciones cuentan con procedimientos para hacerles seguimiento a los proyectos.
- Viabilidad y cotización de proyectos. Para esta investigación es importante saber acerca de los procedimientos que las IES tienen implementados para determinar si un proyecto es viable o no, así mismo saber cuáles son los mecanismos que utilizan para cotizar sus proyectos.
- Esquemas de participación e incentivos al personal que participa en el desarrollo de proyectos. Fue importante conocer cómo han manejado la parte de la docencia y la participación de los profesores en el desarrollo de los proyectos.

5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

5.1 Entrevistas a profundidad

El propósito de las entrevistas a profundidad, en su calidad cualitativa, es obtener información de las situaciones particulares en la forma en como cada institución ha incursionado en el tema de la gestión de recursos extraordinarios. Se aplicaron a los directores de vinculación y posgrado e investigación; adicionalmente, a personal que ha estado involucrado directamente en los procesos de captación de recursos extraordinarios. A continuación, se describe las preguntas y las respuestas de las instituciones.

1. ¿*Existe una definición del término recurso extraordinario en su institución*? Del total de las instituciones entrevistadas se encontró que recurso extraordinario es reconocido como recurso o ingreso propio.

- Institución 3. *Ingresos propios en donde se incluyen los ingresos provenientes de servicios escolares, entrenamiento para el trabajo, proyectos etiquetados, educación continua, desarrollo tecnológico y otros ingresos como el transporte, tienda de suvenir, donativos y productos financieros*.
- Institución 2. *Finalmente, todos estos recursos entran a una bolsa general y se reportan como ingreso propio en un solo indicador*.
- Institución 6. *Un ingreso extraordinario es todo lo que no está programado en el ingreso ordinario*.

Cabe mencionar que en las leyes orgánicas o decretos de creación de las instituciones que se entrevistaron, no se hace referencia al término recurso propio o extraordinario. Se hace mención al patrimonio, el cual está conformado de las asignaciones federales, estatales y municipales, en cada caso; adicionalmente por los ingresos que se obtenga por servicios que preste, los bienes muebles e inmuebles de su propiedad, por los legados, herencias y donaciones que reciba, y las utilidades, intereses, dividendos, rentas, aprovechamientos y esquilmos de sus bienes muebles e inmuebles.

Un primer hallazgo en esta pregunta fue que todas las instituciones generan recursos extraordinarios y que, en su mayoría, estos recursos entran a una bolsa en común y se reportan en un solo indicador como recurso propio.

2. *¿A través de qué áreas su institución ingresa recursos extraordinarios*? y *¿Bajo qué conceptos ingresan recursos extraordinarios*? Esta pregunta varía con base en la estructura organizacional de cada institución. En términos generales ingresan recursos a través de las siguientes áreas:

   - Academia: inscripciones, cuotas y demás ingresos que recibe servicios escolares.
   - Vinculación: educación continua, cursos talleres, certificaciones, diplomados, proyectos de desarrollo tecnológico y donativos.
   - Investigación, Posgrado y Planeación: recursos que ingresan por aplicación a convocatorias específicas. En su mayoría estos recursos están etiquetados y no generan remanentes.

3. *¿En qué porcentaje los siguientes rubros integran el presupuesto total de la institución*? Entre las instituciones entrevistadas, en promedio los recursos extraordinarios representan un 29% del presupuesto total (Figura 1).

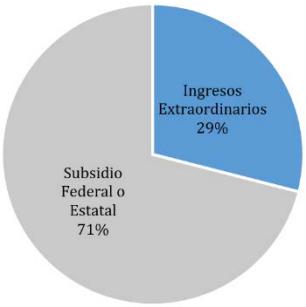


Figura 1. Distribución del presupuesto

4. *¿Existen procedimientos o normativas para la gestión de recursos extraordinarios*? El 100% de las instituciones afirma que cuentan con procedimientos establecidos para la gestión de recursos extraordinarios; no obstante, el 50% comenta que, a pesar de que se contaba con los procedimientos, no se encontraban implementados en su totalidad (Figura 2).

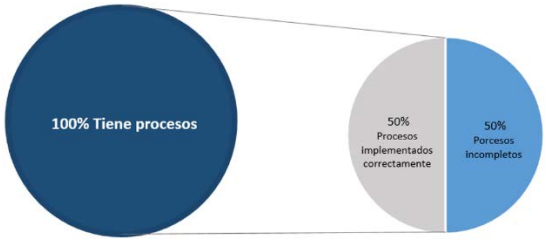


Figura 2. Instituciones que cuentan con procedimientos

Entrevista 1. *… Estamos prácticamente creando en nuestro sistema de gestión de calidad y estamos ordenando un poco las cosas… por la juventud de la de la universidad se ha atendido primero las cosas prioritarias, y apenas este año nos hemos dedicado a organizar los procesos de la universidad. los procedimientos están ya ahorita prácticamente al 90% ...*

5. ¿*Cómo es el proceso para ingresar recursos extraordinarios*? Los directivos entrevistados coincidieron en que cuando se trata de recursos etiquetados, que provienen de una convocatoria, estos recursos ingresan con base en los términos de las mismas. En estos casos se abren cuentas específicas. Por otro lado, cuando se trata de ingresos que provienen por los servicios que ofrece el área de vinculación, como la venta de proyectos vinculados, el procedimiento es muy similar en todas las instituciones: se recibe la necesidad por parte del cliente, se evalúa la viabilidad, se presenta la cotización, se formaliza mediante un convenio, y se le da seguimiento al proyecto desde su inicio hasta su cierre con base en los procedimientos internos.

   Entrevista 2. *… Una vez que se capta la atención de una empresa lo evalúa un equipo de trabajo al interior con profesores investigadores, quienes aportan sus conocimientos, evalúan la factibilidad del proyecto, se genera una cotización y se formaliza a través de un convenio.*

6. ¿*Cuál es proceso para ejercer los recursos y que tan flexible es*? Las instituciones que se entrevistaron firman que los procedimientos no son flexibles, la capacidad del personal juega un papel importante al momento de ejercer los recursos.

   Entrevista 3. *… el proceso no es nada flexible, puesto que sé que tienen protocolos y un proceso bastante riguroso, como deben de ser, conforme a la ley de transparencia es muy cuidadoso … hay mucha comunicación entre los involucrados …*

   Entrevista 6. *El trámite burocrático es largo, pero no es largo porque la institución lo quiera, sino porque está sujeta a acciones que debe cumplir. Tiene que cumplir con el gobierno estatal, con la contraloría estatal, con la entidad superior de fiscalización, con el gobierno federal y la secretaría de la función pública, con organismos reguladores que están vigilando el ejercicio y, adicionalmente, tiene que cumplir con las reglas de operación de las convocatorias de donde proviene el recurso extraordinario. Los procesos son extremadamente complejos, por la naturaleza del proceso, no es que nosotros las instituciones los queramos hacer complejos. El proceso administrativo es largo, porque estamos en un ambiente regulado.*

7. ¿*Cuáles son las principales problemáticas que se presentan en su institución para la captación y aplicación de recursos extraordinarios*? La falta de personal es uno de los principales problemas a los que se enfrentan las instituciones, el poco personal con el que cuentan se dedica a atender asuntos de la academia, que son prioritarios.

   Entrevista 4. *... La falta de personal, los departamentos son pequeños y hacen lo que está en sus posibilidades. Hacen más de lo que deberían, en algunas ocasiones toman ciertas responsabilidades, se debería mejorar la comunicación.*

8. ¿*Considera pertinente la creación de una figura jurídica que se encargue de la gestión y administración de los recursos extraordinarios*? ¿*Por qué*? El 100% de las instituciones informa que no cuentan con una figura jurídica, aunque consideran pertinente su creación, ya que a través de ella se pudiera gestionar más recursos extraordinarios, y a su vez ejercer y aplicar de una manera más eficiente los recursos.

   Entrevista 4. ... La *propuesta es muy pertinente. Es importante informar a los directivos la importancia de las ventajas y beneficios que se lograran con la implementación de este modelo. Sin duda esta propuesta permitirá agilizar tiempos y procesos que actualmente son burocráticos.*

   Entrevista 1. *… La sub-dirección de investigación y posgrado le ha planteado a la rectoría la posibilidad de crear algún fideicomiso, pero por las distintas labores no se ha dedicado el tiempo para iniciar este proyecto …*

   Entrevista 2. *… se ha planteado, solo que como que no se ha llegado más a fondo en el tema o por qué tal vez sea algo que de momento no sea como muy necesario …*

9. ¿*Cuáles son los posibles obstáculos que se podría enfrentar para la creación de esta figura*? Uno de los principales problemas, común entre las instituciones, es la carga excesiva de tareas que son prioritarias; se requiere contar con el personal que sea el líder del proyecto y adicionalmente lograr involucrar a todas las áreas parque trabajen conjuntamente.

   Entrevista 4. *... Uno de los obstáculos es lograr el involucramiento de las diversas áreas y trabajar conjuntamente. No se ha logrado definir el concepto de ingreso extraordinario como tal, hacer la diferenciación y definir el objetivo es primordial. La propuesta es acertada y a la vez compleja de implementar, debido a las distintas normativas que rigen a la institución…*

5.2 Venta de proyectos

1. ¿*Se cuenta con procedimientos para la venta de proyectos*? El 100% de las instituciones comentó que cuenta con procedimientos establecidos para la venta de proyectos. El 40% asegura que cuenta con las capacidades infraestructura y recursos humanos actualizadas, no obstante, los equipos no son utilizados a su máxima capacidad.

   Del tiempo disponible, un número bastante alto de equipos están sin utilizarse, creo que sería una buena fuente de recursos para la universidad el poder ofrecer servicios a través del uso de estos instrumentos, obviamente eso implica personal, implica muchas cosas adicionales que no son prioridad en este momento y por eso no se le ha dado tanto impulso.

2. ¿*Cómo es el proceso de venta de proyectos*? El 60% de las instituciones entrevistadas describen un proceso similar para la venta de proyectos, en todas ellas las empresas se acercan a las instituciones con la necesidad de hacer mejoras o de resolver problemas. La propuesta se analiza al interior por un equipo de especialistas y se formaliza mediante una convención.

   Entrevista 6. *Se acerca la empresa con la necesidad de hacer un a mejoras sus líneas de producción, sabiendo que la institución cuenta con maestros y especialistas, normalmente el principal canal es atreves de la secretaría de vinculación. Vinculación revisa y platica y, con las áreas académicas, definen la factibilidad del proyecto y se cierra con contrato con la empresa.*

   Entrevista 3. *Los clientes se acercan a la universidad, o a través de visitas industriales se logra vender proyectos. Se evalúa la factibilidad mediante un equipo de especialistas al interior, se elabora la cotización, se formaliza con un convenio y se realiza el proyecto.*

   Por otro lado, el 40% de las instituciones señaló que cuenta con un equipo de vendedores dedicados exclusivamente a esta actividad.

   Entrevista 4. *Se tienen cátedras CONACYT, bajo el área de posgrado, estos son los vendedores, tiene especialistas en la industria, va y cotiza, se analiza la factibilidad de los proyectos. Se trabaja por objetivos, el objetivo es la venta de proyectos.*

3. ¿*Cómo es el seguimiento administrativo de los proyectos*? En cuanto al seguimiento administrativo de los proyectos, el 100% de las instituciones comenta que cuenta con procedimientos internos para dar seguimiento al desarrollo de los proyectos. No obstante, en ninguna de ellas existe una oficina de proyectos que concentre toda la información de los que están en desarrollo. Los proyectos son administrados por el área que lo genera.

4. ¿*Cómo está definido el esquema de participación docente*? El 100% de las instituciones plantea que lograr definir un esquema de participación entre la academia y vinculación es uno de los retos más importantes. Por un lado, la academia les asigna a los profesores horas frente a grupo, dejándolos sin tiempo para participar en otras actividades y, por otro lado, el área de vinculación requiere de personal docente que participe en los proyectos.

   La problemática radica en hacer que el área de vinculación, en conjunto con la academia, logren definir un esquema de participación que les permita a los profesores desarrollar proyectos e impartir clases.

Entrevista 6. *La prioridad de los profesores que están frente a sus grupos son las clases, es decir, difícilmente algo puede estar por encima de sus clases, por muy importante que sea el proyecto la docencia es la obligación principal.*

Todos los profesores están centrados en la docencia. Algunas veces lo que los mueve a participar en proyectos es el ingreso adicional.

Existe dificultad para ponerse de acuerdo entre la academia y el área de vinculación para disponer del tiempo de los docentes.

Un aspecto importante de esta pregunta fue que algunas instituciones comentaron la importancia de la vinculación, como un aspecto fundamental para el desarrollo de las universidades.

Entrevista 5. *La participación en proyectos, más que un trabajo adicional, debe ser vista como una forma en la que el profesor se mantiene vigente. Cuando participa en un proyecto adquiere mayor experiencia y no solo el dinero que le deja la universidad. Si los profesores desarrollan proyectos con empresas los mantienes actualizados, saben que está pasando en el mercado, saben cómo trabajan las empresas, y eso se lo van a transmitir a sus estudiantes. Entonces, nosotros quisiéramos que cada vez más profesores participarán en el desarrollo de proyectos.*

Las IES deberíamos de apoyarnos todas, al final de cuentas tenemos el mismo fin.

6. CONCLUSIONES

En la búsqueda por conocer los factores principales a considerar para desarrollar un modelo para la gestión de recursos extraordinarios, que contribuya a la sustentabilidad de las actividades académicas, de investigación y de desarrollo tecnológico en las IES, y con fundamento en una metodología cualitativa producto de una investigación teórica, en un proceso de aplicación de entrevistas y en un análisis de casos, este trabajo da como resultado el siguiente modelo, que puede ser adoptado en las estructuras actuales, tanto de Universidades Públicas Autónomas como del tipo Técnicas o Politécnicas.

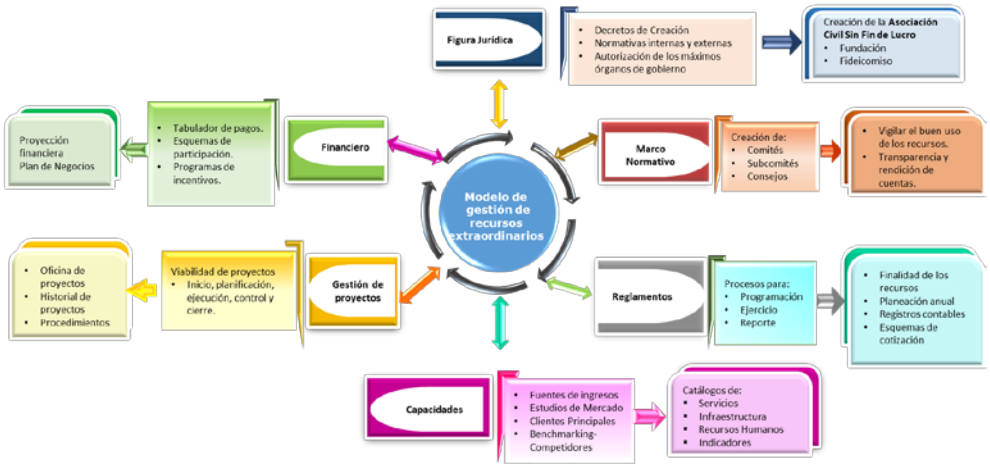


Figura 3. Esquema general del modelo propuesto para la Gestión de Recursos Extraordinarios

6.1 Marco Legal

En primera instancia, se encuentra la propuesta de elegir una figura jurídica más conveniente para gestionar los recursos extraordinarios. Como ejemplo están los casos en las que las IES han creado fideicomisos, fundaciones, fondos de investigación, laboratorios, centros de investigación, unidades de negocio, entre otros. Su elección dependerá de la estructura orgánica, de la normativa interna y externa que rigen a la IES, y de la aprobación de los máximos órganos de gobierno. La figura tendrá personalidad jurídica propia y plena capacidad para obrar, sin ánimo de lucro y su objetivo será contribuir a los objetivos de la universidad. Además, será un vínculo entre la universidad y el entorno industrial y social externo, de tal modo que podrá realizar funciones que, por las estructuras actuales, muchas veces las IES no pueden realizar.

6.2 Reglamentos y marco normativo

La figura jurídica creará las instancias u órganos de gobierno, llámese consejos, asambleas, comités, subcomités, etc., cuya función principal será vigilar el buen uso de los recursos. El marco normativo establecerá el tipo de recursos que reciba la figura, por ejemplo, ingresos extraordinarios que reciba por concepto de la prestación de servicios de vinculación, servicios externos y servicios educativos, y serán empleados por la institución de manera complementaria a asignación presupuestal.

Así mismo especificará claramente el fin del ingreso extraordinario, por ejemplo, financiar o complementar proyectos específicos de investigación, proyectos que generen patentes y desarrollos tecnológicos, la creación y mantenimiento de instalaciones de investigación, su equipamiento, el suministro de materiales, el otorgamiento de becas y apoyos para la formación de recursos humanos especializados, el otorgamiento de incentivos extraordinarios al personal que participe en los proyectos, y otros propósitos directa o indirectamente vinculados con las actividades científicas o tecnológicas.

- *Proceso de programación*. Se deberá contar con programas y mecanismos para la programación anual y mensual de cómo y cuántos recursos se van a ingresar. Como se mencionó antes, habrá recurso que generen remanentes y algunos otros que sean de equipamiento o infraestructura. Es importante realizar una lista de convocatorias nacionales e internacionales a través de las cuales se puedan ingresar recursos.

- *Registro Contable*. Todos los recursos que ingresen deberán estar etiquetados y deberá de haber un registro actualizado de cada recurso, desde su ingreso hasta que sea ejercido en su totalidad. Esta información estará disponible y podrá ser consultada en el momento que se requiera.

- *Catálogo de precios*. Las cuotas y tarifas de servicios estarán establecidos en un catálogo de precios autorizado por las autoridades correspondientes. El cálculo de los precios de los servicios será realizado con base en los gastos en lo que incurra el servicio, las horas de ingeniería, costos directos e indirectos, más un remanente.

- *Ejercicio del recurso*. Las IES deberán establecer mecanismos que aseguren el correcto uso de los recursos bajo los criterios de honestidad, eficiencia, trasparencia y rendición de cuentas. El ejercicio del recurso estará directamente relacionado con el fin del recurso mismo, es decir, no se deberá ejercer recursos para actividades que no estén establecidas. La adquisición de materiales y las contrataciones externas deberán estar contempladas en el presupuesto y en ningún caso deberá superar lo estimado.

- *Esquemas de participación personal interno*. Es importante que las IES definan los esquemas de participación del personal interno, y podrá darse el caso que el desarrollo de proyectos sea dentro o fuera de su horario laboral. Cabe mencionar que todas las IES que se investigaron manejan el esquema de sub-contratar a su personal por servicios profesionales, es decir, fuera de su horario laboral.

- *Programas de incentivos*. Para el pago de incentivos, al personal interno que participe en el desarrollo de proyectos, se deberá elaborar un tabulador que considere el nivel académico, experiencia, roll de participación, etc. Los pagos deberán ser a través de contratos que incluyan los compromisos y las actividades a desarrollar, y se ejecutarán con la entrega de comprobantes fiscales incluyendo el reporte de actividades y con el visto bueno del responsable a cargo.

6.3 Capacidades

- *Catálogo de recursos humanos*. Documento que contenga información del personal de la institución, su formación académica, experiencia docente, cursos de capacitación tomados, etc. que podrán participar en el desarrollo de proyectos, producción científica, carga actual de trabajo, etc. Es necesario contar con un equipo sólido de doctores, ingenieros, técnicos especialistas que estén disponibles para el desarrollo de proyectos. Se requiere generar programas de capacitación docente, de tal modo que los profesores con mayor experiencia puedan capacitar a profesores nuevos y permear su conocimiento, y estos a su vez se descarguen de actividades docentes y administrativas dando oportunidad de participar en proyectos.

- *Catálogo de infraestructura*. Para le venta de servicios resulta indispensable conocer la capacidad de los laboratorios, talleres y equipos, por lo cual es importante contar con un documento que contenga las características detalladas y toda la información técnica de los laboratorios.

- *Catálogo de productos y servicios*. Con base en las capacidades, cada área deberá generar una lista desglosada de los servicios que pueden vender al exterior.

6.4 Procedimientos para la administración y gestión de proyectos

Elaborar procedimientos para dar un seguimiento puntual al desarrollo de proyectos desde la planificación, ejecución, control y cierre. Además, en los reglamentos es importante hacer mención a los resultados de la propiedad intelectual que pudiera derivarse de los proyectos realizados.

6.5 Financiera

La elaboración correcta de un presupuesto constituye un valioso instrumento que ayuda conocer la magnitud de los costos en los que incurrirá un proyecto y ayuda a evitar pérdidas económicas. En los esquemas de cotización, los costos se estiman para todos los recursos que se asignarán al proyecto, incluyendo el personal, los materiales, el equipo, los servicios y las instalaciones, así como categorías especiales, como los costos para casos de contingencia.

Por todo lo anterior y en conclusión se afirma que este trabajo da respuesta a la pregunta: ¿Cuáles son los factores que se deben considera para la implementación de un modelo de recursos extraordinarios?

Uno de los principales problemas de la educación pública en México radica en que básicamente depende de los recursos que otorga el gobierno, a diferencia de las instituciones privadas en donde no tienen otra alternativa para sobrevivir más que la gestión de recursos extraordinarios. Son pocas las instituciones que han implementado un modelo exitoso, la naturaleza de las instituciones ha obligado a enfocarse en atender las tareas sustanciales del día a día, dejando en segundo plano este tipo de proyectos.

Un tema importante para la implementación de este modelo es la normatividad y la burocracia que existe actualmente en las IES, y que en muchas ocasiones limita el actuar de las mismas. Es tarea de los directivos trabajar en propuestas de esta naturaleza y buscar los mecanismos necesarios para su implementación.

Capítulo V

Aplicación de modelos estadísticos predictivos que permitan establecer la relación entre el entorno de las máquinas de *snacks* y los productos que en ellas se ofrecen en la empresa Novaventa S.A.S. en la ciudad de Medellín, Colombia

Jorge Alonso Monsalve Jaramillo[1]
Sara Gómez Cano[2]
Juliana Marín Delgado[3]
Laura Marcela Navarro Calle[4]
Institución Universitaria Salazar y Herrera
Colombia

A partir de los datos históricos ofrecidos por Novaventa S.A.S, en esta investigación se realiza una estructura matricial para analizar la relación existente del entorno de las máquinas de *snacks* con los productos que dicha empresa ofrece, con el fin de identificar qué productos pueden ir en cada máquina. Lo anterior se realiza bajo la ayuda de teorías como el punto de equilibrio, inventarios ABC, teorema de Chevychev, teorema de Jaccard, segmentación de mercados y tipos de consumo; utilizando el software estadístico SPSS para el desarrollo de las fases que componen el proyecto. Estas fases contienen los diferentes análisis y acotamientos necesarios para llegar al resultado final, el cual se obtuvo mediante la evaluación de variables de tendencia central y según el cumplimiento de características de los clientes que rodean las máquinas, lo cual generó una propuesta de productos sugeridos para cada instancia según el clúster en el que se encuentran.

[1] Ingeniero industrial, Especialista en Sistemas de Calidad y Productividad, Especialista en Psicología Organizacional, Magíster en Ingeniería y Doctor en proyectos con enfoque en ingeniería. Es decano de la Escuela de Ingeniería de la Institución Universitaria Salazar Herrera.
Contacto: *jorga.monsalve@salazaryherrera.edu.co*

[2] Ingeniera Industrial con experiencia en proyectos de desarrollo de software en los frentes de análisis y diseño de procesos de negocio; en proyectos ambientales y de residuos especiales, gestión de procesos en entidades públicas y experiencia internacional en el ámbito social.
Contacto: *gomezcanosara@gmail.com*

[3] Ingeniera Industrial y Magíster en Innovación y Emprendimiento. Tiene experiencia profesional en el sector bancario y en el diseño y desarrollo de estrategias partiendo del conocimiento del cliente. Liderazgo de equipo y de iniciativas a través de metodologías de trabajo ágiles y trabajo colaborativo; extracción de datos a través de lenguajes de programación, interpretación y análisis de la información.
Contacto: *juliana_md02@hotmail.com*

[4] Ingeniera Industrial. Es coordinadora de ingeniería en Novaventa SAS, con experiencia en metodologías de mejora continua, planeación y desarrollo de proyectos logísticos.
Contacto: *lauramarcela14@gmail.com*

1. INTRODUCCIÓN

Las organizaciones evolucionan por su capacidad de tomar decisiones de forma inteligente, y la inteligencia organizacional se refiere a convertir el conocimiento de los actores, desde sus múltiples interacciones en la organización, a un conocimiento colectivo para aportar en el desarrollo estratégicos. Si esto no se hace las organizaciones son ineficientes e incapaces de ejecutar sus procesos de negocios. El comportamiento de mercado es incierto y aleatorio, pero las experiencias convertidas en datos históricos permiten generar aprendizajes (Torres, 2002).

La apertura de mercados siempre genera dudas, pero forjar conductas en el comportamiento y estratificar el consumidor ayuda a la disminución del riesgo asociado. Las empresas que se especializan en procesos de distribución al minorista experimentan proceso de mayor fluctuación en la conducta de consumo (Sellers et al., 2008), como es el caso de la empresa NOVAVENTA S.A.S.

Al momento de abrir un nuevo punto de ventas las empresas dirigen previamente a un analista para realizar un estudio, cuyo objetivo es analizar el tráfico de personas y los modelos de negocios flexibles, pero las maquinas *vending* exigen estructuras de investigación de mercados mucho más dinámicas que una encuesta de consumidor o una apreciación subjetiva del analista, por ende, para evaluar si es rentable o no proveer máquinas en dicho lugar, se requiere modelos predictivos que pueda definir el planograma o portafolio ideal, según un número de características especiales de la plaza y de las personas del sector, y poner el producto correcto en el lugar correcto (Anupindi et al., 1998).

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

En Novaventa S.A.S la única herramienta utilizada para hacer estos análisis es el conocimiento y experiencia intuitiva del área comercial. El canal de venta al paso ha tenido crecimientos altos en ubicación de máquinas anualmente. Cada máquina tiene condiciones diferentes y variables desiguales comparado con la bolsa de máquinas que tiene ubicadas la empresa.

Desde el interior de la compañía se ha generado la necesidad de hacer análisis profundos, acompañados de herramientas estadísticas para tener con base en datos objetivos, análisis y conclusiones importantes para gestionar el modelo de planogramas en las máquinas de *snacks*.

2.2 Bases legales

Ana María Restrepo Velásquez, jefe de Trade Marketing del canal de venta al paso de Novaventa S.A.S, autoriza y valida el uso de las bases de datos utilizadas en este proyecto y para que fueran empleadas legalmente, argumentando lo relevante del proyecto para la empresa.

2.3 Marco institucional

Novaventa es una compañía de canales alternativos que hace parte del Grupo Nutresa, constituida en 2000 y tiene a su cargo la comercialización de productos de compañías como: Nacional de Chocolates, Noel, Zenú, Doria, Colcafé, entre otras, a través de dos canales: Venta Directa (venta por catálogo) y Venta al Paso (máquinas dispensadoras de snacks y máquinas de bebidas calientes).

Aunque la Compañía fue constituida legalmente en 2000, su primera campaña fue lanzada en 1999, para ese entonces contaba con una red de 500 empresarias encargadas de la comercialización de los productos a través de catálogo En 2000 se dio inicio al canal Venta al Paso con un total de 50 saltarines y 49 máquinas de *snacks*, las cuales fueron importadas en un principio por Compañía Nacional de Chocolates.

En 2014 su canal Venta Directa contaba con una red superior a 60.000 mamás empresarias y presencia en el 75% de los departamentos de Colombia. Mientras tanto, el canal Venta al Paso operaba con más de 4.600 máquinas entre *snacks* y café, lo que convirtió a Novaventa en la empresa líder en Colombia en el negocio de *vending* para ese año. En ese año tenía sedes en Medellín, Itagüí, Barranquilla, El Carmen de Viboral, Bogotá y Cali.

2.4 Bases teóricas

Las necesidades identificadas por la compañía hacen que exista un compromiso con la investigación, dado que cada instancia tiene comportamientos que deben analizarse por separado. Para responder a esto se emplearon teorías de abastecimiento donde se pudo analizar el comportamiento de los productos en cada máquina *vending*. De esta manera se busca ajustar los pronósticos de demanda para mantener los niveles de inventario necesarios para cada producto exitoso, evitando espirales vacías y minimizando el costo de oportunidad, además de entender cada máquina como un mundo diferente y encontrar los planogramas ideales para optimizar su ubicación. Para sustentar y desarrollar la problemática encontrada en este proyecto se tiene en cuenta las siguientes teorías:

- *Vending Machines.* Se pone en contexto el negocio *vending* y todo lo que este implica (Anupindi et al., 1998). Una máquina expendedora (*vending machine*) se explica desde su condición comercial masiva, con la que la mayoría de las personas han tenido alguna experiencia, ya que basta introducir algunas monedas para obtener un refresco, un chicle o hasta una cámara fotográfica desechable (Tiffany, 2006). Este negocio parece no detenerse y es que las ventajas que ofrece este tipo de máquinas a sus operadores son amplias: un punto de venta diminuto, un bajísimo costo de renta y mantenimiento, casi ningún personal y, lo que es mejor, está abierto 24 horas y solo basta encontrar un lugar ideal, que cuente con un flujo importante y constante de personas.

- *Tipos de inventario.* Como concepto de acumulación los inventarios, en cualquiera de sus expresiones, son el factor económico que se desea tener en cero, pero se convierte en el factor más relevante en la disponibilidad de una efectiva atención al cliente. A continuación, se describe diferentes tipos de clasificación de *stocks*, de acuerdo con diversos puntos de vista o según lo que controlan (Humberto, 2017). Desde el punto de vista de las empresas manufactureras hay cuatro tipos de inventarios (García, 2016):

  1. Materias primas: comprende todo tipo de materiales comprado por el fabricante y que pueden someterse a operaciones de transformación o manufactura, antes de ser vendidos como producto terminado.
  2. Productos en proceso de fabricación: consiste en la producción parcialmente manufacturada. Su costo comprende materiales, mano de obra y gasto indirectos de fabricación, que le son aplicables.
  3. Productos terminados: son todos los artículos manufacturados que están aptos y disponibles para la venta.
  4. Suministro de fábrica o de fabricación: se conoce también como *stock* de materiales, puede asociarse directamente con el bien terminado y llega a convertirse en partes de él. El suministro de materiales se realiza en cantidades suficientes para que sea práctico asignar su costo al producto.

- *Teoría ABC de abastecimiento.* El problema logístico de cualquier empresa es el total de cuestiones particulares de los productos. La línea de productos de una empresa típica está conformada por artículos en diferentes etapas de sus respectivos ciclos de vida y con diferentes comportamientos de ventas. En cualquier punto del tiempo esto crea un fenómeno de productos conocido como la curva 80-20, concepto particularmente valioso para la planeación logística. El concepto se deriva de que el volumen de ventas es generado por relativamente pocos productos en la línea, y del principio conocido como la ley de Pareto, es decir, el 80% de las ventas de una empresa se generan por el 20% de los artículos de la línea de productos. Una relación precisa 80-20 se logra en pocas ocasiones, pero la desproporcionalidad entre las ventas y el número de artículos por lo general es verdadera. El concepto 80-20 (con una clasificación resultante de productos) proporciona un esquema, basado en actividades de ventas, para determinar los productos que recibirán los diferentes niveles de tratamiento logístico (Ballou, 2004).

- *Punto de equilibrio.* Es la cantidad de producción vendida en la que el total de ingresos es igual al total de costos, es decir, la utilidad operativa es cero. El punto de equilibrio indica cuánta producción se debe vender para evitar una pérdida (Horngreen et al., 2012)

- *Teorema de Chevyshev.* Si una distribución de probabilidades tiene la media μ y la desviación tipo σ, la probabilidad de obtener un valor que se desvíe de la media una cantidad mayor que *k* veces la desviación tipo es menor que $1/K^2$. Simbólicamente se expresa mediante la ecuación (1), la cual es complemento

para definir los límites de control que se emplearon en el modelo estadístico SPSS para definir los clústeres. (Miller y Freund, 1979).

$$P(|x-\mu| > k\sigma) < 1/k^2 \qquad (1)$$

- *Límites de control.* Los límites de control se establecen para controlar la probabilidad de cometer el error de concluir que el proceso está fuera de control, cuando de hecho no lo está. La manera de elección de los límites de control es similar a la elección de una región crítica. Como es el caso de la prueba de hipótesis, el tamaño de la muestra en cada punto es importante. La consideración del tamaño de la muestra depende en gran medida de la sensibilidad o potencia de detección del estado fuera de control. En esta aplicación, la noción de potencia es muy similar a la situación de la prueba de hipótesis. Es claro que entre más grande sea la muestra en cada periodo, más rápida es la detección de un proceso fuera de control. En cierto sentido los límites de control en realidad definen lo que el usuario considera bajo control. En otras palabras, la amplitud dada por los límites de control depende en cierto sentido de la variabilidad del proceso. Como resultado, el cálculo de los límites de control dependerá por completo de manera natural de los datos que se tomen de los resultados del proceso. De esta forma, cualquier control de calidad debe tener su comienzo en el cálculo, a partir de una muestra preliminar o conjunto de muestras que establecerán la línea central y los límites de control de calidad (Walpole et al., 1999), utilizando la ecuación (2).

$$LC = \mu \pm K\sigma \qquad (2)$$

- *Análisis clúster*. El análisis clúster es la denominación de un grupo de técnicas multivalentes cuyo principal propósito es agrupar objetos basándose en las características que poseen. Este análisis clasifica objetos, es decir, encuestados, productos u otras entidades, de tal forma que cada objeto es muy parecido a los que hay en el conglomerado con respecto a algún criterio de selección predeterminado. Los conglomerados resultantes deben mostrar un alto grado de homogeneidad interna dentro del conglomerado y un alto grado de heterogeneidad extrema. Por lo tanto, si la clasificación es acertada, los objetos dentro de los conglomerados estarán muy próximos cuando se representen gráficamente, mientras que los diferentes grupos estarán muy alejados. El clúster también es llamado grupo, conglomerado, racimo, apiñarse (Miller y Freund, 1979).

- *Índice de Jaccard.* El índice de Jaccard es uno de los índices binarios de similitud más conocidos. Los resultados obtenidos con cualquier índice binario de similitud van de cero (No existe similitud entre las muestras), a uno (La similitud es del 100% entre las muestras) (Guisande et al., 2006).

- *Segmentación de clientes.* El concepto de segmentación consiste en la selección de grupos de clientes con demandas y perfiles similares, que son atractivos para un negocio específico y aportan valor. Estos grupos no deben ser muy pequeños, ya que no valdría la pena invertir esfuerzos en esa dirección. Para cada segmento identificado es necesario establecer una estrategia diferente. En algunos casos se tiene que realizar una estrategia basada en venta directa, en otros se busca otros tipos de canales. La comunicación con cada uno de los clientes debe ser personalizada de modo que cada cliente entienda que dicha proposición/oferta ha sido desarrollada para él. En esencia, la práctica de la segmentación de clientes consiste en la seleccionar aquellos con los que la empresa se va a relacionar. Con esto deberán renunciar a ciertos tipos de clientes y centrarse únicamente en aquellos que considera su público objetivo, es decir, los que le aportan un mayor beneficio (García, 2013).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Novaventa S.A.S. es una compañía de canales alternativos constituida en el año 2000 y hace parte del Grupo Nutresa, en Medellín, Colombia. Tiene a cargo la comercialización de productos de compañías como: Nacional de Chocolates, Noel, Zenú, Doria, Colcafé, entre otras, a través de dos canales: venta directa (venta por catálogo) y venta al paso (máquinas dispensadoras de *snacks*, máquinas de bebidas calientes y máquinas de helados). Actualmente, en su canal de venta directa Novaventa emplea a más de 60.000 madres empresarias y tiene presencia en el 75% de los departamentos de Colombia. Mientras tanto, el canal venta al paso opera más de 6.000 máquinas entre snacks, café y helados, lo que convierte a la empresa en líder en Colombia en el negocio de *vending*.

Desde el canal de venta al paso, exclusivamente las máquinas de *snacks*, se cuenta con información importante para hacer lucrativo al negocio. Para que sea rentable y conservar el punto de equilibrio, una máquina de *snacks* debe vender en cada espiral un mínimo de COP 25.000 mensuales. Cada espiral representa en contribución de 2% en toda la venta de la máquina, teniendo en cuenta que el 80% de ellas tienen 50 espirales.

El hecho de no tener claro qué tipo de productos debe tener una máquina de acuerdo con su entorno, la espiral o espirales donde están ubicados estos productos no generarán rotación y será más difícil distribuir ese 2% de cada espiral entre las espirales exitosas, adicionalmente, se podría ver opacado el buen comportamiento de las demás espirales por los productos que están en el lugar equivocado.

En la actualidad se tiene productos dentro de una máquina que no generan rotación y cuando el rutero la visita tiene muy pocos movimientos, incluso llegando a vencerse allí. Pero con un estudio más exhaustivo de producto/rotación/entorno el mismo producto en una máquina, ubicada en una instancia diferente, puede generar mayor aceptación. Debido a esto se detecta diariamente en las máquinas que la mitad de los espirales no tienen rotación, en los casos más críticos. La falta de estudio específico de cada mercado y tener una segmentación clara, no da la visibilidad que se necesita para potencializar el activo y, finalmente, ofrecer soluciones alternativas a todos los consumidores.

La atención de este proyecto se centra en identificar la relación que tiene el entorno con las máquinas de *snacks*, posibilitándole a la empresa potencializar y optimizar los activos para generar mayor utilidad, apuntándole a mayores ventas. Se requiere un modelo de gestión de inventarios ABC, específico por punto de venta, articulando bases de datos (históricos) y análisis matriciales para encontrar las variables que impactan el resultado al que se quiere llegar.

4. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de proyecto

El tipo de investigación a emplear será la descriptiva, ya que se busca encontrar la correlación entre los variables producto, rotación y entorno. La expresión de los datos se hará de manera cuantitativa en términos de rotación-producto, y cualitativa en términos del entorno, a partir de las actividades descritas en el cronograma.

4.2 Método

El método a emplear para llegar al objetivo se realizará a partir de las variables de entrada que se tienen por Novaventa (bases de datos históricos), seguido de la construcción de una estructura matricial bajo las teorías expuestas en el marco teórico para desarrollarlas en cada fase del análisis y obtener los resultados esperados. Esta metodología consta de las siguientes fases:

- *Fase 1:* Extracción del reporte de ventas de Novaventa por producto de las instancias, ubicación de las mismas y consolidación de ambos.

- *Fase 2*: Acotamiento de datos por punto de equilibrio. Se encontrará la venta total de la instancia a partir de la creación de matrices dadas:
  CV = $[CV]_{I*P}$ – Matriz 1.
  PU = $[PU]_{I*P}$ – Matriz 2.

  Donde:
  I = Instancia
  P = Producto
  Pr = Precio
  CV= Cantidad Vendida
  PU= Precio Unitario
  VP= Venta por producto
  VT= Venta total
  PxP= Participación por producto
  PAcum = Participación acumulada

Así se aplica la multiplicación de matrices y se encuentra la venta total del producto por cada instancia, y de la sumatoria horizontal se halla la venta total de la instancia. Originado una matriz en la forma de la ecuación (3).

$$\text{VP} = [CV * PU]_{I*P} - \text{Matriz 3} \qquad (3)$$

A continuación, se crea una matriz individual por producto, representado el eje horizontal como la venta total de la instancia y el eje vertical cada máquina, como se muestra en la ecuación (4). Las instancias que sumen menos al punto de equilibrio dado por Novaventa saldrán de la información a analizar.

$$\text{VT}= \{VP|\sum VP\}_{I*P+1} - \text{Matriz 4} \qquad (4)$$

- *Fase 3*: Clasificación de productos A, B, C por instancia. Para este paso se identifica la participación de la venta de cada producto en el total de la venta de la instancia (ecuación (5)). Se practica una multiplicación entre el vector por la matriz 3. Para dar este resultado:

$$\text{PxP= matriz 3 * } 1/\sum VP[VP]_{I*P} - \text{Matriz 5} \qquad (5)$$

Por consiguiente, se organiza la información de manera de vector, siendo la primera columna la instancia y la segunda el producto, la tercera es la participación dada y se organiza de mayor a menor por participación en máquina. Se priorizan los datos con la participación mediante: Vi= $\uparrow [PXP]_P$ y se genera un vector vertical acumulado a través de Vi= $[PxP + \Delta PxP_{n-1}]$p, para luego categorizarlos con la ecuación (6).

$$\Delta Vi = [PxP_n + \nabla PxP_{n-1}] \qquad (6)$$

Luego se aplica el condicional de la ecuación (7).

$$\begin{gathered} X \leq 0{,}7 = A \\ 0{,}7 < X \leq 0{,}9 = B \\ X > 0{,}9 = C \end{gathered} \qquad (7)$$

Quedando los siguientes vectores:

$$\begin{gathered} ViA[PxP]_p \\ ViB[PxP]_p \\ ViC[PxP]_p \end{gathered}$$

- *Fase 4:* Identificación de máquinas con el mismo comportamiento de consumo del producto A. Se hace una eliminación de los productos tipo B y C de los datos. Se realiza la creación de matriz binaria, donde el eje horizontal sea el producto y el vertical las instancias. Entre los datos de la matriz, 1 es la presencia de ese producto como tipo A dentro de la instancia, por el contrario, 0 es la ausencia de éste en la categoría A de la instancia (Tabla 1). Dada una matriz así: $[BinarioVIA]_{I*P}$ – Matriz 6.

Tabla 1. Matriz resultante

	Producto A	Producto B	Producto n
Instancia 1	1	0	1
Instancia 2	0	0	1
Instancia 3	1	1	1

Seguido a esto se realiza un acotamiento de datos para dejar la zona de aceptación delimitada, se utiliza el teorema de Chevyshev para tener el valor K= 4,47 (este valor se evidencia en el análisis) y calcular los límites de control, gráficamente esto se evidencia usando la distribución normal (Figura 1).

Matriz de operación: $[BinarioViA|\sum BinarioViA]$P*i
Promedio de que un producto sea A: PA= $\sum BinarioViA/n_i$
Media: PA* # Productos.
Desviación: $\sqrt{Media(1-p)}$

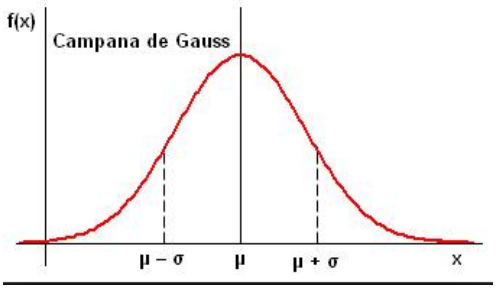


Figura 1. Distribución normal

Luego, y teniendo delimitada la zona de aceptación, se utiliza el motor de análisis de datos SPSS para definir los clústeres y a partir de los jerárquicos se toman como relevantes los que tienen un coeficiente de similitud igual o mayor a 0,6 por teorema de Jaccard.

- *Fase 5:* Análisis los consumos de las máquinas de un mismo clúster y definir las cualidades de su entorno. Se extrae la información de sector socio-económico, tipo de consumo (impulsivo, sugerido o racional), tipo de público (fijo o flotante) y edad promedio de los consumidores de cada instancia. Con esto se puede concluir claramente la relación existente que hay entre el producto y el entorno. Para lo anterior se crea una matriz donde queda explícito por cada clúster las variables definidas anteriormente con sus respectivos valores:

  VClúster: $[In : Coeficiente\ de\ similitud]_{i\ x\ n+1}$
  {n<4 rechazado}
  {n≥4 aceptado}
  Vclúster: $[In]_{i\ x\ n}$
  Mclúster: $[I; Empresa]_{2xn} - Matriz\ 8$

5. RESULTADOS

5.1 Fase 1

A partir de la claridad de los resultados que se desea obtener y con la Información suministrada por la empresa se comienza con la organización de los datos, en este caso se debe consolidar el informe de instancias con el informe de ventas de producto. Al consolidar estos dos reportes se tiene la información de la Tabla 2.

Tabla 2. Base de datos

Añ	M	Instanc	Nombre client	Sitio	Ubicación	Ref. pc	Descripción producto	Unidad	Precio unita
2013	8	638	ACEIS LTDA	GRUPO MUNDIAL	PISO 1	4450	AVENA NATURAL 250G	1	$ 1.810,34
2013	8	638	ACEIS LTDA	GRUPO MUNDIAL	PISO 1	360232	BLANDITO BIMBO MANTEQUILLA X65	2	$ 600,00
2013	8	638	ACEIS LTDA	GRUPO MUNDIAL	PISO 1	360232	BLANDITO BIMBO MANTEQUILLA X65	4	$ 600,00
2013	8	638	ACEIS LTDA	GRUPO MUNDIAL	PISO 1	360199	CHOCOSO 65G BIMBO	2	$ 775,86
2013	8	638	ACEIS LTDA	GRUPO MUNDIAL	PISO 1	8602	BONYURT ZUCARITAS 170G	2	$ 1.896,55
2013	8	638	ACEIS LTDA	GRUPO MUNDIAL	PISO 1	8602	BONYURT ZUCARITAS 170G	4	$ 1.896,55
2013	8	638	ACEIS LTDA	GRUPO MUNDIAL	PISO 1	1013733	COLCAFÉ BEBIDA DE CAFÉ SABOR FRUTAL LIMÓN X 300ML	2	$ 1.120,69
2013	8	638	ACEIS LTDA	GRUPO MUNDIAL	PISO 1	360635	QUESO PERA DEL VECCHIO B12X45G	8	$ 1.600,00
2013	8	638	ACEIS LTDA	GRUPO MUNDIAL	PISO 1	1005857	DUCALES TENTACION X 8 PAQUETES	1	$ 517,24
2013	8	638	ACEIS LTDA	GRUPO MUNDIAL	PISO 1	1006104	GTA. DUCALES MINI PL. X6	3	$ 603,45
2013	8	638	ACEIS LTDA	GRUPO MUNDIAL	PISO 1	101376	GTA. DUX BS. 9X3 9	3	$ 344,83
2013	8	638	ACEIS LTDA	GRUPO MUNDIAL	PISO 1	100038	GTA. FESTIVAL VAINILLA BS. 12X	6	$ 517,24
2013	8	638	ACEIS LTDA	GRUPO MUNDIAL	PISO 1	2487	CHOCOLATINA GOL X 24 UN	3	$ 517,24
2013	8	638	ACEIS LTDA	GRUPO MUNDIAL	PISO 1	1200	JET LECHE 12G X 50 UND	5	$ 258,62

5.2 Fase 2

Con base en la información de la Fase 1 se crea dos matrices para saber la venta total de un producto en cada instancia. Esta información se aprecia en las Tablas 3 a 6.

Tabla 3. Gráfica Matriz 1

	Producto A	Producto B	Producto X
Instancia 1	Cantidad vendida Producto A en Instancia 1	Cantidad vendida Producto B en Instancia 1	Cantidad vendida Producto X en Instancia 1
Instancia 2	Cantidad vendida Producto A en Instancia 2	Cantidad vendida Producto B en Instancia 2	Cantidad vendida Producto X en Instancia 2
Instancia 537	Cantidad vendida Producto A en Instancia 537	Cantidad vendida Producto B en Instancia 537	Cantidad vendida Producto X en Instancia 537

Tabla 4. Matriz 1

Suma de cantidades	Referencia producto					
Instancia	100036	100037	100038	100039	100042	1000429
1			42	42	29	55
5			21	22	14	37
21			26	14	6	21
23	2			5	3	
24			12	28		5
35			31	31	45	35
37						67
38			20	5	9	1

Tabla 5. Gráfica Matriz 2

	Producto A	Producto B	Producto X
Instancia 1	Precio Unitario Producto A en Instancia 1	Precio Unitario Producto B en Instancia 1	Precio Unitario Producto X en Instancia 1
Instancia 2	Precio Unitario Producto A en Instancia 2	Precio Unitario Producto B en Instancia 2	Precio Unitario Producto X en Instancia 2
Instancia 537	Precio Unitario Producto A en Instancia 537	Precio Unitario Producto B en Instancia 537	Precio Unitario Producto X en Instancia 537

Tabla 6. Matriz 2

Precio Unitario	Referencia producto					
Instancia	100036	100037	100038	100039	100042	1000429
1	517	603	603	517	431	1206
5	517	603	603	517	431	1206
21	517	603	603	517	431	1206
23	517	603	603	517	431	1206
24	517	603	603	517	431	1206
35	517	603	603	517	431	1206
37	517	603	603	517	431	1206
38	517	603	603	517	431	1206

Al multiplicar ambas matrices se obtiene la venta total de cada producto en cada instancia, como se observa en las Tablas 7 a 10.

Tabla 7. Gráfica de Matriz 3

	Producto A	Producto B	Producto X
Instancia 1	Cantidad vendida Producto A en Instancia 1 X Precio Unitario Producto A en Instancia 1	Cantidad vendida Producto B en Instancia 1 X Precio Unitario Producto B en Instancia 1	Cantidad vendida Producto X en Instancia 1 X Precio Unitario Producto X en Instancia 1
Instancia 2	Cantidad vendida Producto A en Instancia 2 X Precio Unitario Producto A en Instancia 2	Cantidad vendida Producto B en Instancia 2 X Precio Unitario Producto B en Instancia 2	Cantidad vendida Producto X en Instancia 2 X Precio Unitario Producto X en Instancia 2
Instancia 537	Cantidad vendida Producto A en Instancia 537 X Precio Unitario Producto A en Instancia 537	Cantidad vendida Producto B en Instancia 537 X Precio Unitario Producto B en Instancia 537	Cantidad vendida Producto X en Instancia 537 X Precio Unitario Producto X en Instancia 537

Tabla 8. Matriz 3

Venta total	Referencia producto					
Instancia	100036	100037	100038	100039	100042	1000429
1	0	0	25326	21714	12499	66330
5	0	0	12663	11374	6034	44622
21	0	0	15678	7238	2586	25326
23	1034	0	0	2585	1293	0
24	0	0	7236	14476	0	6030
35	0	0	18693	16027	19395	42210
37	0	0	0	0	0	80802
38	0	0	12060	2585	3879	1206

Finalmente, al hacer un sumatorio horizontal por cada fila se tiene la venta total de la instancia que se presenta en las Tablas 9 y 10.

Se puede identificar las instancias que tienen una facturación menor al punto de equilibrio dado por Novaventa de $25.000, que debe vender cada espiral, por 49 espirales, total $1.225.000. Con esto garantizaremos sacar los puntos atípicos de *n*, instancias que no son representativas en ventas lo que lograrán es hacer dispersión en la información para aplicarle el modelo estadístico.

Tabla 9. Gráfica Matriz 4

	VENTA TOTAL
Instancia 1	CVPA*PUPA+CVPB*PUPV+ CVPX*PUPX
Instancia 2	CVPA*PUPA+CVPB*PUPV+ CVPX*PUPX
Instancia 537	CVPA*PUPA+CVPB*PUPV+ CVPX*PUPX

Tabla 10. Matriz 4

CD Instancia	Total general
1	2718499
5	1091047
21	594346
23	158682
24	315914
35	2170986
37	1388328
38	497077

5.3 Fase 3

Según la teoría dada de abastecimiento A, B, C lo primero es encontrar la participación en venta de cada producto dentro de la venta total de la instancia, por lo tanto, se observa cada una como un almacén aparte y se calcula su participación unitaria. Teóricamente, es tomar la venta total de cada uno de los productos en una instancia y dividirlo sobre la venta total de la instancia (Tablas 11 y 12).

Tabla 11. Gráfica Matriz 5

	Producto A	Producto B	Producto X
Instancia 1	Cantidad vendida Producto A en Instancia 1 X Precio Unitario Producto A en Instancia 1 / CVPA*PUPA+CVPB*PUPV+ CVPX*PUPX	Cantidad vendida Producto B en Instancia 1 X Precio Unitario Producto B en Instancia 1 / CVPA*PUPA+CVPB*PUPV+CVPX*PUPX	Cantidad vendida Producto X en Instancia 1 X Precio Unitario Producto X en Instancia 1 / CVPA*PUPA+CVPB*PUPV+CVPX*PUPX
Instancia 2	Cantidad vendida Producto A en Instancia 2 X Precio Unitario Producto A en Instancia 2 / CVPA*PUPA+CVPB*PUPV+ CVPX*PUPX	Cantidad vendida Producto B en Instancia 2 X Precio Unitario Producto B en Instancia 2 / CVPA*PUPA+CVPB*PUPV+CVPX*PUPX	Cantidad vendida Producto X en Instancia 2 X Precio Unitario Producto X en Instancia 2 / CVPA*PUPA+CVPB*PUPV+CVPX*PUPX
Instancia 189	Cantidad vendida Producto A en Instancia 189 X Precio Unitario Producto A en Instancia 189 / CVPA*PUPA+CVPB*PUPV+ CVPX*PUPX	Cantidad vendida Producto B en Instancia 189 X Precio Unitario Producto B en Instancia 189 / CVPA*PUPA+CVPB*PUPV+CVPX*PUPX	Cantidad vendida Producto X en Instancia 189 X Precio Unitario Producto X en Instancia 189 / CVPA*PUPA+CVPB*PUPV+CVPX*PUPX

Tabla 12. Matriz 5

Participación *Producto	Referencia producto					
Instancia	100036	100037	100038	100039	100042	1000429
1	0,00%	0,00%	0,93%	0,80%	0,46%	2,44%
5	0,00%	0,00%	1,16%	1,04%	0,55%	4,09%
21	0,00%	0,00%	2,64%	1,22%	0,44%	4,26%
23	0,65%	0,00%	0,00%	1,63%	0,81%	0,00%
24	0,00%	0,00%	2,29%	4,58%	0,00%	1,91%
35	0,00%	0,00%	0,86%	0,74%	0,89%	1,94%
37	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	5,82%
38	0,00%	0,00%	2,43%	0,52%	0,78%	0,24%

Después se organiza la información de manera horizontal, siendo la primera columna la instancia y la segunda el producto, la tercera será la participación dada y se organiza de mayor a menor por participación en instancia; la cuarta columna está representada por la participación acumulada, la sumatoria de las participaciones, por último, se aplica el condicional por cada producto en la instancia, de acuerdo con la ecuación (8). Al final se origina la matriz que se presenta en las Tabla 13 y 14.

$$\begin{matrix} X \leq 0{,}7 = A \\ 0{,}7 < X \leq 0{,}9 = B \\ X > 0{,}9 = C \end{matrix} \qquad (8)$$

Tabla 13. Matriz Vector 1

Instancia	Descripción producto	Participación (Mayor a menor)	Participación acumulada	Clasificación
Instancia 1	Producto A	50,00%	50,00%	A
Instancia 1	Producto B	30,00%	80,00%	B
Instancia 1	Producto n	20,00%	100,00%	C

Tabla 14. Vector 1

Instancia	Descripción producto	Participación	Participación acumulada	Clasificación
1	BONYURT ZUCARITAS 170G	8,45%	8,45%	A
1	QUESO PERA DEL VECCHIO B12X45G	5,87%	14,33%	A
1	HIT PET 500 FRUTAS TROPICALES	4,82%	19,14%	A
1	TUTTI FRUTTI MORA TETRA 200 ML	3,73%	22,87%	A
1	ROSQUILLAS LA REINA X 12 UN	3,70%	26,57%	A
1	AVENA NATURAL 250G	3,49%	30,05%	A
1	PEPSI PET 600 ML	3,40%	33,45%	A
1	HIT PET 500 NARANJA PI#A	3,35%	36,80%	A
1	MANZANA PET 600 ML	3,23%	40,03%	A
1	SANDUCHE JMN QSO ZENU X104GR	3,14%	43,18%	A
1	GOLPE MIX 45GRX 8UN	3,06%	46,24%	A
1	CHOCOSO 65G BIMBO	2,98%	49,22%	A
1	JUGO ONECOLIFE MANDARINA 300ML	2,84%	52,06%	A
1	PONY MALTA MINI PET 200 X30UND	2,82%	54,88%	A
1	SALCHICHA VIENA*150GR	2,74%	57,62%	A
1	PASAB. LA ESPECIAL SAL 8PLEX24	2,64%	60,25%	A
1	CHOCOLISTO CHOCO TETRA 200 M.L	2,59%	62,84%	A
1	PAPA NATURAL LA REINA X 12 UN	2,50%	65,34%	A
1	JMN. PIETRAN PRACTIPACK	2,44%	67,78%	A
1	GLINA. JUMBO MANI 24PLEX24UND	2,35%	70,13%	B
1	TOSTIAREPA 28GRX12UN	2,17%	72,30%	B
1	TROCIPOLLO X 12	1,77%	74,07%	B

Se tomaron los datos representativos clasificados como tipo A, es decir, los de mayor demanda en cada instancia y se realiza la matriz de las Tablas 15 y 16.

Tabla 15. Matriz 6 inicial

	Producto A	Producto B	Producto X
Instancia 1	1	0	0
Instancia 2	1	1	0
Instancia 189	0	1	1

Tabla 16. Matriz 6

Cd instancia	100036	100037	100038	100039	100042	1000429
1	1	0	0	0	1	0
5	1	0	1	1	0	1
21	1	0	0	1	0	0
23	0	0	1	0	0	1
24	0	1	0	0	1	0
35	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	1	0	1
38	1	0	0	1	0	0

Con la sumatoria por filas y columnas se obtiene la información delas Tablas 17 y 18.

Figura 17. Gráfica Matriz 7

	Producto A	Producto B	Producto n	Total
Instancia 1	1	0	1	2
Instancia 2	0	0	1	1
Instancia 3	1	1	1	3
Total	**2**	**1**	**3**	**6**

Tabla 18. Matriz 7

Cd instancia	100036	100037	100038	100039	100042	1000429	Total
1	1	0	0	1	1	0	3
5	1	0	1	0	0	1	3
21	1	0	0	0	0	0	1
23	0	0	0	0	0	1	1
24	0	1	1	1	1	0	4
35	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	1	1
38	1	0	0	0	0	0	1
Total	4	1	2	2	2	3	14

Luego se aplica el teorema de Chevyshev para definir la constante que acompaña las fórmulas de límites de control para delimitar la zona de aceptación, desechando los productos con comportamiento atípico. Adicionalmente la gráfica es un apoyo de la distribución normal para visualmente ver la zona de aceptación. Las variables requeridas para la aplicación de este teorema serán:

Probabilidad: Probabilidad de que un producto sea A (PA)
Número de productos (n)
Media: Probabilidad * número de productos (μ)
Desviación estándar: Raíz de la media * (1-Probabilidad)
Índice de confiabilidad: IC

Con base en los datos obtenidos se obtiene la probabilidad mediante el cálculo de variables:

- Promedio de la sumatoria de las columnas/Número de instancias:
  PA=(Promedio(16;129;91;181;4;29;47;87;154;41;46;101;49;7;1;1;1;9;63;105;12;67;2;41;1;69;1;45;30;14;15;4;45;14;169;1;40;132;12;107;63;46;1;60;12;155;2;4;37;110;11;8;80;1;13;5;155;7;145;167;112;77;75;49;26;100;25;59;1;75;12))/189 = 0,273939936
  p= 0,273939936
  n= 71
  μ = p*n
  μ = 19,4497355
  $\sigma = \sqrt{\mu - (1 - p)}$
  σ = 3,75471503

- Porcentaje de aceptación = 0,95

A continuación, se aplica el teorema de Chevyshev para encontrar el valor K mediante la ecuación (9).

$$K = \sqrt{1/(1 - 0{,}95)} \qquad (9)$$
$$K = 4{,}47$$

Al encontrar la constante K se emplea la ecuación (10) para definir los límites de control. Luego se define la distribución normal y se representa gráficamente como en la Figura 2.

$$LC = \mu \pm K\sigma \qquad (10)$$

$$LCI = 19{,}4497355 - 4{,}47 * 3{,}75471503$$
$$LCI = 2{,}60$$
$$LCS = 19{,}4497355 + 4{,}47 * 3{,}75471503$$
$$LCS = 36{,}18$$

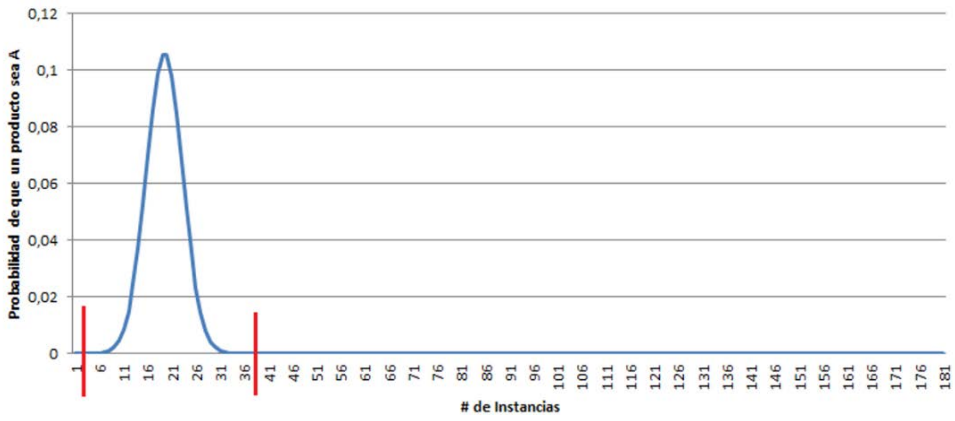


Figura 2. Definición de la zona de aceptación

Al tener los datos acotados se procede a dejar la matriz con x número de datos en eje horizontal, procediendo a hacer el análisis para la agrupación de datos.

5.4 Fase 4

Para el cumplimiento de esta fase se usa el software estadístico SPSS para generar los clústeres bajo el tipo jerárquico. Para el uso de este sistema como motor de análisis de datos se usa el índice de Jaccard para ejecutar el motor y se solicita un dendograma para visualizar gráficamente los clústeres. Los resultados se muestran en la Figura 3 y la Tabla 19.

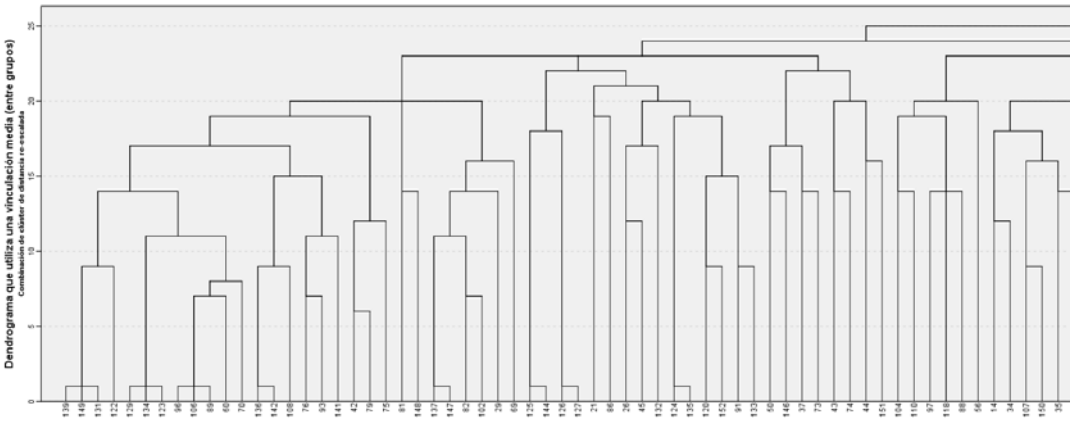


Figura 3. Dendograma

Tabla 19. Clúster

Agglomeration Schedule						
Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	82	144	1,000	0	0	10
2	113	129	1,000	0	0	39
3	107	122	1,000	0	0	116
4	45	119	1,000	0	0	64
5	109	112	1,000	0	0	6
6	52	109	1,000	0	5	40
7	88	104	1,000	0	0	27
8	55	97	1,000	0	0	14
9	9	90	1,000	0	0	122
10	74	82	1,000	0	1	38

El orden se da por el coeficiente de similitud, la estación entrega la similitud con dos instancias y su coeficiente, por lo tanto, el 82 y el 144 tienen una similitud de 1, la siguiente estación de este clúster es la 10, en la 10 se encuentra el 82 como valor igual al 74, por lo tanto, se puede concluir que estas 3 instancias hacen parte de un mismo clúster con similitud del 100%. Los clústeres dados en el análisis fueron en total 29 con un coeficiente superior a 0,6.

VClúster= $[In : Coeficiente\ de\ similitud]_{i\ x\ n+1}$
{n<4 rechazado}
{n≥4 aceptado}

Las agrupaciones de clúster se dan por instancias, en los clústeres se agrupan las instancias que tienen un coeficiente de similitud de acuerdo con la presencia de las variables de productos tipo A. Se toman los clústeres que tengan un indicador de similitud igual o mayor a 0,6 y que tengan como mínimo cuatro instancias agrupadas, de aquí la condición de selección como Aceptado o Rechazado. Los clústeres encontrados y aprobados fueron los siguientes dados en códigos de instancias:

Clúster 1: 672, 1398, 1917,3114,3235,3237.
Clúster 2: 61, 547, 984, 1271, 1535,1778,2707,3986.
Clúster 3: 59, 937, 953, 1008, 1268,2093,2094,2095.
Clúster 4: 543, 818, 2784,3838,3880,4143.
Clúster 5: 1782,2659,3303,3682.
Clúster 6: 1936, 2130, 3507,4021.
Clúster 7: 597, 1677, 2317,2922.
Vcluster= $[In]_{i\ x\ n}$

5.5 Fase 5

Análisis los consumos de las máquinas de un mismo clúster y definir las cualidades de su entorno.

Definición de cualidades a identificar en el entorno:

Tipo de público (Fijo o flotante)
Sector socioeconómico
Tipo de consumo (impulsivo, racional o sugerido)
Edad promedio de consumidores que hacen uso de la instancia

Los siete clústeres hallados se muestran en la Tabla 20.

Tabla 20. Clústeres hallados

Cod. Clúster	Clúster N°	Empresa	Cd Instancia
17	1	EL COLOMBIANO SA Y CIA S.C.	672
52	1	CRYSTAL S.A.S	1398
72	1	GRUPO EMPRESARIAL NUTRESA	1917
109	1	COLTEJER S.A	3114
111	1	CDI EXHIBISIONES S.A.S.	3235
112	1	COLTEJER S.A	3237
3	2	COMPAÑÍA SURAMERICANA DE SERVICIOS SALUD	61
11	2	INTEGRAL S.A	547
39	2	EMPRESA DE MEDICINA INTEGRAL EMI S.A M	984
48	2	FUNDACIÓN HOSPITALARIA SAN VICENTE PAUL	1271
55	2	OPORTUNIDAD EMPRESARIAL S.A	1535
65	2	EMTELCO S.A	1778
97	2	CLÍNICA CES	2707
142	2	EMTELCO S.A	3986
2	3	COMPAÑÍA SURAMERICANA DE SERVICIOS SALUD	59
29	3	CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR COMFAMA	937
34	3	COMPAÑÍA SURAMERICANA DE SERVICIOS SALUD	953
30	3	CORPORACIÓN PARQUE EXPLORA	1008
46	3	FUNDACIÓN HOSPITALARIA SAN VICENTE PAUL	1268
76	3	CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR COMFENALCO	2093
77	3	CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR COMFENALCO	2094
78	3	CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR COMFENALCO	2095
10	4	TELEMEDELLÍN	543
22	4	COMPAÑÍA SURAMERICANA DE SERVICIOS SALUD	818
101	4	COOPERATIVA FINANCIERA DE ANTIOQUIA	2784
135	4	ESCANOGRAFÍA NEUROLÓGICA MED	3838
138	4	CAJA DE COMP+C74ENSACION FAMILIAR COMFAMA	3880
151	4	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	4143
68	5	MULTIENLACE S.A.S	1782
95	5	CLÍNICA CES	2659
114	5	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	3303
125	5	EMTELCO S.A	3682
74	6	OPERACIONES NACIONALES MERCADEO LTDA	1936
82	6	CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR COMFENALCO	2130
118	6	OPERADOR DE PRODUCTOS Y SERVICIOS S.A.S	3507
144	6	ENDURECREACIÓN DE COLOMBIA SAS MEDELLÍN	4121
15	7	CRYSTAL S.A.S	597
61	7	C.I DISTRIHOGAR S.A.S	1677
88	7	BELLANITA DE TRANSPORTES S.A	2317
104	7	PRODUCTOS FAMILIA S.A	2922

Mcluster= $[I; Empresa]_{2xn}$

Las variables a definir para analizar las cualidades de los clústeres están dadas así:

- Sector socioeconómico

1-2 → 1
2-3 → 2
3-4 → 3
4-5 → 4
5-6 → 5

- Edades Promedio
  < 10 → 1
  10-20 → 2
  20-30 → 3
  30-40 → 4
  40-50 → 5
  > 50 → 6

- Tipo de público
  Flotante → 1
  Fijo → 2

- Tipo de consumo
  Impulsivo → 1
  Racional → 2
  Sugerido → 3
  Impulsivo-racional → 4
  Impulsivo-sugerido → 5
  Racional-sugerido → 6

En esta etapa se evidencia el análisis clúster por clúster que se realiza de acuerdo a tendencias medias (moda, promedio y mediana). Un clúster se define si el indicador de alguna de las tendencias coincide con otro indicador en una misma variable (sería dato suficiente para asumir que esa cualidad es propia de dicho clúster) y si dicho clúster cumple por lo menos con tres de esas cualidades. Por lo tanto, si un clúster cuenta con únicamente dos variables para ser definido, no serán suficientes para determinar las características del entorno de ese clúster. A continuación, en la Tabla 21 se muestra el Clúster No. 3 que no pudo ser definido.

Tabla 21. Análisis del clúster N°3

Cod Clúster	Clúster	Empresa	Cd Instancia	Sector	Edad promedio	Tipo público	Tipo compra
2	3	COMPAÑÍA SURAMERICANA DE SERVICIOS SALUD	59	2	3	2	5
29	3	CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR COMFAMA	937	2	4	2	4
34	3	COMPAÑÍA SURAMERICANA DE SERVICIOS SALUD	953	2	3	2	5
30	3	CORPORACIÓN PARQUE EXPLORA	1008	1	2	1	1
46	3	FUNDACIÓN HOSPITALARIA SAN VICENTE PAUL	1268	2	4	1	4
76	3	CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR COMFENALCO	2093	2	5	1	2
77	3	CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR COMFENALCO	2094	2	5	1	2
78	3	CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR COMFENALCO	2095	2	5	1	2
			Moda	2	5	1	2
			Promedio	1,875	4,125	1,250	2,750
			Mediana	2	4	1	3

Como se puede observar en este clúster, las variables (edad promedio y tipo de compra) no se correlacionaron pues cada indicador de las tendencias medias arrojó un resultado diferente, lo que no permitió que dichas variables se pudieran definir en este clúster.

Por lo anterior, si solo quedan las dos variables restantes (sector económico y tipo de público) no se puede categorizar dicho clúster, pues no hay variables suficientes que puedan determinar dicho entorno.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1 Clúster 1

Sector socio-económico 3-4, con una edad promedio de 20 a 30 años, con tipo de público fijo y tipo de compra impulsivo y sugerido, los productos sugeridos para este clúster son: galleta TOSH miel 9x3 y galleta Festival vainilla por 12. Se encuentra conformado por las instancias y empresas de la Tabla 22.

Tabla 22. Análisis Clúster No. 1

Cod Clúster	Clúster N°	Empresa	Cd Instancia	Sector	Edad promedio	Tipo de público	Tipo de compra
17	1	EL COLOMBIANO S.A Y CIA S.C.	672	3	3	2	5
52	1	CRYSTAL S.A.S	1398	3	3	2	5
72	1	GRUPO EMPRESARIAL NUTRESA	1917	3	3	2	5
109	1	COLTEJER S.A	3114	2	3	2	5
111	1	CDI EXHIBICIONES S.A.S.	3235	2	3	2	5
112	1	COLTEJER S.A	3237	2	3	2	5
			Moda	3	3	2	5
			Promedio	2,5	3	2	5
			Mediana	2,5	3	2	5

6.2 Clúster 2

Sector socio-económico 2-3 con una edad promedio de 20 a 30 años, con tipo de público fijo y tipo de compra impulsiva sugerida, los productos recomendados para este clúster son: Colcafé bebida de café sabor frutal limón por 300 ml, Colcafé bebida de café sabor frutal durazno por 300 ml y jugo Onecolife mandarina. Está conformado por las instancias y empresas de la Tabla 23.

Tabla 23. Análisis Clúster No. 2

Cod.	Clúster	Empresa	Instancia	Sector	Edad promedio	Tipo de público	Tipo de compra
3	2	COMPAÑÍA SURAMERICANA DE SERVICIOS SALUD	61	2	3	2	5
11	2	INTEGRAL S.A	547	2	3	2	5
39	2	EMPRESA DE MEDICINA INTEGRAL EMI S.A M	984	3	4	2	4
48	2	FUNDACIÓN HOSPITALARIA SAN VICENTE PAUL	1271	2	5	1	2
55	2	OPORTUNIDAD EMPRESARIAL S.A	1535	3	3	2	5
65	2	EMTELCO S.A	1778	3	3	2	5
97	2	CLÍNICA CES	2707	2	5	1	2
142	2	EMTELCO S.A	3986	3	3	2	5
			Moda	2	3	2	5
			Promedio	2,5	3,625	1,75	4,125
			Mediana	2,5	3	2	5

6.3 Clúster 3

Está conformado por las instancias y empresas que se listan en la Tabla 24.

Tabla 24. Análisis Clúster No. 3

Cod Clúster	Clúster N°	Empresa	Cd Instancia	Sector	Edad promedio	Tipo de público	Compra
2	3	COMPAÑÍA SURAMERICANA DE SERVICIOS SALUD	59	2	3	2	5
29	3	CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR COMFAMA	937	2	4	2	4
34	3	COMPAÑÍA SURAMERICANA DE SERVICIOS SALUD	953	2	3	2	5
30	3	CORPORACIÓN PARQUE EXPLORA	1008	1	2	1	1
46	3	FUNDACIÓN HOSPITALARIA SAN VICENTE PAUL	1268	2	4	1	4
76	3	CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR COMFENALCO	2093	2	5	1	2
77	3	CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR COMFENALCO	2094	2	5	1	2
78	3	CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR COMFENALCO	2095	2	5	1	2
			Moda	2	5	1	2
			Promedio	1,875	4,125	1,250	2,750
			Mediana	2	4	1	3

6.4 Clúster 4

Sector socio-económico 2-3, con edad promedio 20-30, con público fijo y tipo de consumo impulsivo y sugerido los productos recomendados para este clúster son: Colcafé bebida de café sabor frutal limón por 300 ml, Hit Pet de 500 mora, para limón la Reina por 12 y galleta minichips chocolate por 12. Conformado por las instancias y empresas de la Tabla 25.

Tabla 25. Análisis Clúster No. 4

Cod.	Clúster	Empresa	Cd Instancia	Sector	Edad promedio	Tipo de público	Compra
10	4	TELEMEDELLÍN	543	3	3	2	5
22	4	COMPAÑÍA SURAMERICANA DE SERVICIOS SALUD	818	2	3	2	5
101	4	COOPERATIVA FINANCIERA DE ANT.	2784	2	4	1	4
135	4	ESCANOGRAFÍA NEUROLÓGICA MED	3838	2	4	1	4
138	4	CAJA DE COMP+C74ENSACION FAMILIAR COMFAMA	3880	2	4	2	4
151	4	UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	4143	2	3	1	5
			Moda	2	3	2	5
			Promedio	2,1	3,4	1,6	4,6
			Mediana	2,0	3,5	1,5	4,5

6.5 Clúster 5

Este Clúster está conformado por las instancias y empresas de la Tabla 26.

Tabla 26. Análisis Clúster No. 5

Cod.	Clúster	Empresa	Cd Instancia	Sector	Edad promedio	Tipo de público	Tipo de compra
68	5	MULTIENLACE S.A.S	1782	4	4	2	4
95	5	CLÍNICA CES	2659	2	5	1	2
114	5	UdeA	3303	2	3	1	5
125	5	EMTELCO S.A	3682	3	3	2	5
			Moda	2	3	2	5
			Promedio	2,8	3,8	1,5	4,0
			Mediana	2,5	3,5	1,5	4,5

6.6 Clúster 6

Sector socio-económico 2-3, con edad promedio 30-40, con tipo de público fijo y con tipo de consumo impulsivo y racional, los productos sugeridos para este clúster son: Colcafé bebida de café sabor frutal limón y Colcafé bebida de café sabor frutal durazno. El Clúster 6 está conformado por las instancias y empresas listadas en la Tabla 27.

Tabla 27. Análisis Clúster No. 6

Cod.	Clúster	Empresa	Cd Instancia	Sector	Edad promedio	Público	Compra
74	6	OPERACIONES NACIONALES MERCADEO LTDA.	1936	2	4	2	4
82	6	COMFENALCO	2130	2	5	1	2
118	6	OPERADOR DE PRODUCTOS Y SERVICIOS S.A.S	3507	2	4	2	4
144	6	ENDURECREACIÓN DE COLOMBIA SAS MEDELLÍN	4121	2	3	2	5
			Moda	2	4	2	4
			Promedio	2,00	4,00	1,75	3,75
			Mediana	2,00	4,00	2,00	4,00

6.7 Clúster 7

Con edades entre 20-30 años, con público fijo y tipo de compra impulsiva y sugerida, producto sugeridos para este clúster son: galletas Tosh miel 9x3, galleta Festival vainilla por 12, Colcafé bebida de café sabor frutal limón por 300 y Colcafé bebida de café sabor frutal durazno. En este Clúster no se definió la variable sector socio-económico por sus variaciones en los tres indicadores de las tendencias medias. El Clúster está conformado por las instancias y empresas de la Tabla 28.

Tabla 28. Análisis Clúster No. 7

Cod.	Clúster	Empresa	Cd Instancia	Sector	Edad promedio	Tipo de público	Tipo de compra
15	7	CRYSTAL S.A.S	597	3	3	2	5
61	7	C.I DISTRIHOGAR S.A.S	1677	2	4	2	4
88	7	BELLANITA DE TRANSPORTES S.A	2317	2	3	2	5
104	7	PRODUCTOS FAMILIA S.A	2922	4	4	2	4
			Moda	2	3	2	5
			Promedio	2,75	3,40	2,00	4,60
			Mediana	2,50	3,50	2,00	4,50

7. CONCLUSIONES

Después de plantear el análisis matricial para encontrar si había alguna relación entre el entorno y el consumo de productos, se puede ratificar la hipótesis de esta investigación y asegurar que existe una alta relación entre los productos ofertados en las máquinas y la ubicación con respecto al público del que está rodeada.

Es clave que una observación clara acerca de la ubicación de las máquinas e interpretar el entorno puede dar una idea eficaz de los productos que se deben ofertar allí. Dada esta teoría y comprobando la hipótesis planteada se logra dar cumplimiento al objetivo de haber identificado la relación entre las variables cualitativas y cuantitativas, y finalmente se optimiza el activo de Novaventa S.A.S.

Esta evaluación de entorno con los clústeres deberá hacerse al menos dos veces al año para garantizar la información actualizada y generar flexibilidad y versatilidad en el negocio de las máquinas *vending*, además de estar a la vanguardia del consumidor de hoy.

Al desarrollar el trabajo, dándole cumplimiento a las fases propuestas en el cronograma, se encontraron hallazgos importantes que Novaventa podrá ver como oportunidades de mejoramiento y desarrollar nuevas investigaciones o planes de acción acerca de estos temas.

Al desarrollar la fase de acotamiento de *n* Instancias por punto de equilibrio, se encontró que el 64,8% de las instancias no llegan a vender el valor definido por Novaventa como punto de equilibro. Solo el 34% resultó ser una muestra apropiada para hacer el análisis de datos (Tabla 29).

Tabla 29. Resultados puntos de equilibrio

Rango	Mínimo	Máximo	Cuenta	Participación
X<=1'225.000	$ 1	$ 1.225.000	348	64,8%
1'225.000<X<=2'450.000	$ 1.225.001	$ 2.450.000	154	28,7%
2'450.000<X<=3'675.000	$ 2.450.001	$ 3.675.000	27	5,0%
3'675.000<X<=4'900.000	$ 3.675.001	$ 4.900.000	7	1,3%
4'900.000<X<=6'125.000	$ 4.900.001	$ 6.125.000	1	0,2%

En este caso se observa que se debe hacer seguimiento a estos activos y a su venta, si no mejora se debe hacer una reubicación de los activos. Se conoce que el punto de equilibrio está dado para definir que al final del ejercicio la máquina va a dar un valor positivo como ganancia para la compañía. Si bien la teoría de abastecimiento habla de un comportamiento 80-20, se encuentra en la realidad los datos de la Tabla 30 con respecto a la proporción de los productos por categorías.

Tabla 30. Resultados ABC

	Rangos en Unidades		
	Mínimo	Máximo	Rangos $
A	15,00%	50,00%	x <=0,7
B	19,61%	36,36%	0,7 <x <= 0,9
C	24,53%	54,90%	x>0,9

Hubo instancias dónde los productos A alcanzaron a ser el 15% en cantidad de referencias, esto da a entender que la instancia tiene pocos productos que venden mucho, se deben revisar el otro 85% de productos que hacen el 30% restante en ventas. En este caso podría dársele mayor cantidad de espirales a los productos A y potencializar las ventas.

Por otro lado, hubo instancias que los productos A fueron el 50% de la cantidad de referencias, se concluye que la instancia tiene un portafolio adecuado y sus productos están rotando en la misma velocidad.

Se evidenció instancias con el 54,9% de los productos con categoría C, que son el 10% de las ventas con una gran desproporción y, aunque son máquinas que venden como mínimo el punto de equilibrio, la proporción de sus productos C es demasiado alta, hay una gran oportunidad si se identifican los A.

Al hacer el acotamiento de variables con el teorema de Chevyshev se identificaron productos que son A en la mayoría de instancias, fueron los que estuvieron sobre el límite de control superior con número de

instancias asociadas donde son A. Estos productos se deben incluir en todos los planogramas, es decir, se vuelven productos genéricos en las instancias. Los identificados son los siguientes:

Bonyurt Zucaritas 170g
Hit Pet 500 Frutas Tropicales
Pony Malta Pet 330 C.C.
Pepsi Pet 600 Ml
Manzana Pet 600 Ml
Chocoso 65g Bimbo
Pony Malta Mini Pet 200 X30und
Hit Pet 500 Naranja Pi#A
Avena Natural 250g
Queso Pera Del Vecchio B12x45g
Papa Natural La Reina X 12 Un
Jet Leche 12g X 50 Und.
Jumbo Mani 24 plex24und
Colombiana Pet 600 Ml
Tostiarepa 28grx12un
Blandito Bimbo Mantequilla X65
Chocolisto Choco Tetra 200 Ml
La Especial Sal 8plex24
Rosquillas La Reina X 12 Un
Salchicha Viena*150gr
Tutti Frutti Mora Tetra 200 Ml

Definitivamente Novaventa tendrá que seguir con el estudio y poder definir claramente cuál será el planograma dado según la ubicación de las máquinas, deberá desarrollar nuevos productos que apalanquen la estrategia de crecimiento con la maximización de la orden promedio de la máquina. Como segunda opción es encontrar aliados estratégicos que puedan proveerle los productos que logren diversificar el planograma, ajustándolo a los lineamientos dados por mercadeo.

El trabajo inicial para aplicar el tema es de asignar los planogramas según el segmento, esto debe abarcar las siguientes etapas:

- *Las instancias actuales*: Lo primordial es empezar con entender cuál es el entorno de cada una y a través del análisis cualitativo del mercado asignarle el planograma que cumpla con los requisitos del sector.

- *Instancias nuevas*: Dentro del proceso comercial de ubicación de máquinas, debe haber una observación de dónde la máquina irá ubicada, así desde el inicio se garantizará que la máquina sale de las instalaciones de Novaventa con el planograma adecuado a su ubicación.

Capítulo VI

Propuesta de mejora para disminuir las líneas de espera en el área de admisiones en una Institución de Educación Superior IES en la ciudad de Medellín, Colombia

Gisela Patricia Monsalve Fonnegra[1]
Carlos Andrés Montoya Gallego[2]
Kelly Johana Solórzano Murillo[3]
Instituto Tecnológico Metropolitano
Colombia

Esta investigación se fundamenta en la teoría de colas como herramientas de la ingeniería que permite el análisis de un sistema de líneas de espera, en este caso en el área de admisiones del Instituto Tecnológico Metropolitano ITM, en Medellín, Colombia. La metodología incluye como estrategia de investigación el estudio de caso con un tipo de análisis mixto, que integra la temática relacionada con la observación directa y la percepción de los usuarios que acuden al sistema de colas. Los resultados de la investigación presentan amplia variabilidad en las respuestas, lo cual indica que se puede profundizar en el caso con un estudio de métodos y tiempos o la ampliación del tamaño de la muestra en los instrumentos de medición de la satisfacción del cliente. Se proponen estrategias operativas que añaden capacidad, satisfacción del cliente y disminución de las filas sin afectar los costos. Asimismo, debe fortalecerse el canal de fila única centrándolo en la calidad del servicio en las taquillas, a la vez que descongestionar el sistema en tiempos de alto tráfico con la virtualización a través del uso de internet en línea[4].

[1] Ingeniera Industrial, Especialista en Finanzas, Especialista en Administración de la Informática Educativa, Magister en Ingeniería y Estudiante de Doctorado. Con experiencia docente en áreas de producción, estadística, calidad, investigación de operaciones entre otras. Con experiencia profesional en gestión de operaciones en manufactura y servicios, gerencia de organizaciones, interventoría y dirección de proyectos. Las áreas de interés investigativo son la gestión e investigación de operaciones, la producción y la logística.
Contacto: *giselam73@gmail.com*

[2] Ingeniero de producción. Se desempeña como gestor catastral de la alcaldía del municipio de Nariño, Antioquia.
Contacto: *andresmg9369@gmail.com*

[3] Profesional en Ingeniería y Tecnología de Producción. Actualmente, labora en el sector servicios.
Contacto: *kellysolorzano8@gmail.com*

[4] En la realización de la monografía participó la estudiante María Johana Ceballos.

1. INTRODUCCIÓN

La temática de este trabajo hace referencia a la teoría de colas y a la importancia que su implementación tiene para dar solución a las diversas problemáticas generadas en una línea de espera; en este caso particular en la Institución Universitaria Instituto Tecnológico Metropolitano ITM.

Según Portilla et al. (2010) la teoría de colas es un conjunto de modelos matemáticos que describen sistemas de líneas de espera particulares. Esta busca encontrar un estado sistemático que le ayude a determinar la capacidad de servicio óptimo para garantizar un equilibrio entre los costos del sistema y la satisfacción del cliente; esta teoría reúne dos conceptos importantes que son los clientes y los servidores.

Por otra parte, Fermoso et al. (2011) manifiestan que la teoría de colas es una rama de la investigación operativa que estudia el comportamiento de los sistemas de atención al cliente; asimismo, Singer et al. (2008) expresan que el estudio de los modelos de colas destaca su importancia puesto que apoyan la toma de decisiones del administrador, en especial en cuanto a la capacidad instalada de la empresa y el tiempo de espera de los clientes.

En este estudio de caso se trata el fenómeno de las líneas de espera en el área de admisiones del ITM en la ciudad de Medellín, Colombia; para el desarrollo se proponen cuatro fases que incluyen la fundamentación teórica, el diagnóstico de la situación, la aplicación de un instrumento de indagación y las propuestas de mejora al proceso.

Una primera fase para identificar los aspectos teóricos sobre la teoría de colas y las estrategias para disminuir las líneas de espera en una organización; se realiza una búsqueda de las teorías que permitan comprender el concepto y los procesos inherentes a su implementación en una determinada empresa, asimismo, se elabora el instrumento de diagnóstico del proceso.

Una segunda fase para diagnosticar el impacto de las filas ocasionadas en los procesos de atención existentes en el área de admisiones del ITM, describiendo a profundidad el método de atención para diversos procesos, la longitud de las filas, los tiempos relacionados y las estrategias existentes en la institución para la disminución de la longitud de las filas. Esta fase se lleva a cabo mediante la aplicación de una entrevista a la persona encargada del departamento de admisiones; también se realiza un proceso de observación directa para comprender los procesos en el tiempo y forma en el que se realizan. Y se complementa con una encuesta a estudiantes que permite diagnosticar los procesos de atención.

Para concluir, una tercera fase acerca del estudio y, de acuerdo con los hallazgos, realizar las propuestas de mejora que permitan disminuir el efecto de las filas de espera en el área de admisiones del ITM. Las estrategias de mejora puestas en marcha contribuyen a la optimización de los procesos en este departamento y con ello a una mayor satisfacción de los clientes, en este caso, los estudiantes.

2. MARCO TEÓRICO

La teoría de colas y las estrategias para disminuir las líneas de espera en una organización se aplican al estudio de caso propuesto para disminuir las líneas de espera en el departamento de admisiones del ITM. El conocimiento sobre las líneas de espera es importante puesto que permite analizar el estado del proceso y plantear estrategias a partir de las cuales se reduzcan los tiempos de atención y los clientes se sientan satisfechos.

2.1 La teoría de colas

La teoría de colas la definen Sabater y Rogle (2016) como un sistema donde un conjunto de clientes llega buscando un servicio, que esperan si no es inmediato, y abandonan el sistema una vez han sido atendidos. Cuando se habla de clientes no solamente se hace referencia a humanos, sino que se usa el término en sentido general para denotar la espera de personas, piezas o listas de trabajo esperando un turno para ser procesadas.

Por su parte, Mehri y Djemel (2011) definen la teoría de colas como una técnica de investigación operativa que modela, mediante un estudio matemático, un sistema de colas que permite predecir su actuación y

determinar sus propiedades, con el fin de ayudar a los administradores en la toma de decisiones. Una cola es una línea de espera y la teoría de colas es una colección de modelos matemáticos que describen sistemas de colas particulares.

Para Terán (2016) la teoría de colas también es conocida como una línea de espera, utilizada comúnmente en la vida cotidiana cuando se requiere de un servicio, bien sea en un sistema bancario, en un almacén de cadena al momento del pago o en una institución de salud, entre otros contextos. Para Carro y Gonzáles (2012) es el conjunto de clientes que hacen espera, es decir, los clientes que ya han solicitado el servicio, pero que aún no han pasado al mecanismo del mismo. Para otros se trata del conjunto formado por la cola y el mecanismo de servicio, junto con la disciplina de la cola, que es lo que indica el criterio de qué cliente de la cola elegir para pasar al mecanismo de servicio (Carro y González, 2012).

Concretamente, la teoría de colas es el conjunto de modelos matemáticos que describen los sistemas de líneas de espera, en el campo de la atención o de la producción, y el objetivo de ellos, afirma Portilla et al. (2010), es encontrar el estado estable del sistema y determinar la capacidad apropiada del servicio que garantice el equilibrio entre la cantidad y la calidad (tiempo y costo y la satisfacción del cliente) del sistema. De ahí que, por lo general, en los sistemas de líneas de atención se tenga como agentes principales a los clientes (personas, ordenes de servicio, vehículos, máquinas…) y los servidores (estación que tiene la facultad de realizar la actividad de servicio para el cliente: cajeros, secretarias, máquinas).

Según Moreno (2011), la teoría de colas se inicia en 1909 en un esfuerzo por analizar la congestión de tráfico en una pequeña central telefónica, una investigación que acabó en la formulación de la nueva teoría y que hoy es herramienta de valor en los negocios, dado que un sin número de problemas pueden caracterizarse como problemas de congestión llegada-salida. Como afirma Moreno (2011), los objetivos de un modelo de atención basado en la teoría de colas pueden resumirse en:

- Identificar un nivel óptimo de los sistemas para minimizar los costos globales.
- Evaluar el impacto de las posibles alternativas de modificación de la capacidad del sistema en relación con los costos totales del mismo.
- Establecer un equilibrio ente los aspectos cuantitativos (costos) y cualitativos (percepción de los usuarios) del servicio.
- Analizar el tiempo de permanencia dentro del sistema o cola, porque impacta directamente sobre el cliente y su permanencia o no dentro del sistema.

2.2 Estructura del sistema de colas

El sistema de colas cuenta con una fuente de entrada donde llegan los clientes, que una vez dentro forman parte importante de la cola en donde esperan a ser atendidos por los servidores; luego de la atención recibida, mediante el mecanismo de servicio el cliente, abandona la fila o cola, tal como se observa en la Figura 1. En la Tabla 1 se describe los componentes de la estructura de la teoría de colas.

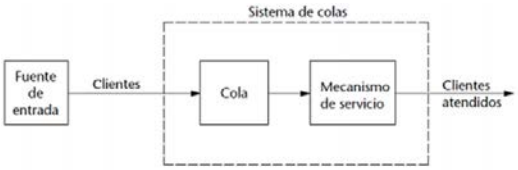


Figura 1. Sistema de colas (Terán, 2016)

Tabla 1. Componentes de la estructura de la teoría de colas (Terán, 2016)

Elemento	Descripción
Fuente de entrada	Está representada por la población potencial o el total de los posibles clientes que alimentan el sistema; en otras palabras, son los usuarios que llegan y se les conoce como población de entrada o capacidad del sistema. Puede ser limitada o ilimitada.
Cola	Está caracterizada por el número máximo de clientes que puede aceptar y pueden ser finitas o infinitas. Es importante resaltar que una cola no tiene que ser necesariamente una línea física de espera que se genera frente a la estación de servicio, ya que los clientes pueden estar dispersos esperando a ser atendidos, lo importante es que sigan una disciplina común y abandonen el sistema una vez sean atendidos.
Disciplina de cola	Es la manera en que los clientes se ordenan para recibir el servicio.
Mecanismo de servicio	Consiste en la manera como se distribuyen las estaciones.

Es importante resaltar que los mecanismos de servicio pueden ser de varios canales o servidores, y con una o varias etapas o puntos de atención. El modelo más elemental es suponer un único servidor de una sola etapa de servicio. Existen tres tipos:

- Mono-canal: una cola que alimenta a varios servidores.
- Multi-canal: varios canales con colas independientes.
- Canales de servicio en serie: utilizados cuando no se puede prestar todo el servicio en una sola estación y el cliente debe recibirlo secuencialmente.

La estructura de la teoría de colas también cuenta con un elemento relevante: el tiempo de servicio, el cual es el tiempo que se demora el cliente o usuario para ser atendido. El proceso concluye cuando el cliente salga del sistema en el caso de mono-canal o multi–canal, para la multi-etapa con retroalimentación cuando el usuario o cliente haya pasado por todas las estaciones (Terán, 2016).

2.3 Modelos de línea de espera

Tal como afirman De La Fuente y Pino (2001) se puede citar modelos de colas entendidas como líneas de espera, donde los medios existentes generalmente son inadecuados para satisfacer la demanda. En razón al proceso de nacimiento y muerte se definen los modelos M/M/s (M= número promedio de clientes a atender, M= número de clientes atendidos y que salen del sistema y s= número servidores del sistema) para un solo servidor o para varios servidores, con fuente de población finita o con limitación en la longitud de la cola. No se debe olvidar que la teoría de colas puede referirse tanto a la espera de un servicio, como a programas para ejecutarse en un computador, a información en espera para ser transmitida o a aviones o vehículos en espera para ser despachados (De La Fuente y Pino, 2001).

En estos modelos, tanto los tiempos de llegada como los de servicio son exponenciales y tienen s servidores (1, 2, 3…). Según la notación de Kendall, y como lo recuerdan Corcino y Ramos (2018), una variación de ese modelo es el M/G/1, modelo de cola no exponencial, donde se tiene un tiempo de llegada exponencial, un tiempo de servicio general y un número determinado de servidores.

El modelo M/M/s es el más genérico de la teoría de colas, porque no hay control sobre la llegada al sistema y, aunque en la práctica pueda modelarse matemáticamente, no hay una definición en el tiempo de la atención ya que de acuerdo con la capacidad de recursos se puede intervenir en el número de servidores (De La Fuente y Pino, 2001).

Los modelos de colas no-exponenciales (recordando que el modelo basado en procesos de nacimiento y muerte suponen un tiempo entre llegadas y salidas de tipo exponencial) permiten modelar situaciones (Allen, 2014), donde las llegadas están programadas (por ejemplo, la consulta de un odontólogo), las colas que se forman cíclicamente en los semáforos, en los servicios en donde el tiempo que requiere cada cliente es más o menos constante (ejemplo una línea de ensamble). En ese modelo las llegadas tienen una tasa constante (los tiempos entre las llegadas al sistema son independientes e idénticamente distribuidos, los tiempos de servicio tienen una distribución de probabilidad común cualquiera y el sistema de espera tienen un único servidor).

Un modelo de cola puede basarse en su capacidad o en el número máximo de clientes admisibles (finito o infinito). Recordando que la suposición normal es que la longitud de la cola es infinita, lo que lleva a determinar el número de canales, por ejemplo, el número de carriles en una calle ante un semáforo.

Al hablar de los modelos de colas con disciplina en las prioridades se refiere a aquellos sistemas en los que existe una determinada política de atención; hay una disciplina en la cola que puede ser, como lo describen Sabater y Rogle (2016), de tipo *First In First Out* FIFO, *Last In First Out* LIFO, *Random Selection of Service*, RSS, se otorga algún tipo de prioridad PR (en algunas colas de servicio, por ejemplo, se atiende primero a las madres con niños, o a los ancianos), o disciplina general GD.

La disciplina de la cola es el orden de atención y la forma de selección para ser atendidos por el servicio es la regla en el orden en el cual se seleccionan los clientes en espera de ser atendidos para brindarles el servicio en la cola, para esto existe varias reglas como las que se describen en la Tabla 2.

Tabla 2. Reglas de disciplina en la cola (Pérez, 2018)

Regla	Características
FIFO	Se atiende al cliente en el orden que llega a la cola, el primero en llegar será el primero en ser atendido.
LIFO	Consiste en atender primero al que ha llegado de último, también se le conoce como pila.
RSS	Se selecciona a los clientes de una cola de forma aleatoria, con algún procedimiento de prioridad o alguna otra pre-clasificación.
Processor Sharing	Todos los clientes experimentan con eficacia el mismo retraso, ya que comparten entre todos la capacidad del sistema atendiéndolos por igual.

Para la aplicación de las técnicas apropiadas se debe identificar las características del sistema de colas y clasificar a partir de letras y/o símbolos a través de la Notación de Kendall.

2.4 Estrategias para mejorar la línea de espera

La ingeniería industrial con sus herramientas permite la aplicación de técnicas que logren la prestación del servicio a satisfacción del cliente. La utilización de un programa de simulación como Promodel 7.0, propuesto por Rodríguez y Suárez (2013), permite el análisis del estado actual del sistema mediante la creación de categorías (horario de mayor demanda, demanda promedio y menor demanda), permitiendo la realización de un análisis estadístico para determinar la lógica del proceso.

Por otra parte, Izar et al. (2018) afirman que las líneas de espera requieren un proceso de mejora que permita un servicio efectivo mediante estrategias operativas que añadan capacidad, pero sin incrementar los costos, por lo tanto, existen estrategias recomendadas por académicos como la utilización de la lógica operativa, que permite el rediseño de los procesos para eliminar las ineficiencias del sistema. Otra es la implementación de reservaciones que ayuden a hacer más uniforme la demanda, establecer la diferenciación en los clientes que esperan (urgencias, duración del servicio, importancia, entre otro) y hacer la espera más tolerable.

Así mismo, estos autores describen que otra estrategia que permite minimizar la longitud percibida en la cola es por medio de divisiones, filas en zig zag y mover la fila más a prisa o la participación del cliente en la prestación del servicio, como en el caso de los cajeros automáticos, la estación de gasolina, entre otras. Una de las estrategias más sencillas para disminuir el tiempo de espera es la fila única, porque mejora la experiencia del cliente, disminuye su estrés y minimiza el tiempo de espera. Según Qmatic (2018) este sistema aumenta la eficiencia en cuanto al rendimiento y al número de clientes atendidos, como se puede observar en la Figura 2.

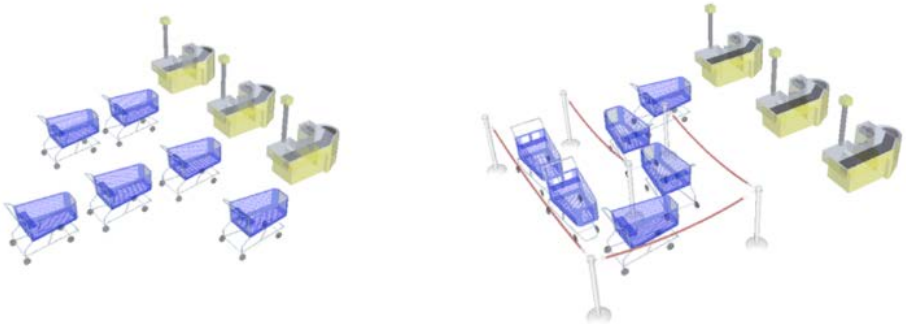


Figura 2. Fila única (Qmatic, 2018)

El sistema de fila única configura una única cola de espera compacta, lo que permite percibir al cliente un sistema más justo (una fila no avanza más rápido que otra), con un ritmo más rápido, y la percepción de tiempo de espera se hace más corto.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El departamento de admisiones del ITM tiene como función ofrecer la información y gestionar las actividades de los procesos relacionados con admisiones, matricula, expedición de certificados, renovación de carnet y otros, teniendo en cuenta las disposiciones establecidas en la normativa institucional. Los estudiantes manifiestan que existen líneas de espera prolongadas al momento de requerir alguno de los servicios del área. Esa primera sensación, como lo describe Mendiola (2014), acarrea para el usuario cierta desazón y nerviosismo para quien está en la cola, porque se asocian ideas que ya están en su mente.

Las ventanillas o canales de atención no están disponibles a su capacidad máxima durante toda la jornada, lo cual hace que los usuarios vean retrasadas sus labores posteriores, en especial después de las 4 de la tarde. Por lo general, el tiempo de atención se prolonga porque el empleado debe desplazarse una o más veces de su puesto a la impresora, o para hacer una consulta a su jefe sobre el proceso.

Debido a todo esto se sugiere que el ITM implemente un modelo de teoría de colas virtual que le permita disminuir los tiempos de atención y, por ende, las colas que se evidencian al presentar el servicio. Los procesos en el área de admisiones y registro parten de la llegada de los usuarios a solicitar el servicio tomando un ficho en la parte exterior de las taquillas, luego esperan a ser llamados por medio de un tablero digital, el cual va indicando el turno en que van en la fila; después de que son llamados pasan a la taquilla donde son atendidos por el personal encargado para la solución de alguna de las siguientes necesidades:

1. *Expedición de certificado de estudio:* se genera a petición del estudiante y se debe cancelar previamente en una máquina de pagos y entregar el recibo al personal de admisiones, ellos a su vez proceden a la toma de los datos para validar su identificación y generar el certificado.
2. *Matricula:* este proceso se realiza dos veces al año (cada semestre) y consiste en ingresar formalmente al estudiante a la institución, en él se certifica que la documentación exigida previamente sea la correcta y esté autenticada, si la información es correcta se procede con la legalización de la matricula y si no lo es, el estudiante debe volver con el documento faltante y regresar cuando esté completo.
3. *Solicitud de información:* es un proceso que erróneamente atiende el departamento de admisiones y registro, ya que para esto existe la taquilla de información; sin embargo, la mayoría de los usuarios acuden allí a preguntar sobre algún trámite que necesitan realizar, por ejemplo, dónde está ubicada la oficina de algún profesor o cuándo son los registros de las pruebas oficiales de Estado, entre otras, a las cuales se debe esperar como si fuera cualquier proceso del área con ficho en mano, y una vez se les redirige al lugar correcto dejan admisiones con su duda despejada o buscando más información.
4. *Expedición paz y salvo:* actividad que se realiza cuando el estudiante necesita demostrar que no tiene deudas con la institución.
5. *Renovación del carnet estudiantil:* cada semestre el estudiante debe actualizar el carnet, donde se verifican sus datos, para hacer uso de diferentes beneficios, como el ingresar a la institución, préstamo de libros o el descuento en las cafeterías.

Adicional a los procesos anteriores, los profesores y egresados también acuden al área para varios trámites, en especial al inicio y fin de cada semestre. Por todo lo anterior se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿qué estrategias debe implementar el ITM para mejorar para disminuir las líneas de espera en el área de admisiones?

4. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de investigación

El método elegido para el análisis de los factores fue el estudio de caso, el cual busca responder el por qué y el cómo de ciertas dinámicas sociales. Según Martínez (2011), el estudio de caso es una estrategia de investigación dirigida a comprender las dinámicas presentes en contextos singulares, la cual podría tratarse del estudio de un único caso o de varios casos, combinando distintos métodos para la recogida de evidencia cualitativa y/o cuantitativa, con el fin de describir, verificar o generar teoría.

El caso de estudio en particular es el departamento del admisiones del ITM, el cual ha presentado en su área de atención largas filas de espera al momento del acceso cuando los estudiantes requieren alguno de los servicios que presta (matriculas, expedición de certificados, renovación del carnet, entre otras); esto genera dificultades e insatisfacciones en aquellos que recurren a dicho departamento, por la cantidad de tiempo que deben esperar para recibir el servicio, trayendo como consecuencias las llegadas tarde a las clases, el abandono de la fila o tener postergar la diligencia. Es importante resaltar que el ambiente no es confortable para estar en la línea de espera.

De acuerdo con la metodología de la investigación este trabajo cuenta con un tipo de estudio descriptivo y aplicado. Descriptivo porque permite especificar las propiedades importantes de los fenómenos de estudio,

sin alterar ni manipular las variables. En este tipo de estudio se evalúan diferentes aspectos del fenómeno a investigar. Por otro lado, el tipo de estudio de la investigación es descriptivo porque permite indagar y describir sobre los hechos, sucesos o personas, a partir de las diferentes técnicas e instrumentos sobre el impacto de las estrategias de disminución de líneas de espera en el sector servicio.

4.2 Descripción del estudio descriptivo

El fenómeno de la teoría de colas es el estudio que se realiza de forma matemática para analistas y comprender las líneas de espera en una determinada institución, al momento de prestar el servicio para el cual fue diseñada. Para el caso en particular de esta investigación se realiza el análisis de dicho fenómeno en el departamento de admisiones del ITM con la finalidad de buscar la mejora de los procesos y lograr mayor satisfacción de los estudiantes al momento de recibir el servicio. Para el caso se realiza un trabajo de campo mediante la utilización de distintas técnicas de recolección de información, como la observación, la entrevista y la encuesta.

Se realiza un proceso de observación donde los investigadores recolectan la información a partir de varias visitas al departamento de admisiones y, a partir del formato diseñado, se procedió a dar respuestas a las preguntas enunciadas.

Por otra parte, se realizó una entrevista con preguntas abiertas, además de una encuesta a 75 estudiantes de diferentes carreras y semestres del ITM. Los resultados permitieron obtener datos precisos y confiables para el establecimiento de los resultados y conclusiones de la investigación y de este modo plantear estrategias de mejora para el departamento de admisiones de la institución en estudio.

Según Hernández et al. (2014), los estudios descriptivos permiten medir de manera independiente una serie de características, conceptos o variables involucrados en el tema de estudio, integrando dichas mediciones con el fin de predecir cómo es y cómo se manifiesta el fenómeno de interés. El tipo de investigación aplicada se caracteriza porque permite aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera profesional. Según Hernández et al. (2014), el principal objetivo de la investigación aplicada se basa en resolver problemas prácticos, con un margen de generalización limitado. De este modo genera pocos aportes al conocimiento científico desde un punto de vista teórico.

La investigación también cuenta con un tipo de estudio analítico que, de acuerdo con Veiga de Cabo et al. (2008), pretende descubrir la relación entre el factor de riesgo y un determinado efecto. Estos estudios buscan establecer una relación causal entre dos fenómenos naturales. El estudio analítico en el departamento de admisiones del ITM permite establecer la relación entre la línea de espera, al prestar el servicio a los estudiantes y el tiempo que transcurre para la atención de estos.

En los estudios analíticos es importante comprender que, para que su condición prevalezca es indispensable la realización de un estudio observacional donde el investigador no establezca ningún tipo de intervención en los grupos de estudio (Veiga de Cabo et al., 2008). Las teorías en este estudio son: Teoría de colas, Líneas de espera, Atención al usuario y Comportamiento del consumidor.

4.3 Método de investigación

Este estudio recurre a técnicas de investigación mixtas (cuantitativas y cualitativas) para la recolección de la evidencia y, a partir de ella, lograr el estableciendo de los resultados del estudio sobre el impacto de las estrategias de disminución de líneas de espera en el sector servicio en el ITM. La investigación cualitativa es definida por Hernández et al. (2014) como aquel estudio que busca conceptualizar sobre la realidad con base en el comportamiento, los conocimientos, las actitudes y los valores que guían el comportamiento de las personas estudiadas. La investigación cualitativa permite abordar el estudio a partir de técnicas como la revisión documental y las entrevistas.

La investigación también contiene un método cuantitativo, ya que maneja planteamientos más específicos y es fundamental en una perspectiva interpretativa a cerca de las acciones de los individuos, partiendo de la realidad misma y modificándose durante el transcurso del estudio. El investigador toma estas realidades como fuente de datos, se introduce en las experiencias de cada uno de los participantes y construye el conocimiento a partir del fenómeno estudiado, además, busca relacionar las variables en procura de que

sean medibles, reporten resultados y ofrezcan recomendaciones aplicables para la resolución de problemas (Hernández et al., 2014). Por otro lado, el método cuantitativo permite la recolección de datos a partir de técnicas cuantitativas como la encuesta, e instrumentos de medición como el cuestionario con preguntas cerradas; además, se hace uso de la estadística para el análisis y presentación de los resultados.

4.4 Fuentes de información

- *Primarias*. Empleados del área de admisiones, estudiantes del ITM.
- *Secundarias*. Las más relevantes para cada caso son las siguientes:

  Libros
  Hillier, F. y Lieberman, G. (2006). Investigación de Operaciones. McGraw Hill.
  Taha, H. (2004). Investigación de operaciones. Pearson Educación.
  Artículos
  Barbosa, R. (2011). Teoría de colas de espera: Modelo integral de aplicación para la toma de decisiones. *Revista Científica Ingeniería y Desarrollo*, 1, 73-78.
  Singer, M., Donoso, P. y Scheller, A. (2008). Una introducción a la teoría de colas aplicada a la gestión de servicios. *Revista ABANTE*, *11*(2), 93-120.

  Investigaciones académicas
  Quispe, D. y Sánchez, G. (2011). Encuestas y entrevistas en investigación científica. *Revista de actualización clínica.*
  Portilla L., Arias L. y Fernández, S. (2010). Análisis de líneas de espera a través de teoría de colas y simulación. *Scientia et Technica,* XVII(46), 56-61.

  Portales de internet
  Molina C. (2010). ¿Estás preparado para conversar? -> La evolución del servicio al cliente.
  García, J. (2010/2011). Teoría de Colas.

Las bases de datos tenidas en cuenta para la recolección de la información son Redalyc y Scielo, además, toda la información académica disponible en la Biblioteca ITM, libros electrónicos, publicaciones en revistas científicas, entre otros.

4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

Para realizar este estudio se utilizaron varias técnicas e instrumentos que, según Arias et al. (1999), son las distintas formas o maneras de obtener la información. Los instrumentos son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información. En este caso se utiliza la entrevista, la encuesta y la revisión documental, e instrumentos como la guía de entrevista y el formato de cuestionario.

- *Observación*. Se realizó observación directa en el área de admisiones; para tal efecto los integrantes del equipo dedicaron varios días con la intención de registrar la información de los procesos que allí se atienden, los tiempos de atención, los tipos de servicios.

- *Entrevista*. La entrevista se define como una conversación que se propone con un fin determinado, distinto al simple hecho de conversar. Es un instrumento técnico de utilidad en la investigación cualitativa para recabar datos sobre un fenómeno de estudio (Díaz et al., 2013). La entrevista es semi-estructurada, se preparan preguntas cerradas siguiendo un guion para no perder la secuencia de la conversación, se hace presencialmente con los mismos estudiantes o personas que utilizan los servicios que se prestan en el área de admisiones, y en las cuales se le permite al entrevistado expresar su opinión, el tiempo estimado para la entrevista es de quince minutos.

- *Encuesta*. La encuesta es definida por como un método de investigación y recopilación de datos de información sobre diversos temas, dependiendo del tipo de investigación, puesto que tiene variedad de propósitos y se puede llevar a cabo de diversas maneras mediante la utilización del instrumento. Las encuestas puedes ser verbales o escritas y se realizan a un grupo determinado de personas por medio de población y muestra; se clasifican de acuerdo con su tamaño, tipo de muestra o método utilizado: telefónica, físicas, online, correo, entre otras (Quispe y Sánchez, 2011). Se hará en un cuestionario

debidamente estructurado que consta de ocho preguntas, por medio de entrevista presencial y virtual, para lo cual se elaborará un formato en escala de Likert que permita contrastar las percepciones frente a los aspectos incluidos en cada factor analizado. Se realizarán 2 encuentras: una al jefe de admisiones con el fin de conocer más a fondo el proceso y la segunda a los estudiantes y demás personas que tienen interacción con el área, con el propósito de conocer su percepción y cuánto tiempo les toma realizar sus diligencias en el área, pero, por otra parte, se debe realizar una toma de tiempos, cuando se llame a una persona al área de admisiones.

- *Revisión documental*. Es una técnica de observación que permite indagar sobre la historia escrita de las acciones y experiencias, de acuerdo con diversos fenómenos y temas. Esto permite hacerse una idea del desarrollo y las características de los procesos para adaptarlo en una investigación. Algunos documentos para realizar este tipo de revisión son: informes, libros, imágenes, folletos, manuscritos, entre otros. Primero se consulta en las bases de datos de libre acceso Scielo, Redalyc, Dialnet, e-libro, Scopus, donde se encuentra artículos e investigaciones que se han realizado sobre el tema para entrar en contexto sobre la investigación realizada, como también en libros físicos y/o virtuales donde se encuentra la teoría sobre la estructura de sistema de colas y líneas de espera y varios ejemplos de las mismas. Gracias a estos artículos se puede dar inicio al proyecto tomándolos como base teórica para realizar la pregunta de investigación.

4.6 Análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de los datos se utilizará una hoja electrónica para la tabulación de las encuestas y la realización de los gráficos, de acuerdo a los porcentajes de respuestas arrojados en las encuestas. Se calculará la media, mediana, moda y la desviación. Se procederá a realizar el análisis sin cambiar ni modificar ningún dato de información. Para el análisis de la información cualitativa recolectada a través de las entrevistas se utilizará Atlas T.I u otro similar que permita, mediante la selección de categorías y códigos, extraer la información relevante que aporta cada uno de los entrevistados para realizar el análisis y llegar a las conclusiones de la investigación.

4.7 Procedimiento

A continuación, se describe el procedimiento a ejecutar con el fin de tener un orden claro para comprender fácilmente la importancia de las estrategias para la disminución de las líneas de espera en el caso aplicado al área de admisiones del ITM:

- Desarrollar una búsqueda bibliográfica mediante las bases de datos virtuales y libros físicos; acerca de investigaciones y publicaciones que existen sobre el tema a tratar en este trabajo; de acuerdo a una delimitación de la búsqueda.
- Realizar una depuración de la información encontrada, enfocándola en el servicio al cliente con el fin de profundizar el tema y conocer lo que se ha implementado para mitigar el impacto de las líneas de espera.
- Observar y determinar cuál es el estado actual del área de admisiones en el Instituto Tecnológico Metropolitano ITM, calculando los tiempos de atención a los usuarios y la apreciación de estos frente al servicio recibido.
- Comparar la información teórica hallada con los resultados del análisis del proceso de atención en el área de admisiones.
- Mostrar la relación entre un servicio al cliente ágil y de calidad con el aumento en la productividad y una experiencia positiva en el cliente.
- Documentar la información obtenida mediante la aplicación de las herramientas y técnicas de recolección de datos.
- Determinar los resultados de la investigación a partir del análisis de la información.
- Concluir sobre las mejoras en el proceso.

5. RESULTADOS

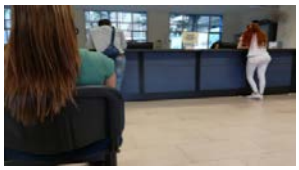
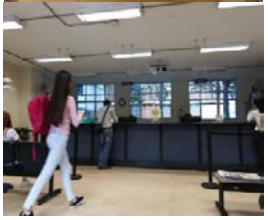
El objetivo principal del presente estudio de caso es el diagnóstico de las líneas de espera en el departamento de admisiones del ITM, de tal manera que se pueda determinar si es necesario un proceso

de mejora basado en la teoría de colas en la gestión de la atención de los usuarios. De acuerdo a la metodología, la realización del diagnóstico del impacto de las filas requiere del desarrollo de trabajo de campo mediante la aplicación de las técnicas de recolección de información: proceso de observación directa, realización de entrevista y aplicación de encuesta.

5.1 Proceso de observación directa

El equipo de trabajo visita las instalaciones del área de admisiones del ITM en las sedes Fraternidad y Robledo, se toma registro fotográfico y se recolecta información sobre horarios de atención, infraestructura física y tecnológica del área, cantidad de usuarios en horas pico y punto de información general. Los hallazgos se muestran en la Tabla 3. Asimismo, a partir de los resultados del proceso de observación directa se propone las preguntas para la entrevista al jefe del área de admisiones y los ítems de la encuesta aplicada en el área de interés.

Tabla 3. Registro de observación directa

Proyecto	**Observadores**
Propuesta de mejora para disminución de líneas de espera en el departamento de admisiones del ITM	Kelly Johana Solórzano Murillo, María Johana Ceballos Villada, Carlos Andrés Montoya Gallego.
Lugar: Instituto Tecnológico Metropolitano ITM en la sede de Robledo.	Situación a observar: Percepción de líneas de espera y atención al usuario en el departamento de admisiones.
Instrucciones	
1. Observar el ambiente del lugar. 2. Analizar espacios, número de filas y áreas de movilidad.	3. Describir atención en las en las ventanillas. 4. Analizar el número de personas que atienden en el lugar
5. Observar el flujo de personas para tomar el servicio. 6. Analizar el horario de atención al usuario.	7. Determinar el tiempo de atención en cada uno de los procesos. 8. Analizar la cultura y el comportamiento durante la espera de los usuarios
Aspecto	**Preguntas/observación**
Ambiente del lugar	¿Cómo se percibe el ambiente en el lugar donde se presentan las líneas de espera?
	El ambiente de admisiones en ambos lugares es tranquilo, con alta luminosidad y ventilación
	¿Cómo se percibe la comodidad de los usuarios que esperan la atención del servicio?
	Es un lugar espacioso con buena ventilación e iluminación
Distribución de filas	¿Cuántas filas se realizan para la atención del servicio?
	Existe una fila única para tomar el ficho de atención y esperar a ser llamado para brindarles el servicio
	¿Cuántas personas brindan servicio al usuario en el departamento de admisión?
	En el campus Robledo se encontraban 4 personas atendiendo al público, en Fraternidad 2 empleados.
Ambiente del lugar	
	¿Con qué herramientas tecnológicas cuenta el departamento de admisiones para dar el servicio al cliente?
	Se cuenta con un dispensador de tiquetes de turno, una pantalla donde se muestra el turno actual y el siguiente, 8 equipos de cómputo y una impresora.
¿Cómo son las áreas de movilidad en las instalaciones del departamento de admisiones?	**Espacios y áreas de movilidad**
Se cuenta con un espacio amplio y demarcado	
¿Cómo es el acceso a las líneas de espera? (ficho, orden de llegada, entre otros)	
El acceso es mediante turnos de atención, el primero en obtener el ficho es el primero que llaman	
¿Cómo está dispuesta la señalización en el área?	
Cuenta con letreros donde se indica el lugar para coger el ficho, la ruta de evacuación y los horarios de atención al estudiante	

Atención al usuario	¿Con cuántas taquillas cuenta el departamento de admisiones para atención al usuario?
	El departamento de admisiones cuenta con 8 taquillas para atención al estudiante
	¿Cuántas taquillas están en funcionamiento cada día?
	Según lo observado están en funcionamiento 4 o 5 taquillas en ambas sedes.
	¿Qué horario de atención tiene el departamento de admisiones?
	El horario de atención de la oficina de Admisiones es de 7:30 a.m. a 12:30 p.m. y de 1:30 p.m. a 5:30 p.m. de lunes a jueves y los viernes de 7:30 a.m. a 12:30 p.m. y de 1:30 p.m. a 4:30 p.m.
Tiempo de atención	¿Cuál es el tiempo aproximado que demora el usuario en la fila?
	Aproximadamente 30 minutos
	¿Cuál es el tiempo aproximado que dura la atención en la ventanilla?
	Depende del proceso que valla a realizar, para el procedimiento de matrícula se toma aproximadamente 20 minutos
Comportamiento del usuario durante la línea de espera	
¿Cuál es la actitud que se percibe en el usuario cuando inicia la línea de espera?	Al ver más personas en la línea de espera el usuario se ve con una actitud de ansiedad e inquietud ya que se pregunta si va a tomar mucho tiempo
¿Cómo se percibe el usuario durante el tiempo de espera en la fila?	A medida que el tiempo pasa el usuario se ve molesto e impaciente
¿Cómo se percibe la actitud del usuario al finalizar la atención del servicio?	Los usuarios se ven afanados y quieren irse de inmediato, también se ven tranquilos después de recibir la información o salen con más dudas

5.2 Entrevista semi-estructurada

La realización de la entrevista al jefe del área de admisiones estuvo sujeta a la aprobación previa de las preguntas a realizar. El objetivo principal de la entrevista es indagar sobre el proceso de admisiones, obtener información relevante para el estudio de caso que se está realizando sobre la disminución de líneas de espera en el área de admisiones:

De acuerdo con la pregunta sobre el número de personas que trabajan en el área de admisiones manifiesta que en la actualidad dicho departamento cuenta con 16 personas para la atención al cliente y afirma que dicho personal cuenta con un horario laboral de 7:30 am a 7:00 pm de lunes a jueves; los días viernes de 7:30 am a 4:30 pm.

Respecto a los procesos del área de admisiones expresa que dentro de los principales se encuentran: inscripciones, admisión, matricula, grados, pruebas saber pro, registro académico (profesores), certificaciones y verificaciones académicas.

Por otra parte, respecto a la pregunta sobre a qué personas atiende el área de admisiones manifiesta que, a todos, en los que incluye estudiantes nuevos y antiguos, egresados y profesores.

De acuerdo con el tiempo de atención en cada uno de los procesos dice que depende de la demanda del servicio. Así mismo, sobre los estudios previos acerca de los tiempos de atención por proceso responde que para la matrícula de nuevos y reingresos los estudios los realiza el área de admisiones. Ella tiene claro los tiempos de atención y ha habido mejoras a los procesos mediante re-programación de los usuarios que no se pueden atender en el mismo día, ya sea por el tiempo les falta algún requisito o vienen en otro turno.

Finalmente, respecto a la pregunta de si existen los flujogramas del proceso escritos y actualizados responde afirmativamente, y que estos se pueden solicitar al área respectiva.

5.3 Encuesta de percepción líneas de espera

Para la realización de la encuesta se procedió a diseñar un cuestionario con preguntas cerradas de acuerdo con la escala de Likert (cuestionario percepción líneas de espera). Este instrumento se aplica en las instalaciones del ITM a 75 estudiantes de esta institución, previamente seleccionados como muestra intencional. Para efectos de la publicación se omiten las preguntas de caracterización de la muestra y se procede a presentar los hallazgos en las preguntas de profundización.

1. *¿Con qué frecuencia requiere servicios del departamento de admisiones?* Los usuarios requieren servicios del departamento de admisiones en un 76% de manera semestral, en especial para solicitar información o para matriculas, el 12% acude en forma trimestral, seguido del 6.67% en forma mensual, mientras que el 2.67% en forma semanal. El 2.67% restante no sabe o no responde (Tabla 4 y Figura 3).

Tabla 4. Frecuencia del servicio

Variable	Encuestados	Porcentaje
Semanal	2	2,67%
Mensual	5	6,67%
Trimestral	9	12,00%
Semestral	57	76,00%
NS/NR	2	2,67%
Total	75	100%

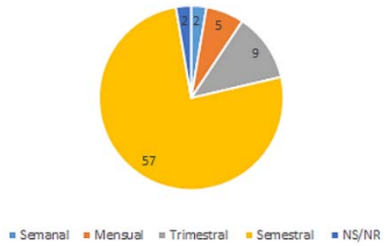


Figura 3. Frecuencia del servicio

2. *¿De cuánto tiempo dispone usted para la atención en el área de admisiones?* La mayoría de los encuestados, representado por el 36%, manifiesta que normalmente disponen de 30 minutos para el servicio, el 24% afirma que dispone de 15 minutos para la atención, el 21,33% dispone de 45 minutos, el 12% de una hora y el 6.67% de mayor o menor tiempo (Tabla 5 y Figura 4).

Tabla 5. Tiempo disponible para el servicio

Variable	Encuestados	Porcentaje
15 min	18	24,00%
30min	27	36,00%
45 min	16	21,33%
1 hora	9	12,00%
otro	5	6,67%
Total	75	100%

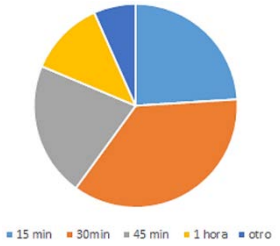


Figura 4. Tiempo disponible para el servicio

3. *¿Cómo fue el trato recibido por parte del personal del ITM en la prestación del servicio?* En la Tabla 6 y la Figura 5 se muestra los resultados a la pregunta sobre el cómo fue el trato recibido por parte del personal del ITM en la prestación del servicio. La mayoría de las personas encuestadas, representadas por el 57.33%, respondieron que fue bueno, seguido del 24% quienes afirmaron que el trato fue excelente, para el 16% fue regular, mientras que para el 1.33% fue deficiente. El 1.33% restante no respondió.

Tabla 6. Trato recibido

Variable	Porcentaje	Encuestados
Excelente	24,00%	18
Bueno	57,33%	43
Regular	16,00%	12
Deficiente	1,33%	1
NS/NR	1,33%	1
Total	100%	75

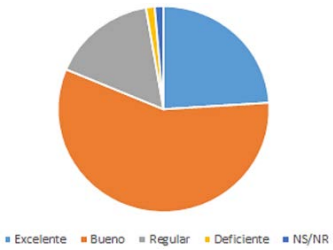


Figura 5. Trato recibido

4. *¿Cuál de los siguientes servicios del departamento de admisiones requiere?* Sobre los servicios requeridos en el departamento de admisiones, el 53.33% de los encuestados coincidieron en afirmar que recurren en su mayoría para matricula, seguido del 45.33% para admisión, el 41.33% para certificaciones, el 22.67% para inscripciones, el 21.33% para verificaciones, el 2.67% para grados y el 1.33% restante no respondió (Tabla 7 y Figura 6).

Tabla 7. Servicio requerido

Variable	Encuestados	Porcentaje
Admisiones	34	24,11%
Matriculas	40	28,37%
Inscripción	17	12,06%
Certificaciones	31	21,99%
Grados	2	1,42%
Verificaciones Académicas	16	11,35%
Ns/Nr	1	0,71%
Total	141	100%

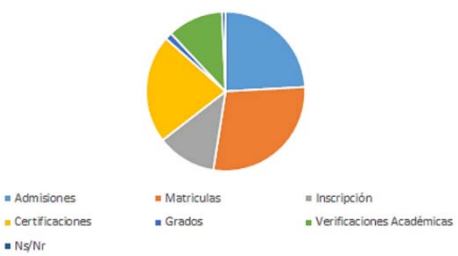


Figura 6. Servicios requeridos

5. *¿Es difícil acceder a los servicios de admisiones?* Seleccione con una X una alternativa ante los siguientes planteamientos dependiendo del nivel de acuerdo o desacuerdo que tenga con respecto a cada una de ellas (Ns/Nr = no sabe/no responde). En la Tabla 8 y la Figura 7 se observa las respuestas. Las respuestas están dispersas: 38.7% prefiere no responder, lo cual es un indicador de que se debe investigar más al respecto, y 41,33% de las personas encuestadas manifiestan que no es difícil acceder a los servicios.

Tabla 8. Dificultad para acceder al servicio

Variable	Encuestados	%
Muy de acuerdo	0	0
De acuerdo	3	4
Ni en acuerdo, ni en desacuerdo	12	16
En desacuerdo	27	36
Muy en desacuerdo	4	5,33%
NS/NR	29	38,67%
Total	75	100%

Figura 7. Dificultad de acceso a los servicios

6. *¿Son largas las filas de espera en el departamento de admisiones?* En la Tabla 9 y la Figura 8 se observa que 42.67% está de acuerdo o muy de acuerdo, 32% no está de acuerdo ni en desacuerdo, 12% está en desacuerdo, 12% muy en desacuerdo y 1.33% no responde.

Tabla 9. Longitud de las filas de espera

Variable	Encuestados	%
Muy de acuerdo	6	8,00%
De acuerdo	26	34,67%
Ni en acuerdo, ni en desacuerdo	24	32,00%
En desacuerdo	9	12,00%
Muy en desacuerdo	9	12,00%
NS/NR	1	1,33%
Total	75	100%

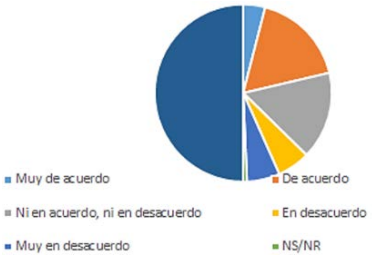


Figura 8. Longitud de las filas de espera

7. *¿Considera usted que el servicio en el departamento de admisiones es deficiente?* En la Tabla 10 y Figura 9 anteriores se observa las respuestas a la pregunta si la calidad en el servicio es deficiente. El 40% está en desacuerdo, el 29,33% no está de acuerdo ni en desacuerdo, 14% está muy en desacuerdo y un porcentaje bajo del 16% está de acuerdo o muy de acuerdo.

Tabla 10. Calidad del servicio

Variable	Encuestados	%
Muy de acuerdo	5	6,67%
De acuerdo	7	9,33%
Ni en acuerdo, ni en desacuerdo	22	29,33%
En desacuerdo	30	40,00%
Muy en desacuerdo	11	14,67%
NS/NR	0	0,00%
Total	75	100%

Figura 9. Calidad en el servicio

8. *¿Es cómoda la espera en las filas del departamento de admisiones?* El 44% de los encuestados expresa que la espera en las filas del departamento de admisiones es cómoda, el 22,67% está indeciso, pero el 32% de los encuestados creen que las filas son incomodas (Tabla 11 y Figura 10).

Tabla 11. La espera en las filas del departamento es

Variable	Encuestados	%
Muy de acuerdo	7	9,33%
De acuerdo	26	34,67%
Ni en acuerdo, ni en desacuerdo	17	22,67%
En desacuerdo	16	21,33%
Muy en desacuerdo	8	10,67%
NS/NR	1	1,33%
Total	75	100%

Figura 10. La espera en la fila es cómoda

9. *¿La información recibida en el departamento de admisiones es clara?* De acuerdo a los datos de la Tabla 12 y La Figura 11, la mayor parte de la población encuestada, representada por el 60%, se encuentra de

acuerdo con la información del departamento de admisiones es clara, 14.67% muy de acuerdo, 16% ni de acuerdo ni en desacuerdo, 2.67% en desacuerdo, 4% muy en desacuerdo y 2,67% no respondió.

Tabla 12. La información es clara

Variable	Encuestados	%
Muy de acuerdo	11	14,67%
De acuerdo	45	60,00%
Ni en acuerdo, ni en desacuerdo	12	16,00%
En desacuerdo	2	2,67%
Muy en desacuerdo	3	4,00%
NS/NR	2	2,67%
Total	75	100%

Figura 11. La información es clara

10. *¿Cómo valora usted la atención brindada?* La mayor parte de la población encuestada, representada por el 69.34%, respondió que considera que la atención prestada por parte del personal del departamento de admisiones del ITM es excelente o buena, seguida del 28% que manifiesta que la atención es regular, el 14.67% dice ser excelente y, el 2.67% manifiesta que es deficiente. En la Tabla 13 y la Figura 12 se observan estos datos.

Tabla 113. Valoración de la atención

Variable	Encuestados	%
Excelente	11	14,67%
Bueno	41	54,67%
Regular	21	28,00%
Deficiente	2	2,67%
NS/NR	0	0,00%
Total	75	100%

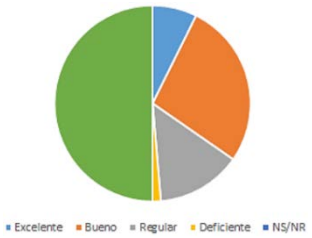


Figura 12. Calidad de la atención prestada

11. *¿Considera que el personal del área conoce los procesos?* La mayor parte de la población encuestada, 85.33%, considera que el personal del departamento de admisiones tiene conocimiento sobre los procesos en niveles excelente o bueno, solo el 13.33% dice que es regular y el 1.33% manifiesta que es deficiente (Tabla 14 y Figura 13).

Tabla 14. Conocimiento del proceso del personal

Variable	#	%
Excelente	21	28,00%
Bueno	43	57,33%
Regular	10	13,33%
Deficiente	1	1,33%
NS/NR	0	0,00%
Total	75	100%

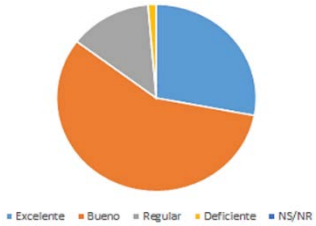


Figura 13. Conocimiento del proceso del personal

12. *En términos generales, ¿cómo es su nivel de satisfacción con el servicio en el departamento de admisiones del ITM?* En la Tabla 15 y la Figura 14 se observa que la mayor parte de la población encuestada, el 64%, respondió que la satisfacción con el servicio es buena o excelente, el 32% dice ser regular, el 2.67% manifiesta que es deficiente y el 1.33% no respondió.

Tabla 15. *Nivel de satisfacción*

Variable	Encuestados	%
Excelente	16	21,33%
Bueno	32	42,67%
Regular	24	32,00%
Deficiente	2	2,67%
NS/NR	1	1,33%
Total	75	98%

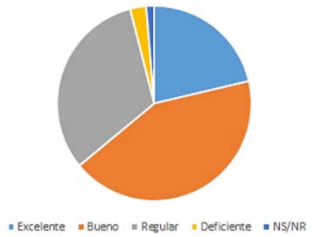


Figura 14. Satisfacción del servicio

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

De acuerdo a los resultados del trabajo de campo, se proponen las siguientes acciones de mejora para la disminución de las líneas de espera en el departamento de admisiones del ITM.

- Generar citas programadas en las plataformas virtuales, lo cual teóricamente se trata de programación de turnos a partir de teoría de colas. Lo anterior con la finalidad de que los procesos sean más agiles, incluso se propone que la atención presencial solo sea para casos extremos, por ejemplo, usuarios que no tengan acceso a plataformas virtuales fuera de la institución o posean una discapacidad física que impida el uso de herramientas. En el caso de aceptar esta propuesta la institución deberá capacitar al personal del área en la migración de su trabajo a atención vía plataformas virtuales.
- Implementar soluciones rápidas por medio de la virtualidad, es decir, a través de *chats* en tiempo real donde los usuarios puedan interactuar respecto a sus necesidades y adquirir las soluciones inmediatas, sin necesidad de desplazamiento al lugar físico de atención.
- Generar los certificados mediante el uso de las plataformas web, previo el pago seguro a través de convenios con la mayor cantidad de bancos posibles.
- Implementar *chats* de información para generar interés sobre los programas académicos y las investigaciones que se desarrollan al interior de la institución, ya que usando estos mecanismos se logra disminuir las líneas de espera, optimizar los recursos y ampliar la capacidad de atención a usuarios internos y externos.
- Una de las estrategias más sencilla para disminuir el tiempo de espera en la atención presencial es la fila única, porque mejora la experiencia del cliente, disminuye su estrés y minimiza el tiempo de espera. Este sistema aumenta la eficiencia en cuanto al rendimiento y el número de clientes atendidos.
- El sistema de fila única configura una única cola de espera compacta, lo que le permite al cliente percibir un sistema más justo, con un ritmo de atención más rápido y la percepción de tiempo de espera se hace más corto, siempre y cuando se atienda en todas las taquillas disponibles.
- Se propone capacitar a los empleados y usuarios en la atención y uso de los sistemas de información en línea, porque muchos de los procesos se pueden realizar de esta manera y con ello se evita la aglomeración de personas en una fila.
- La capacitación del personal encargado obliga a una permanente observación y a procesos de mejora, sin que se excluya como premisa el compromiso de quien atiende con los objetivos institucionales.
- Es importante gestionar la asignación de turnos y citas en línea, de manera que las esperas en la fila para aquellos que recurren a la atención presencial sean más cortas y tengan un comportamiento más amable mientras reciben la atención al servicio requerido.
- El uso de las redes es, en definitiva, un instrumento que hace posible la optimización de la atención, porque la centra en la calidad de la atención (en las taquillas de atención) y no en las filas de espera, que en pocas palabras se vuelven virtuales.
- Con la optimización de las filas de espera a través de la atención en línea hay interacción entre el usuario y el área de atención más acorde con la necesidad y la oportunidad de lograr la optimización de recursos.

Se recomienda implementar las estrategias planteadas en este estudio, porque contribuyen al encuentro de soluciones adecuadas y al uso eficiente del tiempo, que es el factor con más llamadas de atención en la opinión sobre la calidad de la atención.

Se recomienda darle continuidad a esta investigación por parte de estudiantes del semillero, darle seguimiento a los procesos existentes y a las estrategias de mejora planteadas para brindar un mejor servicio a los estudiantes que requieren atención en cada uno de los servicios que brinda el departamento de admisiones, con la finalidad de mejorar las líneas y los tiempos de espera.

Finalmente, se recomienda que en la siguiente fase de esta investigación se midan los tiempos asociados a las filas en el área de admisiones para cotejarlo con los actuales que se tengan registrados en el área, ya que la idea es la mejora continua en la atención al usuario en el departamento de admisiones del ITM.

7. CONCLUSIONES

Uno de los objetivos propuestos para el presente trabajo fue lograr un acercamiento a los aspectos teóricos sobre la teoría de colas, como una manera de estructurar una intervención sobre las líneas de espera en la atención dentro de la Institución ITM en la ciudad de Medellín. Reconociendo que toda espera genera inconformidad y que la satisfacción de los usuarios se logra en la medida que la atención es pronta y oportuna, además de adecuada a sus necesidades.

Para dicho acercamiento teórico se tuvo en cuenta el estudio sobre la teoría de colas y las estrategias para disminuir las líneas de espera es una organización, lo cual permitió comprender desde la perspectiva de los diversos autores la importancia de la gestión de las filas de espera y las estrategias que se deben llevar a cabo para lograr una mejora continua, y con ello la satisfacción de los usuarios.

Se realizó un diagnóstico sobre el impacto de las filas ocasionadas en los procesos de atención existentes en el área de admisiones del ITM, por medio de técnicas como la encuesta, la entrevista y la observación directa encontrando que en la actualidad la mayoría de los procesos que realizan las empresas de servicios, sin importar el tipo, conllevan la generación de líneas de espera. Esto se debe a que la capacidad del servicio frecuentemente es menor que la demanda y, en el caso del ITM, esta realidad ocurre en algunos períodos (tiempo de matrículas, admisiones, reclamos), por lo que hay una preocupación para encontrar la solución de mejora en aras de cumplir los objetivos institucionales y obtener mejoramiento en el uso de los recursos humanos y físicos. De ahí la importancia de evaluar las distintas opciones que la teoría de colas ofrece, tanto para la atención como para la toma de decisiones en cada etapa de los procesos.

Con el trabajo de campo realizado por medio de encuestas a 75 estudiantes del ITM, el 80% están en edades entre 18 y 25 años, el 33,33% se encuentra en el tercer semestre, el 30.67% está en el primer semestre; los programas académicos más predominantes fueron: el 12% del programa de Ingeniería de producción, el 12% en ingeniería biomédica, el 10,67% costos, el 9.33% en el programa de calidad y el 9.33% en diseño industrial. Hubo predominio del género masculino con un porcentaje del 48% y 44% del género femenino.

Con respecto a la frecuencia en que los estudiantes requieren servicios del departamento de admisiones, se encontró que el 76% recurre en forma semestral, donde el 53.33% acude por asuntos de matrícula, el 45.33% para admisión, el 41.33% para certificaciones, el 22.67% para inscripciones, el 21.33% para verificaciones y el 2.67% para grados.

La mayoría de estudiantes, el 36%, dispone de 30 minutos para realizar un trámite, y el 24% que dispone de 15 minutos, dado que normalmente acuden al departamento de admisiones antes de iniciar clases.

Según la opinión de los estudiantes encuestados se percibió que el trato del personal que brinda el servicio en el departamento de admisiones se califica entre bueno y excelente, con una calificación del 57.33% y 24% respectivamente, solo el 1.33% manifestó que era regular o deficiente.

Sobre la dificultad al acceder a los servicios del departamento de admisiones, el 36% manifestó estar en desacuerdo y el 5.33% se encuentra muy en desacuerdo, porque el acceso es fácil y existen líneas de espera organizadas donde los estudiantes toman el turno y se disponen a esperar en una sala dotada de sillas cómodas. Gracias a esto, el 34.67% manifiesta que la espera en las filas del departamento de admisiones es cómoda y la calidad del servicio fue calificada como eficiente por el 40%.

En general, el 57.33% considera que el personal del departamento de admisiones tiene conocimiento sobre los procesos, es amable y da solución a las inquietudes presentadas; además, el 42.67% se encuentra satisfecho con el servicio. Sin embargo, el 1.33% no se siente satisfecho con las líneas de espera, la atención del personal, el conocimiento y los tiempos que se deben dedicar para dicha atención.

Se centró el trabajo en la búsqueda de mejorar la percepción de los estudiantes sobre la atención en el área de admisiones, buscando solucionar adecuadamente sus requerimientos, solución que conlleva ahorro de tiempo, facilitación en los trámites y uso de las ayudas tecnológicas, tanto para la simulación de los procesos como para realizar algunos trámites en línea, sin intervención del personal dedicado a la atención.

Mediante el proceso de observación se percibió que el departamento tiene una fila única de atención al cliente, el estudiante toma un turno y se dispone a esperar en una sala dispuesta para que se sienten a esperar que se les brinde el servicio; sin embargo, también se percibió que la demanda es superior al nivel de atentico, toda vez que los puestos de atención no están dispuestos todo el tiempo con personal de la institución para brindar el servicio.

Se plantearon estrategias o acciones de mejora para la disminución de las filas de espera en el departamento de admisiones del ITM. Una de ellas está basada en la disminución de los tiempos de atención puesto que la línea de espera es mono-canal o de fila única, es decir, una sola fila y varios servidores, por

tanto, la estrategia está basada en la gestión de procesos técnicos y económicos que permitan disminuir los tiempos de atención al usuario y procurar que todas las taquillas tengan personal para brindar el servicio. Otra estrategia esta direccionada a la optimización de los puestos de atención, toda vez que la demanda es amplia y el personal que brinda el servicio es poco.

Capítulo VII

Mejoramiento del servicio de alojamiento en el sector de agroturismo en el municipio de Don Matías, Colombia

María del Rocío Quesada Castro[1]
Sebastián Cardona Gómez[2]
Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid
Colombia

En este proyecto se establece estrategias para mejorar los servicios turísticos de la ruta lechera del norte del departamento de Antioquia, Colombia. Se realiza una investigación descriptiva-inductiva con el fin de identificar en detalle los servicios que esperan recibir los clientes, cotejando esta información con lo que realmente ofrecen los alojamientos de la región e identificando el tipo de integración de la cadena turística que desean implementar los diferentes alojamientos objeto de estudio. Se diseña instrumentos de recolección de información, que se aplican en los alojamientos, y se procesa la información, identificándose aspectos críticos y diseñando un plan de acción para mejorar estos servicios. Entre los resultados de este proyecto se puede mencionar la caracterización de los alojamientos, proyección con los clientes actuales y potenciales de la región, identificación de los aspectos críticos a corregir y un plan de acción para mejorar el nivel de servicio.

[1] Ingeniera Industrial, Magíster en Ingeniería, Especialista en Gerencia de la producción y Estudiante de doctorado. Con experiencia en mejoramiento de procesos productivos y procesos de gerencia de producción. Profesora de posgrado y pregrado en áreas de producción, planeación y control estratégico.

[2] Ingeniero en productividad y calidad, y Magíster en administración gerencial. Actualmente trabaja en CHALA como gestor de mejora continua. Contacto: *sebacg.13@gmail.com*

1. INTRODUCCIÓN

Debido a su ubicación geográfica y dada la amplia riqueza de paisajes, ecosistemas, especies, recursos naturales, y la multiplicidad de culturas que tiene, Colombia es un país reconocido por su inmensa diversidad. Ocupa el segundo lugar como país biodiverso por metro cuadrado en el planeta.

A nivel mundial, el año 2020 ha sido un año difícil para el sector turismo, a razón de las restricciones para los viajes aéreos y terrestres, el distanciamiento social y los cuidados que se deben seguir; sin embargo, ha permitido poner a prueba la resiliencia o capacidad del sector para reinventar sus productos, relaciones y estrategias para fortalecerse. Este nuevo escenario ha llevado al país a pensar, repensar y desarrollar el turismo a largo plazo, donde los elementos clave sean la calidad turística, la formalización, el replanteamiento estratégico, la innovación radical de producto mediante la innovación en procesos y la sostenibilidad. Esto favorecerá la generación de empleo para el desarrollo de iniciativas productivas y para la inclusión social de las comunidades, constituyendo una nueva alternativa de diversificación de ingresos, lo que lo convierte al sector turismo en un renglón económico relevante para el desarrollo del país.

El turismo es una práctica social colectiva que se perfila como uno de los principales proveedores de actividades económicas alternativas en espacios rurales, constituyendo una nueva alternativa de diversificación de ingresos para las comunidades, lo que lo convierte en un sector económico relevante para el desarrollo del país. El alto índice de mortalidad empresarial se ve potencializado por falencias evidenciadas en el sector en cuanto a la planificación, creación y desarrollo de sus productos. Algunas de las posibles tendencias y actividades turísticas para el país son:

- *Turismo de naturaleza*: relacionada con la naturaleza y espacios verdes, aumentará su apreciación después de la situación de estar cuidándose en casa.
- *Turismo rural*: Al igual que el turismo de naturaleza, son cada vez más preferido. Contempla el camping, alquiler de casas rurales y caravanas, actividades y deportes al aire libre. Es una opción viable para mitigar el impacto negativo que se produce por el desplazamiento masivo de personas y por la por la falta de conciencia y respeto a las comunidades donde se desarrolla.
- *Destinos cerca de casa*: Considerando las medidas que cada zona puede establecer ante la situación de salud pública, esta alternativa se convierte en una posibilidad: viajes aéreos y terrestres cercanos, a corto plazo, a destinos como el campo, montañas y las costas, en lugares no masivos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Turismo

Según la Organización Mundial del Turismo (OMT, 1994), este renglón comprende las actividades que realizan las personas durante sus viajes y estancias en lugares distintos a su entorno habitual, por un periodo de tiempo consecutivo inferior a un año, con fines de ocio, por negocios y otros.

Rondón (2001) define al turismo como una ciencia a la que llamó Turismología, de la cual expresa que es una ciencia social de carácter fáctico, dado por un proceso ordenado que incluye distintas acciones de motivación, desplazamiento y uso del espacio turístico, la planta que lo soporta, su estructura y súper estructura, por parte del *homo turísticus* (persona que tiene un buen nivel de ingresos y viaja por placer durante un periodo de tiempo).

Como señalan Aguiló y Alegre (2004), de forma general existe un consenso de que el mercado turístico está cada vez más segmentado en grupos de consumidores con intereses y necesidades diferenciadas, aumentando la demanda de formas más activas e individualizadas de turismo. Incorporado a esto, la tendencia al aumento del número de viajes realizados en el año junto con la minoración de tiempo de estancia, así como el deseo de nuevas experiencias.

Morales (2006) explica que el turismo hoy se toma como un espacio real de encuentro intercultural, respetuoso y sano, en la medida en que se logre encontrar grupos de personas con intereses comunes, como el conocimiento y defensa del medio ambiente, el respeto por las diferencias culturales y la protección de los paisajes con sus patrimonios naturales, arqueológicos y culturales.

Dachary (2009) define el turismo como una compleja actividad que ha ido cambiando de acuerdo con el desarrollo general de los sistemas mundiales, hasta transformarse hoy en la era de la globalización o del capitalismo hegemónico en uno de sus pilares económicos e ideológicos, al consolidar la industria del ocio en la actual sociedad del espectáculo.

El turismo masivo, tal como lo conocemos hoy, ha tenido sus comienzos hacia fines de los años cuarenta, cuando el desarrollo del transporte aéreo, una vez finalizada la Segunda Guerra Mundial, hizo posible el traslado cómodo, rápido y seguro de personas hacia los principales atractivos turísticos en todo el mundo, aún desde amplias distancias.

El turismo se convirtió así en uno de los mayores fenómenos sociales y económicos del siglo XX, y su crecimiento ha sido incesante; basta señalar que hacia 1950 se produjeron 25 millones de arribos internacionales, cifra que alcanzó los 903 millones durante el año 2007, conforme datos brindados por la Organización Mundial del Turismo (Barreiro, 2017).

Por otro lado, los servicios turísticos, en tanto comprenden una actividad comercial, pueden ser brindados por una empresa o por una persona física cuya actividad es profesional, por ejemplo, guías de turismo, o comercial (transporte, agencias de viaje, hoteles, etc.) (Barreiro, 2017).

Los diferentes tipos de turismo dependen de las actitudes de los residentes, ya que implican distintos impactos sobre el entorno local y distintas interacciones entre turista y residentes. Se puede identificar diversos tipos de turismo: comercial, ecoturismo, deportivo, náutico y agroturismo (excursiones, avistamiento de animales, etc.). Azpelicueta (2015) añade el turismo de sol y playa, principalmente para las islas turísticas, y menciona también el turismo cultural para los lugares reconocidos por su patrimonio.

2.2 Ecoturismo

La Unión Mundial para la Naturaleza UICN define el ecoturismo como aquella modalidad turística ambientalmente responsable, consistente en viajar o visitar áreas naturales sin disturbar, con el fin de disfrutar, apreciar y estudiar los atractivos naturales (paisaje, flora y fauna silvestres) de dichas áreas, así como cualquier manifestación cultural (del presente y del pasado) que pueda encontrarse ahí, a través de un proceso que promueva la conservación, con bajo impacto ambiental y cultural, y propicia un involucramiento activo y socio-económicamente benéfico de las poblaciones locales.

Por su parte, la Sociedad Internacional de Ecoturismo sostiene que se trata de un viaje responsable a zonas naturales que conserva el ambiente y sustenta el bienestar de la población local. Mientras que para el Congreso de Especialistas Científicos en Turismo AIEST es una modalidad del turismo sostenible, al igual que lo es la totalidad de la actividad turística desde 1991, donde se plantea la complejidad del estudio de la sustentabilidad del turismo y en particular del ecoturismo, que se explica como un turismo que mantiene el equilibrio entre los intereses sociales, económicos y ecológicos.

En la XVII Asamblea de la OMT se planteó que, para que el turismo y su relación con el ecoturismo sea sostenible, necesariamente se realiza una formulación de su progreso a partir de los cambios climáticos, la protección del medio ambiente y convertirlo en una fuente de empleo para los países, en especial para los que están en desarrollo. Por otra parte, Geoffrey Lipman, asesor especial de la Secretaría General de la OMT, manifiesta que sostenibilidad es crear una industria a partir de factores como el medio ambiente, los cambios climáticos, el desarrollo social y el crecimiento económico rentable a largo plazo.

El ecoturismo en sí mismo se ha convertido en una nueva tendencia del turismo alternativo, diferente al turismo tradicional de masas que imperó desde la década de los años sesenta del siglo XX. Para Jiménez (2013) el ecoturismo es el conocimiento enfocado de las tradiciones locales desde el contacto con la naturaleza, desarrollado a través de programas multi-destinos. Para Jiménez (2013) existen diversos tipos:

- *De aventura*: con actividades integradas por deportes extremos como montañismo, *rafting* (descenso en ríos), senderismo, *camping*, etc.
- *Rural*: constituye un remedio contra la despoblación rural, un tema que preocupa a los gobiernos, tanto en países desarrollados como en los que están en vía de desarrollo.

- *Participativo*: es aquel en el que el turista y el residente local, de manera particular, interactúan y establecen un contrato que incluye alojamiento para el turista, alimentación y servicio de guía. En este tipo de ecoturismo la parte económica sirve completamente al habitante y en la cultural se produce un diálogo de saberes que enriquece a los actores.
- *Termal*: es un sub-segmento del ecoturismo que consiste en realizar senderismo, cabalgatas y otros tipos de desplazamientos en las proximidades de las fuentes termales y minerales, para luego tomar un agradable y saludable baño en ellas. Por ejemplo, en Japón, en la prefectura de Yamagata ubicada en la isla de Honshu, existen diversos lugares para el disfrute del ecoturismo. Allí existe un cráter rodeado de aguas termales que en suma es un volcán, símbolo de la montaña. Hay una serie de rutas de montaña hasta el cráter, donde se encuentra una zona llamada Zao, un destino para el ecoturismo en la primavera y el verano (Oficina Nacional del Turismo Japonés, 2010).

El modelo del ecoturismo fue desarrollado en Costa Rica y se le asocian dos factores: los clústeres y las cadenas de producción, que se utilizan para emplear las ventajas económicas comparativas que las diferentes empresas de la región ofrecen al ser organizadas en los mencionados factores, siendo un apoyo para el ecoturismo. Si se utiliza la oferta del ecoturismo se emplean los factores asociados y se aprovechan las riquezas naturales de un país, iniciando la actividad del ecoturismo en una región, donde se pueda emplear y llevar a cabo programas de calidad con bajos presupuestos, debido a que esta actividad no necesita grandes inversiones, porque los atractivos los ofrece la propia naturaleza, solo basta con organizar y poner en marcha dichos factores.

El clúster se define como una concentración sectorial y geográfica de empresas, en la que la competitividad de cada una depende directamente de las otras, y la eficiencia depende de un conjunto de vínculos organizacionales entre ellas; la ventaja competitiva no se crea dentro de una empresa individualmente considerada, y la operación eficiente de ellas es esencial, pero no suficiente, para competir globalmente (Jiménez, 2013). Varisco (2007) afirma que en el sector turístico una cadena productiva consiste en unir los servicios en un solo producto integrado, que permita ofrecer y vender a toda una región como un destino de forma organizada, unificando la calidad de los servicios y realizando acciones de coordinación para elaborar productos competitivos, estableciendo paquetes turísticos con características particulares de alta creatividad y de acuerdo con las nuevas tendencias del turismo activo y responsable.

Jiménez (2013) expresa que los factores asociados, o sea los clústeres y las cadenas de producción de ecoturismo (Tabla 1), se organizan teniendo en cuenta las empresas que tienen asiento en la región, comenzando por las que ofrecen hospedaje y alimentación e información al turista, luego por aquellas de tecnología avanzada que permitan servir de apoyo al ecoturismo brindándole ventajas comparativas, como en el caso de los parques temáticos.

Tabla 1. Actores y factores en el funcionamiento y desarrollo de la cadena productiva

Actores principales en el funcionamiento de una cadena productiva	**Factores claves que determinan el nivel de influencia de los actores en el desarrollo de la cadena productiva**
Empresas privadas: agencias de viajes y turismo, hoteles, transporte, restaurantes y atracciones.	Problemas económicos: Inestabilidad económica, niveles altos de pobreza y desempleo, etc.
Entidades del gobierno: administraciones públicas, ministerios, autoridades de turismo, etc.	Problemas políticos: Inestabilidad política, bloqueos, manifestaciones, etc.
Comunidades receptoras: Rurales y urbanas	Bajo desarrollo de infraestructura básica: Servicio de agua potable, energía eléctrica, servicios de emergencias médicas, alcantarillado, etc.

Asimismo, Jiménez (2013) propone tres lineamientos básicos que debe ser tenidos en cuenta para desarrollar la oferta ecoturística, de tal manera que genere beneficios sustentables para la conservación de los recursos naturales, socioculturales y económicos. Estos recursos, por su parte, deben ser compartidos equitativamente entre las comunidades locales y los demás actores del desarrollo de la actividad turística en áreas protegidas oficiales, mixtas y/o privadas de una región o de una localidad determinada. Dichos lineamientos son: 1) propiciar un diálogo cultural e institucional, 2) identificar las tendencias globales del ecoturismo, y 3) desarrollar un proceso de planificación estratégica o sistémica.

2.2.1 Ecoturismo en Colombia

En Colombia la práctica del ecoturismo es nueva, se considera que apareció a mediados de los 80 cuando el presidente Belisario Betancur, a través del hoy desaparecido Instituto Nacional de Recursos Naturales

Nacionales no Renovables Inderena, hizo entrega simbólicamente de los Parques Nacionales Naturales a los colombianos (Jiménez, 2013).

En el país el ecoturismo se rige por la ley general del turismo 300 de 1996, en sus artículos 26, 27, 28, 29 y 30, que a la vez se ocupa del etnoturismo, agroturismo, acuaturismo, y turismo metropolitano. El artículo 26 define los subtipos de turismo y concibe al ecoturismo como aquella forma de turismo especializado y dirigido que se desarrolla en áreas con un atractivo natural especial y se enmarca dentro de los parámetros del desarrollo humano sostenible. Busca la recreación, esparcimiento y educación del visitante a través de la observación, el estudio de los valores naturales y de los aspectos culturales relacionados con ellos.

El artículo 27 trata sobre jurisdicción y competencia, para lo cual le asigna al Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en coordinación con el Ministerio de Desarrollo Económico, administrar las áreas que integran el sistema de parques nacionales naturales, velar por su protección, conservación, reglamentación uso y funcionamiento; al igual que definir, conjuntamente con las autoridades del turismo, las regulaciones, los servicios, las reglas, convenios y concesiones en cada caso, de acuerdo con la conveniencia y compatibilidad de aquellas áreas naturales de reserva o de manejo especial, distintas al sistema de parques nacionales naturales que puedan tener utilización turística.

El artículo 28 se ocupa de los procedimientos de planeación, señalados por la Ley, para el desarrollo de proyectos ecoturísticos en las áreas del sistema de parques nacionales naturales, los cuales deberán considerar su desarrollo únicamente en las zonas previstas, como las zonas de alta intensidad de uso y zona de recreación general al exterior, de acuerdo con el plan de manejo de las áreas con vocación ecoturística. El artículo 29 establece que la promoción del ecoturismo y su desarrollo lo promoverá el Estado, mediante el plan sectorial de turismo, que debe contener directrices y programas de apoyo específicos para estas modalidades, incluidos programas de divulgación de la oferta.

El artículo 30 hace referencia a la coordinación institucional para la inclusión del ecoturismo en los planes sectoriales de desarrollo turístico, coordinados con las Corporaciones Autónomas Regionales de desarrollo sostenible; la promoción para la constitución de comités a nivel nacional y regional; la búsqueda de una adecuada coordinación institucional y transectorial que permita adelantar convenios de cooperación técnica, educativa, financiera y de capacitación relacionadas con el tema del ecoturismo; promover la sensibilización entre las instancias de toma de decisiones sobre la problemática del sistema de parques nacionales naturales y otras áreas de manejo especial, y zonas de reserva forestal a fin de favorecer programas de protección y conservación (Jiménez, 2013).

Colombia posee 54 áreas protegidas, aproximadamente el 11% del territorio nacional, de las cuales 31 cuentan con infraestructura para ecoturismo. Estas áreas están clasificadas en 39 parques nacionales naturales, 11 santuarios de fauna y flora, dos reservas naturales, una vía parque y un área única. Jiménez (2013) manifiesta que, para el sistema de parques nacionales naturales de Colombia el ecoturismo es una actividad importante para fortalecer el sistema, generando recursos financieros a través de las concesiones, la venta de servicios y tarifas que permitan su redistribución en áreas del sistema.

Según la Organización Mundial del Turismo (OMT, 2012), la creciente tendencia mundial hacia la conservación del medio ambiente y la riqueza en biodiversidad que tiene Colombia la ubican con un gran potencial como destino para turismo en naturaleza, un sector que al año mueve cerca de USD 215 billones. El turismo es el tercer sector generador de divisas para Colombia, después del petróleo y el carbón, y por encima de productos tradicionales como café, flores y banano (Cámara de Comercio de Medellín, 2012).

Por otro lado, en relación con el alojamiento y según la ley general de turismo, en Colombia un establecimiento hotelero o de hospedaje es el conjunto de bienes destinados por la persona natural o jurídica a prestar el servicio de alojamiento, no-permanente, inferior a 30 días, con o sin alimentación y servicios básicos y/o complementarios o accesorios de alojamiento, mediante contrato de hospedaje.

Alcázar (2003) señala diferentes características que definen al producto alojativo y que sirven como base para su comercialización, las cuales se relacionan directamente con la cordialidad de la planta física (mantenimiento, higiene, limpieza, equipamiento actualizado, etc.), la particularidad de la restauración (potenciación de platos regionales, organización de semanas gastronómicas, etc.) y la animación en todas sus facetas (cultural, deportiva, social y/o infantil).

Los alojamientos se centran en el estudio del valor percibido por el cliente en la compra y consumo del producto o servicio, convirtiéndose en una medida relativa y flexible que la calidad, la satisfacción o la propia imagen, puesto que se permite las comparaciones internas en la mente del consumidor de atributos positivos, como la calidad o la innovación, y atributos negativos, como el precio, el riesgo o el tiempo invertido, en una evaluación final que conduce a la compra del producto o servicio (Gil y González, 2008).

El alojamiento turístico es aquél que comprende el uso y goce pacífico de la unidad de alojamiento y servicios complementarios a la misma (Fernández, 2011). Para Mejía y Sepúlveda (2013), un establecimiento de alojamiento es aquella entidad que proporciona hospedaje a cambio de un precio, pudiendo ofrecer otros servicios complementarios, como alimentación, recreación, lavandería, entre otros. Cuando se menciona el concepto establecimiento de alojamiento se está refiriendo a tantos tipos de hospedaje como servicios posea el establecimiento; su clasificación es complicada debido a la diversidad que puede presentarse en la industria.

Fernández (2011) expone el organigrama de la Figura 1, donde muestra el área de alojamiento de un establecimiento hotelero en el cual se visualiza la ubicación del sub-departamento y el nivel en el que se encuentra respecto a otros de la misma área. También afirma que se puede incluir otro departamento que, aunque fuera del área de alojamiento, tiene una gran relación y no se puede dejar de mencionar: el comercial, ya que se encarga de diseñar acciones de comercialización del establecimiento y las reservas que se deben de conocer para desempeñar su trabajo.

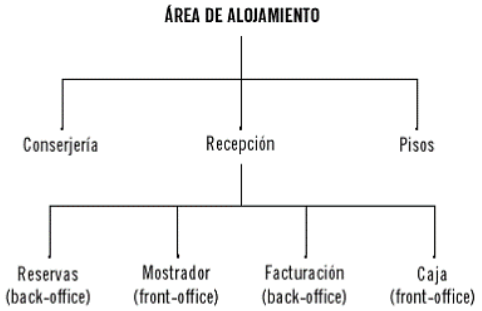


Figura 1. Organigrama de un establecimiento de alojamiento

Mejía y Sepúlveda (2013) plantean los siguientes tipos de alojamiento:

- *De lujo*: son establecimientos que poseen habitaciones lujosas y con altos niveles de comodidad, con juego de toallas, amenities y bar, personal especializado, diversidad y calidad en el servicio de alimentos y bebidas, además de los servicios complementarios.
- *De primera categoría*: son establecimientos que poseen habitaciones amplias, cuidadosamente decoradas, con servicio de juego de toallas, amenities y mini-bar, personal capacitado y disponen de servicios de recepción, alimentos y bebidas, además de otros complementarios.
- *De segunda categoría*: son establecimientos que poseen habitaciones con baño privado, servicio de toalla y jabón de tocador, televisor, teléfono y ofrece en sus instalaciones servicio de alimentos y bebidas, y servicio de botones en algunos casos.
- *De tercera categoría*: poseen habitaciones higiénicas, privadas o semiprivadas con servicios limitados, decoración mínima, sin botones ni servicio de alimentos y bebidas.
- *Rural*: son aquellos que poseen unidades habitacionales privadas o semi-privadas ubicados en áreas rurales y cuyo principal propósito es el desarrollo de actividades asociadas a su entorno natural y cultural. Además, ofrecen servicios de alimentación y servicios complementarios.
- *Centros vacacionales*: poseen instalaciones de turismo destinadas al alojamiento individual o colectivo, servicio de alimentos y bebidas, y complementarios como piscinas, canchas, excursiones, solárium, animación turística, gimnasios, actividades deportivas al aire libre como senderismo, ciclo-turismo, paseos a caballos, amplios jardines, SPA, entre otros.

En lo que tiene que ver con el ecoturismo en Antioquia, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2012) expone un amplio concepto del ecoturismo en el departamento. Con base un amplio estudio ubica varias regiones como potenciales para vivirlo:

El suroeste antioqueño ofrece la imagen de amplios cafetales combinados con la arquitectura del periodo de la colonización antioqueña (1790-1930). Tanto en esa zona del departamento como en el norte y en el oriente, el paisaje es generoso en diversidad de tonos verdes, y en esta última subregión la presencia de grandes embalses complementa el panorama. Hay subregiones de clima cálido donde existe otro tipo de vegetación y ecosistemas asociados con las zonas ribereñas, como en el occidente, el nordeste, el Bajo Cauca y el Magdalena Medio. Urabá es una confluencia de exuberante verde, selva, platanales y mar. En Antioquia es posible recorrer hermosos parajes naturales en bote a través de algunos ríos, a caballo, o simplemente haciendo caminatas por los muchos senderos que existen en todas las subregiones.

También resalta la diversidad de este territorio que cuenta con 63.000 km^2, donde hay una amplia variedad de climas y paisajes. Antioquia es un departamento por el cual cruzan tres de los ríos más importantes del país: el Magdalena, el Cauca y el Atrato, pero también se encuentran tres parques nacionales: los Katíos, las Orquídeas y el Paramillo. La geografía antioqueña está mayormente ocupada por quebradas, montañas y pequeños valles, esto se debe a que su locación está en medio de las cordilleras occidental y central.

MinCIT (2018) explica que la gran riqueza de recursos naturales y culturales de Antioquia y los bajos requerimientos en servicios por parte de los turistas, permiten identificar el turismo de naturaleza como uno de los segmentos de mercado más atractivo, lo que puede facilitar su rápida implementación. Es importante destacar que Antioquia es reconocida por su riqueza en biodiversidad, paisajes, especies de flora y fauna y cultura, lo que permitiría llamarla una región mega-diversa. La identificación del turismo en la región ha sido ampliada por la gobernación a la cultura como vocación turística de todas las sub-regiones.

En el Plan de Desarrollo Turístico de Antioquia (2012) se establece que la vocación principal del departamento es la de naturaleza, abanderada por el tema rural. En torno a esto se definen unas rutas de acuerdo con las vocaciones sub-regionales y especializaciones en el tema agropecuario: al Norte, Ruta de la Leche; al Occidente, Ruta del Sol y de la Fruta; en Urabá, ruta Urabá, Darién, Caribe; al Suroeste, Ruta del Carbón y la Arriería; y al Oriente, Ruta Verde.

Entre 2008 y 2011 el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo evidencia la importancia del alojamiento en Colombia, afirmando que ha tenido un porcentaje del 2,76 del PIB y probando su importancia para la economía nacional. Mejía y Sepúlveda (2013) manifiestan que Antioquia posee municipios con atractivos turísticos que dinamizan su economía, lo que hace necesario la creación y consolidación de los prestadores de servicios turísticos, como los establecimientos de alojamiento.

Además, se evidencia la importancia del sector turístico en Antioquia cuando el 2.61% del PIB del departamento lo aportan los hoteles y restaurantes, y en el plan de desarrollo del departamento le da importancia en el eje de Ciencia, Tecnología, Innovación y Emprendimiento. El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2012) explica que Antioquia es un departamento de tradición agrícola y ganadera, y ahora está vinculando diversas actividades con la oferta turística.

Las fincas cafeteras en el suroeste fueron las primeras en incursionar en el tema de alojamiento y actividades guiadas para el viajero. Luego lo hicieron los productores de leche en el norte, quienes manejan trucheras en municipios como Jardín y Belmira, los ganaderos de diversas zonas y las empresas bananeras en Urabá. En general, la cultura de las fincas productivas y los caballos es muy fuerte en Antioquia, y así lo puede evidenciar el turista, en compañía de guías o empresas operadoras.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según Pérez (2010) el turismo es una práctica social colectiva que se perfila como uno de los principales proveedores de actividades económicas alternativas en espacios rurales, constituyendo una nueva alternativa de diversificación de ingresos para las comunidades, lo que lo convierte en un sector económico relevante para el desarrollo del país. A pesar de ello presenta una alta tasa de mortalidad empresarial (MinCIT, 2017) ya que el clúster se ubicaba hasta el 2016 por encima de la tasa de mortalidad promedio acumulada con un 61,43 %, afirmando además que los elevados índices que se registran en la región y en Colombia se constituyen en un obstáculo para su desarrollo.

Esta mortalidad se ve potencializada por falencias evidenciadas en el sector en cuanto a la planificación, creación y desarrollo de sus productos, por lo que en el Plan de desarrollo turístico del departamento de

Antioquia (2012-2015) se menciona la pérdida del direccionamiento estratégico, la carencia de productos, incumplimiento de estándares mínimos de calidad, servicios sin valor agregado, deficiencia en el desarrollo de investigación y la desarticulación entre los actores de la actividad. Esta última falencia la ratifica el Plan de negocio turismo de naturaleza (2013) al mencionar que existe falta de integración en la cadena de valor (débiles procesos asociativos), lo que se traduce en poca productividad.

Lo planteado en el informe de la Cadena Turismo de Naturaleza en Antioquia (2012), presentado por la Cámara de Comercio de Medellín, coincide con las problemáticas mencionadas, al considerar que en el departamento se identifican algunos obstáculos que deben ser superados, como la falta de planificación turística, el incipiente desarrollo empresarial de los prestadores de servicios y complementariedad de otras actividades, determinando la necesidad de la identificación y construcción de un producto turístico que permita el aprovechamiento de economías externas y posibles sinergias entre ellas, como es el caso de los restaurantes, el alojamiento y el transporte.

De continuar con la ausencia de productos que faciliten el aprovechamiento de los recursos y ventajas comparativas de cada región, de tal manera que aumenten la productividad del sector turístico de naturaleza del departamento y faciliten el correcto funcionamiento de la cadena de valor, la tasa de mortalidad empresarial se mantendrá en cifras superiores en comparación con los demás sectores, y no se podrá dar cumplimiento a los objetivos establecidos por el ministerio de industria y comercio en el plan de desarrollo turístico de Antioquia y el Programa de Transformación Productiva PTP.

El problema de investigación identificado es la necesidad del fortalecimiento del servicio ofrecido por los alojamientos de la ruta lechera del departamento de Antioquia, por ello es preciso indagar e identificar si las acciones que se realizan actualmente para el establecimiento de sus productos les permite ser competitivos en el mercado.

4. DISEÑO METODOLÓGICO

Esta investigación es de tipo descriptivo, ya que según Méndez (2011) y Lerma (2009) presenta los hechos tal como ocurren, es decir, agrupa y convierte información en hechos que caracterizan la realidad analizada. El método es de tipo inductivo debido a que se busca llegar a conclusiones a partir de observaciones de la situación particular de la planificación y diseño de productos (Méndez, 2011), en este caso en la ruta de la leche, para luego llegar a la generalidad de estos en el turismo de naturaleza de Antioquia.

Para la recolección de información se tomaron dos muestras: una para los alojamientos de Don Matías y la otra para el público en general que visita este municipio como turistas. El tamaño de muestra para los hoteles fue de 34 alojamientos y para el público en general de 200 personas.

El primer objetivo es caracterizar los establecimientos de alojamiento de la ruta de la leche en cuanto a los productos turísticos que ofrecen actualmente, para lo cual se diseñó un instrumento de recolección de información conformado por 24 preguntas, divididas en las categorías de generalidades, gestión de mercado, clientes, transporte, alimentación y guía. Este instrumento fue validado mediante una prueba piloto aplicada al 10% de la muestra, es decir a 4 alojamientos, en la que se validó su lenguaje y se realizó el análisis de confiabilidad mediante el coeficiente Alpha de Cronbach. Mediante la validación de este instrumento a nivel de forma se identificaron los siguientes aspectos a mejorar:

- Mejorar la estructura del instrumento para facilitar su comprensión.
- Cambio del término re-alimentación debido a que generaba confusión.
- Mejora en la redacción de las preguntas.
- Eliminación de preguntas redundantes.

Posteriormente, el instrumento mejorado se aplicó a la misma prueba piloto para aplicar el coeficiente Alpha de Cronbach y determinar su confiabilidad, los resultados se muestra en la Tabla 2 en la que se observa un Alpha de Cronbach general de 0,911 y que, de acuerdo con los autores, valores por encima de 0,9 son sobresalientes, por lo tanto, se valida la fiabilidad del instrumento. Los datos de la Tabla 2 demuestran que si se elimina algún elemento no se genera cambios sustanciales en el coeficiente, por lo tanto, no se eliminan preguntas. Una vez validado el instrumento, se realizó su aplicación a los alojamientos de cada municipio.

Tabla 2. Valores del Alpha si se elimina el elemento

	Scale mean if Item Deleted	Scale variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach´s Alpha if Item Deleted
VAR00001	73,5000	544,5000	-1	0,922
VAR00002	75,0000	392,0000	1	0,893
VAR00003	75,0000	392,0000	1	0,893
VAR00004	76,0000	450,0000	1	0,899
VAR00005	74,0000	578,0000	1	0,932
VAR00006	73,0000	512,0000	-1	0,913
VAR00007	75,0000	392,0000	0	0,893
VAR00008	77,0000	512,0000	1	0,913
VAR00009	74,0000	450,0000	0	0,899
VAR00010	76,0000	450,0000	1	0,899
VAR00011	77,0000	512,0000	1	0,913
VAR00012	74,0000	480,5000	0	0,905
VAR00013	73,0000	512,0000	1	0,913
VAR00014	77,0000	512,0000	0	0,913
VAR00015	77,0000	512,0000	0	0,913
VAR00016	74,0000	450,0000	0	0,899
VAR00017	73,0000	512,0000	1	0,913
VAR00018	73,0000	512,0000	0	0,913
VAR00019	74,0000	450,0000	0	0,899
VAR00020	75,0000	392,0000	1	0,893
VAR00021	75,0000	392,0000	1	0,893
VAR00022	74,0000	578,0000	-1	0,932
VAR00023	75,0000	392,0000	1	0,893
VAR00024	74,0000	450,0000	1	0,899

El segundo objetivo es identificar los requerimientos y expectativas del mercado en cuanto a productos turísticos de naturaleza requeridos. Para identificar los requerimientos y expectativas del mercado se tuvo como referencia las 4 P de mercadeo y se diseñó un instrumento que identifique las necesidades del mercado a nivel de estas categorías, obteniendo un cuestionario de 12 pregunta con el que realizó una prueba piloto del instrumento, se validó su entendimiento y se realizó el análisis de confiabilidad mediante el Alpha de Cronbach. Al realizar la validación con la prueba piloto para el instrumento del público en general no se identificaron aspectos de forma a mejorar. Al aplicar el Alpha de Cronbach se obtuvo los valores de la Tabla 3.

Tabla 3. Estadística de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach con base en elementos estandarizados	Elementos
0,837	0,835	11

De acuerdo con los datos de la Tabla 4, si se elimina el elemento no es necesario eliminar elementos de la encuesta. Según Georde y Mallery (2003), los coeficientes del Alpha de Cronbach ≥ 0.7 son aceptables y valores ≥ 0.8 son sobresalientes, lo que quiere decir que los instrumentos de medición son confiables.

Tabla 4. Estadística total de elemento

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
VAR00001	45,0000	13,0000	0,127	.	0,855
VAR00002	45,6000	9,3000	0,927	.	0,777
VAR00003	45,0000	11,5000	0,538	.	0,821
VAR00004	45,2000	12,2000	0,340	.	0,838
VAR00005	45,0000	11,0000	0,688	.	0,808
VAR00006	44,8000	11,7000	0,621	.	0,817
VAR00007	45,2000	13,7000	-0,049	.	0,868
VAR00008	45,2000	10,7000	0,781	.	0,800
VAR00009	45,0000	111,0000	0,688	.	0,808
VAR00010	45,2000	11,7000	0,480	.	0,826
VAR00011	44,8000	11,7000	0,621	.	0,817

Como tercer objetivo se plantea establecer acciones de mejora del servicio ofrecido en los alojamientos de la ruta para mejorar su competitividad. Una vez identificadas las oportunidades de mejora de los alojamientos con base en las necesidades del mercado, se diseña estrategias de mejora tomando como base la herramienta 5W y 2H.

5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

5.1 Caracterizar los establecimientos de alojamiento de la ruta de la leche en cuanto a los productos turísticos que ofrecen actualmente

Para la caracterización de los productos turísticos de los alojamientos se trabajó con una escala de Likert del 1 al 5, donde 1 representa que no se realiza la actividad y 5 donde siempre se realiza o se presta el servicio, los resultados de la aplicación del instrumento se muestran en la Figura 2.

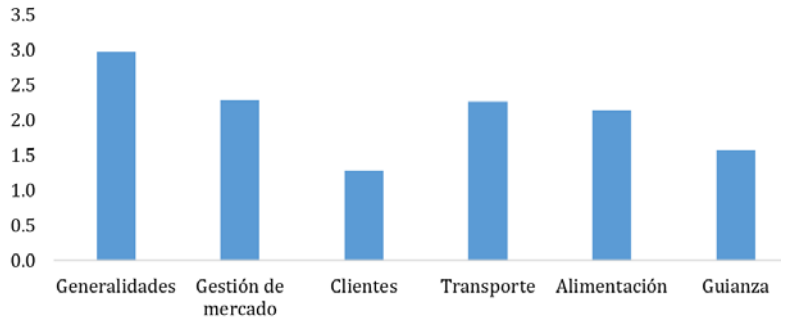


Figura 2. Tabulación del instrumento administrativos

La calificación promedio en Don Matías es de 2.1, presentado problemas principalmente a nivel de gestión de clientes, gestión de mercado, transporte, alimentación y guianza.

En cuanto a generalidades, se identificó que en el municipio las organizaciones no cuentan con tiempos de operación documentados o estandarizados, tanto para los servicios de habitación como en recepción, además, se encontró que solo el 10%, como máximo, de las habitaciones de los hoteles están adecuadas para atender a personas con problemas de movilidad.

En el apartado de gestión de mercados, los alojamientos no realizan gestiones para adquirir nuevos clientes, por ende no utilizan redes sociales para promocionar sus servicios, tampoco llevan un registro del medio por el cual el cliente conoció su establecimiento, evitando que puedan conocer qué canal es más efectivo; en los hoteles se guarda la información de los clientes en bases de datos, sin embargo, muchas son físicas, lo que hace que el proceso de búsqueda de información de sea poco eficiente.

Actualmente, Don Matías presenta un problema turístico en el que básicamente no cuenta con servicios para ofrecer, lo que ocasiona que los turistas visiten el municipio generalmente una o dos horas como parte de *tours*, de esta manera las personas solamente entran al municipio a recorrer el parque, consumir alimentos y usar los servicios sanitarios, y se van sin conocer realmente las bondades que tiene el municipio y todas las actividades que pueden realizar allí.

En Don Matías no se realiza una gestión de clientes adecuada, los hoteles no realizan actividades para aumentar la captación de nuevos clientes, a su vez que tampoco desarrollan esfuerzos para generar retención de los mismos, este fenómeno se explica en que la mayoría de clientes son trabajadores, por los tanto los hoteles no consideran necesario realizar buscar más clientes, explicando que los actuales son suficientes.

Esto se complementa con la situación de que la mayoría de personas que trabajan en los hoteles tampoco conocen los atractivos turísticos de la región y se limitan a recomendar la iglesia y el museo, sin contar que el municipio tiene un gran potencial a nivel de turismo de naturaleza, contando con senderos ecológicos y puntos con vistas sumamente atractivas; en los hoteles tampoco se utilizan guías o se brinda información detallada sobre los restaurantes del municipio y opciones para el turista.

El municipio tiene un gran potencial con turismo de naturaleza y con turismo industrial, representado en sus hermosas geografías y paisajes, y por su tradicional producción textil, la cual se puede explotar ofreciéndoles a los turistas una gran variedad de productos y suvenires.

De acuerdo con la tabulación de los instrumentos a nivel general (Figura 3), se observa una calificación promedio de 2.2 en una escala del 1 al 5, donde 5 significa que se realizan actividades en pro del servicio al

cliente, por lo que se aprecia que a nivel general las calificaciones son sumamente bajas, lo que indica el poco desarrollo de acciones para prestar servicios de calidad a los clientes de los alojamientos del municipio, observando entre todas las categorías que la más bajas son la de clientes, la que está relacionada con actividades para captar y retener clientes.

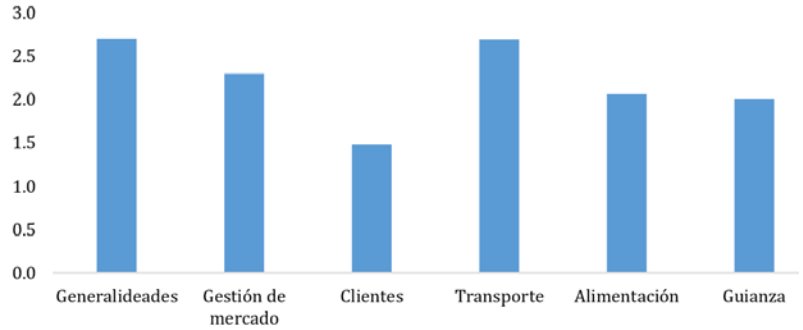


Figura 3. Tabulación instrumento administrativos por categoría

Respecto a la categoría generalidades (Figura 4) las preguntas están enfocadas a aspectos generales que debe tener un alojamiento para prestar un servicio de calidad a sus clientes, en esta categoría se observa que la única variable con una calificación promedio por encima de 5 es la de habitaciones con servicio de WIFI, muebles y baño propio, la cual se vio afectada ligeramente porque algunos alojamientos no cuentan con servicio WIFI en sus habitaciones; por otra parte, se puede apreciar que tener habitaciones para personas con condiciones especiales obtuvo una calificación sumamente baja, esto se debe a que la mayoría de hoteles tiene un enfoque donde buscan atender principalmente a camioneros o trabajadores, y muy pocas personas de este segmento presenta problemas de movilidad.

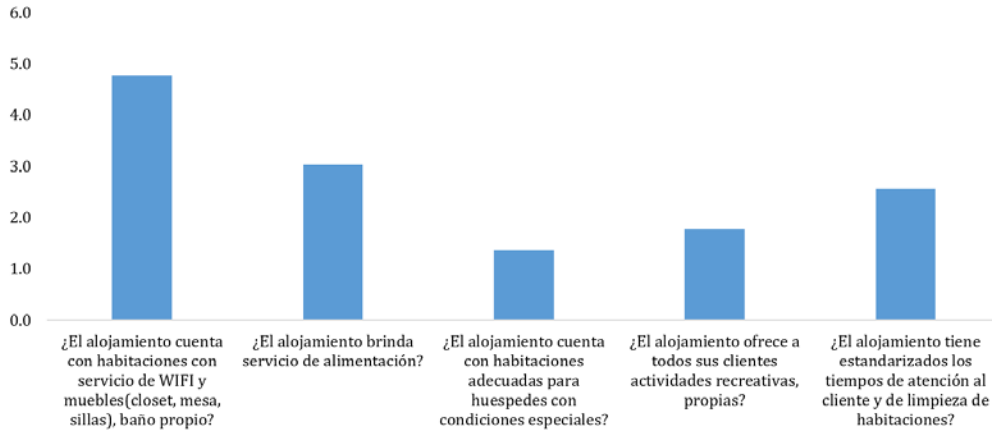


Figura 4. Generalidades

Adicionalmente la variable de actividades recreativas propias también obtuvo una calificación baja, lo cual es ocasionado porque la mayoría de alojamientos solamente se enfoca en prestar el servicio básico de prestación de servicios de habitación, por lo que no consideran necesario ofrecer actividades recreativas; solamente 3 hoteles cuentan con servicios propios de guianza o actividades culturales para conocer la historia del municipio.

Finalmente, se identificó que la mayoría de alojamientos no tienen estandarizados sus tiempos de atención y, si bien debido a la experiencia conocen los tiempos, estos no se encuentran documentados, lo cual es motivado porque consideran que no es necesario debido a que las personas encargadas de realizar estas actividades son muy constantes en sus tiempos.

En el apartado de Gestión de Mercado (Figura 5) se aprecia que 4 de 6 variables obtuvieron una calificación por debajo de 3, siendo las más críticas las relacionadas a las redes sociales, promociones, identificación de medios por los cuales los clientes conocieron el alojamiento y las campañas de recordación; esto se debe a que la mayoría de administrativos, aunque conocen la importancia de las redes sociales, no tienen tiempo para dedicarse a gestionar adecuadamente las redes de su negocio o simplemente consideran que no es necesario realizar un trabajo de promoción por redes debido a que actualmente cuentan con un flujo de clientes aparentemente estable, de esta manera tampoco realizan campañas de recordación; por el

contrario, otras personas desean realizar actividades de promoción a través de redes sociales, sin embargo, no tienen los conocimientos para hacerlo. Algunas manifestaron que les agrada plataformas como Booking o Trivago, debido a que cobran un % de comisión por persona que hace su reserva a través de dicha página.

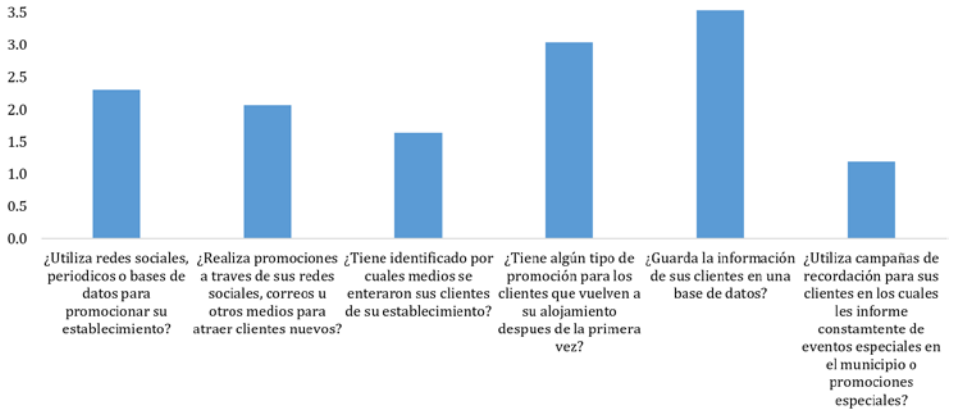


Figura 5. Gestión de mercado

En cuanto a Clientes (Figura 6) se analizó si el alojamiento gestionaba el medio por el cual los adquirió y si realizaba campañas de mercadeo para adquirir nuevos, sin embargo, se identificó que la mayoría de clientes que llegan a los alojamientos son personas que lo buscaron de forma independiente, sin asesoramiento por una agencia de viajes; aun así los hoteles no realizan estrategias promocionales para atraer clientes, lo que indica que si en estos momentos, sin realizar fuertes campañas de promoción, se adquieren clientes y si se desarrollan estrategias de mercadeo fuertes, se puede aumentar considerablemente la cantidad de clientes.

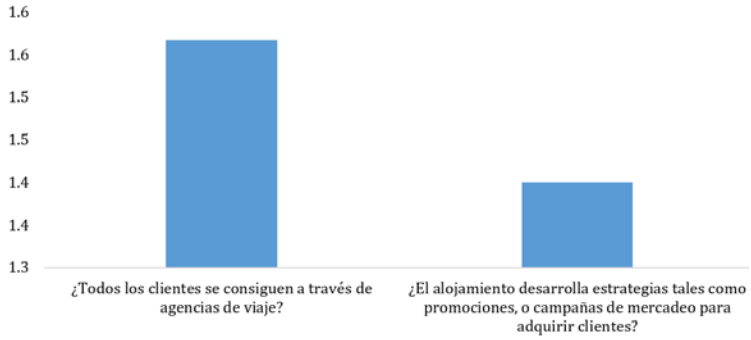


Figura 6. Clientes

En el tema de Transporte (Figura 7), se resalta que la variable de prestación de servicio de transporte por parte del alojamiento obtuvo una calificación de 1.3, lo que es producto de que en la mayoría no se preste este servicio; esto se debe a que los administrativos consideran que no les compete y, en vez de prestar el servicio de transporte, brindan información sobre las opciones de transporte que puede tener un turista al viajar al municipio.

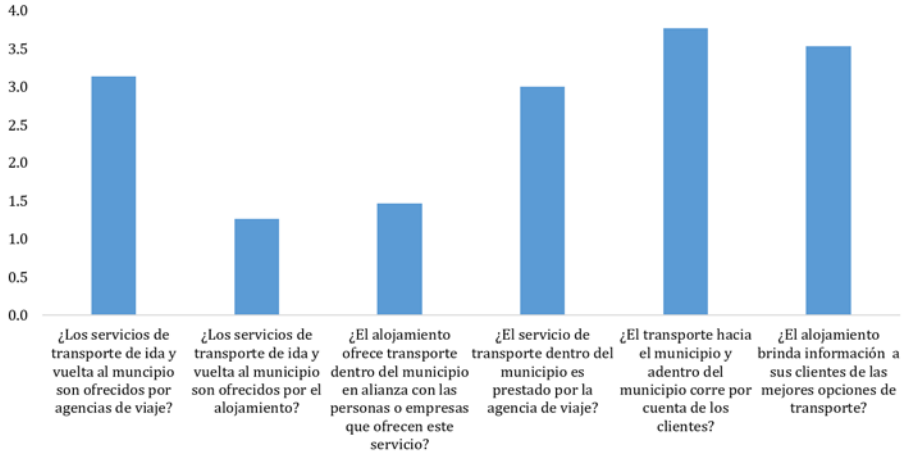


Figura 7. Transporte

En cuanto a la variable Alimentación (Figura 8), se encontró que existe falta de integración entre los alojamientos y los restaurantes del municipio, lo cual se evidencia en la calificación de la variable referente a alianzas con restaurantes y al trabajo en conjunto para mejorar la experiencia de los clientes; según se registró en las observaciones, este fenómeno se debe a que no existe una cultura de trabajo en equipo en el municipio, ya sea entre los mismos hoteles o entre todas las entidades que trabajan con turistas; además, muchas personas manifestaron que no se ha hecho esfuerzos para establecer asociaciones entre estas organizaciones con el fin de establecer relaciones duraderas y lograr una adecuada integración.

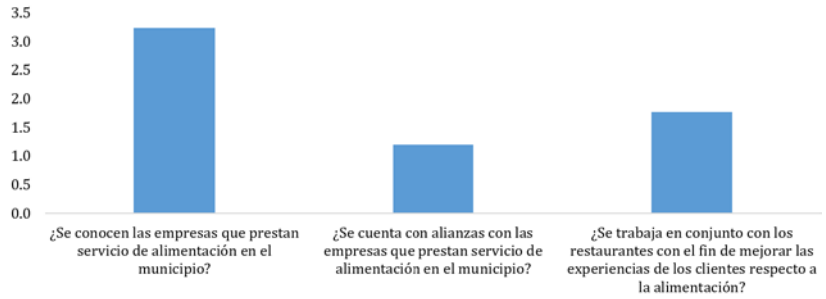


Figura 8. Alimentación

Finalmente, en lo que tiene que ver con Guianza (Figura 9), se encontró que la mayoría de los alojamientos no presta este servicio, sin embargo, existe falencia a la hora de brindar asesoría y recomendaciones sobre los lugares a visitar o respecto a las personas que brindan el servicio de guianza en el municipio; de hecho se logró identificar que la mayoría de personas que atienden en la recepción en los hoteles no tienen la capacidad para brindar una asesoría de calidad referente a los lugares turísticos que se puede visitar en el municipio, lo cual es causa de falta de capacitación y sensibilización respecto a estos temas; además, pocos hoteles cuentan con folletos o guías turísticas para entregarle a sus clientes.

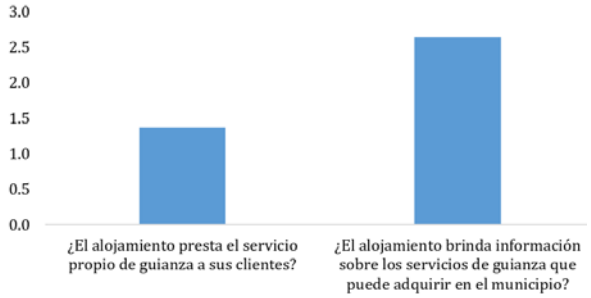


Figura 9. Guianza

5.2 Identificar los requerimientos y expectativas del mercado en cuanto a productos turísticos de naturaleza requeridos

Para la caracterización de los requerimientos y expectativas del mercado se tuvo en cuenta la escala de Likert del 1 al 5, donde 1 representa que no es importante la variable y 5 que es muy importante. Los resultados generales se muestran en la Figura 10.

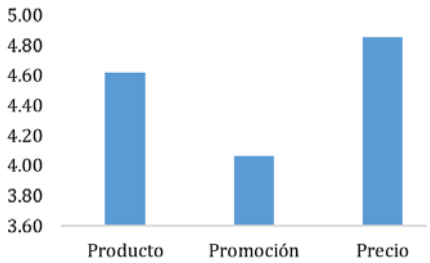


Figura 10. Resultados generales

En el municipio de Don Matías la mayor importancia para los turistas es el precio de los alojamientos, teniendo esta categoría una calificación promedio de 4.85, también se encontró que no es común que los turistas se hospeden en hoteles, ya que la tendencia es que visiten el municipio, se queden alrededor de una hora y continúen su viaje por los otros municipios de la ruta lechera.

Se encontró que los turistas no conocen los productos turísticos que ofrece el municipio, por lo que valoran que los hoteles les brinden información sobre los sitios turísticos que pueden visitar, obteniendo una calificación de 4.8. Adicionalmente, se identificó que para ellos es importante que el alojamiento brinde servicios de guianza y se vendan alimentos representativos de la región, se conoció que el público que visita Don Matías desearía conocer cuáles son los productos más representativos del municipio, debido a que cuando lo visitan solamente consumen los productos de la cafetería principal y no reciben algo específico de la región.

Respecto a promoción, para los turistas el uso de redes sociales es importante, sin embargo, como su estadía en Don Matías dura tan poco, no han percibido la necesidad de utilizar las redes sociales para buscar hoteles en el municipio, sin embargo, consideran que es necesario usarlas para promocionar los lugares y dar a conocer los productos que pueden ofrecer.

El promedio general del instrumento del público general fue de 4.41, donde las categorías más importantes para los turistas fueron precio y producto. En cuanto a precio, respecto a la variable plaza, se realizó la pregunta del lugar de preferencia de los alojamientos, donde el 34% de los encuestados prefiere los alojamientos ubicados afuera del municipio, explicando que son mejores para estar en sintonía con la naturaleza y cambiar de ambiente, sin embargo, el 64% explicó que prefiere los alojamientos dentro del casco urbano del municipio por tener mayor facilidad de acceso a los servicios y lugares turísticos.

Para la categoría de Producto (Figura 11), se observa que la variable con mayor puntuación es la referente a la información sobre sitios turísticos, a través de folletos o guías; los turistas entrevistados manifiestan que en los hoteles no se les brinda información precisa de las actividades turísticas que podían realizar, por lo que expresan interés en la idea de que los hoteles, aparte de prestar el servicio de hospedaje, también brinden asesoría en las actividades que pueden realizar durante su estancia.

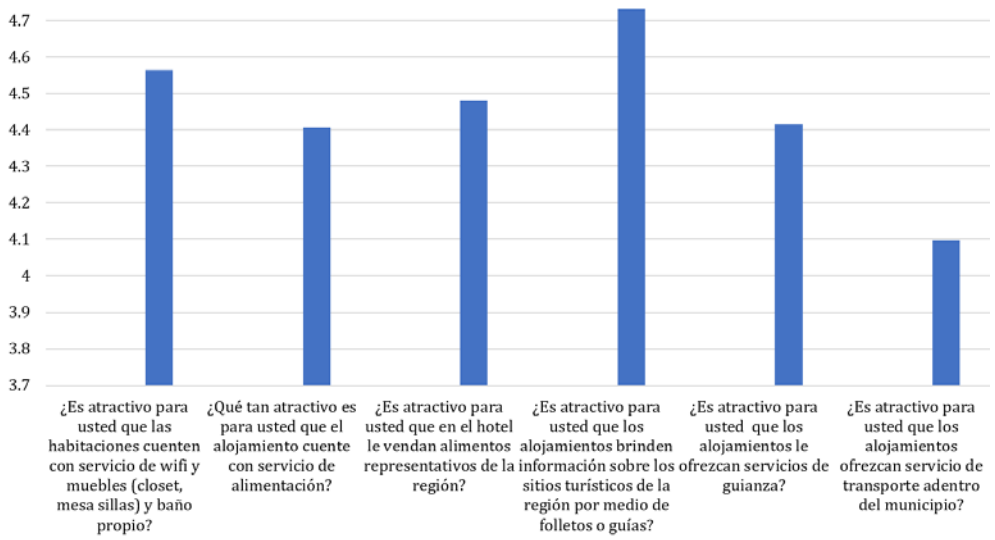


Figura 11. Producto

En segundo lugar, se observa que para el público en general es importante que los hospedajes cuenten con habitaciones con servicios de Wifi, muebles y baño propio, servicios que expresaron los han recibido con calidad en los hoteles donde se han hospedado.

Otra variable importante para los turistas es la concerniente a los alimentos representativos de la región, recalcaron que se fomenta muy poco el consumo de los productos típicos de la región y de sus marcas propias, y que en los hospedajes no les han ofrecido este tipo de productos, por lo que les gustaría que se le prestara mayor atención a esta cuestión, con productos alimenticios que actualmente no les son ofrecido en los hoteles.

En menor medida la variable de servicio de guianza también fue muy tenida en cuenta por los turistas al explicar los productos que les gustaría recibir por parte de los hoteles, explicando que muchas veces desean que exista una persona que los pueda guiar y contar la historia del municipio, pero los hoteles no cuentan con personal capacitado para realizar dicha actividad y tampoco conocen quienes presten estos servicios.

Para la categoría Promoción (Figura 12) se identificó que la variable más importante para los turistas es la referente a la información que se brinda a la hora de hacer una averiguación, por lo que les gustaría que los hoteles tuvieran claridad sobre los restaurantes a los que pueden ir en caso de desear un tipo de comida determinada, a su vez que tener información detallada de personas de confianza que brinden el servicio de transporte. Finalmente, para las personas las redes sociales son un medio sumamente importante a la hora de buscar un hotel, por lo tanto, explicaron que les sería mucho más fácil identificarlo si éste tuviera información en redes sociales más usadas. En menor medida se observa que les parece interesante que los alojamientos realicen campañas de recordación para informar sobre las fechas de las ferias del municipio, sin embargo, expresaron que esta información es preferible hacerla llegar vía correo electrónico.

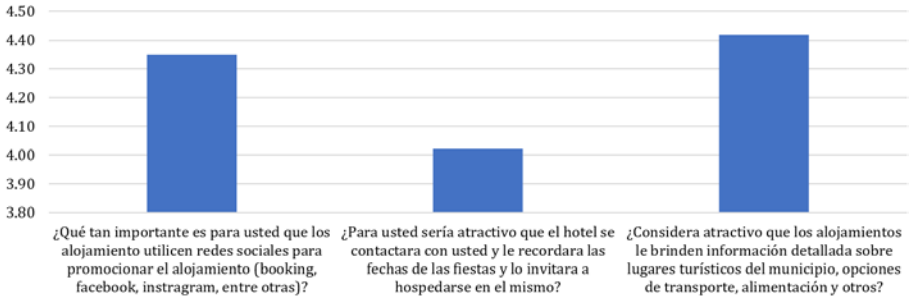


Figura 12. Promoción

Para la variable Precio (Figura 13), lo más importante para los turistas fueron las ofertas o alternativas de menor precio que puedan ofrecer los hoteles; explicaron que, si un hospedaje brindara descuentos por ser cliente fiel, sería mucho más atractivo para ellos volver; además, les llamaría mucho la atención si se establecieran programas de referidos en los hoteles para dar descuentos a personas que recomienden los lugares y atraigan más clientes.

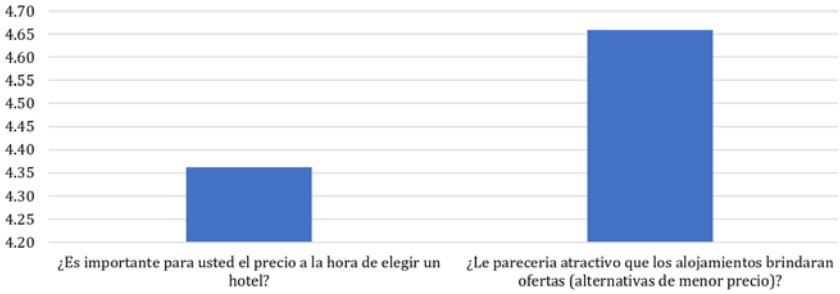


Figura 13. Precio

El resumen de los hallazgos en relación con el segundo objetivo se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Necesidades del mercado vs servicios ofrecidos por alojamientos

Servicio deseado por el mercado	Lo ofrecen los hoteles
Habitaciones con servicio Wifi, baño propio y mueble	SÍ
Servicio de alimentación	SÍ
Venta de alimentos representativos de la región	NO
Información sobre sitios turísticos de la región	NO
Servicios de guianza	NO
Campañas de recordación de fechas especiales del municipio	NO

5.3 Establecer acciones de mejora del servicio ofrecido en los alojamientos de la ruta para mejorar su competitividad

Con base en lo anterior se define que para mejorar los servicios turísticos de los hoteles y cumplir con los deseos del público en general se debe realizar las siguientes acciones de mejora:

- Comenzar a vender alimentos representativos de la región en los hoteles.
- Desarrollar una guía turística para informar a los visitantes de los lugares turísticos del municipio.
- Capacitar al personal para que preste servicios de guianza.
- Implementar campañas de recordación a los usuarios para las fechas especiales del municipio.
- Establecer un sistema de ofertas y descuentos por cliente fiel y por sistema de referidos.

Adicionalmente, se identificó que los alojamientos deben implementar acciones de mejora:

- Consolidar el turismo industrial enfocado en el sector textil en el municipio, implementando estrategias que satisfaga a los turistas que lo visiten.
- Sistematizar la información de los alojamientos, tanto para clientes como para proveedores.
- Documentar los tiempos de atención y alistamiento de habitaciones, para implementar estrategias de reducción de tiempos.
- Fomentar el uso de redes sociales para promocionarse de forma más eficiente y atraer más clientes.
- Implementar un espacio en el municipio donde los turistas puedan apreciar en detalle el proceso de confección.

Se utilizó la herramienta de los 5W y 2H para realizar la propuesta de las actividades a realizar para implementar adecuadamente las acciones de mejora propuestas, las cuales se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Análisis mediante 5W y 2H

¿Qué?	¿Cómo?	¿Por qué?	¿Quién?	Indicador
Consolidar el turismo industrial enfocado en el sector textil en el municipio, implementando estrategias que satisfagan a los turistas que la visiten.	▪ Identificar los productos que puede ofrecer el municipio bajo las categorías de turismo Industrial. ▪ Diseñar políticas municipales enfocadas a consolidar y potenciar los productos turísticos identificados. ▪ Realizar campañas de promoción por redes sociales, diarios, radio, entre otros, para dar a conocer los productos del municipio. ▪ Realizar estudios de mercado constantes para evaluar la satisfacción de los turistas respecto a los productos ofrecidos en el municipio.	Es necesario consolidar el tipo de turismo que se ofrece en Don Matías, de tal manera que los esfuerzos realizados por la alcaldía estén enfocados al turismo más consolidado, mejorando así la experiencia del turista y aumentando consecuentemente la cantidad de personas que lo visiten.	Alcaldía Municipal	Políticas establecidas. Campañas de promoción adoptadas. Satisfacción de turistas con productos ofrecidos.
Comenzar a vender alimentos representativos de la región en los hoteles.	▪ Identificar los productores de alimentos típicos de la región. ▪ Establecer lazos comerciales con los productores. ▪ Instalar un área de exhibición de dichos productos en el hospedaje.	Para permitirle al cliente acceder a alimentos representativos de la región de forma fácil y directa con el hotel, además de fomentar el consumo de las marcas propias de la región.	Gerencia	Ventas de productos. Rotación de productos
Desarrollar una guía turística para informar a los visitantes de los lugares turísticos del municipio.	▪ Identificar los sitios turísticos del municipio. ▪ Diseñar e imprimir una guía turística atractiva y fácil de comprender. ▪ Entrega la guía turística a los clientes.	Para brindar servicio de asesoría de los lugares turísticos que pueden visitar los clientes durante su estancia en el municipio.	Gerencia	Número de guías entregadas al mes.
Capacitar al personal para que preste servicios de guianza.	▪ Identificar los colaboradores que poseen aptitud y actitud para prestar servicio de guianza. ▪ Capacitarlos para que presten el servicio de guianza en el municipio.	Para suplir la necesidad de los clientes de tener una persona que les preste el servicio de guianza en el municipio.	Gerencia	Número de personas capacitadas en guianza. Número de guianzas realizadas al mes.
Implementar campañas de recordación a los usuarios para las fechas especiales del municipio.	▪ Crear una base de datos con correos de las personas que han ingresado al hotel. ▪ Establecer campaña de recordación por vía de correo electrónico. ▪ Enviar recordación a clientes de acuerdo a las fechas establecidas.	Para recordar a los clientes las fechas de las ferias del municipio y promover su asistencia, haciendo que se queden en el hospedaje durante la misma.	Gerencia	Número de clientes contactados. Número de clientes que asisten al hospedaje luego de realizar campaña de recordación.
Implementar un *stand* que muestre los productos elaborados en el municipio, para enseñarlos a los turistas en sus visitas.	▪ Realizar estudio de mercado para identificar qué tipo de productos son atractivos para los turistas que sean producidos en Don Matías. ▪ Identificar cuáles son los productos más representativos del municipio. ▪ Contactar a las empresas que produzcan estos productos para negociar la ubicación de los mismos en el *stand*. ▪ Ubicar *stand* en el parque en una posición donde todos los turistas lo vean al llegar.	Para fomentar la compra de productos propios en los turistas, además de ampliar la oferta que se le puede brindar a los visitantes, mostrando el potencial del municipio en el sector textil y fomentando la compra de este tipo de productos.	Gerencia	Estudio de mercado realizado al público que visita el municipio. # De empresas participantes en el proyecto. # De clientes que visiten el stand al mes.

	▪ Contactar a las agencias de turismo que operen en el municipio para que sensibilicen a los turistas sobre estos productos. ▪ Controlar el flujo de clientes que visite y realice compras en el *stand*.			
Sistematizar la información de los alojamientos, para clientes y proveedores.	▪ Diseñar archivo de registro de clientes y proveedores. ▪ Registrar información de clientes y proveedores en bases de datos virtuales.	Mejorar el manejo y acceso a la información en los alojamientos	Gerencia	Archivo de registro de clientes y proveedores implementados.
Documentar los tiempos de atención y alistamiento de habitaciones, e implementar estrategias de reducción de tiempos.	▪ Identificar un método para realzar el alistamiento de las habitaciones. ▪ Documentar el método de alistamiento de habitaciones y de atención a clientes. ▪ Registrar el tiempo de alistamiento de habitación y de atención a clientes. ▪ Divulgar el método a empleados y sensibilizarlos para su correcto seguimiento.	Para estandarizar y optimizar los métodos y los tiempos con los que se desarrollan las actividades claves del alojamiento, permitiendo mejoras en los procesos y aumentar la productividad.	Gerencia	Tiempos de operación. Procesos documentados.
Fomentar el uso de redes sociales para mejorar la promoción de forma más eficiente y atraer más clientes.	▪ Identificar las redes sociales en las que se quiere realizar promoción. ▪ Diseñar publicidad por medio de fotos, videos e información importante sobre los servicios ofrecidos por los alojamientos. ▪ Publicar información en redes sociales, actualizándola periódicamente y dando seguimiento a las preguntas de las personas. ▪ Registrar los medios por lo que los clientes conocieron el hotel, identificando aquellos por los que más llegan clientes.	Para brindar mayores opciones a los posibles clientes de conocer los servicios ofrecidos por los alojamientos y establecer canales de comunicación para facilitar la respuesta a dudas o inquietudes de los servicios, además de usar estos medios para mostrar los atractivos turísticos del municipio e incentivar su visita.	Gerencia	Redes sociales utilizadas para promocionar productos turísticos. Cantidad de clientes que se enteran del hotel por medio de las redes sociales.
Implementar un espacio en el municipio donde los turistas puedan apreciar en detalle el proceso de confección.	▪ Establecer un espacio en el municipio, ya sea una empresa o un espacio aparte, donde puedan ser llevados los turistas. ▪ Diseñar un recorrido en el que se presente a los turistas el proceso de confección de prendas de vestir y su evolución a través de la historia. ▪ Controlar el flujo de personas que asisten a este espacio y verificar su nivel de satisfacción.	Para potenciar el turismo industrial en el municipio brindándole a los turistas la experiencia de conocer los procesos textiles.	Gerencia	Espacio destinado para mostrar el proceso textil. Número de personas que visitan este lugar al mes. Satisfacción de los clientes con el servicio.

6. CONCLUSIONES

Durante la recolección de información se identificó que los alojamientos cuentan con falencias respecto a la prestación de servicios turísticos, entre ellas se destaca que no se prestan servicios de guianza y tampoco información detallada sobre los sitios turísticos a los que pueden asistir los visitantes; esto es causado principalmente por el pensamiento de que no es necesario prestar este servicio porque la mayoría de clientes son trabajadores, sin embargo, en épocas de vacaciones, cuando se aumenta el flujo de turistas y por lo tanto aumentan sus llegas a los hoteles, es necesario contar con esta información para prestarles este servicio y aumentar su satisfacción; por otra parte, se destaca que la asociatividad entre los hoteles y otros agentes de turismo en el municipio es nula, por lo que se recomienda fomentar las asociaciones o agremiaciones con el fin de mejorar los servicios prestados de forma integral.

Se identificó que la mayoría de colaboradores que trabajan en los hoteles no cuentan con los conocimientos suficientes para asesorar al cliente sobre los servicios turísticos del municipio, por lo que es necesario capacitarlos y mostrarles la importancia de brindar un buen servicio y asesoría a las personas, y el impacto que esto tiene en la voz a voz.

La mayoría de los clientes desean que se mejore los servicios ofrecidos por los hoteles, si bien cuentan con las necesidades básicas de alojamiento y alimentación, quieren que también presten servicios de asesoría respecto a los sitios turísticos que pueden visitar durante su estancia en el municipio; muchos turistas no vuelven porque consideran que no hay suficientes actividades para realizar, por lo que si se les brindara una asesoría más detallada se aumentaría la probabilidad de que vuelvan al municipio.

Existen diversas actividades que pueden realizar los alojamientos con el fin de satisfacer las necesidades y deseos de los clientes, sin embargo, el primer cambio debe ser cultural, es decir, tanto gerentes como colaboradores deben entender que los hoteles son la puerta al municipio para la mayoría de clientes, por lo tanto, el impacto que pueden generar es significativo si se mejora la integración entre hospedajes y otras organizaciones del ámbito turístico, tales como restaurantes, transportadores, guías, entre otros; de esta manera se incrementa el impacto económico, por lo que se debe enfocar a que esta sea la motivación para prestar un mejor servicio en cada uno de los alojamientos.

A través de la interacción con los diferentes agentes gestores del turismo en el municipio, tales como coordinadores de turismo y cultura y gerente de los hoteles, se identificó que el municipio no ofrece servicios o productos relacionados con la leche, tal como se vende al llamar a esta región la Ruta Lechera; se recomienda que en Don Matías se implemente estrategias para vender el municipio con otros productos turísticos no relacionados con la leche, si no con la industria textil.

El mayor problema a nivel de turismo en el municipio es la baja permanencia de los turistas, lo que se traduce en estadías de 1 hora como máximo donde solamente consumen pocos alimentos y no compran productos propios del municipio; esta situación es producto, en primera medida, por la baja fuerza en la promoción de los productos característicos de Don Matías, cuyo fuerte son las confecciones, el café y otros alimentos. En este orden de ideas se recomienda que la alcaldía realice actividades para ofrecerles a los turistas que llegan al municipio productos novedosos, atractivos y que representen la región, esto lo pueden realizar a través de un *stand* donde se ofrezca estos productos y donde los turistas que lleguen al municipio lo puedan ver.

Complementando la idea anterior, si se quiere consolidar el turismo industrial en el municipio, se recomienda establecer un lugar en el que los turistas puedan conocer el proceso textil de las prendas confeccionadas en el municipio; esto abriría las puertas a que sea aún más reconocido por esta labor y abrirá la posibilidad de que Don Matías se convierta en un destino turístico mucho más atractivo para las personas.

Adicional a esto se debe realizar una importante labor de sensibilización a las agencias de turismo, de tal modo que cuando lleven personas a Don Matías les informen sobre todas las posibilidades que tienen para conocer lugares y adquirir productos de calidad en el municipio.

Para finalizar, es clave hacer énfasis en que todos los procesos de cambio y mejoramiento se basan en la realización de cambios culturales y estructurales, esto aplica tanto para los alojamientos como para la alcaldía; si se desea que las acciones de mejora propuestas se implementen adecuadamente y más importante aún que sean sostenibles, es importante que la alcaldía municipal se comprometa a gestionar, promover y sensibilizar a las personas en estos procesos de mejora continua, además de realizar un cuidadoso seguimiento a la implementación de estas acciones en cada uno de los alojamientos, teniendo como mentalidad que el beneficio a largo plazo conllevará a mejorar no solo el turismo sino la economía general del municipio, por lo que el primer cambio que se debe realizar es con las personas.

Capítulo VIII

Estado del arte del ciclo de producción y las operaciones enfatizando en técnicas aplicables con *make to stock* MTS, *make to order* MTO, *job shop*, *flow shop* y MRP/MRPII

Gisela Patricia Monsalve Fonnegra[1]
Julián Conrado Klinger Gil[2]
Mauricio Gómez Vásquez[3]
[1, 2]Instituto Tecnológico Metropolitano
[3]Politécnico Gran Colombiano
Colombia

Este trabajo de investigación muestra el estado del arte desde 2005 del ciclo de producción y las operaciones enfatizando en técnicas aplicables con *make to stock, make to order, job shop, flow shop* y MRP/MRPII. Asimismo, se valida la investigación con casos aplicados en el sector industrial. Los temas elegidos hacen referencia a las diferentes teorías y técnicas que soportan la gestión táctica y operativa de una organización, donde la utilización de un sistema u otro depende de su necesidad y del tipo de sistema productivo. Para el logro de los objetivos se sigue una revisión documental cualitativa de fuentes bibliográficas, principalmente Google Escolar y bases de datos como Scopus y WOS, en la que se obtuvo 118 documentos aportantes después de aplicar los filtros requeridos. Los principales hallazgos dan evidencia que las técnicas analizadas siguen vigentes como herramienta útil para la programación de operaciones en el sector industrial, mejoradas a partir de Sistemas de Información.

[1] Ingeniera Industrial, Especialista en Finanzas, Especialista en Administración de la Informática Educativa, Magister en Ingeniería y Estudiante de Doctorado. Con experiencia docente en áreas de producción, estadística, calidad, investigación de operaciones entre otras. Con experiencia profesional en gestión de operaciones en manufactura y servicios, gerencia de organizaciones, interventoría y dirección de proyectos. Las áreas de interés investigativo son la gestión e investigación de operaciones, la producción y la logística.
Contacto: *giselam73@gmail.com*

[2] Ingeniero de Producción. Se ha desempeñado profesionalmente en empresas colombianas de producción y manufactura.
Contacto: *klinger1384@hotmail.com*

[3] Ingeniero en Instrumentación Industrial, Especialista en Gestión de Proyectos y Magíster en Ciencias Innovación en Educación. Coordinador del Programa de Ingeniería Industrial de la Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano. Con experiencia en funciones para la implementación y mantenimiento de sistemas integrados de gestión, el aseguramiento de la calidad, el aseguramiento de las mediciones en los procesos productivos y en laboratorios de ensayo y calibración, la gestión de registros calificados y el desarrollo de propuestas pedagógicas innovadoras, y la coordinación de áreas y programas en instituciones de educación superior.
Contacto: *mgomezva@poligran.edu.co*

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación contiene el estado del arte a partir del año 2005 del ciclo de producción y las operaciones, enfatizando en técnicas aplicables con *make to stock* MTS, *make to order* MTO, *job shop*, *flow shop*, MRP/MRPII. La gestión de operaciones de producción utiliza estas técnicas para el cumplimiento de varios objetivos, tales como generar rentabilidad y sostenibilidad en el tiempo para las organizaciones. Por lo que es necesario ser eficaz al momento de seleccionar y aplicar un sistema de programación de producción a las necesidades y condiciones específicas, ya que hay que tener en cuenta los aspectos concernientes a la operación productiva y sus variables de entorno, con el fin de tomar la decisión más acertada sobre el sistema a implementar.

A lo largo de la historia las organizaciones han evolucionado en la forma como planifican sus operaciones, pasando de una programación basada en experiencia y conocimiento a una llena de modelos, diagramas y software que permiten llevar a cabo una mejor programación de la producción y, cuando no se cuenta con ellas, difícilmente lograrán las metas propuestas en los planes estratégicos. Empresas con y sin ánimo de lucro han logrado crecer a partir de la gestión del conocimiento y la implementación de técnicas y herramientas que le posibilitan el aumento de la productividad y la eficiencia en los procesos productivos (Criollo, 2010).

De la misma manera, las empresas con ánimo de lucro han tenido un crecimiento que proviene principalmente de la gestión del conocimiento y la implementación de técnicas y herramientas, que le permiten ser más eficientes y eficaces en los procesos productivos; dichas técnicas facilitan la toma de decisiones a la hora de planear la producción.

Por ello este trabajo busca investigar técnicas adaptables a todas las categorías de empresa. Su desarrollo está organizado en cuatro etapas: 1) selección, 2) delimitación del tema y propuesta de los objetivos del proyecto, 3) búsqueda académica en las bases de datos acerca de artículos y libros que contengan información de las teorías y técnicas de planificación de la producción y las operaciones elegidas, y 4) análisis de la información recopilada con el fin de describir el estado del arte propuesto, registro de aplicaciones encontradas. Finalmente, se propone la continuidad de la investigación con validación de la aplicabilidad de las teorías y técnicas estudiadas en el sector textil-confección.

Para lograr los objetivos de la investigación se siguió una revisión documental cualitativa de fuentes científicas, logrando importantes registros aportantes a la búsqueda. Los principales hallazgos dan evidencia de que las técnicas analizadas siguen vigentes como herramienta útil para la programación de operaciones en los sectores industrial y de servicios, mejoradas a partir de Sistemas de Información.

2. MARCO TEÓRICO

El proceso de planificación y programación debe estar acompañado de herramientas que permitan eficiencia y eficacia en el desarrollo de sus operaciones, ya que una programación errónea tiene efectos importantes en pérdida de eficiencia, productividad y aprovechamiento de la materia prima, incidiendo en los costos de producción (Ortiz, 2015).

La planificación de la producción es un proceso continuo cuyo objetivo es anticipar decisiones que permitan optimizar el uso de los recursos productivos. Se refiere a las decisiones tácticas para determinar las actividades y los recursos de la empresa a mediano plazo. El plan agregado debe ser coherente con el plan estratégico a largo plazo, y su desagregación progresiva determina planes y programas operativos, a corto plazo (Viveros y Salazar, 2010). Para la consecución de los objetivos y el cumplimiento del ciclo de operaciones se enfatiza en técnicas que contribuyan al mejoramiento de la planificación de la producción en el sector textil-confección, por ello este estudio se apoyará en las técnicas estudiadas para la aplicación y posible propuesta de soluciones.

Una de las estrategias que utilizan las empresas para las operaciones, cuando la capacidad es variable, pero la demanda es estable, es MTS. Teniendo en cuenta que al desarrollar un modelo de planificación se debe considerar la demanda, los inventarios de materias primas, los costos variables y los ajustes de producción, un modelo de planificación agregada abarca las variables de decisión para la planificación de la producción (Viveros y Salazar, 2010). También existen otras características en la planeación de la producción contra

pedido, lo que implica la utilización de un sistema MTO. Aquí se platea que el problema y se puede solucionar desde el enfoque basado en proyectos. La propuesta involucra el control de la carga y la relación entre los niveles jerárquicos de decisión del mediado y el corto plazo (Arredondo et al., 2017).

Para Rodríguez (2010), el MRP transforma un plan maestro de producción en un programa detallado de necesidades de materiales y componentes requeridos para la fabricación de los productos finales, utilizando para ello las listas de materiales. Como apoyo a los posibles aislamientos de la comunicación de los sistemas, los MRP II surgen de la extensión de la planificación de los recursos al resto de áreas funcionales de la empresa, buscando un funcionamiento integrado (Gutiérrez, 2009).

Generalmente, en los sistemas productivos se encuentran cuatro tipos de categorías: flujo lineal, flujo continuo, flujo por lotes y *job shop*. Mientras que el *flow shop* es la primera fase de producción donde los productos avanzan de una máquina a otra, para ello la caracterización del ambiente de producción determina los flujos de procesos físicos, los recursos disponibles y su configuración, información que toma relevancia teniendo en cuenta que la programación de la producción se realiza con base en ellos (Orejuela et al., 2010).

Una segunda fase corresponde a analizar la información que demanda un proceso de planeación de la producción y, según Castro y Vélez (2002), para lograr ser excelentes en entregas se debe tener un flujo continuo, pero para ser el mejor en flexibilidad resulta más adecuado tener un sistema *job shop*.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según Proaño (2017) la planificación de la demanda es un conjunto de acciones empresariales y técnicas de cálculo necesarias para aprovisionar producto (*stock*) a uno o varios centros de consolidación o almacenaje, cuyo objetivo principal es mantener unos niveles de adecuados para atender la demanda media solicitada por el conjunto de clientes en un periodo de tiempo y alcanzar unos niveles objetivo de servicio del inventario. Este conjunto de procesos o acciones que interacciona entre sí afecta procesos MTO o MTS.

En general, se estima que el 74% del personal del sector industrial cuenta con una formación básica de bachillerato, de esto se deriva el déficit que presentan las empresas del sector a la hora de realizar la programación y planeación de las operaciones, una situación que genera riesgos al momento de tomar decisiones de programación y planeación:

- No garantizar la disponibilidad de materiales y componentes.
- No tener los niveles de inventarios suficientes para atender la demanda de producción.
- No tener experiencia ante los posibles imprevistos afectando la eficiencia de las operaciones.

De acuerdo con lo anterior, en esta investigación se pretende indagar teóricamente cómo se puede mejorar la planificación y programación de las operaciones en el sector industrial, enfatizando en técnicas como *jop shop*, MTO, MTS, MRP y MRP II. Por lo tanto, la pregunta que se busca responder es: ¿cuál es la información académica y científica relevante acerca de las técnicas *flow shop, job shop*, MTO, MTS, MRP y MRP II?

4. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de investigación

Para la realización del presente trabajo se utiliza el tipo de investigación documental, la cual permite realizar la revisión del estado del arte que consiste en acceder de forma directa a todo aquello que haya sido publicado a cerca del caso de estudio, y de esta manera extraer y recopilar toda la información necesaria y relevante que atañe el problema de investigación.

4.2 Método de investigación

El método de investigación utilizado es cualitativo ya que permite estudiar la realidad en su contexto natural, además, permite acceder a todo tipo de información sin importar el formato: textos, entrevistas, videos o audios. En la segunda fase esta investigación será cualitativa, ya que se necesita tomar la información directamente de las fuentes y luego cuantificarla con ayuda de herramientas estadísticas.

4.3 Fuentes de información

Las fuentes de información son secundarias ya que se analizará toda la información consultada en las bases de datos, Internet y artículos científicos de revistas relacionados con el ciclo de producción y las operaciones en el sector textil-confección, a su vez estas fuentes permiten sustentar la investigación y sirven de base para establecer premisas que argumentan los diferentes autores. Los libros tomados como referencia para la investigación son el de Chapman (2006) y el de González (2006). Además, las tesis consultadas que más información aportaron a la investigación son las de Cárdenas (2015) y la de Gutiérrez (2009). También se tiene en cuenta los artículos científicos consultados de las bases de datos, de los cuales se tiene como referentes los trabajos de Ortiz y Caicedo (2014), Ortiz (2015), Rodríguez (2010), Portela (2006), Viveros y Salazar (2010) y Arredondo et al. (2017).

4.4 Técnicas e instrumentos de recopilación de datos

La técnica utilizada es el análisis de contenido de textos, ya que permite realizar una observación directa del estado del arte donde se maneja toda la información de las diferentes técnicas utilizadas por las empresas. Se llevará un registro constante en la bitácora como herramienta apropiada para la secuenciación y análisis de los datos. La observación cualitativa es más que contemplación, implica adentrarse a profundidad en situaciones sociales y mantener un papel activo con reflexión permanente. Es decir, estar atento a los detalles, sucesos, eventos e interacciones (Hernández et al., 2014).

4.5 Análisis de los datos

El análisis de los datos se llevará a cabo en tres etapas: 1) se realizará una reducción de datos, que consiste en depurar la información que no aporta a la investigación, en este caso se seleccionaron 41 archivos y se desecharon 10; 2) se establecerá la relación de cada uno y se separará por técnica de estudio descrita en el objetivo general; y 3) se realizará el resumen de cada una de las técnicas objeto de estudio. Al culminar esta última parte se procede a redactar el estado del arte.

4.6 Procedimiento

Para lograr los objetivos planteados en la investigación primero se recopila toda la información posible sobre los temas de estudio y luego se revisa hasta dónde han llegado otros investigadores, con el fin de no repetir una investigación que ya tiene respuesta. Para la revisión del estado del arte se utiliza diferentes fuentes de investigación: artículos, libros digitales y artículos científicos de internet, los cuales fueron revisados verificando el aporte a la investigación; se selecciona los publicados a partir del 2005.

Una vez recopilada la información, se analiza cada documento y se realiza un resumen sobre las temáticas abordadas por cada autor, el objetivo es identificar el vínculo que tiene con el tema de investigación y de esta manera sistematizar el estado del arte.

5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Para una mejor comprensión del funcionamiento de las técnicas investigadas relacionadas con la planificación y programación de la producción se investigó acerca de los sistemas de producción y cómo funcionan, cuáles son sus características principales y su aplicabilidad en la industria.

5.1 Sistemas de producción

Para González (2005) un sistema de producción es aquel en el que se utiliza unos recursos que suponen siempre un costo, para obtener unos resultados que son los productos, esto se intenta conseguir de manera que se obtenga la máxima calidad al mínimo precio.

Cada sistema productivo es diferente y trae consigo unas ventajas y desventajas frente a los otros, razón por la cual Mula et al. (2006) afirman que los sistemas de producción tienen unas características específicas, tales como el empuje (*push*) o (*pull*) arrastre. Asimismo, el sistema de producción se puede entender como el conjunto de operaciones que recibe insumos, como materiales, fuerza de trabajo, energía, información, entre otros, y los transforma en bienes y servicios (Rodríguez, 2008).

Según EAE Business School (2017) existen diversos tipos de sistemas en la industria manufacturera, los más utilizados son por lotes, bajo pedido, en masa y flujo continuo, y cada uno maneja una política diferente de cómo planear y programar la producción. La selección de un sistema de producción requiere comprender y analizar a profundidad diversos aspectos relevantes relacionados con la producción, con el fin de tomar la decisión más acertada sobre el tipo de sistema que se va a implementar. Es por esa razón que identificar el sistema productivo, sus características y las salidas es un punto crítico dentro de este proceso (Castro y Vélez, 2002). En la Tabla 1 se sintetiza las características de los cuatro sistemas de producción descritos en la literatura.

Tabla 1. Características de los sistemas de producción (Castro y Vélez, 2002)

Característica	Job shop	Flujo de lotes	Flujo lineal	Flujos continuos
Número de clientes	Muchos	Muchos, pero menos que el *jop shop*	Menos	Pocos
Número de productos	Muchos	Varios	Pocos	Muy pocos
Diferenciación del producto	Hechos a la medida	Menor grado de customización	Más estandarizados	Estandarizados
Requerimiento de materiales	Difícil de predecir	Algo predecible	Predecible	Muy predecible
Control sobre proveedores	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
Inventario de materia prima	Pequeño	Moderado	Variable, entregas frecuentes	Grande, entregas continuas
Inventario wip	Grande	Moderado	Pequeño	Muy pequeño
Inventario de producto terminado	Ninguno	Variable	Alto	Muy alto
Programación	Incierta, cambios frecuentes	Expedición frecuente	A menudo establecida por adelantado	Inflexible, secuenciación regida por la tecnología
Retos principales en las operaciones	Incrementar utilización de recursos romper cuellos de botella	Balancear etapas del proceso	Balancear líneas mejorar productividad	Evitar paros de máquina, minimizar costos
Nivel de automatización	Muy bajo	Bajo	Bajo o alto	Alto
Cuellos de botella	Cambian frecuentemente	Cambian a menudo y son predecibles	Generalmente conocido y estacionario	Conocido y estacionario
Velocidad (unidades/día)	Baja	Moderadas	Rápida	Muy rápida
Flujo de proceso	Sin patrón	Patrones un poco predominantes	Patrón de flujo rígido	Claro e inflexible
Tipo de equipos	Propósito general	Combinación de propósito general y especializados	Especializados, tecnología alta o baja	Especializados alta tecnología
Tamaño de las corridas	Muy cortas	Moderadas	Largas	Muy largas

Partiendo del concepto de distribución en planta, Monsalve (2019) describe un sistema productivo simple como la manera en que interactúan los recursos al ingresar al sistema empresarial, teniendo en cuenta su disposición física, combinación y uso se determina el ordenamiento secuencial de las operaciones de transformación y apoyo, para la obtención de productos que serán entregados a los clientes; teniendo en cuenta un control adecuado del mismos. El autor propone de manera similar a otros una clasificación para sistemas de producción simples, la cual se presenta en la Figura 1.

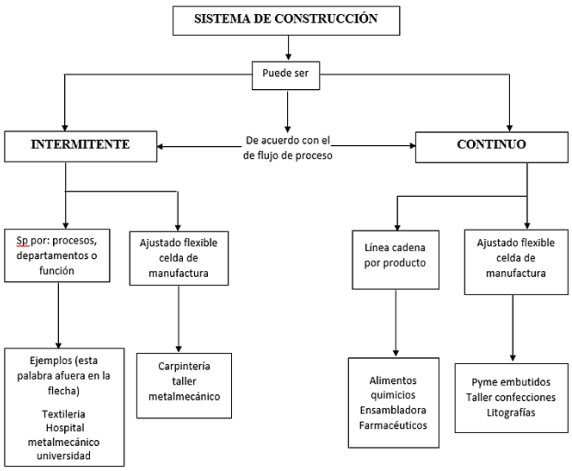


Figura 1. Clasificación sistemas de producción (Monsalve, 2019)

Considerando lo anterior, para realizar la selección de herramientas que mejoren la eficiencia del sistema de producción en empresas manufactureras es necesario, por una parte, elegir criterios que posean suficiente base científica y, por otra, aplicaciones lo suficientemente transparentes que les permitan a los especialistas y directivos su empleo, utilizando de ellos su mayor fortaleza (Cespón et al., 2006).

5.2 *Make to order*

La planeación y programación de la producción bajo un ambiente MTO o fabricación contra pedido se caracterizan, según Arredondo et al. (2017), por una amplia variedad de productos en lotes pequeños, con distribución funcional, que fluyen de un centro de trabajo a otro con una secuencia de fabricación que varía en relación con los requerimientos del cliente y las características del producto.

A su vez Hill, como lo cita Saniuk y Waszkowski (2016), expresa que *make-to-order* es un término que se refiere a las empresas que producen productos a medida y personalizados de acuerdo con las especificaciones particulares del cliente, pero que no se repiten de forma regular o predecible. Además, Saniuk y Waszkowski (2016) afirman que en el sector MTO, parte o toda la producción tiene lugar después de que se ha recibido el pedido del cliente. Las empresas MTO tienen pocos productos estándar y una demanda volátil y difícil de predecir.

Adicionalmente, el sistema MTO se caracteriza porque al momento de la recepción el pedido conoce totalmente el plan maestro de producción (Gutiérrez, 2009), lo que representa una ventaja para las empresas ya que de entrada saben cuántos recursos e insumos se requiere para la fabricación de la orden. El sistema MTO no les permite a las compañías tener inventarios de materias primas y productos ya que cada orden se fabrica de forma diferente y dependiendo de las especificaciones del cliente, por esta razón se hace necesario que las compras y la producción se realicen bajo el modelo compras y fabricación contra pedido, de esta forma las compras se realizan a partir de los pedidos de los clientes ya que cada pedido se constituye como un proyecto nuevo (Gutiérrez, 2009).

Un sistema *pull* o de arrastre es uno de los principios fundamentales del Lean Manufacturing, se produce de acuerdo con la demanda del mercado y se da mayor prioridad al cliente. La filosofía se basa en que el pedido es el que pone en marcha la producción y no que la producción ponga en marcha el pedido (De los Ríos, 2015). Los tamaños de las órdenes de producción tienden a ser pequeños, por esta razón los costos de los inventarios son bajos, por ejemplo, costo de almacenaje y costo de transporte, lo que tiende a optimizar los recursos.

En un sistema MTO no hay inventario de producto terminado y simplemente se produce lo que la demanda ha solicitado, hasta alcanzar la capacidad instalada. Esta última debe estar preparada para responder a los picos de demanda. Con base en esto surge la necesidad de definir adecuadamente la metodología de planeación de la producción, que involucre las características del ambiente de producción y que permita un adecuado manejo de los recursos, de tal forma que contribuya al incremento de productividad, a mejorar la calidad del producto y al cumplimiento de los tiempos de entrega (Arredondo et al., 2017).

Este modelo de planeación tiene ventajas: nunca hay excedentes de *stock*, los productos se fabrican de acuerdo con las especificaciones del cliente y el proceso es flexible; como desventaja se tiene que el periodo de entrega es más largo ya que no se cuenta con inventario para atender el requerimiento y el lote debe ser fabricado (Portal TIC, 2018). En la Figura 2 se muestra la estructura del sistema MTO en la industria.

Figura 2. Modelo MTO (EAE Business School, 2018)

En el trabajo de Arredondo et al. (2017) se describe una propuesta de un modelo de Planeación y control de la producción a mediano plazo para la industria textil en un ambiente MTO. Igualmente, Gutiérrez (2009) propone un rediseño de procesos del sistema de planificación y control de la producción de la industria de ingeniería bajo pedido basado en tecnologías de información, una propuesta similar a la de Saniuk y Waszkowski (2016) en la cual plantean un nuevo enfoque para los procesos de fabricación.

5.3 *Make to stock*

El MTS es el proceso de fabricar para almacenar y dar respuesta ante los pedidos de los clientes, tal como se muestra en la Figura 3.

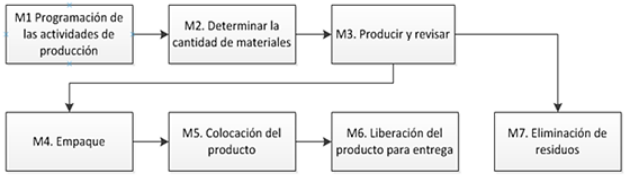


Figura 13. Estructura de MTS (González, 2006)

Según Oliveira et al. (2010) en MTS la fabricación del producto se inicia con base en una previsión de demanda. La llegada de la aplicación al servicio se realiza casi de inmediato. Es adecuado para productos con demanda esperada y puede tener un alto costo de *stock*. Describen que *make to stock* es adecuado para productos con una demanda esperada ya que incurre en el manejo de *stock* y su almacenamiento genera altos costos. La descripción del modelo MTS se presenta en la Figura 4.

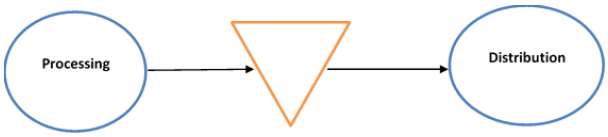


Figura 4. Modelo MTS (Oliveira et al., 2010)

Tradicionalmente, la mayoría de las empresas utilizaban un sistema *push* o *make-to-stock* MTS, manteniendo el inventario al final de la cadena de suministro. Sin embargo, en un sistema MTS las empresas necesitan poder estimar la demanda para determinar cuánto producir y almacenar, por lo que estos sistemas se basan en pronósticos que, en muchos casos, no son muy precisos (Kaminsky y Kaya, 2009). Rafiei y Rabbani (2009), citados por Escobar et al. (2012), afirman que la técnica MTS está basada en pronósticos de demanda y se utiliza generalmente para producir productos genéricos y de alta rotación.

Según Jemai y Karaesmen (2007), el modelo MTS requiere la existencia de productos terminados en stock para atender todos los pedidos de venta que recibe la empresa, este modelo se utiliza para pronosticar la demanda sobre las solicitudes aprobadas y enviadas al almacén, una medición del volumen de stock necesario. Dicho de otra manera, el sistema MTS requiere que hallan productos en inventario que satisfagan la necesidad del cliente.

En MTS los productos se fabrican con base en pronósticos a partir de demandas pasadas y así predecir las futuras por medio de datos históricos que provienen de las ventas anteriores; algunos métodos para calcular pronósticos son derivados de series de tiempo, como los promedios, la suavización exponencial simple y otros, asimismo, la regresión lineal, los modelos econométricos se derivan de series causales.

Si el nivel de desviación en la medición del pronóstico no es el adecuado entonces puede suceder que exista exceso de inventario o, en su defecto, no tener las existencias suficientes para dar respuesta a la demanda. Por ello, y para no generar caos en los inventarios, se sugiere tener el diseño de un modelo de pronóstico coordinado con el modelo de inventarios (Gallegos, 2019).

Para lograr el adecuado cumplimiento de los inventarios se debe crear políticas de acuerdo con el sistema productivo implementado, ya sea un sistema *pull* o un sistema *push*. Si el pronóstico determina que hay demanda suficiente, este último ordena producir más cantidad de productos, lo que quiere decir que si o si el producto se vende. Las ventajas que presenta el sistema *push* son bajos costos de producción ya que la mayoría son producciones a gran escala. Escobar y Cárdenas (2012), citando a Jiang y Geunes (2006), analizan un modelo de ventas detallista donde el almacén ofrece dos opciones de precio: un precio MTS, donde los productos en inventario se ofrecen a un precio base, y un precio reducido MTO, donde el producto es entregado al cliente después del tiempo de reposición desde el proveedor.

En un ambiente MTS la táctica utilizada es mantener una producción activa a través del horizonte planeado, absorbiendo las fluctuaciones en las ventas por medio cambios en el inventario. Se fija el nivel de inventario

deseado y se produce lo necesario para mantenerlo. El nivel de inventario se obtiene a partir de la demanda –su valor y su fluctuación– y la capacidad de producción, de manera que se logre el objetivo de satisfacción del cliente, expresado habitualmente como el porcentaje de veces que se cumple con los pedidos o su inversa (Lavalle y Satucci, 2009). A continuación, en la Tabla 2 se presenta el resumen de las respectivas ventajas y desventajas del sistema de configuración MTS.

Tabla 2. Ventajas y desventajas del MTS

Ventajas	Desventajas
Ciclos de pedido y fabricación independiente. Demanda y plan maestro de producción conocido. La empresa decide en qué momento fabricar el lote. La cantidad por fabricar está relacionada con la rotación del inventario. La entrega es inmediata o muy rápida	No se puede fabricar más de una familia de producto. El ciclo óptimo de producción no es igual. Se debe contar con buen espacio para el almacenamiento.

5.4 *Job shop*

Todo sistema productivo desarrolla tendencias basadas en la gestión y la eficacia de esta transformación se debe a la organización y análisis de los procesos productivos para el cumplimiento de los indicadores, en este sentido *job shop* es una herramienta de transformación en organizaciones tipo taller que permite agrupar los procesos de forma esquemática. Basadas en su experiencia de trabajo, las pequeñas y medianas empresas, en especial del sector textil-confección, deben utilizar técnicas o herramientas para la toma de decisiones, ya que la planificación de la producción es un proceso que conlleva a la anticipación de las decisiones, con el único fin de resolver los problemas de capacidad instalada ante la demanda.

La planificación es un proceso complicado en el que hay que tener en cuenta diversos factores y considerar ciertos objetivos. Precisamente por este motivo no es posible tenerlos en cuenta a todos a la vez y, por lo tanto, si se desean obtener resultados útiles se debe establecer una metodología racional. Por eso se considera diferentes niveles de planificación relacionados entre sí, con distintos niveles de detalle y plazos de tiempo para llevarlos a cabo (Correa et al., 2008). De acuerdo con López y Méndez (2016) en los sistemas *job shop* los trabajos deben enrutarse a través de centros de trabajo organizados funcionalmente. Cuando un trabajo llega a un centro de trabajo, se pone en cola esperando que una máquina disponible realice la operación requerida. La programación, en este caso, implica determinar el orden de ejecución de los trabajos y la asignación de una máquina para realizar la operación requerida.

El *job shop* se caracteriza por la realización de lotes pequeños y gran variedad de referencias, donde los productos pasan de un puesto de trabajo a otro, pero en el proceso se puede encontrar un puesto ocupado, lo que genera las demoras y el no-cumplimiento de la programación de la producción. La dimensión del problema del *job shop* viene dada por el número de trabajos a ejecutar y el número de máquinas disponibles para ello, de tal manera que se tiene al menos una cantidad de posibles soluciones, generando una explosión combinatoria de número de trabajos por número de máquinas (Osorio y Motoa, 2008).

Hablar de un *job shop scheduling* es tener en cuenta la toma de decisiones que incluye los recursos físicos, humanos y económicos y, según Osorio et al. (2012), resolver un problema de *scheduling* es dar respuesta a tres variables de organización de la producción: 1) asignar pedidos, equipo y personal a los centros de trabajo, 2) determinar la secuencia de realización de las actividades, y 3) programar las fechas de comienzo y finalización de las operaciones. El *job shop scheduling* es uno de los problemas combinatorios no polinomiales más investigados, y el número de artículos y trabajos desarrollados entorno a su solución es amplio. Uno de los enfoques utilizados para la solución ha sido el empleo de modelos de simulación, en los cuales se obtiene resultados interesantes para la solución del problema (Osorio y Motoa, 2008).

Osorio et al. (2012) afirman que, si bien el tema es relativamente nuevo en la literatura, se puede describir las características del problema de un modelo *job shop scheduling*:

- Ningún trabajo puede ser procesado más de una vez en la misma máquina.
- Cada máquina puede procesar solo una tarea a la vez.
- No hay tiempos de cambio entre trabajos ni máquinas.
- Hay solo una máquina por cada estación de trabajo.
- El *lead time* se asume cero para todos los trabajos.
- Las máquinas están disponibles en cualquier momento.

- Dos operaciones del mismo trabajo no se pueden procesar simultáneamente.
- Ninguna operación tiene prioridad sobre las demás.
- Cada trabajo debe visitar todas las máquinas antes de completarse.
- Las operaciones no se pueden interrumpir.
- Un trabajo puede iniciarse en cualquier momento siempre y cuando la máquina esté disponible.
- Cada trabajo es procesado hasta concluirse, aunque haya que esperar y retardarse entre las operaciones procesadas.

En la Figura 5 se representa el comportamiento de los materiales dentro de la línea de producción.

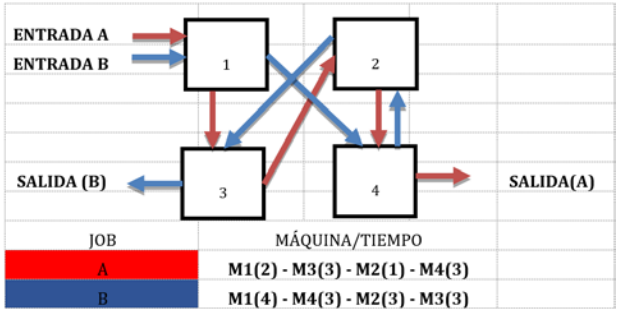


Figura 5. Modelo *job shop* (Gestión de Operaciones, 2015)

En la investigación realizada de Alomia (2013) se buscó resolver el problema de fabricación tipo *job shop,* de tal forma que se minimicen los tiempos en la terminación de la última actividad de un conjunto de órdenes de producción conocido como *makespan*. Correa et al. (2008) realizan un estado del arte de secuencias de operación para la configuración de plantas tipo *job shop* flexible, en su trabajo están interesados en mostrar los métodos meta-heurísticos y, principalmente, los algoritmos existentes en la literatura para resolver problemas *job shop*. Igualmente, en el trabajo de Osorio y Motoa (2008) se plantea una propuesta jerárquica para resolver el problema de fabricación *job shop* flexible.

5.5 *Flow shop*

El *flow shop* es un tipo de proceso de fabricación que se caracteriza básicamente en que para llevar a cabo sus tareas (series de trabajo), necesariamente deben pasan a través de todos sus procesos (máquinas) en el mismo orden, es decir, que sus productos tienen una relación de procesos y secuencias idénticas (Rajadell y Sánchez, 2010). Mellado (2014) describe los sistemas *flow shop* como un sistema de producción en línea en el que los productos fabricados pasan por la misma secuencia de máquinas, con lotes de producción grandes y con pocas variaciones en los procesos.

Luego de fabricarse un lote de un ítem determinado, se procede con el ajuste de las máquinas para procesar la construcción de un lote distinto, y esa operación se repite sucesivamente (Mellado, 2014). El problema del *flow shop* puede ser estudiado considerando múltiples características y, de acuerdo con ellas, el problema se clasifica como flexible, híbrido o permutacional (Jiménez et al., 2013). En la Tabla 3 se presentan las ventajas y desventajas del modelo *flow shop*.

Tabla 3. Ventajas y desventajas de modelo *flow shop*

Ventajas	Desventajas
Escasa existencia de trabajos en curso.	Ausencia de flexibilidad en el proceso.
Mínimos tiempos de fabricación.	Escasa flexibilidad en los tiempos de fabricación.
Simplificación de los sistemas de programación y control de la producción.	Inversión elevada.
	La parada de una maquina o falta de un material para la línea.
Simplificación de tareas.	Trabajos muy monótonos.

En la Figura 6, y de acuerdo con las definiciones de Mellado (2014) y Jiménez et al. (2013), se muestra cómo es el proceso de producción basado en un enfoque *flow shop*.

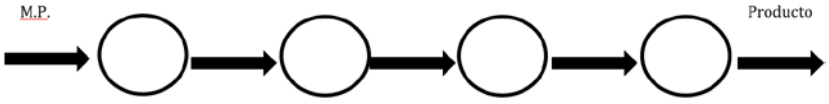


Figura 6. Modelo *flow shop* (Gestión de Operaciones, 2015)

5.6 MRP

La Planificación de Requerimiento de Materiales MRP es, según (Miño et al., 2015), un sistema que permite planear y controlar las demandas de materiales y las capacidades de producción en las empresas, conjugándolas con las fechas de entregas de los pedidos, por lo que resulta una herramienta de probada vigencia. Lara y Tenemaza (2012) sostienen que el sistema MRP permite, a la hora de planear, responder tres preguntas fundamentales: 1) ¿qué se requiere? 2) ¿Cuánto se requiere? y 3) ¿Cuándo se requiere? Interrogantes necesarios a la hora de fabricar los productos o realizar el abastecimiento de materia prima.

Otros autores afirman que el MRP es un sistema que permite traducir las necesidades de producción y de productos terminados en necesidades netas de producción o compra de cada uno de los componentes de dichos productos, permitiendo programar el uso de recursos dentro de la empresa (Arango et al., 2013). Así, el MRP es un sistema de empuje o de tipo *push* que produce, a partir de un programa maestro de producción MPS, la explosión de materiales: órdenes de compra para los proveedores y órdenes de producción internas para los talleres de producción de la empresa (Miño et al., 2015). De acuerdo con Bustos y Chacón (2007) las principales características del MRP son:

- Está orientado a los productos, debido a que planifica las necesidades de componentes partiendo de la explosión de sus necesidades.
- Es pronosticador, ya que se basa en datos futuros de la demanda para planificar.
- Realiza un desglose del tiempo de las necesidades de componentes en función de los tiempos de suministro, estableciendo las fechas de emisión y entrega de pedidos.
- No toma en cuenta las restricciones de capacidad.
- Actúa de manera que cualquier cambio en las entradas, una vez introducido, afecte todo el proceso en conjunto.
- Es una base de datos común que debe ser utilizada por todas las áreas funcionales de la empresa.
- Debe permitir corregir con facilidad cualquier incidencia que surja en los aspectos de la empresa abarcados por el sistema.
- Indica las unidades de producto final a producir con y las fechas de entrega previstas.
- Revela la estructura de fabricación y el montaje de cada producto.
- Describe los datos sobre los tiempos de suministros, existencias en el almacén, recepciones programadas, etc.

En la Figura 7 se observa la estructura del sistema MRP.

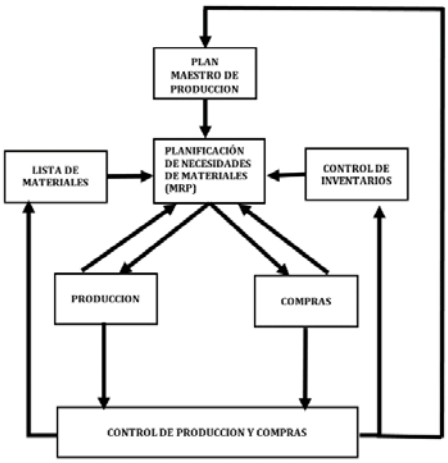


Figura 7. Estructura del sistema MRP (Valero, 2013)

Adicionalmente, es necesario tener la estructura del producto donde se reflejen los diferentes elementos que lo componen, así como el número necesario de cada uno de esos elementos para fabricar una unidad del artículo (Miño et al., 2015).

5.7 MRP II

Los sistemas MRP han evolucionado y una extensión es el Manufacturing Resource Planning MRP II, un sistema de información utilizado para planear y controlar inventarios y capacidades de empresas manufactureras. En este sistema las órdenes que resultan del detalle de partes se verifican para ver si se tiene las capacidades disponibles para ejecutarlas, pero sin realizar un balance o acomodo de las mismas (Miño et al., 2015).

Hay que mencionar además que el primer aspecto que experimenta mejora es el soporte a la elaboración del plan maestro de producción, el que enmarca la pauta de la actividad productiva y a partir del cual se desencadena los problemas de capacidad (Gutiérrez, 2009). En general, los sistemas MRP II no solo calculan los recursos necesarios, su cantidad y el calendario de acuerdo con la demanda, sino que tienen en cuenta toda la organización empresarial (GEINFOR, 2018). De acuerdo con Jiménez (2002), las características del sistema MRP II son:

- Realiza la planeación con base en el plan agregado.
- Incluye la programación de toda la empresa, para varios períodos de tiempo.
- Toma en forma integrada toda la información.
- Lo que efectúa lo hace en tiempo real.
- Puede predecir lo que sucederá si se hicieran cambios.
- Va de arriba-abajo.
- Participa en la planeación estratégica.
- Convierte unidades físicas en unidades monetarias.
- Proporciona la opción de planificar, programar, gestionar y controlar los recursos.

En la Figura 8 se muestra la estructura del sistema MRP II.

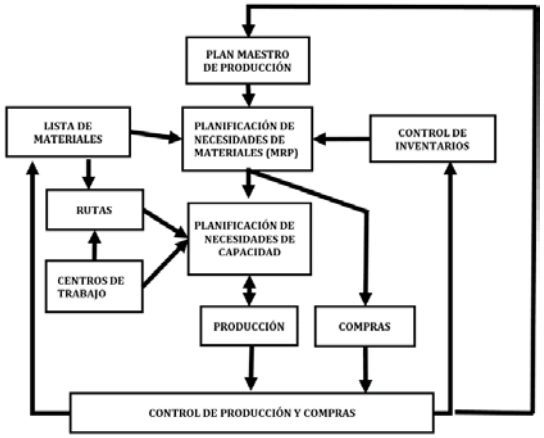


Figura 8. Estructura sistema MRP II (Valero, 2013)

Los sistemas MRP II se aplican a todo tipo de industria, ya se manufacturera, metalmecánica, farmacéutica, textil, agrícola etc., por lo que tiene diversas aplicaciones como la descrita por Miño et al. (2015), en la que realiza la aplicación de requerimientos de materiales en un laboratorio de fármacos en Santiago de Cuba. El principal objetivo del trabajo es aplicar el método MRP II en la elaboración de medicamentos basado en un análisis teórico practico, al final concluye que, con asistencia informática, el sistema es una herramienta útil y factible de emplear en la gestión logística en la fabricación de medicamentos.

A su vez, Rivera et al. (2014) realizan una investigación con el objetivo de presentar procedimientos adecuados y recomendaciones para la implementación del MRP II en las Pymes mediante explicaciones simplificadas. Otros autores que han analizado el modelo MRP II en sus investigaciones son Rodas (2013), que estudia el diseño de un sistema de planificación de producción y gestión de materiales en una empresa de calzado; y Acuña (2018) que, en su tesis de investigación, realiza la implementación del sistema MRP II en una empresa de pinturas.

Con la información descrita anteriormente se puede concluir en la Tabla 4 el resumen de las ventajas y desventajas de los sistemas MRP y MRPII.

Tabla 4. Ventajas y desventajas del sistema MRP/MRP II (Mula et al., 2006)

Ventajas	Desventajas
Fácil de entender.	No formaliza las incertidumbres del proceso.
Proporciona el cálculo de requerimientos detallados basado sobre estructuras complejas de demanda dependiente.	Trabaja con tamaños de lote, tiempos de entrega y stocks de seguridad previamente establecidos por el usuario, sin proporcionar ayuda para tales configuraciones.
La estructura de sus bases de datos para la producción se ha convertido en un estándar.	Falta de criterio en la fase de aceptación de pedidos de clientes.
	Requerimientos computacionales elevados.
	Excesivo soporte administrativo.
	No integra la planificación de los requerimientos de materiales y capacidades.
	No integra la planificación de los requerimientos de materiales y capacidades.

6. CONCLUSIONES

La técnica MTO se caracteriza porque el proceso productivo inicia en el momento que el cliente realiza una orden, en este tipo de modelos no se cuenta con inventario suficiente para la fabricación de toda la orden ni con producto terminado para una entrega inmediata, por lo que les permite a las compañías ser más flexibles en sus procesos productivos.

El modelo MTS funciona de forma más discrepante al modelo MTO, ya que se produce para tener inventario y de esta forma dar respuesta rápida a las solicitudes de los clientes; este tipo de modelos es muy utilizado en empresas cuya demanda es fácil de estimar y planear la producción.

El modelo *job shop* se caracteriza principalmente porque permite fabricar más de una referencia en simultánea en la misma línea de producción. Para que el modelo cumpla su finalidad es importante estructurar células de trabajo bien definidas en las que se realizará el producto, y de esta forma aumentar la producción sin tener paros en la línea de producción; además, ayuda a enrutar la producción a través de los centros de trabajo, lo que significa que está en cola mientras existe una máquina disponible, esto implica tener una secuencia para la realización del trabajo asignado y una máquina para la ejecución del proceso.

En la técnica *flow shop* los productos se fabrican de forma lineal y pasan por cada una de las máquinas y puestos de trabajo que se tengan definidos para los procesos, este modelo es más rígido que el *job shop* ya que solo se puede producir una sola referencia.

El sistema MRP se caracteriza por ser un software que permite controlar y planificar la producción a partir de la explosión de los materiales; la diferencia con un MRP II radica solamente en el alcance, ya que al evolucionar el MRP abarca más procesos de la cadena productiva como las rutas de transporte, secuencias de máquinas y mano de obra.

Integrar los sistemas MRP en los procesos de producción y de compras responde a las necesidades de fabricación y no conlleva al incumplimiento de las necesidades del cliente, al igual de la no generación de inventario.

Es importante aplicar las técnicas analizadas en distintas organizaciones productivas, en especial para generar estrategias para el desarrollo de la pequeña y mediana empresa del sector textil–confección, ya que corresponde al 97% de este sector productivo. Logrando apoyo para el mejoramiento de sus procesos para ser más competitivos en el mercado.

REFERENCIAS

Acuña, D. (2018). Implementación del sistema MRP y la gestión logística en la empresa Julio Crespo Perú SAC.

Albaladejo, M. (2001). Determinants and Policies to Foster the Competitiveness of SME Clusters: Evidence from Latin America. *QEH Working Paper Series* 71, 1-17.

Allen, A. (2014). *Probability, statistics, and queueing theory*. Academic press.

Alomia, A. (2013). Aplicación de la metodología de las 5S y Kaisen para la implementar controles en el Almacén de Materias Primas (AMP) de la empresa textil Hilos del Perú SA.

Antunes, D. y Maia, A. (2018). Big Data, ubiquitous exploitation, and targeted advertising: New facets of the cultural industry. *Psicologia USP* 29(2), 189-198.

Anupindi, R., Dada, M. y Gupta, S. (1998). Estimación de la demanda del consumidor con sustitución basada en desabastecimiento: Una aplicación a los productos de máquinas expendedoras. *Ciencias del marketing* 17, 406-423.

Arango, B., Tamayo, L. y Fadul, A. (2012). Vigilancia tecnológica: Metodologías y aplicaciones. *Revista Gestión de las Personas y Tecnología* 5(13), 12-19.

Arango, M., Cano, J. y Álvarez, K. (2013). Modelos de sistemas MRP cerrados integrando incertidumbre. *Revista EIA* 18, 61-67.

Arias, A., Lozano, A., Cabanach, R. y Pérez, J. (1999). Las estrategias de aprendizaje revisión teórica y conceptual. *Revista latinoamericana de Psicología* 31(3), 425-461.

Arias, G., Arias, E. y Arias, J. (2013). La educación superior en México: Financiamiento de instituciones y estudiantes, Economía y Sociedad de México. Recuperado: http://www.eumed.net/rev/tecsistecatl/n14/educacion.html

Arredondo, G., Ocampo, K., Orejuela, J. y Rojas, C. (2017). Modelo de planeación y control de la producción a mediano plazo para una industria textil en un ambiente make to order. *Revista Ingenierías UdeM* 16(30), 169-193.

Autodesk. (2020). Impresión 3D. Recuperado: https://latinoamerica.autodesk.com/solutions/3d-printing

Bal, A. y Satoglu, S. (2018). A goal programming model for sustainable reverse logistics operations planning and an application. *Journal of cleaner production* 201, 1081-1091.

Ballou, R. (2004). *Logística, administración de la cadena de suministros*. Pearson.

Barona, B., Rivera, J., Aguilera, C. y Garizado, P. (2017). Financiación de la innovación en Colombia. *Entramado* 11(1), 80-93.

Barreiro, M. (2017). El régimen de defensa del consumidor en la actividad turística.

Bartodziej, C. (2017). The concept industry 4.0. Springer.

Brandenburg, M., Govindan, K., Sarkis, J. y Seuring, S. (2014). Quantitative models for sustainable supply chain management: Developments and directions. *European journal of operational research* 233(2), 299-312.

Branger, J. y Pang, Z. (2015). From automated home to sustainable, healthy and manufacturing home: a new story enabled by the Internet-of-Things and Industry 4.0. *Journal of Management Analytics* 2(4), 314-332.

Bustos, C. y Chacón, G. (2007). El MRP En la gestión de inventarios. *Visión gerencial* 1, 5-17.

Cai, W., Lai, K., Liu, C., Wei, F., Ma, M., Jia, S., ... y Lv, L. (2019). Promoting sustainability of manufacturing industry through the lean energy-saving and emission-reduction strategy. *Science of the Total Environment* 665, 23-32.

Campos, G. y Sánchez, G. (2005). La vinculación universitaria. Recuperado: https://redie.uabc.mx/redie/article/view/134

Carro, R. y González, D. (2012). Modelos de líneas de espera.

Castillo, J., Oropeza, E. y Rodríguez, O. (2017). Internet de las cosas y Realidad Aumentada: Una fusión del mundo con la tecnología. *ReCIBE. Revista electrónica de Computación, Informática, Biomédica y Electrónica* 6(1), 139-150.

Castro, C. y Vélez, M. (2002). Modelo para la selección de un sistema de la programación de la producción, un enfoque estratégico. *Revista Universidad EAFIT* 38(128), 23-32.

Castro, J., Camelo, N. y Ospina, Y. (2016). Costos logísticos y metodologías para el costeo en cadenas de suministro: Una revisión de la literatura. *Cuadernos de contabilidad* 17(44), 377-420.

Cespón, R., Sarache, W. y Ibarra, S. (2006). Procedimientos para la selección del sistema de gestión de la producción en empresas manufactureras. *Scientia et technica* 2(31), 54-62.

Cheng, Y., Chen, K., Sun, H., Zhang, Y. y Tao, F. (2017). Data and knowledge mining with big data towards smart production. *Journal of Industrial Information Integration* 9, 1-13.

Christopher, M. (2016). *Logistics & supply chain management*. Pearson.

Churchman, C., Ackoff, R. y Arnoff, E. (1957). *Introduction to operations research*. Wiley.

Corcino, M. y Ramos, S. (2018). Aplicación de la teoría de colas para disminuir el tiempo de espera del cliente en la empresa Super Taxi Elegant.

Correa, A., Rodríguez, E. y Londoño, M. (2008). Secuenciación de operaciones para configuraciones de planta tipo flexible Job Shop: Estado del arte. *Avances en Sistemas e Informática* 5(3), 151-162.

Criollo, H. (2010). Propuesta para implementar un modelo de planeación y control de la producción en la empresa de muebles El Carrusel Cía. Ltda. *Trabajo de grado*. Universidad politécnica salesiana.

De la Fuente, D. y Pino, R. (2001). Teoría de Líneas de Espera-Modelos de Colas. Universidad de Oviedo Servicio de Publicaciones.

De los Ríos, J. (2015). Implementación del método Kanban en las empresas constructoras pequeñas y medianas en la ejecución de un proyecto en Colombia.

Delgado, M., Infante, M., Abreu, Y., García, B., Infante, O. y Díaz, A. (2010). Metodología de vigilancia tecnológica en universidades y centros de investigación. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas* 41, 1-13.

Díaz, L., Torruco, U., Martínez, M. y Varela, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigaión en educación médica* 2(7), 162-167.

Dinero. (2019). Crece mercado de mascotas por el cambio demográfico. Recuperado: https://www.dinero.com/empresas/confidencias-on-line/articulo/por-que-esta-creciendo-el-mercado-de-mascotas-en-colombia/275308

Dorador, J. (2004). Robótica y prótesis inteligentes*. Revista Digital Universitaria* 6(1), 1-15.

Dunna, E., Reyes, H. y Barrón, L. (2006). *Simulación y análisis de sistemas con ProModel*. Pearson.

EAE Business School. (2017). EAE Business School. Recuperado: https://www.eae.es

Escobar, P., Giraldo, J. y Cárdenas, D. (2012). Programación de sistemas de producción híbridos, para inventario/bajo pedido, mediante un proceso analítico jerárquico de ordenación grupal (GAHPO). *Información tecnológica* 23(5), 33-46.

Fermoso, F., García, J. y González, A. (2011). Aplicaciones de la Teoría de Colas a la provisión óptima de servicios sociales: El caso del servicio de Teleasistencia. *Estudios DE Economía Aplicada* 29(3), 1-25.

Fernández, M. (2011). Gestión de reservas de habitaciones y otros servicios de alojamiento.

Filament2print. (2019). ¿Cuáles son las profesiones y sectores que más usan la impresión 3D? Recuperado: https://filament2print.com/es/blog/61_profesiones-sectores-mas-uso-impresion-3d.html

Gallegos, E. (2019). Disminución de desabasto mediante un pronóstico de demanda y una política de inventarios. *Disertación Doctoral*. Universidad Autónoma de Nuevo León.

García, J. (2013). ¿Qué es la segmentación de clientes? Recuperado: http://ambito-financiero.com/segmentacion-clientes/

García., L. (2016). *Gestión logística integral, las mejores prácticas en la cadena de abastecimiento*. ECOE Ediciones.

Geinfor. (2018). Recuperado: https://geinfor.com/business/mrp-i-y-mrp-ii-que-son-y-en-que-se-diferencian/

Gestión de Operaciones. (2015). Recuperado: https://www.gestiondeoperaciones.net

Gil, I. y González, M. (2008). La investigación en valor percibido desde el marketing. *Revista Innovar* 23, 34-42.

González, M. (2006). *Gestión de la producción: Cómo planificar y controlar la producción industrial*. Ariel Economía S.A.

González, M., Olmedo, B., Vázquez, R., Rueda, I., Portos, I., Sánchez, A., ... y González, (2012). *Globalización y dinamismo manufacturero. México y otros países emergentes*. UNAM.

Govindan, K., Soleimani, H. y Kannan, D. (2014). Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future. *European Journal of Operational Research* 240(3), 603-626.

Guisande, C. y Barreiro, A. (2006). Tratamiento de datos. Díaz de Santos.

Gutiérrez, M. (2009). Rediseño de procesos del sistema de planificación y control de la producción de la industria de ingeniería-bajo-pedio basado en las tecnologías de la información. *Disertación Doctoral*.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Selección de la muestra. *Metodología de la Investigación* 6, 170-191.

Horngreen, C., Foster , G. y Datar, S. (2012). *Contabilidad de costos, un enfoque gerencial*. Pearson.

Humberto, G. (2017). Inventarios manejo y control. Ecoe Ediciones.

Impresoras3D.com. (2018*).* Guía definitiva sobre distintos filamentos para impresión 3D. Recuperado: https://www.impresoras3d.com/la-guia-definitiva-sobre-los-distintos-filamentos-para-impresoras-3d/

Izar, J., Ynzunza, C. y Garnica, J. (2018). Análisis y optimización de dos sistemas de líneas de espera de empresas de logística y transporte de los Estados de Querétaro y Colima. *Investigación administrativa* 47(121), 1-9.

Jemai, Z. y Karaesmen, F. (2007). Decentralized inventory control in a two-stage capacitated supply chain. *IIE transactions* 39(5), 501-512.

Jiang, L. y Geunes, J. (2006). Impact of introducing make-to-order options in a make-to-stock environment. *European journal of operational research* 174(2), 724-743.

Jiménez, A., Muñoz, C. y Toro, E. (2013). Solución del problema de flow shop flexible aplicando el Algoritmo Genético de Chu-Beasley. *Entre Ciencia e Ingeniería* 7(13), 34-40.

Jiménez, L. (2013). Ecoturismo: Oferta y desarrollo sistémico regional.

Kaminsky, P. y Kaya, O. (2009). Combined make-to-order/make-to-stock supply chains. *IIE Trans.* 41(2), 103-119.

Karim, A. y Arif, K. (2013). A methodology for effective implementation of lean strategies and its performance evaluation in manufacturing organizations. *Business Process Management Journal* 23, 169-196.

La República. (2018). Así funciona la ley de protección animal que está por cumplir tres años de aprobada. Recuperado: https://www.larepublica.co/economia/asi-funciona-la-ley-de-proteccion-animal-que-esta-por-cumplir-tres-anos-de-aprobada-2756845

Lara, J. y Tenemaza, L. (2012). Diseño de un plan de requerimientos de materiales (MRP) a una empresa dedicada a la elaboración de empaques de cartón corrugado para el sector bananero. *Trabajo de grado*. Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Laudon, K. y Laudon, J. (1996). *Information technology and society*. Course Technology Press.

Lavalle, G. y Santucci, E. (2009). Flexibilidad productiva en un sistema mixto de fabricación a pedido y para inventario. *Revista de instituciones, ideas y mercados* 45, 37-46.

Lerma, G. (2009). Metodología de la investigación: Propuesta, anteproyecto y proyecto. Ecoe Ediciones.

LGTOC. (2018). Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito. Recuperado: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/145_220618.pdf

López, E. y Méndez, G. (2016). A non-linear optimization model and ANFIS-based approach to knowledge acquisition to classify service systems. En *International Conference on Intelligent Computing*. Cham.
Martínez, P. (2011). El método de estudio de caso: Estrategia metodológica de la investigación científica. *Revista científica Pensamiento y Gestión* 20, 23-32.
Mehri, H. y Djemel, T. (2011). Study and simulation of queuing theory in the toll motorway. *Stud. Inform. Univ.* 9(2), 96-130.
Mejía, L. (2014). Simulación de sistemas continuos y discretos. Recuperado: https://prezi.com/gtzr1mfqf7y3/simulacion-de-sistemas-continuos-y-discretos/
Mejía, M. y Sepúlveda, L. (2013). Establecimientos de alojamiento y su clasificación. En XVII Jornada de la investigación UPTC. Medellín.
Mellado, R. (2014). Aplicación del problema flow-shop scheduling a la programación de reparación de equipos médicos*. Disertación Doctoral*. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
Méndez, C. (2011). Metodología: Diseño y desarrollo del proceso de investigación con énfasis en ciencias empresariales. Limusa S.A.
Mendiola, J. (2014). La psicología de las colas.
Miller, I. y Freund, J. (1979). Probabilidad y estadística para ingenieros. Reverté S.A.
Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2012). Informe Turístico diciembre 2012. Recuperado: https//www.mincomercio.gov.co/publicaciones.php?id=16590
Miño, G., Saumell, E., Toledo, A., Roldan, A. y Moreno, R. (2015). Planeación de requerimientos de materiales por el sistema MRP. Caso Laboratorio Farmacéutico Oriente. Cuba. *Tecnología Química* 35(2), 208-219.
Mital, A., Noriega, S., López, F. y Castaño, V. (2017). *Ingeniería de Manufactura en el siglo XXI. Un enfoque Estructural para Desarrollo, Diseño y Manufactura de Productos de Consumo. University of Cincinnati, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Universidad Nacional Autónoma de México.* Editorial Academia de Ingeniería.
Monsalve, G. (2019). *Programación y control para sistemas productivos y de servicios*. Fondo editorial ITM.
Monsalve, G., Cuervo, J. y Gallo, S. (2020). Estudio cienciométrico y bibliométrico como instrumento de análisis de tendencias en educación superior. Caso ingeniería industrial y programas afines. *Espacios.*
Moon, I., Lee, G., Park, J., Kiritsis, D. y Von Cieminski, G. (2018). Advances in production management systems. smart manufacturing for industry 4.0*.* En *IFIP WG 5.7 International Conference.* Seoul.
Morales, H. (2006). Turismo comunitario una nueva alternativa de desarrollo indígena.
Moreno, L. (2011). Teoría de Colas o línea de espera.
Mula, J., Poler, R. y García, J. (2006). Evaluación de Sistemas para la Planificación y Control de la Producción. *Información tecnológica* 17(1), 19-34.
Noblecilla, S. (2017). Diseño y desarrollo de un prototipo de prótesis en impresión 3d aplicado en medicina veterinaria para pequeñas especies. *Trabajo de grado*. Universidad Técnica de Machala.
OCDE. (2019). Educación superior en México, resultados y relevancia para el mercado laboral. OCDE.
Oliveira, P. et al. (2010). Polarized Light (λ400–2000 nm) on Third-Degree Burns in Diabetic Rats: Immunohistochemical Study. *Photomedicine and laser surgery* 28(5), 613-619.
Orejuela, J., Ocampo, J. y Mican, C. (2010). Methodological proposal for scheduling production of SMESMEs in the graphic arts industry, the publi-commercial area. *Estudios Gerenciales* 26(114), 97-118.
Ortiz, V. (2015). Procedimiento para la programación y control de la producción de una pequeña empresa. *Revista Ingeniería Industrial* 14(1), 28-36.
Osorio, J. y Motoa, T. (2008). Planificación jerárquica de la producción en un job shop flexible. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia* 44, 158-171.
Osorio, J., Lasso, D. y Ruiz, G. (2012). Job Shop scheduling biobjetivo mediante enfriamiento simulado y enfoque de pareto. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín* 11(21), 113-126.
Pazanimal. (2015). Nueva ley de protección animal en Colombia. Recuperado: https://www.pazanimal.org/noticias/92-aprobada-ley-172
Pérez, J. (2018). Teoría de Colas, los modelos y sus fórmulas (Problemas Resueltos).
Pérez, S. (2010). *El valor estratégico del turismo rural como alternativa sostenible de desarrollo territorial rural*. Unal.
Portal TIC. (2018). Recuperado: https//www.ticportal.es
Portela, R. (2006). Desarrollo de los procesos de planeación y programación de la producción en el sector manufacturero de la pyme en Bogotá. *Revista Avances* 13, 69-78.
Portilla, L., Montoya, L. y Henao, S. (2010). Análisis de líneas de espera a través de teoría de colas y simulación. *Scientia et technica* 3(46), 56-61.
Proaño, H., Gisbert, V. y Pérez, E. (2017). Mejora continua enfocada a los problemas de empresas familiares. *Investigación y Pensamiento crítico* 34, 29-38.
Proaño, W. (2017). Implementación del proceso de planificación de suministro para la optimización de inventarios en empresa Hidrocarburifera. *Tesis de maestría*. Universidad de Guayaquil.
Qmatic. (2018). Sistema de fila única. Recuperado: https://www.qmatic.com
Quispe, D. y Sánchez, G. (2011). Encuestas y entrevistas en investigación científica. *Revista de actualización clínica* 10(1), 490-494.
Rafiei, H. y Rabbani, M. (2009). Project selection using fuzzy group analytic network process. *World Academy of Science, Engineering and Technology* 58(4), 457-46.

Rajadell, M. y Sanchez, J. (2010). *Lean Manufacturing la evidencia de una necesidad*. Ediciones Diaz de Santos.
Rayo, J. (2016). La logística en el sector industrial. *Energía & Minas: Revista Profesional, Técnica y Cultural de los Ingenieros Técnicos de Minas* 12, 64-69.
Rivera, J., Ortega, E. y Pereyra, J. (2014). Diseño e implementación del sistema MRP en las pymes. *Industrial data* 17(2), 48-55.
Rodas, C. (2013). *Diseño de un Sistema de Planificación de Producción y Gestión de Materiales (MRP) para la empresa Ego Zapatería e Implementación de un Sistema Prototipo*. Trabajo de grado.
Rodríguez, E. (2010). Planificación, programación y control de la producción.
Rodríguez, F. (2008). Las redes empresariales y la dinámica de la empresa: aproximación teórica. *Revista de Ciencias Administrativas y Sociales* 18(32), 27-45.
Rodríguez, F. y Suárez, J. (2013). Estrategias de mejoramiento en el proceso de opiniones, quejas, reclamos, solicitudes y sugerencias del cliente en la EPS salud empleando simulación discreta. *Trabajo de grado*. Universidad Libre.
Rodríguez, I., González, P. y Bautista, Z. (2018). Actualización del PLC de un Sistema de Manufactura Integrada por Computador. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Información* 27), 18-35.
Romero, P. (2016). *Una patita, una vida: diseño de prótesis para extremidades caninas e identidad visual para su comercialización*. Trabajo de grado. Universidad de las Américas].
Sabater, J. y Rogle, G. (2016). Aplicando teoría de colas en dirección de operaciones.
Saniuk, A. y Waszkowski, R. (2016). Make-to-order manufacturing-new approach to management of manufacturing processes. *Materials Science and Engineering* 196(1), 8-9).
Sellers, R. y Mas, F. (2008). Rentabilidad, poder de mercado y eficiencia en la distribución comercial minorista. *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa* 17, 157-170.
Singer, M., Donoso, P. y Scheller, A. (2008). Una introducción a la teoría de colas aplicada a la gestión de servicios. *Revista Abante* 11(2), 93-120.
Stief, P., Dantan, J., Etienne, A. y Siadat, A. (2018). A new methodology to analyze the functional and physical architecture of existing products for an assembly oriented product family identification. *Procedia CIRP* 70, 47-52.
Taha, H. (2004). *Investigación de operaciones*. Pearson Educación.
Terán, S. (2016). Medición de parámetros de la teoría de colas aplicada al peaje del túnel Guayasamín. *Trabajo de grado.* Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
Tiffany, L. (2006). Vending Machines. Recuperado: http://www.soyentrepreneur.com/vending-machines.html
Todo Bull. (2010). El proyecto europeo Locomorph, pretende crear a los robots del futuro. Recuperado: http://todobullinfo.blogspot.com/2010/07/el-proyecto-europeo-locomorph-pretende.html
Tresdpro. (2019). ¿Qué material utilizan las impresoras 3d? Recuperado: https://tresdpro.com/que-material-utilizan-las-impresoras-3d/
Valencia, O., Olivar, G. y Redondo, J. (2018). Modeling a productive system incorporating elements of business sustainability. *Dyna* 85(207), 113-122.
Valero, M. (2013). Implementación de la gestión de proyectos en los sistemas Erp: SAP y Primavera Project Planner. *Tesis de maestría*. Universidad Politécnica de Valencia.
Varisco, C. (2007). *Iniciativas del desarrollo local y fomento del Clúster Turístico*. Universidad Mar del Plata.
Veiga, J. y Zimmermann, M. (2008). Modelos de estudios en investigación aplicada: conceptos y criterios para el diseño. *Medicina y seguridad del trabajo* 54(210), 81-88.
Viveros, R. y Salazar, E. (2010). Modelo de planificación de producción para un sistema multiproducto con múltiples líneas de producción. *Revista ingeniería de sistemas* 24, 19-27.
Walpole, R., Myers, R. y Myers, S. (1999). Probabilidad y estadística para ingenieros. Pearson.
Xu, L., Xu, E. y Li, L. (2018). Industry 4.0: State of the art and future trends. *International Journal of Production Research* 56(8), 2941-2962.
Zhong, R., Xu, X., Klotz, E. y Newman, S. (2017). Intelligent manufacturing in the context of industry 4.0: a review. *Engineering* 3(5), 616-630.

Aportes de la investigación formativa a la optimización de procesos

Con el desarrollo de los capítulos relacionados en este libro se logra evidenciar el cumplimiento de los objetivos del proyecto de investigación *Estado actual de la optimización de procesos productivos y logísticos en las medianas empresas de los principales sectores económicos del Área Metropolitana*, especialmente lo concerniente a la delimitación del estado actual de la industria en optimización de procesos, la validación de la relación existente entre las variables de optimización de procesos y las competencias laborales y académicas requeridas por el entorno empresarial desde la Ingeniería Industrial y afines.

Editorial Instituto Antioqueño de Investigación