

Sapientia

Órgano de difusión científica

Noviembre de 2020 - Año 12 - Volumen 12 - Número 24 - ISSN 1909-0811

La investigación
un aporte al
conocimiento.

eccei²



Antonio José
Camacho

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA



Sapiencia N° 24
Revista Científica y Tecnológica

**Institución Universitaria
Antonio José Camacho**
Noviembre de 2020, Año 12, Volumen 12,
Número 24. ISSN 1909-0811

COMITÉ EDITORIAL

Mg. Juan Carlos Cruz Ardila
Decano Asociado de Investigaciones

Mg. Octavio Calvache Salazar
Decano Facultad de Ciencias Sociales
y Humanas

Mg. María del Pilar Franco Cortés
Docente Facultad de Ciencias Empresariales

Mg. Félix Augusto Cardona Olaya
Docente Facultad de Ciencias Sociales
y Humanas

Mg. Iván Darío López
Docente Facultad de Educación
a Distancia y Virtual

PhD. Héctor García Rodríguez
Docente de Carrera Departamento de
Ciencias Básicas

Diseño e Impresión
Ingeniería Gráfica S.A.S.

Promoción
Biblioteca Centro Cultural
Jairo Panesso Tascón
Teléfono: (57) (2) 6652828 – Ext: 1202

CONTENIDO

| | |
|---|----|
| Editorial | 2 |
| Normas de publicación | 3 |
| Adecuación de la norma ISO/IEC 29110 e IEEE 829 para la gestión de proyectos de desarrollo con metodología Iconix | 6 |
| Experiencia del proceso de modelación matemática como estrategia didáctica en la enseñanza de la matemática financiera | 16 |
| Trastornos musculoesqueléticos en el personal de una EPS en la ciudad de Cali, periodo 2013-2015 | 27 |
| Análisis de la cultura preventiva frente a los incendios urbanos en los comerciantes del Mercado Anexo I de Piura. | 36 |
| Optimización del proceso de empaque de la línea de pastillas | 46 |

Coordinación editorial

Angélica Grajales Ramos

Becario asistente

Edwin Alexander Guerrero Solarte

Diseño de portada

Oficina de Comunicaciones UNIAJC

Circulación

Nacional e Internacional

Edición Semestral

Noviembre 2020 - Año 12

Volumen 12 Número 24

ISSN 1909-0811

Decanatura Asociada de Investigación

Institución Universitaria

Antonio José Camacho

Teléfono: (57) (2) 6652828

Ext: 3301 - 3305

Sede Principal Avenida 6 Norte # 28N - 102

A.A. 25663 - Santiago de Cali,

Valle del Cauca

CONSEJO ACADÉMICO

Hugo Alberto González López

Rector

Zoraida Palacio Martínez

Vicerrectora Académica

Francia Elena Amelines

Decana Facultad de Ciencias Empresariales

Edwin Jair Núñez

Decano Facultad de Ingenierías

Octavio Augusto Calvache Salazar

Decano Facultad de Ciencias Sociales

y Humanas

María Isabel Afanador Rodríguez

Decana Facultad de Educación a

Distancia y Virtual

Víctor Manuel Uribe

Director Departamento de Ciencias Básicas

Luis Alejandro Vanegas

Representante Docentes

Jorge Enrique Domínguez Giraldo

Representante Estudiantil

Yolanda Ochoa Grajales

Jefe de Bienestar Universitario

Juan Carlos Cruz Ardila

Decano Asociado de Investigaciones

James Cuesta Mena

Director de Proyección Social

Luis Guillermo Betancourt

Secretario General

EDITORIAL

Logramos un nuevo número de nuestra revista Sapiéntia, cuando profesores y estudiantes han tenido que afrontar el reto de una educación mediada por tecnologías debido a una pandemia que ha obligado a un cambio en nuestra forma de vivir, producir y estudiar. Esta nueva edición es una muestra del compromiso que tiene nuestra comunidad académica en dar a conocer los trabajos de investigación formativa que se han adelantado en el último año. De tal forma, en este número es posible encontrar temas que aportan a diferentes problemáticas, conocimientos disciplinares y apuntan a un aspecto muy importante y valorado por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) para alcanzar la acreditación de los programas académicos, a saber: "...impacto de la investigación, desarrollo tecnológico, de innovación y/o de creación artística, como apuesta o compromiso institucional con la generación de nuevo conocimiento, con la solución de problemas de la sociedad, con la transformación de productos o procesos que eleven la calidad de vida de comunidades, con el incremento de la competitividad de empresas, y con la conservación, recuperación y desarrollo de regiones, entre otros..."

Siendo consecuentes con lo planteado por el MEN, en este número se presenta un trabajo que le apuesta a productos de software de alta calidad, especialmente para aquellos profesionales que egresan de los programas de informática y sistemas, donde las aplicaciones que automatizan las gestiones diarias de nuestro vivir son elementos preponderantes para estar a la vanguardia de las exigencias del medio empresarial y social. El artículo "Experiencia del proceso de modelación matemática como estrategia didáctica en la enseñanza de la matemática financiera" se constituye en un conocimiento disciplinar clave en esta época, donde los recursos se deben manejar correctamente para lograr la mejor rentabilidad. También, este número incluye un artículo que reflexiona en torno a la ergonomía, teniendo en cuenta que la postura en el sitio de trabajo es un tema importante para las empresas, en la búsqueda de disminuir las incapacidades y futuras enfermedades profesionales.

El componente internacional también está presente con el artículo "Análisis de la cultura preventiva frente a los incendios urbanos en los comerciantes del Mercado anexo I de Piura". La participación de autores internacionales es un elemento fundamental para ampliar el campo de acción y visibilidad de nuestra revista, demostrando que hay credibilidad y confianza en el trabajo que se está desarrollando desde la parte editorial, abriendo la puerta para una proyección más amplia de cada uno de los trabajos presentados por los investigadores de la UNIAJC.

Tenemos un reto inmediato, que será migrar a una revista digital buscando la inserción en la comunidad internacional y mayor impacto de los trabajos de profesores y estudiantes de los semilleros. Para esto será necesario aumentar los indicadores de citación de nuestra revista y esto solamente se logrará si leemos, trabajamos y compartimos los artículos que aquí se publican, con pares amigos que tengan algún interés en las temáticas de investigación de los grupos y semilleros de investigación.

Nuevamente los invito a disfrutar y aprovechar este nuevo número de la revista Sapiéntia. Con su ayuda podremos posicionarla en el lugar que se merece para destacar el esfuerzo de cada uno de los autores.

Mg. Juan Carlos Cruz Ardila

Decano Asociado de Investigaciones

NORMAS PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS EN LA REVISTA SAPIENTÍA DE LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ANTONIO JOSÉ CAMACHO

La revista *Sapientía* es una publicación semestral de la Institución Universitaria Antonio José Camacho (UNIAJC) de la ciudad de Cali, que busca difundir a la comunidad académica nacional los resultados de trabajos destacados realizados por semilleros de investigación, así como artículos derivados de trabajos de grado. Los artículos a publicar en la revista deberán ser realizados conjuntamente por profesores y semilleristas (estudiantes de pregrado y de educación media).

Se invita a la comunidad académica de semilleros de investigación en el país a enviar artículos inéditos, pertinentes y que sean publicables alrededor de trabajos de investigación en cualquiera de las áreas, tales como: ciencias biológicas y del mar, ciencias agrarias, ciencias de la salud y el deporte, ciencias exactas y de la tierra, lingüística, artes y letras, ingenierías, navales y de seguridad, ciencias sociales, medio ambiente y hábitat y ciencias humanas.

Los artículos deberán ser enviados al correo electrónico: editorialsapientia@admon.uniajc.edu.co

Los artículos que se postulen para publicación en la revista *Sapientía* deberán ser originales y no haber sido publicados ni propuestos antes en otras revistas. Además, se requiere que los autores concedan la propiedad de sus derechos de autor para que su artículo sea editado, publicado y distribuido en el número de ejemplares que se requieran.

El Comité Editorial someterá los artículos a un proceso de evaluación que consta de una revisión del Comité Editorial para verificar que cumpla con las normas de publicación y una evaluación hecha por un par académico.

Los artículos deben ajustarse a lo siguiente:

- Tener una extensión mínima de 15 y máxima de 20 páginas, tamaño carta, incluyendo ilustraciones e imágenes.
- Presentarse a una sola columna.
- Estar escritos en Word, con tipo de letra Arial, en tamaño 12, con interlineado de 1,5 puntos y márgenes de 3 cm a cada lado.
- Las páginas deben estar numeradas en la margen inferior derecha.
- El material gráfico está constituido básicamente por tablas y figuras que deben estar analizadas o directamente referidas en el texto. Todas deben estar vinculadas en el texto, lo más cerca posible del punto en que deban insertarse. Sin embargo, la recopilación del material gráfico debe presentarse en archivos digitales individuales, de acuerdo con su numeración y a color. Los llamados en el texto se indican mediante la expresión Tabla o Figura, según el caso, seguida de su número arábigo consecutivo correspondiente. Además, deben ser enviadas por separado al correo editorialsapientia@admon.uniajc.edu.co, en el programa en que fueron trabajadas originalmente (deben ser editables). Cada tabla o figura se acompañará de una leyenda que describa claramente el material presentado. Las tablas y las figuras deben ser originales del (de los) autor(es). Si son modificaciones o reproducciones de otro artículo, es necesario citar la fuente e incluirla en las referencias.

- Las imágenes suministradas deben estar en alta resolución, como mínimo a 300 dpi.
- Para las cifras que se expresan en números, el lugar de los miles se marcará con un punto (Ej. 2.425.320) y el de los decimales con coma (Ej. 3,28).
- Las citas y referencias deben ser presentadas siguiendo las normas APA.
- - Metodología: Presenta el desarrollo de la metodología utilizada.
 - Resultados y conclusiones. Muestra los principales resultados del trabajo investigativo.
 - Recomendaciones y trabajos futuros de investigación.
 - Referencias bibliográficas: Todas deben estar citadas en el documento.
 - Si el artículo es un ensayo, solo debe llevar introducción, desarrollo y conclusión.

EL ARTÍCULO DEBE CONTENER:

- Título con una extensión máxima de 10 palabras y la fecha.
- Nombre del semillero, institución a la cual pertenece el semillero. Si el semillero está adscrito a un grupo de investigación incluir el nombre este.
- Nombres completos de los autores.
- Resumen con 250 palabras en español.
- Abstract o resumen en inglés con máximo 250 palabras.
- Palabras claves en español y sus equivalentes en inglés (Keywords), máximo 5 situadas después del resumen.
- Desarrollo temático del artículo científico, que consta de:
 - Introducción: presenta los antecedentes, el objetivo y la justificación.
 - Marco teórico: Comprende la revisión bibliográfica que justifica la investigación, donde se presentan los resultados de otros estudios similares.
- Resumen corto de la hoja de vida de cada uno de los autores del artículo (máximo 120 palabras) y correo electrónico institucional de contacto.

INSTRUCTIVO NORMAS APA PARA LAS REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Para libros.

Apellido, A. A. (Año). *Título*. Lugar de publicación: Editorial.

Apellido(s) (la primera letra en mayúsculas y seguido de una coma), inicial(es) del (de los) nombre(s) del (de los) autor(es) (seguido de un punto). Año de la publicación (entre paréntesis y seguido de un punto). Título del libro (y subtítulo, si lo tiene) (en itálicas). Lugar de la edición (seguido por dos puntos). Nombre de la editorial.

Ejemplo:

Beck, A., Rush, A., Shaw, B. y Emery, G. (1979). *Terapia cognitiva de la depresión*. Bilbao: Desclée de Brouwer, S.A.

Para capítulos o artículos en libros.

Se referencia un capítulo de un libro cuando el libro es con editor; es decir, que el libro consta de capítulos escritos por diferentes autores. Apellido, A. A., y Apellido, B. B. (Año). Título del capítulo o artículo. En A. A. Apellido. (Ed.), Título del libro (pp. xx-xx). Ciudad, País: Editorial.

Apellido(s) (la primera letra en mayúsculas y seguido de una coma), inicial(es) del (de los) nombre(s) del (de los) autor(es) (seguido de un punto). Año de la publicación (entre paréntesis y seguido de un punto). Título del capítulo o artículo. Y a continuación la palabra "En", seguida de las inicial(es) del (de los) nombre(s) del (de los) editor(es), apellido (seguido de un punto), luego (Ed.) entre paréntesis y seguido de una coma. Título del libro (en itálicas) y páginas que abarca el capítulo o el artículo dentro del libro. Lugar de la edición (seguido por dos puntos). Nombre de la editorial.

Ejemplo:

Andrés, H. y Gastrón, L. (1998). ¿Es posible medir el bienestar? Limitaciones y alcances de las escalas usuales en gerontología. En L. Salvarezza (Ed.) La vejez: Una mirada gerontológica actual (pp.125-145). Buenos Aires: Paidós.

Para revistas.

Apellido, A. A., Apellido, B. B., y Apellido, C. C. (Fecha). Título del artículo. *Nombre de la revista, volumen* (número), pp-pp.

Apellido(s) (la primera letra en mayúsculas y seguido de una coma), inicial(es) del (de los) nombre(s) del (de los) autor(es) (seguido de un punto). Año de la publicación (entre paréntesis y seguido de un punto). Título del artículo. Nombre de la revista (en itálicas), Volumen (si lo tiene, en itálicas), número de la revista (entre

paréntesis) y rango de páginas, antecedido por "p." si es una página, o por "pp." si son varias.

Ejemplo:

Mola, D. J., Saavedra, B. A., Reyna, C. y Belaus, A. (2013). Valoración psicométrica de la Psychological Entitlement Scale desde la Teoría Clásica de los Test y la Teoría de Respuesta al Ítem. *Pensamiento Psicológico*, 11(2), pp. 19-38.

Artículo de revista con DOI

Ejemplo:

García-Alandette, J. (2014). Análisis factorial de una versión española del Purpose-InLife Test, en función del género y edad. *Pensamiento Psicológico*, 12(1), pp. 83-98. doi:10.11144/Javerianacali.PPSI12-1.afve

Para artículos de revista en línea

Apellido, Inicial del Nombre. (Año de publicación). Título del artículo. *Nombre de la revista en cursiva, Volumen de la revista en cursiva* (Número de edición). Recuperado desde: <http://www.urldelarticulo.com>

Ejemplos:

Añel Cabanelas, E. (2009). Formación on-line en la universidad. *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación*, 33, pp. 155-163. Recuperado de: <http://www.sav.us.es/pixelbit/pixelbit/articulos/n33/11.pdf>

Sánchez Valle, I. (1997). Metodología de la investigación educativa de la profesión docente: (referencia a la Educación Secundaria). *Revista Complutense de Educación*, 7(2), pp. 107-136. Recuperado de: DIALNET, <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=150203&orden=1&info=link>

ADECUACIÓN DE LA NORMA ISO/IEC 29110 E IEEE 829 PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE DESARROLLO CON METODOLOGÍA ICONIX

Beatriz Eugenia Marín Ospina

Semillero ITMedia

Grupo Grintic

Institución Universitaria Antonio José Camacho

Recibido: 02/03/2020. Aprobado: 19/10/2020

Cómo citar este artículo:

Marín Ospina, B.E. (2020). Adecuación de la norma ISO/IEC 29110 e IEEE 829 para la gestión de proyectos de desarrollo con metodología Iconix. *Revista Sapientia*, 12(24), 6-15.

RESUMEN

Los productos de software deben garantizar el cumplimiento de criterios mínimos de calidad aplicando métodos y buenas prácticas propuestas a partir de las experiencias de autores y organizaciones que han trabajado en el tema por mucho tiempo. Estas experiencias brindan lineamientos que se pueden ajustar a diversos contextos. En este proyecto se presenta la adecuación de las prácticas propuestas por la norma ISO/IEC 29110 para gestión de proyectos de desarrollo en pequeñas empresas, integrando la metodología Iconix para guiar los procesos de desarrollo de software y la IEEE 829 para documentar las pruebas en el marco del desarrollo del módulo de transferencia y comunicación de datos de las estaciones ambientales de la empresa San Ambiente de Cali.

Este trabajo corresponde a la fase 1 del macroproyecto “Desarrollo de un aplicativo de gestión de datos ambientales para la empresa San Ambiente de Cali”, perteneciente al semillero ITMedia de la Facultad de Ingenierías de la Institución Universitaria Antonio José Camacho.

PALABRAS CLAVE

ISO/IEC 29110, IEEE 829, Metodología Iconix, calidad de software.

ABSTRACT

Software products must ensure compliance with minimum quality criteria by applying methods and good practices that have been proposed based on the experiences of authors and organizations that have worked on the subject for a long time. These experiences provide guidelines that can be adjusted to different contexts.

This project presents the adaptation of the practices proposed by the ISO / IEC 29110 standard for management of small business development projects integrating the Iconix methodology to guide the software development processes and the IEEE 829 to document the tests in the framework of

the development of the module of transfer and communication of data of the environmental stations of the company San Ambiente de Cali.

This work corresponds to phase 1 of the macroproject “Development of an application of environmental data management for the company San Ambiente de Cali” of the ITMedia research seedbed of the Faculty of Engineering of the Institución Universitaria Antonio José Camacho.

KEYWORDS

ISO/IEC 29110, IEEE 829, iconix methodology, software quality.

INTRODUCCIÓN

La industria del software en Colombia al año 2018 agrupaba 6.096 empresas de las cuales el 90% correspondían a Pymes (Piedrahíta, 2018). Estas cifras traen consigo la necesidad de ser cada vez más competitivas si se quieren mantener vigentes en el mercado. Para ello las empresas se están esforzando por procurar desarrollos de calidad a través de la utilización de métodos de gestión que han demostrado su efectividad a nivel mundial. Estándares como el PMBOK agrupan buenas prácticas para guiar la administración de los proyectos y metodologías como Prince2 plantean roles, responsabilidades y procesos necesarios para planear, diseñar y ejecutar un proyecto.

Para las Pymes la utilización de estos estándares y métodos exigen una inversión importante, ya que requieren personal altamente capacitado que pueda articularlos con la cultura organizacional (Legaria 2018). Por esta razón, la International Organization for Standardization (ISO) en alianza con la International Electrotechnical Commission (IEC) propuso la norma ISO/IEC 29110 que busca orientar la gestión de los proyectos en las pymes, buscando facilitar el control de sus procesos básicos y la disminución de riesgos. Esta norma

puede verse como el primer nivel de madurez que da paso a otros modelos más avanzados que llevan a medir y mejorar los procesos. Cuenta, además, con procesos de implementación de software que guían al equipo de desarrollo, sin embargo, de acuerdo con el contexto particular de la empresa o el grupo de trabajo, estos procesos deben adaptarse a las particularidades de la organización.

La Facultad de Ingenierías de la Institución Universitaria Antonio José Camacho, con sus semilleros de investigación, en convenio con algunas empresas se encuentra desarrollando productos de software desde hace varios años. Esta dinámica ha requerido incluir estrategias de gestión para garantizar el éxito de los proyectos convirtiendo el espacio del semillero en una pequeña organización conformada por estudiantes, docentes y empresarios, donde se realizan productos de software a la medida facilitando el estudio y puesta en práctica de diferentes técnicas y métodos enriqueciendo el quehacer académico.

A continuación se presenta el marco resultante de la construcción de la primera fase del macroproyecto “Desarrollo de un aplicativo de gestión de datos ambientales para la empresa San Ambiente de Cali” del Semillero de Investigación en Tecnologías Multimedia (ITMedia), realizada a través de los proyectos de grado de Grajales y Pazú (2020), Lozano y otros (2020) y Romero y Posú (2020), que vincula a los procesos de gestión de la ISO 29110, los procesos de implementación de software que propone la metodología Iconix y las etapas de documentación de pruebas de la IEEE 829.

MARCO TEÓRICO

La norma ISO/IEC 29110 propone un conjunto de prácticas aplicables en pequeñas organizaciones (PO) para facilitar la gestión del ciclo de vida de un producto de software (Pino, Pino, y Delgado 2019); está conformada por 5 partes cada una orientada a un público objetivo. La primera parte presenta la visión general de los procedimientos, en la

segunda parte están los conceptos de perfiles y su lógica, en la tercera parte se definen los esquemas de evaluación para certificación, en la cuarta parte está la especificación para todos los perfiles y por último en la parte 5 está la guía de administración e ingeniería enfocada en pequeñas empresas con un conjunto de reportes técnicos de acuerdo con los subgrupos dentro del grupo de perfiles.

El perfil genérico es la categoría más general y se refiere a empresas que no desarrollan sistemas o productos de software críticos bajo contextos típicos y contiene varios subgrupos, el de nivel más bajo es el perfil de entrada y está dirigido a PO con no más de tres años de fundación o con un número de empleados menor o igual a seis. El siguiente perfil es el básico y está orientado a PO que desarrollan una sola aplicación con un solo equipo. El perfil intermedio está dirigido a PO que desarrollan más de un proyecto con más de un equipo de trabajo. Por último se encuentra el perfil avanzado que se enfoca en empresas que desean ser competitivas y mantenerse en el mercado (ISO 29110 s/f). La norma propone también un conjunto de paquetes de despliegue que consisten en artefactos ya desarrollados que sirven de referencia para la implementación de los procesos. Para el perfil básico se tienen paquetes de despliegue para análisis de requisitos, arquitectura y diseño detallado, construcción y pruebas unitarias, integración y pruebas, verificación y validación, control de versiones, gestión del proyecto, entrega del producto y autoevaluación (Laporte, O'Connor, y García-Paucar 2016).

La norma propone también un conjunto de paquetes de despliegue que consisten en artefactos ya desarrollados que sirven de referencia para la implementación de los procesos. Para el perfil básico se tienen paquetes de despliegue para análisis de requisitos, arquitectura y diseño detallado, construcción y pruebas unitarias, integración y pruebas, verificación y validación, control de versiones, gestión del proyecto, entrega del producto y autoevaluación (Laporte, O'Connor, y García-Paucar 2016).

Los procesos de gestión y de implementación del software propuestos por la norma se muestran en la figura 1.

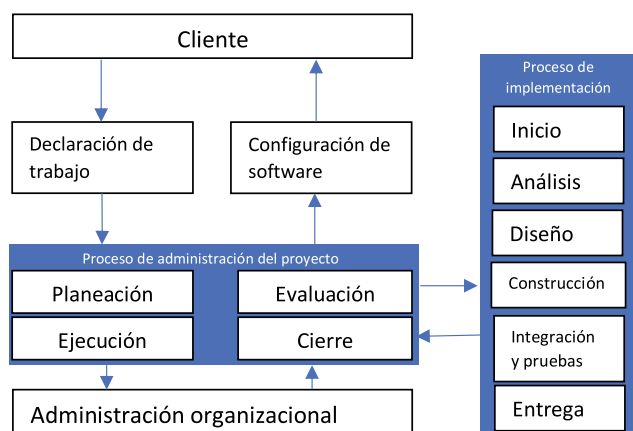


Figura 1. Perfil básico con sus procesos y actividades según la norma ISO/IEC 29110.

Fuente: adaptado de Laporte et al. (2016)

Bajo este marco se han desarrollado varias investigaciones que buscan demostrar su efectividad en diferentes contextos, uno de ellos corresponde al trabajo de Madruñero (2018) que pretendía dar formalidad a la gestión de los desarrollos en la Unidad de dirección de desarrollo de la Universidad Técnica del Norte. Las producciones de software en esta unidad se han enmarcado con elementos de Scrum, pero sin ninguna rigurosidad. Las etapas de este proyecto inician con el estudio documental del marco, el conocimiento del negocio y terminan con la propuesta de un método híbrido de integración de la norma con la metodología. Una conclusión para destacar es la dificultad de articular esta norma con las metodologías ágiles; el marco resultante combinó características, roles y funciones de Scrum con criterios de documentación de metodologías tradicionales siguiendo las fases de inicio, planificación, ejecución-evaluación y cierre.

En el trabajo de Laporte y otros (2016) se presenta la aplicación de esta norma en 7 casos distintos que comprenden pequeñas empresas del Perú y Canadá, demostrando su efectividad para planear y ejecutar proyectos sin interferir en la creatividad de los desarrolladores, teniendo en

cuenta indicadores como costos y tiempo. De igual manera, en el estudio de Legaria (2018) se plantea la implementación de la norma para la gestión de proyectos en una pequeña empresa de infraestructura tecnológica adecuando los subprocesos de planeación, ejecución, evaluación y cierre a las actividades técnicas de infraestructura, mostrando la flexibilidad de la norma para adaptarse a otro tipo de proyectos.

Finalmente, en el trabajo de Castiblanco (2019) se propone un modelo de gestión basado en la norma ISO/IEC 29110, tomando como referencia una empresa pequeña de la ciudad de Ibagué-Colombia. El autor compara diversos métodos de gestión y de desarrollo de software presentando algunos híbridos que han surgido como Q-Scrum y Pmbok con la ISO 29110, entre otros.

METODOLOGÍA

Los pasos para el desarrollo del proyecto fueron los siguientes:

1. Caracterización del contexto

El proceso parte de la identificación del equipo de trabajo en el semillero ITMedia, presentado en la tabla 1, donde se analizaron las debilidades y fortalezas que permitieron identificar los componentes que se necesitaban en el proceso de gestión y desarrollo del software.

Tabla 1. Variables que describen los equipos de trabajo en el semillero ITMedia de la UNIAJC.

| Variable | Descripción |
|----------------------------------|--|
| Tamaño de los equipos de trabajo | Entre 1 y 3 estudiantes en cada grupo. Se tienen 4 grupos. |
| Duración de los proyectos | Entre 12 y 18 meses |
| Experiencia en el área | En su mayoría solo trabajos académicos |

Restricciones:

- La dedicación horaria de los integrantes del semillero es parcial.
- Las reuniones de integración y validación con el usuario final son limitadas a encuentros mensuales.
- Las reuniones grupales donde se encuentran todos los equipos que conforman el macroproyecto tienen una frecuencia mensual.
- Se deben cumplir los lineamientos mínimos del programa académico de Ingeniería de Sistemas para la realización de proyectos de grado.

Las características del equipo y la dinámica de trabajo implicaban mantener documentación suficiente que evidenciara los procesos de análisis, diseño, implementación y pruebas facilitando la incorporación de estudiantes en cualquier etapa, pero sin llegar al extremo de sobrecarga de documentos. Además, era necesario cumplir con requisitos de calidad rigurosos que le garantizaran a la empresa que recibe el producto un nivel aceptable de funcionalidad, mantenibilidad y usabilidad.

2. Revisión de normas y métodos

A partir de las características y restricciones anteriores se planteó la utilización de los procesos de gestión de la ISO/IEC 29110 y una metodología de desarrollo de software que combinara la agilidad en la producción con la documentación mínima necesaria para permitir la trazabilidad de los procesos, encontrando que Iconix combinaba la metodología RUP con XP, utilizando como base de la comunicación los casos de uso y el prototipado (Silva & García, 2018) resolviendo el problema de las distantes reuniones con el usuario y disminuyendo el tiempo de entrenamiento de los nuevos semilleristas en el proyecto. Además en otros estudios se ha demostrado superioridad de la calidad del producto producido con Iconix frente a otras metodologías (Porrás 2010). En la figura 2. se presentan los procesos de Iconix.

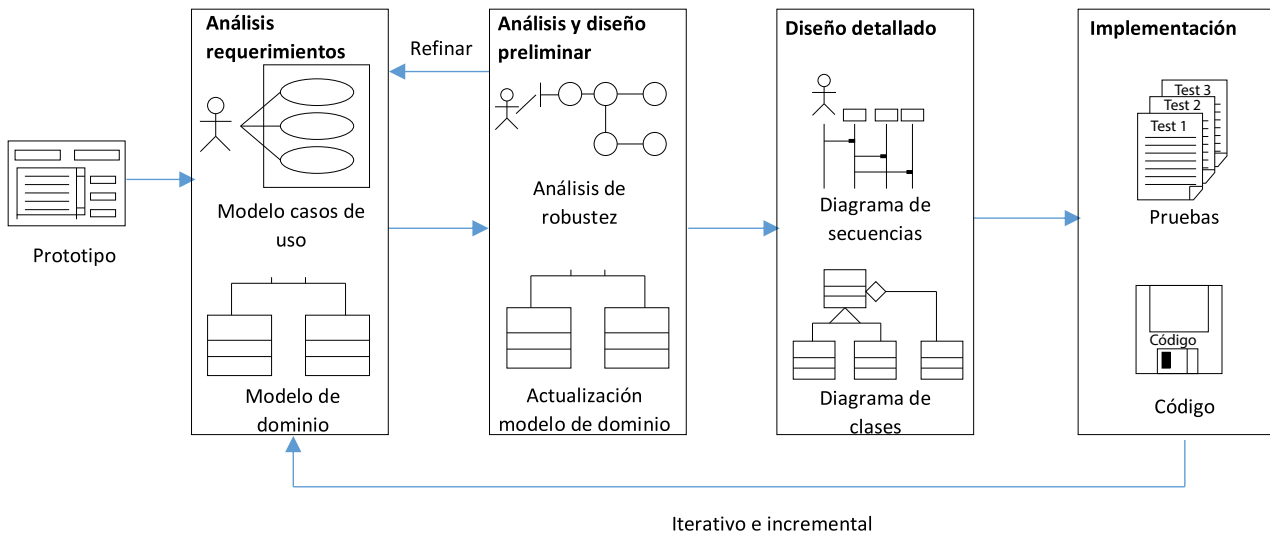


Figura 2. Descripción del proceso de Iconix.

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente se compararon las características de la ISO 29110 con la metodología ICONIX para validar sus semejanzas y compatibilidad (Tabla 2).

Tabla 2. Comparación de la norma ISO 29110 con la metodología Iconix.

| Características | ISO 29110 – Gestión del proyecto | ISO 29110-Proceso de implementación del software | Iconix |
|-----------------|---|---|--|
| Roles | 1.Cliente 2.Gestor de proyecto 3.Líder técnico 4.equipo de trabajo | 1.Cliente 2.Analista 3.Diseñador 4.Programador 5.Gestor del proyecto 6.Líder técnico 7.Equipo de trabajo | 1.Jefe de proyecto 2.Analista de sistemas 3.Programador 4.Ingeniero de software (Vallecilla 2019) |
| Actividades | 1. Planificación del proyecto 2. Ejecución del plan del proyecto 3. Evaluación y control del proyecto 4. Cierre del proyecto | 1. Inicio de implementación de software 2. Análisis de requisitos 3. Arquitectura y diseño detallado del software 4. Construcción del software 5. Integración y pruebas del software 6. Entrega del producto | 1. Análisis de requisitos 2. Análisis y diseño preliminar 3. Diseño 4. Implementación |

Viene de la pág. 10

| | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|---|--------------------------|
| Productos | Externos: | 1.Especificación de requisitos | 1.Modelo de dominio |
| | 1.Plan del proyecto | 2.Diseño de software | 2.Modelo de casos de uso |
| | 2.Declaración de trabajo | 3.Registro de trazabilidad | 3.Prototipo de interfaz |
| | 3.Repositorio del proyecto | 4.Componente de software | 4.Diagrama de robustez |
| | 4. Acta de reunión | 5.Software | 5.Codificación |
| | 5. Configuración del software | 6.Casos de prueba y procedimientos de pruebas | 6.Pruebas |
| | Internos: | 7.Reporte de pruebas | |
| | 6.Solicitud de cambio | 8.Manual de operación | |
| | 7.Acciones correctivas | 9.Manual de usuario | |
| | 8.Resultados de verificación | 10.Manual de mantenimiento | |
| 9.Registro de estado del proyecto | | | |
| 10.Respaldo del repositorio | | | |

Fuente: elaboración propia.

Lo que se puede observar en la tabla 2, es que los roles son similares tanto en la ISO como en Iconix. El número de roles es menor en Iconix. En cuanto a los procesos son similares para el desarrollo de software. La cantidad de productos de desarrollo de software también son menores en Iconix.

Tanto en la metodología Iconix como en la norma ISO se identifica el proceso de pruebas como un requisito de aseguramiento de la calidad. Los métodos de diseño e implementación se encuentran detallados en el estándar IEEE 829 que en proyectos anteriores han dado muy buen resultado (Aguado 2019; Romero y Posú 2020), por esta razón se incorpora este estándar para el proceso de pruebas. En la figura 3 se presentan los productos y las etapas que propone.

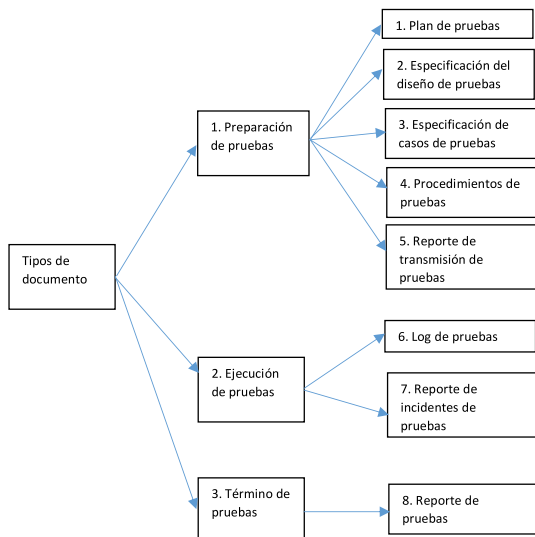


Figura 3. Plan de documentación de pruebas del estándar IEEE 829.

Fuente: tomado de Romero y Posú (2020)

3. Ejecución del proceso de gestión y desarrollo del producto

Después de identificar las normas y métodos dentro de un único marco se procedió a iniciar el proyecto de transferencia y comunicación de datos para la empresa San Ambiente con el fin de determinar la pertinencia de los productos en cada etapa.

4. Refinamiento del marco propuesto

Con base en las lecciones aprendidas durante el desarrollo se refinaron los procedimientos y artefactos utilizados.

RESULTADOS

El proceso de gestión del proyecto siguió las directrices de la ISO/IEC 29110 integrando en un

solo documento los resultados de la verificación- registro de avance del proyecto y en otro documento el registro de corrección-solicitud de cambio, quedando como se muestra en la figura 4.

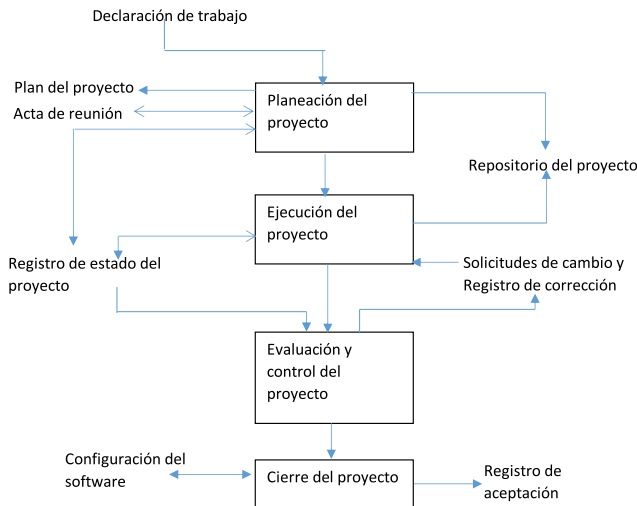


Figura 4. Proceso adecuado de gestión y documentos a partir de la norma ISO/IEC 29110.

Fuente: elaboración propia.

Cada una de las etapas se presenta a continuación:

- En la etapa de planificación se especificó el documento del plan de proyecto con la descripción del producto, propósito general del negocio, requisitos generales del cliente, objetivos del producto, entregables al usuario, tareas y duración estimada; recursos humanos y técnicos necesarios, composición del equipo de trabajo (1 equipo de calidad conformado por dos estudiantes, 1 equipo de desarrollo conformado por 3 estudiantes y el equipo de gestión conformado por 2 estudiantes más); calendario de las tareas del proyecto, costos estimados, estrategia de control de versiones (se utilizó GitHub y los equipos personales como respaldo adicional). Otros productos generados en esta etapa son el acta de reunión

donde se revisó y validó el plan de proyecto y el repositorio montado en la nube. El documento de resultados de verificación fue incluido dentro del análisis en la declaración del trabajo.

- En la etapa de ejecución del plan de proyecto se inició la implementación de la metodología Iconix con la IEEE 829, actualizando en cada una de las subfases el repositorio, el registro de estado del proyecto generando las solicitudes de cambio y registros de corrección correspondientes. Para la primera iteración fue necesario actualizar el calendario de las tareas del proyecto existente en el plan de proyecto debido al aumento de tiempo en la curva de aprendizaje. El documento de solicitudes de cambio y registro de corrección fueron unificados en un solo artefacto.
- En la etapa de evaluación y control del proyecto se realizó por cada grupo de casos de uso un diagrama comparativo del tiempo propuesto para su desarrollo en cada una de sus fases y el tiempo real utilizado, con el fin de generar indicadores que pudieran servir de referencia para futuros proyectos y actualizar fácilmente el registro de estado del proyecto. En esta fase también se generaron solicitudes de cambio y registro de corrección.
- En la etapa de cierre del proyecto se entrega el código fuente, manuales e instaladores al cliente y se firma un registro de aceptación del producto. En este momento se han cerrado los módulos de parametrización y, a final de marzo del presente año, se cierra el módulo de comunicación.

El proceso de desarrollo del software siguiendo la metodología Iconix y la IEEE 829 se muestra en la figura 5.

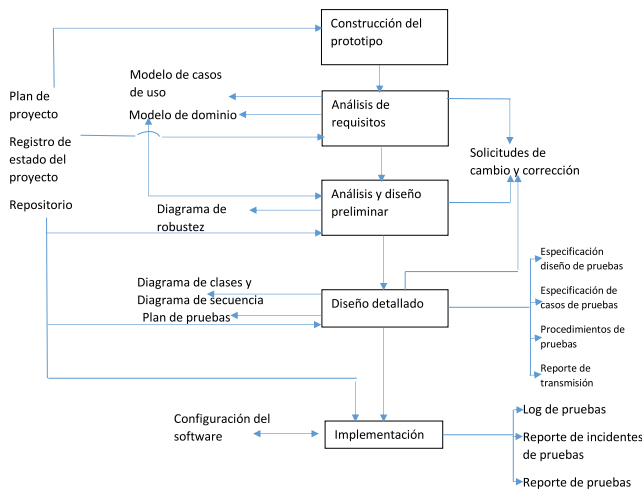


Figura 5. Metodología y productos de Iconix con el estándar IEEE 829 guiada por la norma ISO/IEC 29110.

Fuente: elaboración propia.

La metodología de desarrollo del software Iconix toma como insumo el plan de proyecto del proceso de gestión, donde se describieron tareas y calendarios generales. A partir de los requerimientos generales se construyó un prototipo base por parte del equipo de desarrollo y a partir de este producto se ejecutaron las siguientes fases:

- En la fase de análisis de requisitos se desarrollaron las clases conceptuales del problema y el modelo de casos de uso. Se registraron los cambios en las solicitudes de cambio y corrección, el repositorio y el registro del estado del proyecto.
- En el análisis y diseño preliminar se refinó el modelado del dominio, se crearon los diagramas de robustez para presentar lo que se quiere hacer y asociarlo con la forma de hacerlo, actualizando el repositorio, solicitudes de cambio y corrección y el registro del estado del proyecto.
- En la etapa de diseño detallado se realizaron los diagramas de clases a partir de los diagramas de robustez y los diagramas de secuencias. También se diseñaron los documentos de plan de pruebas, especificación del diseño de pruebas, especificación de los casos de pruebas,

los procedimientos de pruebas y los reportes de transmisión propuestos por la IEEE 829.

- Los atributos que se querían probar se identificaron a partir de la norma ISO/IEC 25010 en acuerdo con el usuario y se listan a continuación: adecuación funcional, eficiencia, usabilidad y seguridad. Las herramientas para realizar las pruebas fueron escogidas por comparación y estudio documental utilizando finalmente Jest, JMeter, Visual Studio Code, Angular, Postgresql, entrevistas para usabilidad y revisión de la funcionalidad a partir de los casos de uso (Romero y Posú 2020). Se actualiza el registro de estado del proyecto, el repositorio y se diligencian las solicitudes de cambio y corrección necesarios.
- En la etapa de implementación se desarrollaron los productos de software acordados en el plan del proyecto, generando logs de pruebas, reportes de incidentes y reporte general de pruebas, actualizando el registro del estado del proyecto y el repositorio.

CONCLUSIONES

Al analizar los procedimientos de la ISO el equipo se ubicó en el perfil básico por el número de integrantes, tiempo y viabilidad del proyecto. Los artefactos del paquete de despliegue contenían la información necesaria para facilitar la trazabilidad del desarrollo, pero en algunos casos se encontró redundancia en el registro de la información por esta razón se unificaron las solicitudes de cambios y los registros de corrección.

El uso de Iconix permitió disminuir el número de documentos en la configuración del software haciendo ágil el proceso. Además, la elaboración de prototipos en las etapas tempranas del ciclo vida facilitó la comunicación con el usuario final.

La integración de los pasos y documentos establecidos en la IEEE 829 dentro de las etapas de diseño detallado e implementación de Iconix

condujo a procedimientos bien estructurados con resultados positivos en la calidad final del producto.

RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En este proyecto se buscó aplicar técnicas que facilitaran la organización, trazabilidad y gestión de los procesos en torno a las características del equipo de trabajo, para cumplir con los requisitos del programa académico y garantizar un producto de calidad para la empresa. Inicialmente se realizaron varias iteraciones donde se fueron refinando las etapas y productos propuestos por las normas y la metodología. El resultado final fue un producto desarrollado bajo un marco de trabajado académico, pero cumpliendo estándares utilizados en la industria.

Se obtuvieron muchas lecciones aprendidas que permitieron ajustar los lineamientos de las normas y métodos a las necesidades del grupo. Estas lecciones han sido la mayor ganancia para el equipo, permitiendo confrontar las dificultades que se pueden llegar a tener en la industria.

El trabajo siguiente consiste en desarrollar la fase 2 del proyecto de San Ambiente donde se procesan los datos cargados desde las estaciones y que permitirá validar y refinar los métodos propuestos, bajo un nuevo contexto definido por las características propias de los nuevos miembros del semillero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguado, J. (2019). *Implementación de pruebas de calidad en la aplicación control currículo v.1 de la Institución Universitaria Antonio José Camacho* (Tesis de Pregrado). Institución Universitaria Antonio José Camacho, Cali, Valle, Colombia.

Castiblanco, D. (2019). *Diseño del Proceso Gestión de Proyectos GP del Modelo de Calidad ISO/IEC 29110-4-1 Perfil Básico para la Empresa TIC Makers S.A.S.*

(Tesis Especialización en Gestión de Proyectos). Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Cali, Valle, Colombia.

Grajales, A. y Pazú, C. (2020). *Desarrollo de un marco de trabajo siguiendo el estándar ISO/IEC 29110 para el caso de estudio de integración de procesos del proyecto San Ambiente* (Tesis de Pregrado Ingeniería de Sistemas). Institución Universitaria Antonio José Camacho, Cali, Valle, Colombia.

ISO. (s.f.). ISO/IEC TR 29110-1:2016(es), Ingeniería de Software y Sistemas — Perfiles de ciclo de vida para Pequeñas Organizaciones (VSEs) — Parte 1: Visión general. Recuperado el 11 de junio de 2020 <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso-iec:tr:29110:-1:ed-2:v1:es>

Laporte, C., O'Connor, R. y García-Paucar, L.H. (2016). *The implementation of ISO/IEC 29110 software engineering standards and guides in very small entities*. In: Maciaszek, L.A. and Filipe, Joaquim, (eds.) *Evaluation of Novel Approaches to Software Engineering*. CCIS, 599. Springer International Publishing, pp. 162-179.

Legaria, D. (2018). *Implementación de procesos organizacional de gestión de proyectos en Developit* (Tesis de Maestría). Universidad de Chile, Santiago de Chile.

Lozano, J., Bolivar, J. y Ramírez, J.J. (2020). *Desarrollo de los módulos de transferencia y comunicación de datos ambientales para la empresa de SANAMBIENTE de Cali* (Tesis de Tecnología en Sistemas de Información). Institución Universitaria Antonio José Camacho, Cali, Valle, Colombia.

Madruñero, E. (2018). *Implementación del estándar ISO/IEC 29110 en el proceso de desarrollo de software de la dirección de desarrollo tecnológico e informático de la Universidad Técnica del Norte* (Tesis de Maestría). Universidad Técnica del Norte, Ecuador.

Piedrahíta, E. (2018). La clave es el 'software'. *Revista Semana*.

Pino, F., Pino, A. y Delgado, B. (2019). ISO/IEC 29110, apoyo a las pequeñas organizaciones desarrolladoras de software. Recuperado el 1 de marzo de 2020 <https://revista.aenor.com/344/isoiec-29110-apoyo-a-las-pequenas-organizaciones-desarrollad.html>

Porras, E. (2010). *Comparación de dos procesos de desarrollo de software usando los métodos ICONIX y XP, caso: Comercialización de la Tara en la región de Ayacucho* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.

Romero, D., y Posú, F. (2020). Aplicación de un modelo de calidad al módulo de comunicación y traspaso de información del sistema de gestión de datos ambientales de la empresa SANAMBIENTE (Tesis de Pregrado Ingeniería de Sistemas). Institución Universitaria Antonio José Camacho, Cali, Valle, Colombia.

Silva, S., y García, C. (2018). Documentación de la metodología iconix a través del desarrollo del caso Oriéntate Cali (Tesis de Pregrado Ingeniería de Sistemas). Institución Universitaria Antonio José Camacho, Cali, Valle, Colombia.

Vallecilla Benalcázar, R. (2019). *Sistema Web de Inventario de bienes patrimoniales* (Tesis de Pregrado). Universidad Central de Ecuador, Quito.

AUTORA

Beatriz Eugenia Marín

Ingeniera de Sistemas de la Universidad del Valle. Candidata a Master of Science in Geographical Information Systems de la Universidad de Salzburg Austria. Docente de la Institución Universitaria Antonio José Camacho de Cali, Colombia. Integrante del grupo de investigación Grintic de la misma institución.

EXPERIENCIA DEL PROCESO DE MODELACIÓN MATEMÁTICA COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA EN LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA FINANCIERA

Emiliano Grueso Cárdenas, Liliana Potosí Cruz y Sandra Esther Suárez

Grupo de investigación en Simulación y Ciencias Básicas Aplicadas (GISCBA)

Institución Universitaria Antonio José Camacho

Recibido: 03/03/2020. Aprobado: 27/07/2020

Cómo citar este artículo:

Grueso Cárdenas, E., Potosí Cruz, L. y Suárez, S.A. (2020). Experiencia del proceso de modelación matemática como estrategia didáctica en la enseñanza de la matemática financiera. *Revista Sapientía*, 12(24), 16-26.

RESUMEN

El objetivo de este artículo es dar a conocer el desarrollo de una experiencia de investigación basada en el proceso de modelación matemática como estrategia didáctica del aprendizaje en matemática financiera. Una vez identificado el problema que presentan las personas en el proceso de formación financiera al emplear las herramientas de matemática básica, se evidencia la dificultad para hacer transposiciones didácticas entre el concepto financiero y las relaciones matemáticas que este contempla. Los hallazgos del estudio se obtuvieron a partir de una triangulación metodológica, donde los métodos cuantitativo y cualitativo permitieron observar algunas necesidades académicas de los estudiantes de tercer semestre de la Facultad de Ciencias Empresariales de la Institución universitaria Antonio José Camacho (UNIAJC), en el primer periodo del 2017, las cuales fueron el derrotero para plantear una *Guía* de trabajo integral que une los conceptos básicos de matemáticas requeridos en temas de matemática financiera. Los resultados del proceso descritos en esta experiencia, mostraron un impacto positivo tras la aplicación de la *Guía* en los cursos de matemática financiera.

PALABRAS CLAVE

Matemática Financiera, Modelación, TIC.

ABSTRACT

The objective of this article is to present the development of a research experience based on the process of mathematical modeling as a didactic strategy of learning in financial mathematics. Once the problem that people present in the financial training process when using the basic mathematics tools has been identified, the difficulty in making didactic transpositions between the financial concept and the mathematical relationships that it contemplates becomes evident. The study findings were obtained from a methodological triangulation, where the quantitative and qualitative methods allowed to observe some academic needs of the students of the third semester of the Faculty of Business Sciences of the Antonio José Camacho University Institution

(UNIAJC), in the first period of 2017, which were the path to plant a comprehensive Work Guide that unites the basic concepts of mathematics required in financial mathematics. The results of the process in this experience, problems a positive impact after the application of the Guide in financial mathematics courses

KEYWORDS

Financial Mathematics, Modeling, TIC.

INTRODUCCIÓN

Las exigencias del mundo globalizado contemplan diversos aspectos, entre ellos el análisis del impacto educativo nacional respecto de los conocimientos que presenta el estudiante en su educación financiera. Dichos conocimientos son evaluados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) mediante pruebas internacionales como las del Programme for International Student Assessment (PISA), en las que se analiza el nivel del alfabetismo financiero, definido como:

El conocimiento y comprensión de conceptos financieros y del riesgo, de las habilidades, actitud y confianza para la aplicación de estos conocimientos en la toma de decisiones efectivas en contextos financieros, para mejorar el bienestar financiero de los individuos y la sociedad, y para permitir la participación de los individuos en la economía (OECD, 2017).

Tras los alarmantes resultados de Colombia en la Prueba PISA aplicada en 2012, el gobierno colombiano trabajó posteriormente en un documento llamado Orientaciones Pedagógicas para la Educación Económica y Financiera a cargo del MEN, instaurando pautas generales para la implementación transversal en el plan de estudio ofrecido a los estudiantes por las instituciones educativas y poder de esta manera responder positivamente en los resultados de la prueba del 2015.

Pese a estos intentos, Aguirre (2015) menciona que:

En la prueba PISA aplicada en el año 2015 a estudiantes cuyas edades eran de 15 años, los estudiantes colombianos mostraron ser los últimos en competencias de Matemática Financiera. Los jóvenes obtuvieron 379 puntos, los cuales los ubicó en el último puesto y china que obtuvo el primer lugar con 603 puntos, Bélgica con 503 puntos, Estonia con 529 puntos, Austria 526 puntos, Nueva Zelanda 520 puntos, República Checa 513 puntos, Polonia 510 y Letonia 501 puntos. Se evaluaron 29.000 escolares de 18 naciones, los temas fueron manejo de cuentas y tarjetas bancarias, proyección de sus finanzas, intereses y sus derechos y deberes como ciudadanos (p.10).

En este sentido, cuando se trabaja Matemática Financiera en los grupos de estudiantes de la UNIAJC, un porcentaje entre el 88% y 90% responde no haber recibido fundamentos de educación financiera en las instituciones educativas donde cursaron estudios de primaria o bachillerato, según Grueso (2017). Esto da fe de un analfabetismo en el ámbito económico y financiero.

La no educación financiera en los primeros años de escolaridad no es la única causa del analfabetismo financiero. Cuando a lo financiero se le antecede la palabra matemática la mayoría de los estudiantes se previenen, creando una barrera por la experiencia que han tenido con las matemáticas básicas. Tal como lo menciona Edel y García (2009), quienes describen esta situación como una “complicación en el proceso de enseñanza y aprendizaje del curso, aversión, desinterés, materia que genera dudas constantes. Fenómeno que se viene presentando históricamente desde la creación del concepto matemático” (p.2).

Aunque los estudiantes antes de tomar el curso de matemática financiera han aprobado dos cursos de matemáticas básicas, presentan dificultad en la comprensión y la significación de las relaciones y operaciones matemáticas que están inmersas en el ámbito financiero, lo que se convierte en un obstáculo para el proceso de modelación.

Por lo anterior, el objeto de este artículo es dar a conocer la experiencia de investigación basada en el proceso de modelación matemática como estrategia didáctica del aprendizaje en matemática financiera, con el fin de que puedan ser aplicados en los cursos de matemática financiera y de esta manera mitigar las falencias con las que llegan los estudiantes para iniciar su proceso de formación financiera.

Dentro del desarrollo de la experiencia se plantea un apartado de hallazgos, donde se consideran los resultados socio cognitivos de los estudiantes de tercer semestre de Facultad de Ciencias Empresariales de la UNIAJC, identificando algunas dificultades en conceptos matemáticos básicos y financieros, las cuales afectan notablemente el desarrollo del proceso de la modelación en la matemática financiera.

Posteriormente, se plantean un aparte de resultados, donde se da un ejemplo de la manera como se aborda una temática financiera empleando el proceso de la modelación que permita satisfacer necesidades de matemática básica con las que llega el estudiante, el cual responde a una “Guía” didáctica, que le permite al estudiante afianzar el proceso de modelación de la matemática, participar y cooperar de manera activa en la apropiación de elementos matemáticos que faciliten la modelación en el ámbito financiero como método de enseñanza aprendizaje (Alaniz et. al, 2006).

MARCO TEÓRICO

Los conceptos de Modelación y Modelización tienen definiciones diferentes en la actualidad, sin embargo, históricamente en Matemáticas la Modelación estaba definida como hoy se define la Modelización. Biembengut y Hein (2000) definen el proceso de modelación matemática como una aplicación de la modelización en la enseñanza aprendizaje.

Por su parte, Villa (2007) establece una diferencia entre los procesos de Modelización y Modelación en el campo de las matemáticas: la primera la

asume como el acto de una actividad científica y segunda como una herramienta en el aula de clase (Villa, 2007, citado en Grueso, 2017, p.13). La tabla a continuación facilita reconocer, ampliar y establecer diferencias.

Tabla 1. Algunas diferencias entre los procesos de Modelización y de Modelación en el campo de las Matemáticas

| criterio | Como actividad científica | Como herramienta en el aula de clase |
|---------------------------|--|---|
| Propósito del modelo | El modelo se construye para solucionar un problema de otras ciencias (naturales, sociales, humanas...) o para avanzar en una teoría o ciencia. | El modelo se elabora para construir un concepto matemático dotado de un significado y con la intención de despertar una motivación e interés por las matemáticas debido a su carácter aplicativo. |
| Los conceptos matemáticos | Emergen de la situación a través de un proceso de abstracción y simplificación del fenómeno. | Deben haber sido considerados a priori con base en la preparación y selección del contexto por parte del maestro y de acuerdo con los propósitos de la clase. |
| Contextos | Obedece a problemas que comúnmente no han sido abordados o se abordan de una manera diferente al interior de la ciencia. | Deben obedecer a problemas abordados previamente por el docente de la clase con el objeto de evaluar su pertinencia con propósitos educativos. |
| Otros factores | Se presenta generalmente en un ambiente propio de la ciencia en la cual se aplica y generalmente es externo a factores educativos. | Se presenta regularmente en el aula de clase bajo una motivación propia de contextos cotidianos y de otras ciencias. |

Fuente. La modelación como proceso en el aula de matemáticas: Un marco de referencia y un ejemplo (Villa, 2007 citado en Grueso, 2017, p.13).

Las Matemáticas en su estructura de enseñanza-aprendizaje contemplan cinco procesos, entre ellos la Modelación, definida por el holandés Hans Freudenthal como aquella que integra una situación problemática o real, la cual debe ser planteada matemáticamente, llegando a un modelo donde exista coherencia interna entre la situación problemática, la formulación del problema y el modelo, validándolo mediante predicciones que satisfagan todas las etapas del proceso (MEN Colombia, 1998, p.76). Este proceso es de gran utilidad, pero los estudiantes presentan dificultad para usarlo debido a obstáculos epistemológicos y didácticos (D'Amore, 2006).

El trabajo didáctico del docente en el proceso de formación del estudiante, haciendo entrega de una fórmula y que empiece a resolver situaciones que se asemejen a ella como etapa inicial, no es suficiente para que el estudiante logre hacer transposiciones didácticas a otros contextos. El contexto de la matemática financiera es un buen referente de trabajo para implementar el proceso de modelación, ya que los estudiantes ven la necesidad de tener educación financiera, que se debería trabajar desde los primeros años de escolaridad según la respuesta a una de las preguntas de la encuesta sociodemográfica aplicada.

El enfatizar con el proceso de la modelación matemática como elemento didáctico en contextos financieros y llevarlo a la hoja de cálculo Excel minimiza la no apropiación de saberes por parte del estudiante en su educación financiera, lo cual se verá reflejado en sus interacciones socioeconómicas.

El uso de la Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC) es una herramienta de gran importancia para el proceso de modelación, que facilita al estudiante agilizar los cálculos dando respuestas, así como inferir otros posibles resultados.

METODOLOGÍA

La investigación se realizó empleando un diseño metodológico basado en un método mixto, que

combina el método cualitativo y cuantitativo, donde se integraron las respuestas de tres instrumentos aplicados a los estudiantes como la encuesta, el diagnóstico y una entrevista. En este orden, se observaron algunas características sociodemográficas, elementos básicos de matemáticas que inciden en la no educación financiera de las personas y, por último, el reconocimiento del impacto de la propuesta de trabajo.

Las preguntas realizadas y las respuestas dadas por los estudiantes en la encuesta y el diagnóstico llevó a los educandos cuestionarse sobre algunos elementos sociales y académicos que inciden notoriamente en su proceso de formación, los cuales se tuvieron presentes para organizar la creación de la propuesta *Guía*, contemplando el fortalecimiento del pensamiento lógico matemático desde el pensamiento numérico y el pensamiento variacional a través del proceso de la modelación matemática en un contexto financiero.

Finalmente, se utilizó la entrevista como un indicador para conocer el alcance de la *Guía* de trabajo frente a la asimilación del curso de matemática financiera por parte de los estudiantes de acuerdo con los temas programados en ella.

La muestra de esta investigación se consolidó con dos grupos de estudiantes de la UNIAJC de tercer semestre, periodo 2017-1, uno de Tecnología en Gestión Empresarial (355) de jornada matinal y el otro Profesional en Administración (3155) de jornada nocturna. Los grupos en mención están bajo el mismo micro currículo de las asignaturas: matemática básica y matemática financiera (Grueso, 2017, p.20).

HALLAZGOS

La modelación requiere que el estudiante tenga dominio de elementos básicos y fundamentales de la matemática para poder modelar una situación en contexto. Al respecto, el diagnóstico aplicado a estudiantes de ciencias empresariales evidenció problemas al identificar los numerales que representan números reales y su interpretación de acuerdo con el

contexto financiero. Otro aspecto en el que presentan dificultades es en las propiedades de números reales para despejar una variable o incógnita.

Al analizar la encuesta de percepción se encontró lo siguiente:

G 355 ¿recibió conceptos de matemática financiera en sus Estudios de primaria y/o bachillerato?

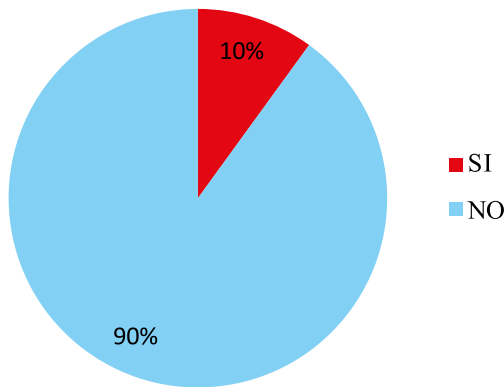


Figura 1. Conceptos de Matemática Financiera recibidos por los estudiantes del grupo 355 en sus estudios de primaria o bachillerato.

Fuente: Grueso, E. (2017).

Grupo 3155 ¿recibió conceptos de matemática financiera en sus estudios de primaria y/o bachillerato?

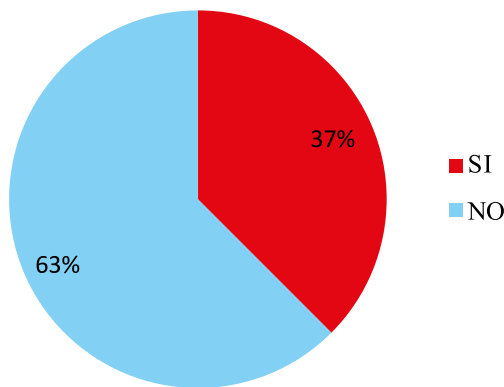


Figura 2. Conceptos de Matemática Financiera recibidos por los estudiantes del grupo 3155 en sus estudios de primaria o bachillerato.

Fuente: Grueso, E. (2017).

En la consulta a los estudiantes sobre la adquisición de elementos de matemática financiera a lo largo de

sus estudios de la básica y la media, un porcentaje inferior al 24% respondió afirmativamente, sin embargo, sus respuestas no estaban relacionadas directamente con la pregunta, ya que la asociaban con temas de materias de estadística descriptiva y contabilidad. El resto manifestaron no haber recibido formación financiera, lo cual queda como una situación problema en lo que concierne al faltante con el que llegan los estudiantes a la universidad en esta área. (Ver figuras 1y2).

Grupo 355 ¿es importante la formación financiera en un estudiante?

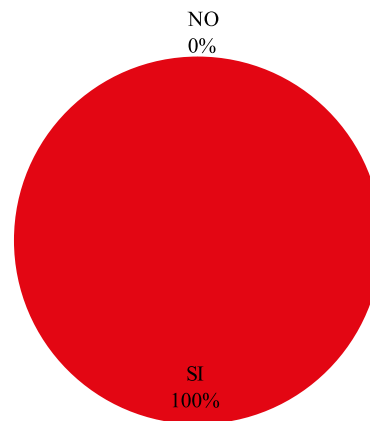


Figura 3. Percepción de los estudiantes del grupo 355 frente a la importancia de la formación financiera.

Fuente: Grueso, E. (2017).

G 3155 ¿es importante la formación financiera en un estudiante?

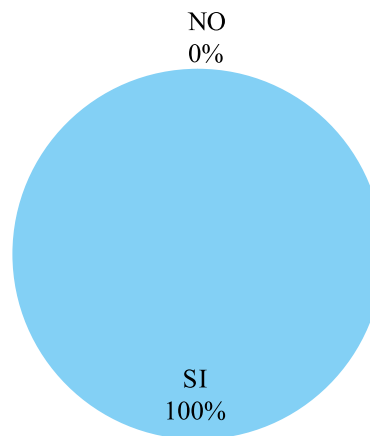


Figura 4. Percepción de los estudiantes del grupo 3155 frente a la importancia de la formación financiera.

Fuente: Grueso, E. (2017).

En las Figuras 3 y 4 las respuestas de los estudiantes llaman la atención porque dejan ver una postura con tendencia absoluta, lo que puede obedecer a las interacciones en el diario vivir en sus contextos económicos y sociales, para afrontarlos de manera organizada y planeada a fin de obtener mejores resultados y bienestar, reconociendo por tal motivo la importancia de la formación financiera.

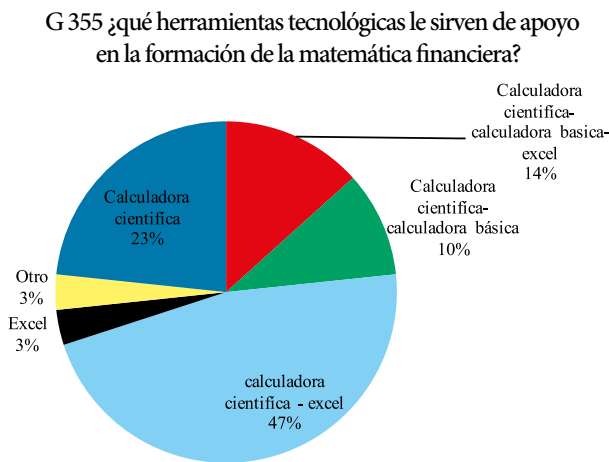


Figura 5. Herramientas tecnológicas empleadas por el grupo 355 que sirven de apoyo en la formación de Matemática Financiera.

Fuente: Grueso, E. (2017).

Grupo 3155 ¿qué herramienta tecnológica le sirven de apoyo en la formación de la matemática financiera?

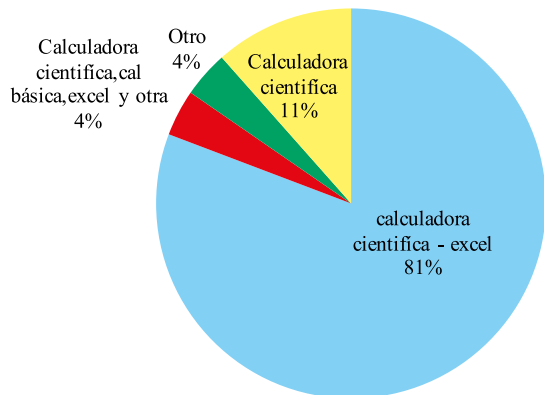


Figura 6. Herramientas tecnológicas empleadas por el grupo 3155 que sirven de apoyo en la formación de Matemática Financiera.

Fuente: Grueso, E. (2017).

Los estudiantes dejan ver en sus respuestas lo significativo que es el uso de la calculadora científica al igual que la hoja de Excel para el trabajo de los cálculos en matemática financiera. Estos dos elementos guardan estrecha relación con el proceso de modelación que los estudiantes van adquiriendo, lo que coadyuva en la claridad conceptual para procesar los datos, fortaleciendo la propuesta de investigación (ver figura 5 y 6).

Al analizar la prueba diagnóstica aplicada se encontró lo siguiente:

Pregunta 1. Opere las siguientes expresiones y observe si son equivalentes o diferentes.

- Cuánto dinero representan de \$ 1'000.000
- Cuánto dinero representa 0.25 partes de \$1'000.000.
- La cuarta parte de un millón.
- Calcular el 25% de \$ 500.000 más 25% de quinientos mil pesos.

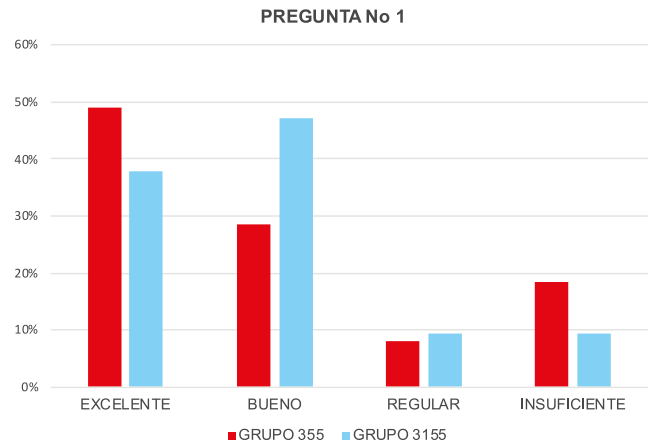


Figura 7. Respuesta a la pregunta No 01 del diagnóstico. Representaciones equivalentes de un número, para cálculo de porcentaje.

Fuente: Grueso, E. (2017).

Pese a que el estudiante debe de venir con formación básica que le permita reconocer las

representaciones de equivalencia para trabajar la razón porcentual de una cantidad, solo el 43% de los diagnosticados reconocen que existen diferentes formas de presentar el mismo número real, el cual cobra un sentido de interpretación acorde al contexto trabajado y, en especial, al cálculo de los porcentajes, tema requerido de manera frecuente en matemática financiera.

Pregunta 2. Hallar el valor de x e y de las ecuaciones:

$$a. \quad 4x + 5 = 0 \quad b. \quad \frac{y}{5} + 2y - \frac{4}{3} = 2$$

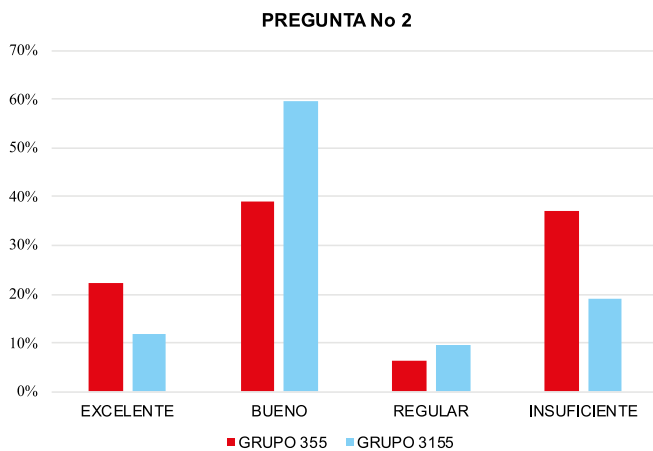


Figura 8. Respuesta a la pregunta No 02 del diagnóstico. Aplicación de propiedades de los reales en el despeje variables o incógnitas.

Fuente: Grueso, E. (2017).

La matemática financiera requiere de elementos fundamentales propios de la matemática como la aplicación de propiedades de las operaciones con números reales en el despeje de una variable. Menos del 16% de los estudiantes efectúa correctamente esta operación, siendo este resultado muy bajo con relación al requerimiento básico necesario para el proceso de formación en matemática financiera, según Carazo y Brey (2012).

Pregunta 3. Hallar el valor de t en años, justifique su respuesta a. $100^t = 10$ b. Expresar a t en términos de x $(x + 5)^t = 100$

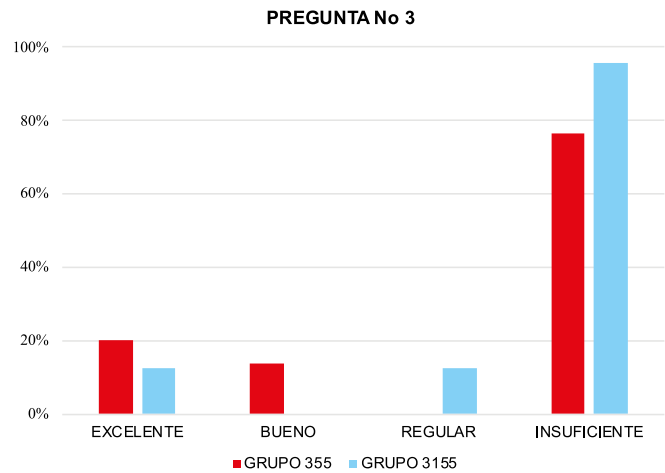


Figura 9. Respuesta a la pregunta No 06 del diagnóstico. Identificar el concepto de exponencial, logaritmo y propiedades para despejar una variable que aparezca como exponente.

Fuente: Grueso, E. (2017).

La figura 9 muestra un desconocimiento de la mayoría de los estudiantes diagnosticados en relación con el despeje de una variable que se encuentra como exponente, operación que se encuentra en situaciones de interés compuesto, amortizaciones y capitalizaciones, donde el tiempo está como exponente. De manera que, al momento de hallar dichos cálculos, al estudiante se encontrará con una dificultad.

En este sentido, se evidencia que los estudiantes están muy poco familiarizados con el tema de ecuación exponencial y logarítmica y, en especial, con el despeje de incógnitas. Situación que, como señalan Carazo y Brey (2012), se convierte en obstáculo para trabajar procesos de modelación en matemática financiera.

El análisis de las respuestas dadas por los estudiantes en la encuesta y el diagnóstico avalan la fundamentación de la estrategia didáctica que propone la investigación y mediante la cual se logra minimizar las dificultades de algunos procesos matemáticos en la aplicación de propiedades de números reales, usándolos en la modelación matemática del contexto financiero y permitiendo

a los estudiantes alcanzar una formación financiera que impacte de manera positiva su diario vivir.

RESULTADOS

Tras los hallazgos obtenidos mediante la metodología de triangulación, representada en las falencias matemáticas básicas da como resultado proponer una estrategia didáctica a través de un documento que se le llamó GUIA, en la cual se preserva un proceso didáctico pedagógico donde el docente y el estudiante interactúan para lograr el propósito de la comprensión de un tema del ámbito financiero.

La estructura de la guía, abarca los temas de porcentaje, interés simple, interés compuesto y anualidades, las cuales se trabajan tema por modulo bajo el siguiente esquema:

Tema: Es el elemento fundamental de impacto social donde se ve inmerso el estudiante a la luz de su formación personal con relación directa en competencias de su plan de estudios.

Módulo 2/ Tema: Interés Simple

Introducción: Se busca con ella, el interactuar del docente y el estudiante para elevar más la motivación hacia el derrotero que emprenden a través de una pregunta en metodología mayéutica.

Módulo 2/ Introducción: Las personas diariamente se ven implicadas en el uso del dinero, donde puede recibir a favor o pagar, dependiendo de la postura que asuma en la transacción. El conocer o tener educación financiera permite optimizar el uso del dinero que se recibe o se paga.

Competencia: Considera el alcance cognitivo que desarrolla el estudiante en la apropiación del concepto financiero.

Módulo 2/ Competencia: Tener apropiación y dominio en reconocer, y aplicar el Interés Simple,

generando seguridad para la toma de decisiones en contextos comerciales y financieros.

Conceptos Básicos: Hacen referencia a elementos matemáticos fundamentales, que servirán de apoyo en el proceso de la modelación en contexto. *Módulo 2/ Conceptos básicos:* Adición, sustracción, multiplicación y división con los números reales.

Modelación: Proceso matemático llevado al aula de clase con la estructura dada por Hans Freudenthal, donde a los estudiantes se les da una situación real del ámbito financiero para establecer las relaciones matemáticas inmersas en él, lo cual conlleva a una formulación de la situación a través de las representaciones semióticas como plantea Duval, lo que en conjunto con las operaciones matemáticas generan el Modelo. El objetivo de la sección de Modelación dentro de cada módulo por tema es que el estudiante logre mediante este proceso un aprendizaje significativo del cual se pueden transponer en otras representaciones financieras y a otros campos de aplicación.

Módulo 2/ Modelación: Cuando se da el concepto de Interés, se identifican los elementos que se relacionan a través de operaciones matemáticas. Al expresar el Interés como el pago en dinero por el uso del dinero a lo largo de un periodo de tiempo, el concepto habla de dos momentos del dinero, el dinero en el presente y el dinero al pasar el tiempo, son dos elementos que se relacionan bajo la operación sustracción que semióticamente se puede representar de la siguiente manera:

I: Interés

N: Dinero en el presente

J: Dinero en el futuro.

Como el Interés ganado es la diferencia entre el dinero en el futuro y el dinero en el presente se puede modelar como $I = J - N$, que con las situaciones reales que se presentan en el módulo

el estudiante visualiza con mayor facilidad para acceder al proceso de la modelación.

Cuando se presenta el concepto de Tasa de Interés desde el ámbito financiero se puede ver como la razón entre los intereses y el producto del dinero inicial en el tiempo. Semióticamente, la tasa de interés, se representa por la letra i , el tiempo por la t , el valor inicial presente con la letra “N” y los intereses ganados en el tiempo con la letra “I”. La relación de la operación razón está movilizadora matemáticamente por la operación división, logrando integrar las partes de la siguiente manera $i = I / N \cdot t$.

SIMULACIÓN

Finalmente, en cada módulo se propone al estudiante llevar el modelo construido a la hoja de Cálculo Excel; para que aplicando las herramientas TIC's amplíe el análisis para la toma de decisiones frente a la situación financiera planteada inicialmente.

A continuación, se podrá visualizar uno de los módulos contenidos en la Guía, usado para la descripción de esta experiencia.

CONCLUSIONES

La información obtenida instó a que se construyera una propuesta estructurada en módulos a la que se le denominó *Guía*, donde cada módulo conserva un énfasis de formación acorde a las necesidades que no permitían al estudiante avanzar en el proceso de formación financiera. La Guía contempla enfoques didácticos activos propuestos por la Institución Universitaria Antonio José Camacho en su Modelo Pedagógico (2013), donde se enfatiza el aprendizaje colaborativo, autónomo y significativo.

Las Tecnologías de la Información para la Comunicación son agentes de motivación para los estudiantes y el apropiarlos muestra el impacto positivo en su uso, porque el estudiante no ve desligado de estas el proceso de modelación matemática en una situación del ámbito financiero. Por esta razón, en cada módulo se da una situación para crear en Excel un simulador que modele temas como el interés simple, interés compuesto, cambio de tasas, entre otros.

Lo anterior permite “que los estudiantes puedan interactuar, interpretar, argumentar y proponer sobre situaciones reales de un concepto financiero, facilitando el acercamiento al proceso de modelación y al fortalecimiento del pensamiento numérico y variacional” (Grueso, 2017, p. 18).

La investigación abordada puso de manifiesto una serie de situaciones problema tanto en el ámbito social como en el ámbito académico en que se encuentran los estudiantes de ciencias empresariales de la UNIAJC al ingresar al curso de Matemática Financiera, las cuales no les permiten tener una adecuada comprensión de los conceptos del contexto financiero.

El diseño de la propuesta didáctica en módulos integra los elementos básicos de matemáticas con el concepto financiero a través del proceso de modelación, permitiendo al estudiante tener una representación significativa del concepto, de manera que pueda identificar elementos y correlacionarlos para dar solución a una situación financiera.

Finalmente, la construcción de simuladores en Excel se convirtió en una herramienta de gran utilidad para agilizar cálculos, interpretarlos e interactuar con los resultados en el análisis y la toma de decisiones, tanto en el ámbito financiero como en otros contextos socio económicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alaniz, B., Camara, V., Mas, M., y Pagura, M. (2006). Una Investigación sobre modelación matemática en la enseñanza de matemática financiera: límites y posibilidades. Santa Fe, Argentina. *Aula Universitaria*, 1(8), 103-109.
- Biembengut, M., y Hein, N. (2000). Modelagen matematica no ensino. Sao Paulo, Brasil. *Editora Contexto*.
- Carazo, A., y Brey, R. (2012). Errores en el aprendizaje de las Matemáticas Financieras. *Enseñanza de las ciencias*, 30(2), 73-92.
- D'Amore, B. (2011). Didáctica de la matemática. Bogotá, Colombia. *Didácticas Magisterio*.
- Edel, R., y García, A. (2009a). Innovar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas financieras: Aplicación de la triada didáctica E-T-S. Trabajo presentado en el X congreso nacional de investigación educativa. Veracruz, México. Área 7 entornos virtuales de aprendizaje.
- Edel, R., y García, A. (2009b). Un modelo didáctico basado en el diseño de simuladores: el caso de la matemática financiera. Alcances y posibilidades de incorporación de la ESAD: Experiencias más recientes en México y Centroamérica. Guanajuato, México. *Revista del consejo de Ciencias y Tecnología del estado de Guanajuato*, 46(4).
- García, J. (2008). Matemáticas Financieras con ecuaciones de diferencia finita. Bogotá, Colombia. *Pearson Prentice Hall*
- Grueso, E. (2017). *Propuesta didáctica a través de la modelación matemática en matemática financiera para los estudiantes de ciencias empresariales de la UNIAJC* (tesis de maestría). Universidad Tecnológica de Pereira e Institución Universitaria Antonio José Camacho, Cali, Colombia. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/153513307.pdf>
- Institución Universitaria Antonio José Camacho. (2013). Modelo pedagógico Institucional. Cali: Institución Universitaria Antonio José Camacho
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (1998). Lineamientos Curriculares de Matemáticas. Bogotá, Colombia: Cooperativa Editorial Magisterio.
- OECD. (2017). PISA 2015 Results (Volume IV): Students' Financial Literacy. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264270282-en>
- Villa, J. (2007). La modelación como proceso en el aula de matemáticas: Un marco de referencia y un ejemplo. *Revista Tecno-Lógicas*, 19(1), 63-85.

LOS AUTORES

Emiliano Grueso Cárdenas

Magister en la Enseñanza de las Matemáticas de la Universidad Tecnológica de Pereira, Contador Público de la Universidad Libre Seccional Cali. Licenciado en Matemáticas de la Universidad Santiago de Cali, con experiencia docente mayor a 20 años, directivo docente por más de 7 años. Actualmente Docente Ocasional Tiempo Completo de la Institución Universitaria Antonio José Camacho, adscrito al Departamento de Ciencias Básicas y miembro del Grupo de Investigación GISCBA. Correo electrónico: egruesoc@admon.uniajc.edu.co

Liliana Andrea Potosí Cruz

Estudiante de segundo año del Doctorado en Educación de la Universidad Santiago de Cali. Magister en Educación con énfasis en Educación Matemática de la Universidad del Valle. Especialista en Gerencia Educativa con énfasis en gestión de proyectos de la Universidad Católica de Manizales. Licenciada en Matemáticas y Física de la Universidad del Valle. Desde el año 1997 al 2007 docente de matemáticas y física en la educación básica y media de instituciones privadas y oficiales de Cali y sus alrededores. Durante el periodo 2007-2008 capacitadora a nivel nacional del Modelo Educativo de la Media Académica Rural (MEMA RURAL), convenio entre la Universidad de Pamplona y el MEN. A partir del año 2009 docente de la UNIAJC. actualmente Docente Ocasional Tiempo Completo de la Institución Universitaria Antonio José Camacho, adscrita al Departamento de Ciencias Básicas y miembro del Grupo de Investigación GISCBA. Correo electrónico: lpotosi@admon.uniajc.edu.co

Sandra Esther Suárez Chávez

Magister en Enseñanza de la Matemática de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP) en convenio con la Institución Universitaria Antonio José Camacho (UNIAJC), Especialista en Gerencia de Proyectos de la Universidad del Tolima en convenio con la UNIAJC e Ingeniera Industrial de la Universidad Autónoma de Occidente. Docente del área de Matemáticas en la UNIAJC desde el año 2007, entre los años 2008 y 2015 fue directora del programa de Articulación Educativa de la UNIAJC, periodo en el cual diseñó y ejecutó varios proyectos con la Alcaldía de Santiago de Cali y convocatorias del Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN), y publicó el libro “La Articulación de los Subsistemas”. En la actualidad, es docente Ocasional de Tiempo Completo del Departamento de Ciencias Básicas de la Institución Universitaria Antonio José Camacho y miembro del Grupo de investigación GISCBA. Correo electrónico: ssuarez@admon.uniajc.edu.co

TRASTORNOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN EL PERSONAL DE UNA EPS EN LA CIUDAD DE CALI, PERIODO 2013-2015

Astrid Ordóñez, Juliet Restrepo y Claudia Castañeda.

Semillero SERGOS

Grupo de investigación GISAP

Institución Universitaria Antonio José Camacho

Recibido: 03/03/2020. Aprobado: 12/06/2020

Cómo citar este artículo:

Ordóñez, A., Restrepo, J. y Castañeda, C. (2020). Trastornos musculoesqueléticos en el personal de una EPS en la ciudad de Cali, periodo 2013-2015. *Revista Sapientia*, 12 (24), 27-35.

RESUMEN

Es un estudio descriptivo cuantitativo y cualitativo con un enfoque retrospectivo, el objetivo es identificar los factores biomecánicos que pueden ocasionar trastornos musculoesqueléticos en el personal administrativo de una Entidad Promotora de Salud de la ciudad de Cali en el periodo 2013-2015.

Las estadísticas de La OIT informan que las enfermedades profesionales ocasionan un número de ausentismo seis veces mayor que los accidentes laborales, por ende, el 2.02 millones son causados por enfermedades de trastornos musculoesqueléticos (TME) relacionados con el trabajo, estimando una pérdida del 4% del producto interno bruto (PIB). Para el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) de los Estados Unidos, el sector manufacturero es el más afectado por los TME con 41/1000 empleados. En Colombia, el informe realizado por el Ministerio de Protección Social afirma que, en el año 2001, con 27%, el síndrome de túnel carpiano era la primera causa de morbilidad profesional, con tendencia a acrecentar. Según FASECOLDA, con base en datos de la segunda Encuesta Nacional de Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Sistema de Riesgo, para el 2012 de 40.000 enfermedades laborales, el 88% de estas patologías fueron TME, con predominio del síndrome del túnel del carpo.

En ciudades como Bahía (Brasil) y Morelia (México), en el año 2010, se realizaron estudios acerca de los factores asociados a los trastornos musculoesqueléticos (TME) que evidenciaron los factores biomecánicos como los causantes de ausentismo, con un indicador de morbilidad alto.

Para este trabajo se tomó una muestra de 68 trabajadores por medio de una fórmula, con una población de 270 trabajadores, aplicando criterios de inclusión y exclusión, usando instrumentos de asociación por objetivos específicos (base de ausentismo, método RULA, método estadístico univariado y bivariado).

Los resultados permitieron identificar que el género femenino, entre 20 a 30 años, y el género masculino, entre 40 a 45 años, son la población más afectada a causa de los trastornos musculoesquelético (TME) por factores biomecánicos.

PALABRAS CLAVES

Biomecánico, Factores, Trabajador, Trastornos, Musculoesquelético, Universalidad, Articulaciones, Ocupaciones, Estadística, método, RULA, confidencialidad.

ABSTRACT

It is a quantitative and qualitative descriptive study with a retrospective approach, the aim is to identify biomechanical factors that can cause musculoskeletal disorders in the administrative staff of a promoter of health city Cali in the 2013-2015 period.

OTI statistics report that occupational diseases cause a number of absenteeism six times greater than occupational accidents, therefore 2.02 million are caused by diseases of work-related musculoskeletal disorders (SMD), estimating a loss of 4% of the gross domestic product (GDP). For the National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) of the United States, the manufacturing sector is the most affected by the TME with 41/1000 employees. In Colombia, the report carried out by the Ministry of Social Protection affirms that carpal tunnel syndrome was the first cause of professional morbidity in 27% in 2001 with a tendency to increase. According to FASECOLDA, more than 40,000 occupational diseases, according to the second National survey of Occupational Safety and Health Conditions in the risk system for 2012, 88% of these pathologies were the (TME) prevailing tunnel syndrome. carpus.

Countries such as Bahia, Brazil and Morelia, Mexico in 2010 conducted a study about the factors associated with disorders (MSDS) skeletal muscle, where it showed that biomechanical factors were the cause of absenteeism, with an indicator of morbidity Alto.

Took a sample of 68 workers by means of a formula, with a population of 270 workers applying inclusion and exclusion criteria, using instruments

of Association by specific objective (method RULA, based on truancy, statistical method Univariate and bivariate).

This work identified in its results that feminine gender was the population most affected between 20 to 28 years of age because of disorders (MSDS) skeletal muscle by biomechanical factors and the masculine gender of 40 to 45 years of age.

KEYWORDS

Biomechanical Factors, Worker, Disorders, Musculo-Skeletal, Universality, Joints, Occupations, Statistics, Method, RULA, Confidentiality.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades profesionales están contempladas y definidas por la OIT como “las que se saben provenientes de la exposición a sustancias o condiciones peligrosas inherentes a ciertos procesos, oficios u ocupaciones” (OIT, 2010). La OIT (2010) también define los trastornos musculoesqueléticos como “cualquier daño o trastorno de las articulaciones y otros tejidos, debido a movimientos repetitivos, esfuerzos intensos, vibraciones y posturas extremas”. Las estadísticas de la OIT reportan que las enfermedades profesionales ocasionan un número de muertes seis veces mayor que los accidentes laborales, de 2.34 millones de muertes anuales relacionadas con el trabajo, de las cuales 2.02 millones son causadas por enfermedades de trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo (OIT. EP, 2013). En la Unión Europea cada año más de 5.850 personas pierden su vida como consecuencia de los accidentes de trabajo y otros 159.000 fallecen a causa de enfermedades profesionales (EU. OSHA, 2012).

La evaluación encontrada por el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos (NIOSH) reporta una alta tasa de prevalencia de síntomas de trastornos

musculoesqueléticos asociados al trabajo evaluado, presentando una afectación en espalda inferior (80.2%), manos y muñecas (48.4%), hernias discales (14%), síndrome del túnel carpiano (16%), inflamación de tendones (tendinitis), revestimiento de las vainas que cubren el tendón (tenosinovitis), bursitis, distensión muscular y patologías en los nervios de extremidades superiores, el cuello y la espalda. En California, el sector agrícola reporta más de 3.000 trabajadores con lesiones en espalda con un costo estimado de más de \$ 22 millones de dólares al año en solo compensaciones para trabajadores, aunque puede haber muchas lesiones que no se reportan (NIOSH, 2012).

En 2014 en Honduras se realizó un estudio basado en los trastornos musculoesqueléticos y psíquicos en la población trabajadora de maquila de la confección, resultado del cual encontraron que el 78% de los empleados sufren de trastornos musculoesqueléticos y el 45.6% sufren de trastornos psiquiátricos, debido a las jornadas extenuantes a las que se ven sometidos (Pérez & Martínez, 2014). En Ecuador se realizó un estudio sobre los síntomas musculoesqueléticos en trabajadores operativos del área de mantenimiento de una empresa petrolera ecuatoriana, cuyo objetivo era determinar la prevalencia de los síntomas; los resultados indicaron que la mayor prevalencia de síntomas musculoesqueléticos se encuentran en un grupo de trabajadores entre los 30 y 40 años de edad, en regiones anatómicas como: espalda baja (64.7%), espalda alta (43.1%), cuello (37.3%), hombro (26.5 %), con mayor afectación en los puestos de trabajo de las áreas técnico-eléctrico y técnico-mecánico (Águila *et al*, 2014).

En Colombia, la Federación de Aseguradores Colombianos (FASECOLDA) informa que en el 2018 se presentaron 645.119 accidentes laborales, con una disminución del 2.3% a comparación del 2017; el análisis resalta que las enfermedades calificadas tuvieron un aumento del 7.1% (para un total de 10.435) y respecto a la mortalidad el aumento no fue significativo, sin embargo, para el 2018 se presentaron 569 muertes de origen laboral. En

cuanto a la accidentalidad laboral, FASECOLDA no especifica la causa, pero sí identifica los sectores económicos de mayor afección, clasificándolos de la siguiente manera: en primer lugar, el sector minas y cantera con una tasa de 13 accidentes por cada 100 trabajadores afiliados al sistema de riesgos laborales; en segundo lugar, el sector de agricultura, ganadería, caza y silvicultura, con una tasa de 12 accidentes por cada 100 trabajadores. Para FASECOLDA las enfermedades laborales tuvieron un incremento significativo en el sector económico de servicios domésticos con un 57%, la pesca con 24%, hoteles y restaurantes con el 23%, sin embargo, siguen a la cabeza el sector económico de minas y canteras con un aumento del 10%. Asimismo, el análisis comparativo entre el año 2017 versus 2018 indica que el departamento con mayor accidentalidad y enfermedad laboral es el Departamento de Magdalena con un aumento del 4%, seguido del Departamento de Cundinamarca, quien presentó una disminución del 6% (Consejo Colombiano de Seguridad, 2018).

El presente artículo busca identificar si el factor biomecánico es el causante de los trastornos musculoesqueléticos en el personal administrativo, específicamente en el periodo del año 2013, donde los trastornos musculoesqueléticos estaban representados por un 4.96% y entre el periodo 2014-2015 por un 5.84% de la población afectada. A partir de lo cual se encuentra que el ausentismo por lesiones musculoesqueléticas se presenta con mayor prevalencia en el personal administrativo femenino con un 5.6%, con una diferencia no muy marcada de 5.2% en hombres, según la base de ausentismo suministrada por la entidad objeto estudio. Asimismo, se identifican los tipos de lesiones ocasionadas a saber: traumatismos en pie y tobillo, tendinitis del bíceps, traumatismo del tendón del manguito rotador, síndrome del manguito rotatorio, fracturas del diáfisis del radio, cervicalgia, lumbalgias, dolor en articulaciones, sinovitis, tendosinovitis, trastornos sinovial, tendinosis, contracturas de tendón (vaina), fracturas de los dedos de la mano, lumbago con ciática, esguinces y torcedura de muñeca, trastornos del disco

lumbar con radiculopatía, trastornos de los discos intervertebrales, epicondilitis, traumatismos de estructuras múltiples de rodilla, esguince de tobillo, fracturas de vertebras lumbar, rupturas traumáticas de ligamentos de los dedos de las manos, tendinitis rotuliana, luxación del codo, amputación de mano derecha e incidentes leves por deslizamiento (Daruma Coomeva EPS, 2015).

El aporte de este estudio consiste en suministrar a la empresa una alerta acerca del riesgo biomecánico al que está expuesto el personal administrativo y el correspondiente el ausentismo ocasionado por trastornos musculoesqueléticos que afecta al género femenino en el rango de edad entre 20 y 30 años y al género masculino entre los 40 y 45. De igual manera, el conocimiento resultante de este trabajo pretende servir de ayuda didáctica para otros profesionales que quieran hacer un estudio sobre esta problemática y, en esa misma medida, contribuir al área de estudio.

MARCO TEÓRICO

El sistema musculo esquelético está compuesto por una serie de músculos, tendones y huesos, cuya función es efectuar movimientos y esfuerzos necesarios para la vida. El sistema está sostenido por la columna vertebral, que en su interior alberga la médula espinal, conectora del sistema nervioso central y el sistema nervioso periférico (Mondelo, Gregori, & Barrau, 2000). Según Luttmann (et al, 2004), existe un nexo causal entre los trastornos musculoesqueléticos y el esfuerzo físico realizado durante la actividad laboral; la dolencia y lesiones que efectúan los músculos, tendones, articulaciones, ligamentos y huesos son causados principalmente por un esfuerzo mecánico excesivo de las estructuras biológicas.

En Colombia, con base en los resultados de los informes descritos por el Ministerio de Protección Social, se definió un Plan Nacional de Prevención de Desórdenes Musculoesqueléticos generando una guía para el desarrollo de un sistema de

vigilancia epidemiológica para la prevención de los desórdenes musculoesqueléticos. La dirección general del riesgo profesional del Ministerio de Protección Social publicó en el año 2004 el Informe de las Enfermedades Profesionales en Colombia, el cual afirmó que del 2001 al 2005 el 22% de los diagnósticos de síndrome de conducto carpiano eran la primera causa de morbilidad profesional; la segunda causa, con 9%, eran los trastornos de disco vertebral (Tafur Sacipa & Giraldo Suárez, 2006).

Entre el año 2009 y 2013 se calificaron en Colombia, según la Federación de Aseguradores Colombianos (FASECOLDA), más de 40.000 enfermedades laborales. De acuerdo con la Segunda Encuesta Nacional de Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el sistema de riesgo para el 2012, el 88% de estas patologías fueron desórdenes musculoesqueléticos (DME), entre las que se encuentran enfermedades como el síndrome del túnel carpiano y las tendinitis que se producen en las manos, codos y hombros, y los problemas de espalda, tales como el lumbago; las enfermedades auditivas, respiratorias, relacionadas con el estrés y otros trastornos ocupan el 12%. En 2009, la compañía de seguros administradora de riesgos laborales Positiva hizo un análisis donde identificó las necesidades más importantes para prevenir e intervenir sobre las diferentes enfermedades laborales calificadas, ya que el 90% de las mismas están relacionadas con problemas musculoesqueléticos. La estrategia consistió en direccionar los programas y en desarrollar diferentes propuestas para la prevención que pueden adaptarse a las necesidades de la empresa, a su sector económico y tamaño. En las 276 empresas donde se está implementando esta estrategia se ha evidenciado una reducción sustancial en la tasa de ausentismo por DME y en la incidencia de este tipo de enfermedades (FASECOLDA, 2016).

METODOLOGÍA

El tipo de estudio es descriptivo transversal cuantitativo y cualitativo de los datos obtenidos,

con un análisis retrospectivo de la información sustraída de los informes de ausentismos y diagnósticos de la población objeto de estudio de una entidad promotora de la ciudad de Cali durante los años 2013-2015, con una población de 270 trabajadores para la ejecución de cada uno de los métodos: RULA, base de ausentismo, método univariado y bivariado.

A la población objeto de estudio, constituida por 68 trabajadores, se le aplicó criterios de inclusión y exclusión, y el método RULA. La muestra fue determinada por un nivel de confianza del 95%. El estudio sirve para determinar estadísticamente el porcentaje de aparición de un determinado suceso; la estadística no resuelve problemas, los identifica y señala la solución.

Para dar cumplimiento al objetivo propuesto en el estudio se requiere de la recolección de la información por medio de los instrumentos metodológicos tales como la hoja de campo para recolección de datos utilizada en el método RULA, registro fílmicos y fotográficos de la ejecución de las tareas y la base de datos de ausentismo suministrada por la entidad a estudio, y el método estadístico univariado y bivariado para el análisis de los datos obtenidos.

RESULTADOS

En los resultados de la caracterización de todos los puestos de trabajo de la base de datos del ausentismo, para el año 2013, se halló que el género femenino fue el más afectado por los factores biomecánicos en un rango de edad entre 23 a 55 años, con un rango de ausentismo entre 212 a 282 días en el periodo de estudio. En cuanto a la representación de este factor en el género masculino, en el rango de edades entre 28 a 58 años, el tiempo de ausentismo es bajo comparativamente con el género opuesto, ya que oscila entre un rango de 67 a 134 días en el mismo periodo. Ver figuras 1 a la 3.

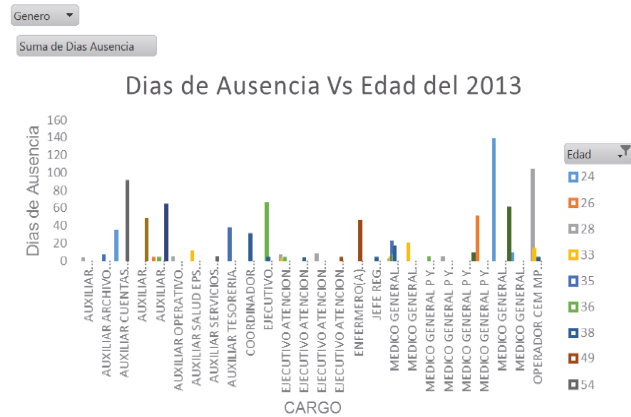


Figura 1. Días de ausentismo/ edad año 2013.

Fuente: elaboración propia

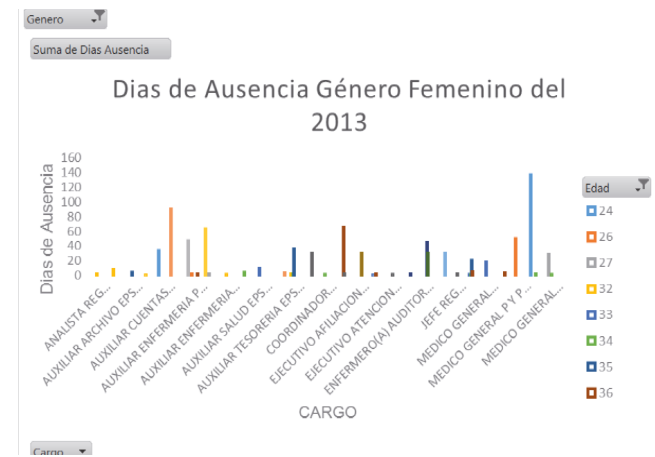


Figura 2. Ausentismo por Cargo Vs Edad, género femenino 2013.

Fuente: elaboración propia

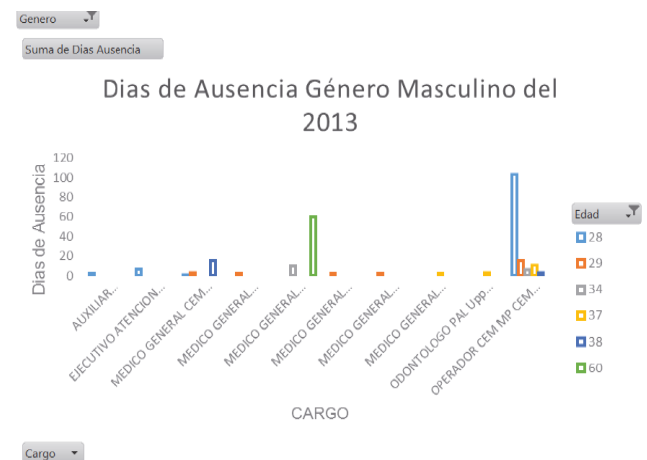


Figura 3. Ausentismo por Cargo Vs Edad, género masculino en el año 2013.

Fuente: elaboración propia

Los resultados obtenidos por la caracterización en la base de ausentismo, con relación a los trastornos musculoesqueléticos, arrojaron que el 16% presenta signos de síndrome de manguito rotador; el 14% diagnósticos de esguinces; el 13% torceduras de dedos de las manos y lumbalgia, independiente del género. Estos son los síntomas más representativos que ocasionaron los días de ausentismo anteriormente mencionados. Ver figuras 4 y 5.

Transtorno Músculo-esqueléticos en el 2013

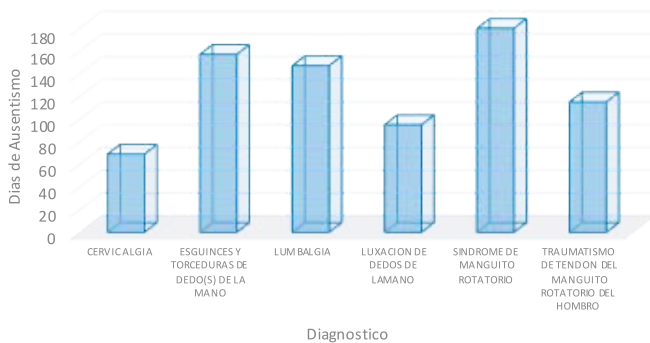


Figura 4. Ausentismo por trastornos musculoesqueléticos en el año 2013.

Fuente: elaboración propia

Trastornos Músculo-Esquelético en el año 2013

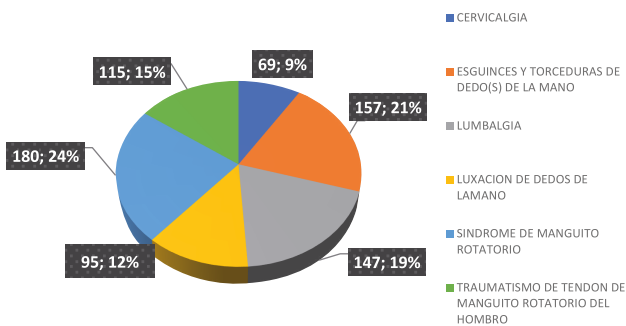


Figura 5. Ausentismo por trastornos musculoesqueléticos en el año 2013.

Fuente: elaboración propia

La caracterización que se realizó a la base de ausentismo de los años 2014 y 2015 no evidencia ninguna particularidad en la mejora de la prevención de los síntomas. Se sigue observando que el género femenino es el más afectado, no varía en sus días de ausentismo, ni en el rango de

edad mencionada al principio de la identificación del resultado, continuando la afectación con diagnósticos como el lumbago (22%) y las fracturas de los dedos de las manos (12%). Ver figuras 6 y 7.

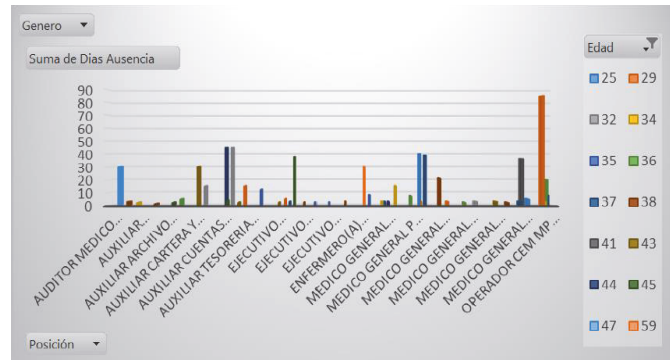


Figura 6. Días de ausentismo/ edad año 2014-2015.

Fuente: elaboración propia

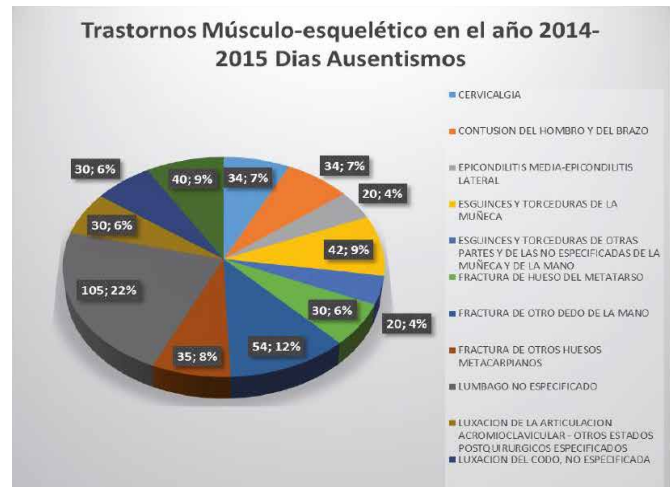


Figura 7. Ausentismo por trastornos musculoesqueléticos. Año 2014-2015.

Fuente: elaboración propia

Los resultados obtenidos por el método RULA a través de mediciones de ángulos de los miembros superiores (antebrazo, brazo y muñeca) y miembros inferiores (cuello, tronco, piernas) permitieron definir que los factores biomecánicos serían la causa principal de la manifestación de los trastornos musculoesqueléticos. Teóricamente, el método permite realizar mediciones de ángulos y posturas por medio de herramientas fotográficas que se tomaron a 68 trabajadores de la población muestra;

este método permite evaluar una puntuación del 1 al 7 con un nivel de actuación del riesgo del 1 al 4, siendo el 4 el nivel de actuación más alto y el 7 la puntuación más alta representando la vulnerabilidad. En las siguientes figuras se representa el resultado del método, según el cual se halla que la puntuación y el nivel de actuación en los miembros superiores (brazo, antebrazo, muñeca) representan un riesgo de 7 para la población objeto de estudio con un 77% de mayor vulnerabilidad. Ver figura 8.



Figura 8. Puntuación y nivel de actuación (brazo, antebrazo, muñeca).

Fuente: elaboración propia

La puntuación y el nivel de actuación en los miembros inferiores (cuello, tronco, piernas) constituyen un riesgo de 4, equivalente a un 46% de la población objeto de estudio con una baja vulnerabilidad. Por lo que los miembros inferiores constituyen la zona menos afectada por los factores biomecánicos (ver figura 9).

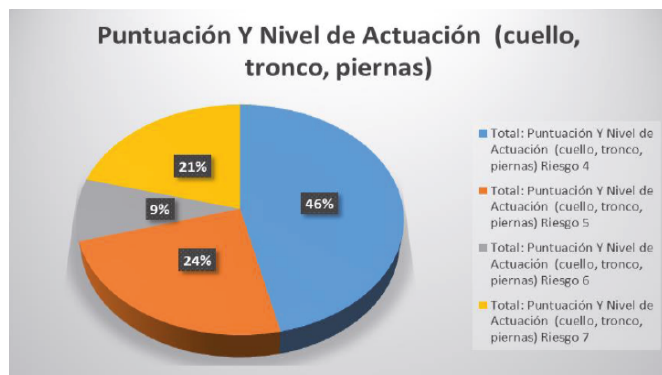


Figura 9. Puntuación y nivel de actuación (cuello, tronco, piernas).

Fuente: elaboración propia

El análisis estadístico descriptivo univariado y bivariado se realiza con el fin de identificar la relación entre los factores biomecánicos y los trastornos musculoesqueléticos. En este orden de ideas se analizan las variables de edad, posturas de miembros superiores e inferiores y ausentismos, extraídos de los resultados de la base de ausentismos y los resultados del método RULA. Para el análisis univariado se usaron las siguientes variables: edad, ausentismos y grupos diagnósticos, hallando que durante los años 2013 a 2015 el rango de edad más afectada está entre 25 y 45 años y la parte de mayor afectación es el tronco con un 20,59%, seguida de la muñeca con un 19,12% y el brazo con el 13,24%, representando entre 3 a 7 días de ausentismo por trabajador. Ver figuras 10 y 11.

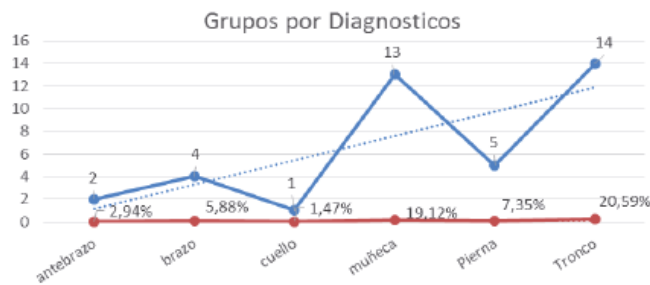


Figura 10. Análisis estadístico descriptivo univariado. Grupos por diagnósticos.

Fuente: elaboración propia

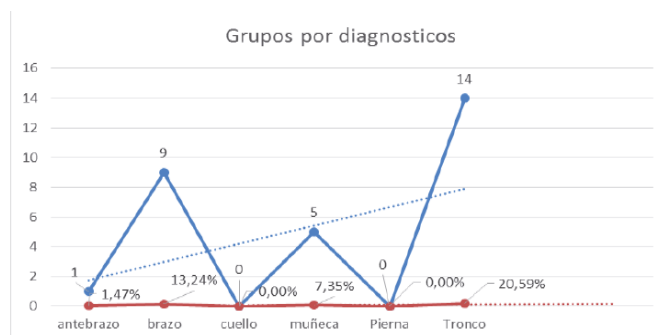


Figura 11. Análisis estadístico descriptivo univariado. Grupos por diagnósticos.

Fuente: elaboración propia

Para el resultado del análisis estadístico bivariado se usó la recopilación de las variables de edad, ausentismo y diagnóstico del análisis univariado, que no presenta un cambio marcado, pero sí ratifica el rango de edad afectada por el riesgo biomecánico

causante de los trastornos musculoesqueléticos que ocasionan el mismo tiempo de días de ausentismo.

CONCLUSIONES

Por medio de la caracterización de la base de ausentismo se halló que, entre los años 2013 y 2015, el género femenino fue el más afectado por los trastornos musculoesqueléticos originados por factores biomecánicos, en un rango de edad entre 24 a 30 años, con un ausentismo de 289 días en total.

Para identificar si el factor biomecánico es el causante de los trastornos musculoesqueléticos del personal objeto de estudio se usó la herramienta método RULA, como instrumento para la valoración y medición de los ángulos posturales, evaluando así la exposición de los factores de riesgo que arrojan como resultado un alto nivel de riesgo (nivel 7) hacia el género femenino afectado. Estas mediciones permiten una revisión de tareas para mejorar las causas que están generando los trastornos musculoesqueléticos que son la mayor causa de ausentismo. A partir de lo cual se determina como tareas de mejora: implementar la cultura de higiene postural en general; realizar una evaluación ergonómica de puestos de trabajo para determinar si se requiere rediseño del puesto y, finalmente, hacer revisión de las mediciones de iluminación en los puestos de trabajo para verificar su buen desempeño, ya que este es un factor que conlleva a un colaborador a una mala higiene postural.

El análisis estadístico descriptivo univariado y bivariado permite familiarizar variables como edad, ausentismo, postura, género, frecuencia, prevalencia e incidencia que conllevan a los riesgos biomecánicos y, finalmente, derivan en trastornos musculoesqueléticos. Este análisis nos permite además asociar la variable y los resultados del método RULA (posturas, medición de ángulos) para determinar la variable afectada por su exposición y efecto, mostrando que el género femenino es el más afectado con una frecuencia y prevalencia

en edades entre 24 y 30 años, por trastornos musculoesqueléticos por factores biomecánicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agila-Palacios, Enmanuel, Colunga-Rodríguez, Cecilia, González-Muñoz, Elvia, & Delgado-García, Diemen. (2014). Síntomas Musculoesqueléticos en Trabajadores Operativos del Área de Mantenimiento de una Empresa Petrolera Ecuatoriana. *Ciencia & trabajo*, 16(51), 198-205. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-24492014000300012>
- Consejo Colombiano de Seguridad. (2018). Cómo le fue a Colombia en accidentalidad, enfermedad y muerte laboral en 2018. Recuperado de <https://ccs.org.co/como-le-fue-a-colombia-en-accidentalidad-enfermedad-y-muerte-laboral-en-2018/>
- FASECOLDA, F. (2016). FASECOLDA en Acción. Recuperado el 29 de Julio de 2014, de <http://www.FASECOLDA.com/index.php/sala-de-prensa/noticias/2014/accion-julio-29-2014/>
- Luttmann, A. P., Jager, M. P.-I., Griefahn, B. P., Caffier, G. D., & Lieberts, F. D. (2004). Prevención de trastornos musculoesqueléticos en el lugar de trabajo. En J. C. Mossink, & N. Deborah Imel (Ed.). *Información sobre factores de riesgos y medidas preventivas para empresarios, delegados y formadores en salud laboral*. Recuperado de http://cdrwww.who.int/occupational_health/publications/en/pwh5sp.pdf.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2015). *Enfermedad laboral*. Bogotá: Ministerio de Salud y Protección Social. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co>
- Ministerio de la Protección Social. (2006). Guías de Atención Integral Basada en la Evidencia para Desórdenes Musculoesqueléticos (DME) relacionados con movimientos repetitivos de miembros superiores (síndrome del túnel del carpo, epicondilitis y enfermedad de Quervain) (GATI-DME). Bogotá: Ministerio de Protección

Social. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/GATISO-DESORDENES%20MUSCULARES%20ESQUELETICOS.pdf#search=osteomusculares>. Bogotá, Colombia.

Ministerio de la Protección Social. (2006). Guía de atención integral basada en la evidencia para Dolor Lumbar Inespecífico y Enfermedad Discal relacionados con la manipulación manual de cargas y otros factores de riesgo en el lugar de trabajo (GATIDLI-ED). Bogotá: Ministerio de la Protección Social. Recuperado el 30 de noviembre de 2006, de <https://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/GATISO-DOLOR%20LUMBAR%20INESPEC%20C3%8DFICO.pdf#search=osteomusculares>. Bogotá, Colombia.

NIOSH, I. N. (15 de diciembre de 2012). Acerca de NIOSH. HHS. Go-Departamento de Salud y Servicios Humanos, 1. Recuperado el 4 de abril de 2012, de [GobiernoUSA.gov](http://www.gobiernoUSA.gov). Washington, D.C. Estados Unidos.

OIT E.P. (26 de abril de 2013). OIT urge una acción mundial para combatir las enfermedades profesionales. Recuperado de http://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_211645/lang-es/index.htm:

Oficina Internacional del Trabajo (OIT). (2010). Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo y Medio Ambiente (SafeWork). Recuperado de www.ilo.org/safework

AUTORAS

Astrid Ordóñez

Profesional de Salud Ocupacional de la Institución Universitaria Antonio José Camacho y miembro del semillero SERGOS de la misma institución. Correo: asorag@gmail.com

Juliet Restrepo

Terapeuta Ocupacional, Especialista en Ergonomía, Magister en Salud Ocupacional, Docente Tiempo Completo en la Institución Universitaria Antonio José Camacho. Integrante del Grupo de investigación GISAP. Correo: jcrestrepo@admon.uniajc.edu.co

Claudia Castañeda

Pregrado en Derecho, Magister en Educación, Directora del programa de Salud Ocupacional de la Institución Universitaria Antonio José Camacho. Integrante del Grupo de investigación GISAP. Correo: ccastaneda@admon.uniajc.edu.co

ANÁLISIS DE LA CULTURA PREVENTIVA FRENTE A LOS INCENDIOS URBANOS EN LOS COMERCIANTES DEL MERCADO ANEXO I DE PIURA

Mirian Yanet Velasco Pasapera, Jimena Moscol Seminario, Lady Diana Celi Zapata y Sheyla Alexandra Cornejo Medina

Universidad César Vallejo – Perú

Recibido: 01/06/2020. Aprobado: 26/10/2020

Cómo citar este artículo:

Velasco Pasapera, M.Y., Moscol Seminario, J., Celi Zapata, L.D. y Cornejo Medina, A. (2020). Análisis de la cultura preventiva frente a los incendios urbanos en los comerciantes del Mercado Anexo I de Piura. *Revista Sapientía*, 12 (24), 36-45.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general analizar la cultura preventiva frente a los incendios urbanos de los comerciantes del Mercado Anexo I de la ciudad de Piura, esto con base en la teoría de los cinco niveles de cultura preventiva, propuesta por Parker (2016). El diseño de la investigación fue cuantitativo y la muestra fue de 20 responsables de las tiendas y puestos de trabajo del recinto. La técnica usada fue la entrevista a través de cuestionario, concluyendo que existe una carencia en relación a cultura preventiva, evidenciándose, por un lado, las estadísticas del cuerpo de bomberos de la ciudad de Piura y, por otro lado, los resultados tras aplicada la encuesta. Así mismo, los comerciantes antes del incendio se situaban en un nivel de cultura preventiva patológico; después del siniestro se ubican en el nivel reactivo.

PALABRAS CLAVE

Mercado, cultura, prevención, patológico, formalista, reactivo, proactivo y generalista.

ABSTRACT

The main objective of this research was to analyze the preventive culture against urban fires in Annex I Market traders in Piura city, based on the theory of the five levels of preventive culture, proposed by Parker (2016). The design of the research was quantitative and was made up of 20 managers of the enclosure. The technique used was the interview through questionnaire. Concluding that, there is a lack of in relation to preventive culture; showing, on the one hand, which the statistics rovided by the fire brigade of Piura city and, on the other hand, the results after the survey were applied. After the sinister, they are located at the Reactive level.

KEYWORDS

Market, culture, preventive, pathological, reactive, formalist, proactive and generalist.

INTRODUCCIÓN

En el mundo los incendios han aumentado considerablemente, más aún en la ciudad de Piura, en donde el cuerpo de Bomberos Piura N° 25 ha reportado 29 siniestros hasta febrero del 2020 y 193 en el año 2019. Haciendo una revisión histórico temporal, el Compendio Estadístico Piura INDECI (2017) señaló que en 2010 se reportaron 2387 emergencias; en 2013, 751 emergencias y en 2012 ocurrieron 464 emergencias. En este último, se destacó el incendio urbano en el A.A H.H Los Vencedores (Sullana) dejando un total de 35 personas damnificadas, 294 afectadas, 10 viviendas colapsadas, 80 animales perdidos y 80 personas afectadas por el servicio del agua (INDECI, 2013). En el año 2014, el número de incendios llegó a 704; mientras que en el 2015 a 692, y en el año 2016 a 756. Por otro lado, en el año 2016 el Mercado de Piura se vio afectado en un 70% por un incendio, causando un aproximado de 50 millones de soles en pérdidas. Al respecto, Andina (2016) indicó que se habría originado por un cortocircuito debido a las conexiones; sin embargo, el Diario Correo (2016) manifestó que se produjo por una chispa de soldadura. Luego de este incidente, en el 2018, Gina Bustinza López encabezó una inspección al Mercado Anexo, la cual reveló que este centro de abastos no tiene extintores suficientes para atender una emergencia; algunas vías de acceso al mercado están obstaculizadas por algunos productos de los mismos comerciantes y cuenta con la señalización respectiva (Cutivalú, 2018). La problemática está latente e INDECI (2018) resalta que las causas de estos siniestros obedecen a fallas en las instalaciones eléctricas, fugas de gas, manejo inadecuado de materiales inflamables, entre otros.

Considerando esta problemática, surge la necesidad investigar respecto a los incendios urbanos, en tal sentido se plantea el siguiente interrogante: ¿Los comerciantes de las tiendas y puestos de trabajo del Mercado ANEXO I de Piura tienen cultura de prevención frente a incendios urbanos?

Entre las investigaciones internacionales está el trabajo de Vázquez et al. (2017), que tuvo como objetivo incrementar los conocimientos sobre reducción del riesgo de desastres en la población perteneciente a los Consultorios Médicos 5 y 12, y llegó a la conclusión de que la población tiene baja percepción del riesgo, lo que llevó a elaborar una estrategia educativa comunitaria. El trabajo de Ordóñez (2015) tuvo como objetivo realizar un estudio sobre el grado de cumplimiento de las normas de seguridad de los sistemas de prevención contra incendio en los locales de las Pymes (Guayaquil), concluyendo que apenas el 40% de los establecimientos reúnen todas las normas mínimas requeridas para la prevención de incendio. Por su parte, Rastelli (2013) orientó su investigación a determinar las estrategias para integrar la reducción del riesgo en la gestión municipal de Chacao como elemento de la sostenibilidad; su trabajo llegó a dos conclusiones importantes: primero, que la alcaldía desconoce qué parte de sus funciones es la reducción del riesgo y, segundo, la necesidad de integrar la gestión del riesgo en la planificación de la gestión municipal.

Alvarado (2013) en su investigación se propuso determinar la evaluación de la gestión de riesgos a los desastres en los procesos administrativos en la educación universitaria superior; sus conclusiones indican que cerca del 60% ignoraba la existencia de un Plan de Emergencia, mientras el 64.6 % nunca se había capacitado en gestión del riesgo; un 56.1% conocía sobre primeros auxilios y un 64.6% ignora cómo usar un extintor. Entretanto, Hernández (2011) analizó el conocimiento y formación en cultura preventiva de riesgo en los Centros de Enseñanza; sus conclusiones revelaron que la seguridad en las escuelas sigue sin consolidarse, además no existe mucho interés por transmitir un mensaje auto protector, lo que pone en evidencia una baja cultura de prevención en sus docentes por su falta de compromiso al respecto.

En Perú, Neuhaus (2013) tuvo como objetivo identificar factores que limitan una implementación

efectiva de la gestión del riesgo de desastres, lo que llevó a concluir qué zonas de mayor exposición presentaron algún compromiso con la gestión reactiva, pero también puso en evidencia la incertidumbre sobre cómo implementar el SINAGERD.

Esta investigación se justifica teóricamente con la información obtenida desde el año 1999 sobre cultura de prevención. En este sentido, será posible conocer en qué medida ayuda a las personas a identificar, reducir, prevenir, prepararse, reaccionar y recuperarse ante un incendio. Asimismo, se justifica metodológicamente puesto que es un trabajo que permitirá estructurar preguntas que permitan ampliar perspectivas frente a incendios urbanos de las tiendas y puestos de trabajo del Mercado Anexo I de la ciudad de Piura. Por último, se justifica de manera práctica debido a que, una vez analizada la información recopilada, permitirá en posteriores investigaciones realizar programas de prevención frente a los incendios urbanos con el fin de disminuir el número de casos ocurridos.

La presente investigación tiene por objetivo general analizar la cultura preventiva frente a incendios urbanos de los comerciantes del mercado ANEXO I de Piura, cuyos objetivos específicos son conocer la dimensión patológica, la dimensión reactiva, la dimensión formalista, la dimensión proactiva y la dimensión generativa de la variable cultura preventiva en los comerciantes del mercado Anexo I de Piura.

MARCO TEÓRICO

Un incendio es un fuego de grandes proporciones (Junta de Andalucía, s/n), que puede presentarse de manera instantánea o gradual, provocando daños materiales, pérdida de vidas humanas y afectación al ambiente (INDECI, 2018). La Norma Técnica Peruana, NTP (2012), clasifica el fuego en 5 categorías: CLASE A, son todos los incendios provocados por materiales orgánicos sólidos como el papel, madera, cartón, tela y algunos tipos de plástico; CLASE B, son todos los fuegos alimentados por líquidos inflamables y materiales que arden fácilmente, por

ejemplo: gasolina, diésel, bunker, parafina, cera, plásticos, alquitrán y alcoholes; CLASE C, incendios alimentados por equipos eléctricos energizados. Por ejemplo: computadoras, servidores, maquinaria industrial, herramientas eléctricas, hornos eléctricos y microondas etc.; CLASE D, fuegos alimentados por ciertos tipos de metales, como el sodio, potasio, polvo de aluminio, básicamente metales alcalinos y alcalinotérreos; CLASE K, fuego provocado por aceite de cocina, específicamente en freidoras (aceite vegetal, animal, grasa, etc.), debido a que el aceite de cocina es muy difícil de apagar y que reacciona violentamente al contacto con agua, se usa específicamente el extintor de clase K. Esta clasificación resulta de vital importancia para saber qué tipo de extintor usar en caso de incendio.

Sin embargo, una vez iniciado el incendio se puede clasificar según su localización en: incendios industriales, suceden en industrias o instalaciones donde se almacenan o fabrican sustancias combustibles; incendios forestales: el combustible es sólido ardiendo la masa forestal, en donde hay tres subtipos: de copas (el fuego se extiende en las copas de los árboles), de superficie (arden matorrales, herbáceas y hojas secas) y de subsuelo (arden las raíces de los árboles y otra materia orgánica); incendios de transportación suceden en vehículos y medios de transporte de personas o productos; e incendios urbanos: suceden en lugares donde existe concentración humana como casas o edificios (Ruva Incendios, s/f). Al respecto, INDECI (2010) menciona que usualmente este tipo de incendio es causado por fallas en las instalaciones eléctricas, fugas de gas, manejo inadecuado de materiales inflamables, velas encendidas, mantenimiento deficiente de tanques contenedores de gas, entre otras; en tanto las causas son variadas, es preciso que la ciudadanía tenga cultura de prevención.

El concepto de “cultura de prevención” o “cultura preventiva” nace en los años 80 a consecuencia del accidente de Chernóbil. En un principio sólo hacía referencia a grandes accidentes, pero con el paso del tiempo engloba el conjunto de riesgos, implicando a las empresas en su totalidad, desde el director general

de la empresa hasta los trabajadores (ENVIRA, 2018). Actualmente se entiende como el conjunto de actitudes y creencias positivas (compartidas por todos en la empresa) sobre salud, riesgos, accidentes, enfermedades y medidas preventivas (Prevencionar, 2017). En otras palabras, es la preocupación que tiene una sociedad por el bienestar de sus ciudadanos.

Según Parker (2016), existen cinco niveles de cultura preventiva en los que se puede clasificar las organizaciones; estos niveles son: patológico, en este nivel se encuentran las empresas que únicamente actúan en caso de sanción o imposición por parte de la autoridad; nivel reactivo, en este nivel se encuentran las que actúan cuando el accidente ya se ha producido; nivel formalista: en este nivel se disponen de un sistema de gestión en el que se generan datos de seguridad y salud, se ejecutan auditorías de seguridad y salud y se modifican procesos; nivel proactivo, en este nivel, como la propia palabra indica, se encuentran las empresas en las que se realizan mejoras continuamente, toda la empresa está implicada y comprometida, se produce un trato bidireccional lo cual genera más confianza y la realización de auditorías cada vez es menos necesaria, y el nivel generativo, en este nivel las empresas se adelantan a los errores antes de que ocurran y estos son usados para mejorar, por lo que la seguridad está implícita en todas las decisiones y por encima de todo (ENVIRA, 2018).

Así mismo, la cultura preventiva cuenta con dos elementos básicos: dirección y educación preventiva. En la dirección se engloba a todos aquellos actores que tienen un rol de mando dentro de una organización pública o privada (directores, gerentes, mandos intermedios directivos y presidentes), estos actores son los primeros que deben estar concientizados y deben dar un ejemplo continuo para crear y fomentar dicha cultura dentro de la organización, ya sea pública o privada, deben participar en todas las actuaciones que tengan que ver con la seguridad y salud en su organización; deben fomentar la implantación, premiar la implicación y la creatividad en la aplicación o desarrollo de dichas medidas (Prevencionar, 2017).

Por su parte, educación involucra que las personas consigan instaurar en sus vidas este tipo de cultura, creando conciencia de que un problema puede ser evitable en muchos casos, adoptando una actitud responsable y de respeto por la vida.

En este orden de ideas, se indica que para lograr una correcta cultura de prevención debemos empezar desde abajo; es decir, creando una educación preventiva, ya que de nada sirve que se tengan normas, procedimientos y buenos equipos si llega a fallar el factor humano, en donde se destacan habilidades tales como liderazgo, confianza y apoyo (ENVIRA, 2018). Queda claro que, el imponer aquella educación resulta difícil, pero ha de empezarse desde cero; se trata de enriquecer las creencias y actitudes positivas compartidas por todas las personas de manera que se promuevan mejores condiciones de salud y de trabajo (ENVIRA, 2018). Todo este proceso requiere una participación colectiva de toda la sociedad en su conjunto; por tanto, conseguir la implantación de una cultura preventiva efectiva implica un largo proceso social donde las personas y las estructuras organizacionales deben contribuir a su desarrollo. Esto debe iniciar desde las inspecciones constantes, debido a que, tal como lo menciona Del Prado (2019), ayudarán a descubrir si cada establecimiento cuenta con algún equipo desgastado y/o ya han llegado a su límite de condición; así mismo detectar si su capacidad es deficiente o se ha usado inadecuadamente, ayudando a detectar los métodos y las prácticas que poseen potencialidad de daño.

METODOLOGÍA

Diseño de investigación

El diseño de la investigación fue cuantitativo, debido a que dentro de su visión permite obtener resultados concretos y fiables que respondan a los objetivos de investigación con base de medición numérica y análisis estadísticos (Del Canto y Silva, 2013).

Procedimiento

El procedimiento para la recolección de información fue: indagar el número poblacional de estudio del

Mercado Anexo I, el cual, según la Municipalidad Provincial de Piura (2011), cuenta con aproximadamente 604 tiendas y puestos de trabajo, para lo cual la muestra de estudio estuvo conformada por un total de 20 responsables de tiendas y puestos de trabajo. Seguidamente, se seleccionó el número de tiendas para entrevistar a los encargados (siendo el jueves 20 y sábado 22 de febrero 2020 por la mañana); luego, se describió de manera precisa el objetivo principal de la investigación y se les brindó la libertad de elegir participar o no del mismo. A continuación, las investigadoras elaboraron las preguntas del cuestionario correspondientes a cultura de prevención frente a incendios urbanos y, para facilitar la respuesta de los participantes, se aclaró las instrucciones; finalmente se agradeció por la participación.

Aspectos éticos

El procedimiento de recolección de datos de esta investigación no atentará contra la seguridad de los entrevistados; los resultados de la investigación serán realizados de modo transparente y abierto para las futuras investigaciones.

RESULTADOS

Supervisión

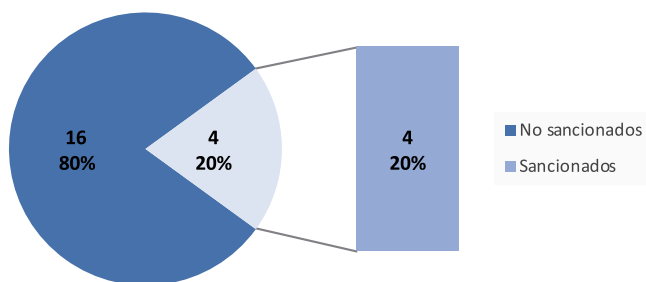


Gráfico 1: Dimensión patológica de la cultura preventiva en los comerciantes del mercado Anexo I Piura

Respecto a la dimensión patológica se pudo encontrar que 17 de los 20 evaluados manifiestan que nunca han sido supervisados por Defensa Civil y ACOMIN. Por otro lado, se conoció que 16 de los 20 comerciantes no han sido sancionados por

las mismas entidades, continuando en el estado en el que se encuentran; así mismo; mientras los 4 restantes sí han sido sancionados, de los cuales 3 sí ha levantado las observaciones que se le hicieron y sólo 1 se mostró indiferente.

Medidas de Seguridad

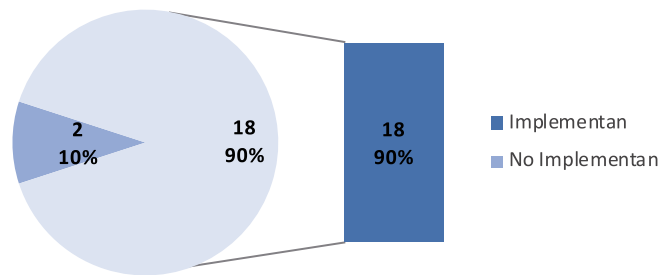


Gráfico 2: Dimensión Reactiva de la cultura preventiva en los comerciantes del Mercado Anexo I Piura

En cuanto a la dimensión reactiva, se puede encontrar que 18 de los 20 comerciantes se han preocupado por implementar medidas de seguridad contra incendios tras ocurrido el siniestro en el año 2016, tales como contar con 2 extintores, uno de 10 kg y uno de 20 kg por puesto; mientras que los otros 2 se mostraron indiferentes ante el suceso no tomando medidas preventivas. Por otro lado, solo 2 puestos, uno de golosina y otro de confecciones, instalaron detectores de humo.

Establecimientos en Regla

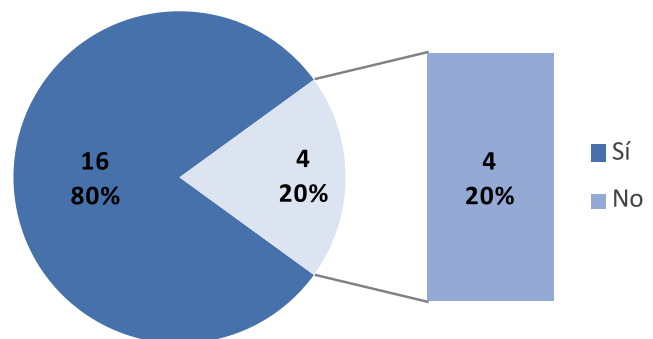


Gráfico 3: Dimensión Formalista de la cultura preventiva en los comerciantes del Mercado Anexo I Piura

En la dimensión formalista se encontró que 16 de los 20 comerciantes han levantado observaciones después de haber sido supervisados por ACOMIN y/o Defensa Civil luego de ocurrido el incendio. Los 4 evaluados restantes no han sido supervisados; sin embargo, 2 de ellos procuran mantener todo en orden, es decir, tienen a la vista su extintor con su respectiva señalización, botiquín, llave térmica de luz en buen estado; mientras los otros 2 omiten o les resulta indiferente pese al incendio ya ocurrido.

MEJORAS CONTINUAS

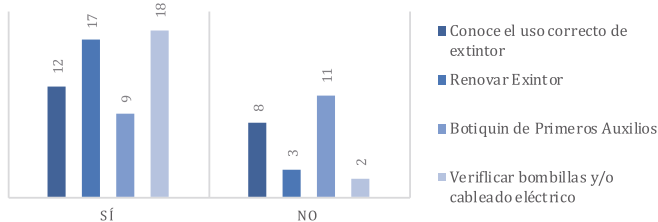


Gráfico 4: Dimensión Proactiva de la cultura preventiva en los comerciantes del Mercado Anexo I Piura

En la dimensión proactiva se encontró que 17 de 20 evaluados cambian de los extintores que tienen dentro de su puesto cada año, dado que los distribuidores de extintores llegan a cada puesto para informarles la fecha en que deben realizar el cambio. Los 3 puestos restantes son indiferentes ante esos cuidados. Por otro lado, 11 de 20 responsables de los puestos no renuevan su botiquín de emergencias. De igual modo, sólo 18 de 20 responsables verifican bombillas y/o cableado eléctrico de su puesto de trabajo de forma continua; mientras los otros 2 restantes no realizan dichas verificaciones debido a que el costo que conlleva realizarlo sería mayor a los ingresos que tienen. Finalmente, 12 de 20 responsables de los puestos refieren mantener al personal capacitado en el uso de extintores, sin embargo, al preguntarles directamente cómo lo utilizarían, manifiestan no saber emplearlo; de la misma forma, los responsables de los 8 puestos restantes afirman haber recibido charlas, pero en la práctica tampoco saben usarlo.

MEDIDAS EXTRAS

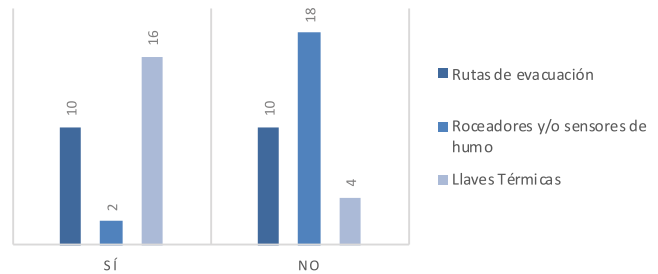


Gráfico 5: Dimensión Generativa de la cultura preventiva en los comerciantes del Mercado Anexo I Piura

En la dimensión generativa se pudo encontrar que 10 de los 20 evaluados cuentan con rutas de evacuación en caso de emergencias dentro de sus puestos de trabajo; sin embargo, los otros 10 manifiestan no tenerlas dentro del local, pero que el mercado en general si cuenta con estas rutas y/o señalizaciones de salida en caso de alguna emergencia. Por otro lado, 18 de los 20 evaluados refieren tener como mínimo con un extintor en la tienda, debido a que la comisión del mercado ACOMIN y Defensa Civil se los exige. Asimismo, 2 de los 20 evaluados refieren tener rociadores de humo y/o sensores de humo dentro de su local, mientras que el resto afirma que el mercado cuenta con sensores de humo, pero carece de rociadores dentro del establecimiento. También, 7 de los 20 evaluados cuenta con botiquín de primeros auxilios. De igual modo, 16 de los 20 evaluados manifiestan tener llaves térmicas de luz como medida de precaución, también conocidas por los encuestados como cuchillas automáticas. Por su parte, 10 de los 20 evaluados refieren que conocen el contacto de los bomberos, el cual se encuentra predeterminado en sus celulares; no obstante, no lo tienen registrado, sino que en caso de emergencia lo encontrarán en sus teléfonos móviles. Finalmente, 1 de los 20 evaluados afirma haber dejado de vender espuma en aerosol como medida de prevención ante incendios; mientras que los otros 19 han mantenido sus mismas ventas y/o actividades, haciendo referencia que dejando de vender perderían sus ingresos habituales.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En la investigación se buscó analizar la cultura preventiva frente a incendios urbanos en los comerciantes del Mercado ANEXO I de Piura, a partir de lo cual se encontró que existe una carencia en relación con cultura preventiva, con base en las estadísticas que brinda el cuerpo de bomberos de la ciudad de Piura y los resultados tras aplicada la encuesta. En tal sentido, los comerciantes, antes del incendio, se encontraban en un estado de cultura preventiva en un nivel patológico y, después del siniestro, se ubican en el nivel reactivo. Según Parker, Lawrie & Hudson (2006), para determinar una cultura preventiva patológica en una empresa, se evidencia que esta actúa en caso de sanción o imposición por parte de la autoridad; entretanto, en el nivel reactivo las empresas actúan cuando el accidente ya se ha producido. A partir de estos supuestos, es posible afirmar que la realidad en dicho establecimiento es que tanto las autoridades, como los comerciantes se encuentran en total indiferencia por prevenir un siniestro, careciendo de una cultura preventiva frente a incendios, por lo que lamentablemente aún existen falencias, tales como mínimamente saber usar un extintor.

En la búsqueda de conocer cómo se presenta la dimensión patológica se encontró que aquellos que habían sido sancionados por no cumplir con el reglamento establecido por Defensa Civil, al levantar las observaciones, ni las autoridades ni los mismos comerciantes previeron que esto podría desatar un desastre. Según Del Prado (2019), las inspecciones resultan importantes porque ayudan a descubrir si cada establecimiento cuenta con equipos desgastados y/o ya han llegado a su límite de condición, ayudando a detectar los métodos y las prácticas que poseen potencialidad de daño; por lo que se trata de un trabajo en conjunto por parte de las autoridades y la comunidad, o en este caso los comerciantes; sin embargo, si organizaciones principales como Defensa Civil son las primeras en realizar su trabajo de manera

eficaz y en desconocer parte de sus funciones en la reducción del riesgo y la necesidad de integrar la gestión del riesgo en la planificación de la gestión municipal, es muy probable que ocurran estos grandes accidentes, como plantea Rastelli (2013).

A su vez, con el objetivo de conocer la dimensión reactiva, los resultados arrojaron que los comerciantes se han preocupado por implementar medidas de seguridad contra incendios tras ocurrido el siniestro en el año 2016; esto indica que los encargados de los puestos de trabajo tomaron medidas preventivas después del hecho y tras la ordenanza de Defensa Civil. Esto se explica, como lo plantean las macroempresas, porque los/as trabajadores/as requieren de incentivos o castigo por parte de sus directivos/as para motivarlos a llevar a cabo acciones preventivas (CPS Grupo, 2019); en este caso, ha tenido que ocurrir un incendio de gran magnitud en que se vean afectados para recién acatar la normativa.

Con relación a la dimensión formalista de la variable cultura preventiva en los comerciantes, se encontró que después del siniestro y su reactivación, los comerciantes levantaron observaciones realizadas por ACOMIN y/o Defensa Civil: tienen a la vista su extintor con su respectiva señalización, botiquín, llave térmica de luz en buen estado; sin embargo, estas no se cumplen en un 100%. Estos resultados se contrastan con lo expuesto por Ordoñez (2015), quien concluyó que apenas el 40% de los establecimientos reúnen todas las normas mínimas requeridas para la prevención de incendio, además, se pudo determinar que los propietarios no tienen conocimiento de los reglamentos y/o normas de prevención ante incendios.

Así mismo, en la dimensión proactiva, los comerciantes en teoría tienen en orden lo que Defensa Civil solicita; aunque, en la práctica es otra realidad, por ejemplo: desconocían el manejo de extintores y el uso de las alarmas de emergencia; aunque contaban con botiquín en su puesto de trabajo, estos no estaban bien implementados con

los medicamentos de primeros auxilios, inclusive, existía una deficiencia de coordinación entre los mismos trabajadores, ya que no programan capacitaciones y/o simulacros para actuar en conjunto en caso de incendios (ejemplo distribución de roles y funciones). Como afirmó Hernández (2011), usualmente las Mypes ignoran la existencia de un plan de emergencia, nunca se han capacitado respecto a gestión del riesgo, ni participado en simulacros; así mismo, no conocen sobre primeros auxilios e ignoran cómo usar un extintor.

Finalmente, se tuvo como objetivo conocer la dimensión generativa de la variable cultura preventiva en los comerciantes. Al respecto, se encontró que los encargados del Mercado Anexo 1 no llegan a un nivel de cultura generativo, dado que aún no asumen en su totalidad la responsabilidad de prevención, porque se les hace más fácil dejar que otros se hagan cargo, cumpliendo ellos con lo básico para no ser sancionados; así mismo, se percibe desconocimiento con quién acudir y cómo actuar en caso de emergencia o incendio, quedándose sólo en un nivel formalista. Estos resultados se corresponden con lo que Neuhaus (2013) explica con relación a cómo las estrategias pensadas para promover una cultura de prevención y de gestión del riesgo de desastres en el país resultan poco reales, porque no generan compromiso con el tema, aunque esto signifique grandes pérdidas para ellos.

CONSIDERACIONES FINALES

Se concluye que el incendio ocurrido en el año 2016 en el Mercado Anexo I se produjo por la falta de supervisiones rigurosas sobre las medidas de prevención contra incendios; no obstante, al realizar la inspección solicitada por defensa civil, ciertos comerciantes se dispusieron a levantar las observaciones, pero no se previno que se realizarían actividades de riesgo (ej. soldaduras o cambio de materiales de los puestos) dentro de un lugar

altamente inflamable, teniendo como resultado el incendio antes mencionado. Tras ocurrido el siniestro, una parte de los comerciantes han creído conveniente invertir en la instalación de extintores, sensores de humo, rociadores, señalizaciones y alarmas de emergencia, en vez de verse frente a pérdidas de mayor suma con tales accidentes, creando una cultura reactiva en ellos. Sin embargo, como se pudo apreciar, en los trabajadores aún no existe una cultura preventiva adecuada por lo cual es necesario que, en primer lugar, los directivos den a conocer los lineamientos de prevención de manera clara y puntual y, en segundo lugar, elaborar programas formativos de corte teórico-práctico de intervención sobre el manejo de sistemas y/o equipos de protección contra incendios.

RECOMENDACIONES

Patológica: se recomienda a las autoridades de la comisión ACOMIN programar supervisiones dos veces por año para constatar que los puestos de trabajo cumplan con las normativas, tales como la revisión de cableado, renovación de extintores, llaves térmicas, etc.

Reactiva: informar a los encargados de los puestos las causas de un incendio y las consecuencias que este puede traer.

Formalista: se recomienda que el Cuerpo General de Bomberos instruya al personal sobre el uso adecuado de extintores y/o las entidades supervisoras constanten que el personal reciba las charlas respectivas sobre el uso adecuado del extintor.

Proactiva: informar sobre las medidas de prevención contra incendios que deben tener a los encargados de los puestos de trabajo del Mercado Anexo I.

Generativa: concientizar acerca de la importancia de la seguridad laboral a los encargados de los puestos de trabajo del Mercado Anexo I.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A un año del incendio, mercado Anexo sigue siendo un riesgo. (23 de noviembre de 2017). Cutivalú. Recuperado en: <https://www.radiocutivalu.org/>
- Alvarado, M. (2015). Evaluación de la gestión de riesgo a los desastres en los procesos administrativos en la educación universitaria superior (tesis para grado de doctor). Universidad de Istmo, Panamá.
- El Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú (2020). Estadísticas de emergencias a nivel nacional del CGBVP. Perú, Lima. Recuperado en: http://www.bomberosperu.gob.pe/portal/net_estadistica.aspx
- Del Canto, E. y Silva, A. (2013). Metodología cuantitativa: abordaje desde la complementariedad en ciencias sociales. *Revista de Ciencias Sociales*, 3 (141), 25-34.
- Del Prado, J. (2019). Funciones del inspector de seguridad y salud ocupacional. IMF Business School. Recuperado en: <https://blogs.imf-formacion.com/blog/prevencion-riesgos-laborales/sin-categoria/inspector-de-seguridad-y-salud/>
- ENVIRA (2018). ¿Qué es cultura de prevención o cultura preventiva? Recuperado en: <https://envira.es/es/cultura-de-prevencion-o-cultura-preventiva/>
- Hernández, J. (2011). Conocimiento y formación en cultura preventiva de riesgo en los Centros Enseñanza Obligatoria de la provincia de Las Palmas y su capacidad de respuesta ante una situación crítica (Tesis doctoral). Universidad de las Palmas de Gran Canaria. España.
- Instituto Nacional de Defensa Civil (2010). Incendio urbano. Recuperado en: https://www.munisanta.gob.pe/documentos/incendio_urbano.pdf
- Instituto Nacional de Defensa Civil (2013). Incendio Urbano afecta el distrito de Sullana-Piura. Informe de Emergencia N° 003. Recuperado en: <https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2018/12/20130103072433.pdf>
- Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI (2017). Compendio estadístico del INDECI 2017: Gestión Reactiva. Recuperado en: <https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/201802271714541.pdf>
- Instituto Nacional de Defensa Civil (2018). Incendio urbano. Recuperado en: <https://www.indeci.gob.pe/recomendaciones/incendio-urbano/>
- Mercado Anexo de Piura no tiene un sistema de alerta contra incendios. (5 de febrero de 2018). Cutivalú. Recuperado de: <https://www.radiocutivalu.org/mercado-anexo-piura-no-sistema-alerta-incendios/>
- Mohammad, N. (2005). Metodología de la investigación (2ª ed.). México: Limusa. Recuperado en: <https://books.google.com.pe/books?id=ZEJ7-0hmvhwC&pg=PA91&dq=dise%C3%B1o+descriptivo+simple&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjfysfD2s7nAhX2GLkGHWlcCNYQ6AEIJzAA#v=onepage&q=dise%C3%B1o%20descriptivo%20simple&f=false>
- Municipalidad Provincial de Piura (2011). Gerencia de servicios comerciales. Recuperado en: <http://www.munipiura.gob.pe/108-portada/gerencia-de-servicios-comerciales>
- Neuhaus, S. (2013) Identificación de factores que limitan una implementación efectiva de la gestión del riesgo de desastres a nivel local, en distritos seleccionados de la región de Piura (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Ordoñez, V. (2015). Estudio sobre el cumplimiento de normas de prevención de incendios de las Pymes en la ciudad de Guayaquil. Universidad Politécnica. Guayaquil, Ecuador.
- Parker, D., Lawrie M. & Hudson, P. (2006). A framework for the development of organizational safety culture. *Safety Science*.

Piura: Incendio destruyó 200 puestos del mercado Anexo. (19 de diciembre de 2016). Perú 21. Recuperado en: <https://peru21.pe/lima/piura-incendio-destruyo-200-puestos-mercado-anexo-fotos-video-236298-noticia/?ref=p21r>

PREVENCIONAR (2017). La cultura preventiva. Recuperado en: <https://prevencionar.com/2017/09/06/cultura-preventiva-3/>

Rastelli, V. (2013). La reducción del riesgo ante desastres y la sostenibilidad urbana. *Revista Politeia*, 53 (37). Instituto de Estudios Políticos, UCV, 2014:81-111

Vázquez, M., Rodríguez, D., Ortíz, N., Olivera, L., Grillo, J. y Bécquer, T. (2017). La prevención del riesgo de desastres en la comunidad. *Revista Médica Electrónica*, 39(5), 1022-1032. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242017000500002&lng=es&tlng=es.

AUTORES

Mirian Yanet Velasco Pasapera

Estudiante de la escuela de psicología, noveno ciclo, de la Universidad César Vallejo, Perú. Correo: mvelascop@ucvvirtual.edu.pe

Jimena Moscol Seminario

Estudiante de la escuela de psicología, décimo ciclo, de la Universidad César Vallejo, Perú. Correo: jmoscol@ucvvirtual.edu.pe

Lady Diana Celi Zapata

Estudiante de la escuela de psicología, noveno ciclo, de la Universidad César Vallejo, Perú. Correo: ladyceli64@gmail.com

Sheyla Alexandra Cornejo Medina

estudiante de la escuela de psicología, onceavo ciclo, de la Universidad César Vallejo, Perú. Correo: pasache4@hotmail.com

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE EMPAQUE DE LA LÍNEA DE PASTILLAS

Diomar Aurora Dorado, Julián David Cifuentes, Alexander Lozano y Carlos Andrés Nieto

Institución Universitaria Antonio José Camacho

Recibido: 20/05/2020. Aprobado: 05/10/2020

Cómo citar este artículo:

Dorado, D.A., Cifuentes, J.D., Lozano, A. y Nieto, C.A. (2020). Optimización del proceso de empaque de la línea de pastillas. *Revista Sapientía*, 12 (24), 46-61.

RESUMEN

Mejorar constantemente los procesos ha sido siempre una necesidad permanente en las empresas para satisfacer a los clientes y lograr ser más competitivas. Para obtener estos objetivos las organizaciones buscan diferentes alternativas que no siempre brindan los resultados esperados. Por lo tanto, las soluciones deben ser mucho más eficientes llevando a aprovechar al máximo los recursos económicos, mano de obra y el tiempo, encaminado a mejorar la satisfacción de los clientes con los productos y servicios. En este proyecto el objetivo es proponer varias soluciones que incrementen la eficiencia en el proceso de empaque en la línea de Pastillas x 2, donde se ha evidenciado que los tiempos de empaque del producto mencionado están generando la pérdida de hora hombre, la cual podría ser utilizada en otro proceso dentro de la misma área. Para el desarrollo del proyecto se realizará un análisis de restricciones para encontrar el cuello de botella que presenta actualmente el proceso de empaque en la línea de Pastillas. Adicionalmente, con el análisis se procede a tomar los métodos y tiempos, incluyendo el análisis de fatiga, para determinar así las fallas que se tienen en el proceso actual.

A partir de los análisis realizados se plantean los objetivos propuestos para la optimización del proceso de empaque de la línea de Pastillas tabletas x 2, involucrando a los operarios mediante una capacitación que les dé a conocer los objetivos propuestos en este proyecto.

PALABRAS CLAVE

Cuello de botella, métodos y tiempos, optimización.

ABSTRACT

Constantly improving processes has always been a permanent need in companies to satisfy customers and become more competitive. To obtain these objectives, organizations look for different alternatives that do not always provide the expected results. Therefore, solutions must be much more efficient, making the most of economic resources, labor and time, aimed at improving customer satisfaction with products and services. In this project, the objective is to propose several solutions that increase the efficiency in the packaging process in the Pastillas x 2 line, where it has been shown that the packaging times of the mentioned product are generating the loss of man-hour, which could be used in another process within the same area. For the development of the project, a restriction analysis

will be carried out to find the bottleneck that currently presents the packaging process in the Pastillas line. Additionally, the analysis proceeds to take the methods and times, including the fatigue analysis, to determine the failures that exist in the current process.

Based on the analyzes carried out, the proposed objectives for the optimization of the packaging process of the Pastillas tablets x 2 line are proposed, involving the operators through training that makes them aware of the objectives proposed in this project.

KEYWORDS

Bottleneck, methods and times, optimization.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del presente proyecto se dio como respuesta a la iniciativa del supervisor de empaque de la empresa farmacéutica. El área de empaque carece de un proceso eficiente, debido a que la máquina WRAP-ADE I (la cual realiza el corte de las tabletas de pastillas por 2 unidades) realiza 108 cortes por minuto y la capacidad de la línea de empaque no cumple con los tiempos determinados para el mismo; en esta empresa no se desarrollan las actividades de forma organizada para cumplir eficientemente con el proceso de empaque, para empacar un lote de 500.000 tabletas se demoran actualmente 40 horas, significa que son 6,5 turnos de trabajo, para este se utilizan 18 operarios distribuidos de la siguiente manera: 1 operario organizador, 11 operarios en la línea de empaque en plegadiza, 2 operarios que pesan el producto, 2 empaque en corrugada y 1 auxiliar de línea que organiza las corrugadas en la estiba.

El presente estudio se justifica desde el punto de vista práctico porque propone al problema planteado una solución, cuyos pasos se describen en los objetivos de este documento.

El objetivo de la investigación es optimizar y reestructurar el proceso de empaque de la línea de pastillas tabletas con presentación de caja por 2 tabletas en la empresa farmacéutica con el fin de determinar las causas que ocasionan los cuellos de botella y las pérdidas de tiempo en el proceso de empaque.

MARCO TEÓRICO

Estudio de métodos

El estudio de trabajo es el examen sistemático de los métodos preferentes para llevar a cabo una operación, con el fin de mejorar una optimización de recursos y desarrollar normas de rendimiento con respeto a las actividades que forman parte del proceso productivo.

Propósito en el estudio del método del trabajo

- Evaluar el comportamiento del trabajador.
- Planear la necesidad de la fuerza de trabajo.
- Determinar la capacidad disponible.

VSM

El Value Stream Mapping es una herramienta clave dentro de la metodología Lean Manufacturing y es un diagrama que se utiliza para visualizar, analizar y mejorar el flujo de los productos y de la información dentro de un proceso de producción, desde el inicio del proceso hasta la entrega al cliente.

Metodología de 5'S

La metodología de las 5S se creó en Toyota en los años 60 y agrupa una serie de actividades que se desarrollan con el objetivo de crear condiciones de trabajo que permitan la ejecución de labores de forma organizada, ordenada y limpia. Dichas condiciones se crean a través de reforzar los buenos hábitos de comportamiento e interacción social, creando un entorno de trabajo eficiente y productivo.

Lead time

Los plazos de entrega se ven afectados por muchos factores, incluidos la capacidad, la carga, el

En la tabla anterior podemos evidenciar los tiempos más representativos que están generando problemas en la línea de empaque de Pastillas. A continuación, en la Tabla 2, se detalla el coeficiente de variación de los 4 tiempos más importantes:

Tabla 2. Coeficiente de variación de los 4 tiempos más importantes.

| Actividades | Tiempo (s) | Coeficiente de Variación |
|---|------------|--------------------------|
| Armado de plegadiza | 20,99 | 20% |
| Pegar sellos de seguridad | 2,12 | 22% |
| Verificación de peso | 5,01 | 25% |
| Verificación de laminado | 4,00 | 23% |
| Insertar Tabletas en Plegadiza y cerrar plegadiza | 3,07 | 11% |

Con los datos anteriores representados en la Tabla 2 se logra cuantificar la variación o dispersión de los datos. Así como identificar cuáles son las causas más propensas a que los datos suministrados por el coeficiente de variación generen una dispersión de los tiempos calculados, con estas posibles fallas en la en la operación es posible hacer un análisis más adecuado para una estandarización del proceso.

En la Tabla 3 se identifica la cantidad de tabletas que se deberían empaquetar en un turno de 8 horas, según la capacidad teórica de la máquina envasadora.

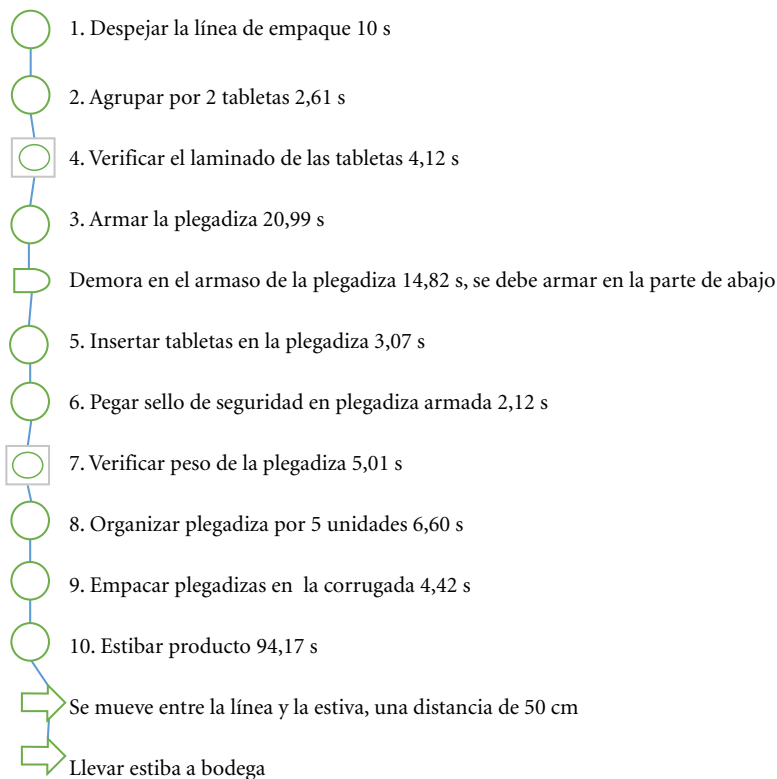
Tabla 3. Cantidad de empaque según la capacidad teórica de la máquina

| Máquina Encelofanadora WRAP-ADE I | | | |
|-----------------------------------|---------------------|----------|------------|
| Velocidad Máquina | 216 Tabletas x Min. | | |
| Producto | Tiempo | Cantidad | Porcentaje |
| Pastillas x2 | 1 Hora | 12960 | 13% |
| | 2 Hora | 25920 | 25% |
| | 3 Hora | 38880 | 38% |
| | 4 Hora | 51840 | 50% |
| | 5 Hora | 64800 | 63% |
| | 6 Hora | 77760 | 75% |
| | 7 Hora | 90720 | 88% |
| | 8 Hora | 103680 | 100% |
| Tabletas por turno | | 103,680 | |

ANÁLISIS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

Para realizar este análisis primero debemos conocer el proceso de empaque desde su inicio hasta el final, desarrollando el diagrama de flujo del proceso (véase en la Figura 5).

DIAGRAMA DE OPERACIONES LÍNEA PASTILLAS POR 2 TABLETAS



| RESUMEN DE ACTIVIDADES | |
|------------------------|---|
| OPERACIÓN | 8 |
| TRANSPORTE | 2 |
| ALMACENAMIENTO | 1 |
| DEMORA | 1 |
| INSPECCIÓN | 0 |
| INSPECCIÓN-OPERACIÓN | 2 |

Figura 1. Diagrama de proceso de empaque

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO

Basándonos en el anterior estudio, se realiza la propuesta de optimizar y reestructurar el proceso de empaque de la línea de pastillas tabletas con presentación de caja por 2 tabletas en la empresa farmacéutica. Las fases son las siguientes:

- Fase 1: Identificar los problemas que presenta el proceso de empaque actual. Teniendo en cuenta lo observado en el estudio de tiempos generados en la línea de Pastillas por dos tabletas, evaluamos más al detalle los tiempos por ciclo de cada una de las actividades.
- Fase 2: Realizar una propuesta para mejorar la eficiencia del proceso de empaque.
- Fase 3: Evaluar el impacto de la propuesta de la optimización del proceso de empaque.
- Fase 4: Realizar la relación de costo vs beneficio del proyecto

FASE 1: IDENTIFICAR LOS PROBLEMAS QUE PRESENTAN EL PROCESO EMPAQUE.

Identificación de problemas

Al realizar un análisis por el tiempo promedio de cada actividad (véase en la Tabla 1) se evidencia que las actividades que se encuentran fuera de control son las siguientes:

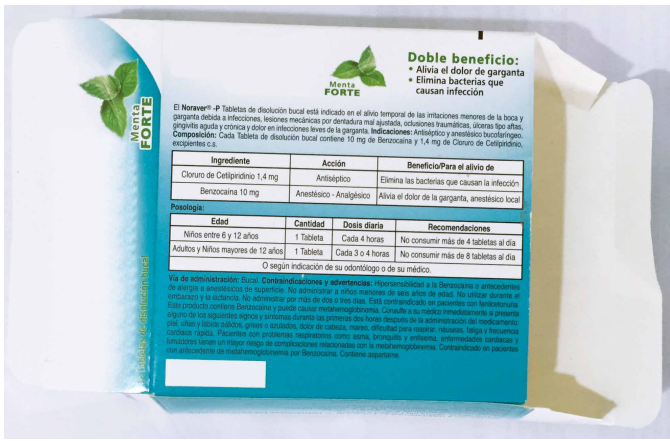
- Armado de plegadiza con 20%
- Verificación del laminado 23%
- Insertar tabletas en plegadiza 11%
- Pegar sellos de seguridad 22%
- Verificación de peso 25%

Armado de plegadiza

Esta actividad tiene un coeficiente de variación de 20%, en los tiempos 19,51; 18,86 y 18,44. Se encuentran por fuera del límite de especificación superior, debido a que los operarios no cuentan con la experticia suficiente para realizar dicha operación (véase Gráfico 12). En cuanto a los tiempos que se encuentran dispersos del promedio 14,80, esto obedece a que la plegadiza no es semiautomática (que se puede armar solo girando la plegadiza al lado derecho), por lo que el operario debe realizar la operación de cerrado manual en ambos extremos. Como se evidencia en el gráfico, hay 3 tiempos por debajo del límite inferior, esto se debe a que en el momento de tomar los tiempos había personas con experiencia en el proceso.

Para realizar un análisis más profundo se procedió con un ejercicio de comparación de la plegadiza normal vs la semiautomática, para lo cual se tomaron 15 tiempos de armado de cada plegadiza. En la Figuras 2 se puede ver la diferencia entre cada una.

Plegadiza Semiautomática



Plegadiza Normal

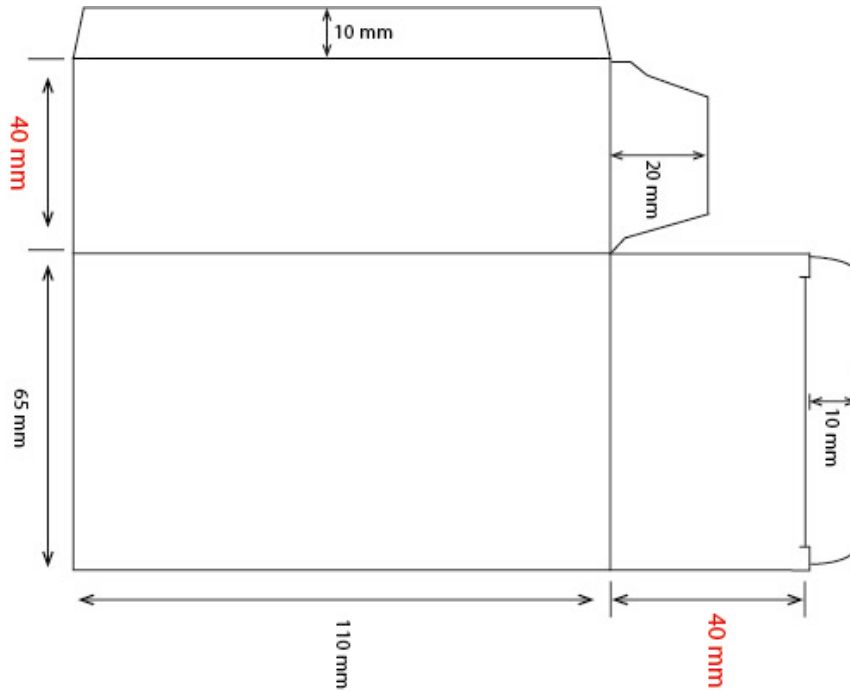


Figura 2. Comparativo de Plegadiza

La plegadiza semiautomática tiene la parte lateral derecha oculta dentro de la caja para solamente dar un giro a la derecha y cerrar ese lado, mientras que la caja normal (la cual utiliza el producto de estudio) debe cerrar el lateral derecho como el izquierdo manualmente.

Tabla 4. Tiempos de plegadiza normal vs semiautomática

| Ciclos | Armado plegadiza insertar y cerrar plegadiza normal | Armado plegadiza con cerrado semiautomático |
|----------|---|---|
| 1 | 17.5 | 3.5 |
| 2 | 21.3 | 3.8 |
| 3 | 13 | 3.6 |
| 4 | 20.3 | 3.9 |
| 5 | 16.6 | 4 |
| 6 | 15.8 | 3.5 |
| 7 | 18 | 3.6 |
| 8 | 16 | 3.6 |
| 9 | 12.9 | 3.8 |
| 10 | 14.9 | 3.5 |
| 11 | 21.9 | 3.7 |
| 12 | 20.7 | 3.5 |
| 13 | 21.1 | 3.9 |
| 14 | 15.9 | 3.8 |
| 15 | 12.9 | 3.5 |
| Promedio | 17.25 | 3.68 |

En la Tabla 4 podemos observar que los valores en el armado de la plegadiza normal son altos vs los valores del armado de plegadiza con cierre semiautomático. Esta operación con cierre semiautomático genera un incremento del 21% en la producción; para hallar este valor se divide el promedio de armado con cierre semiautomático y el promedio de armado de plegadiza y cierre normal.

Verificación del laminado

Esta actividad tiene el coeficiente de variación en 23%. Se tienen dos tiempos fuera del límite de especificación 3,85 y 3,91; los otros tiempos se encuentran dispersos entre el promedio, lo cual puede deberse a que los operarios no tienen la destreza necesaria para la verificación: en algunos momentos de la toma de los tiempos había operarios que realizaban movimientos innecesarios como subir las manos con las tabletas.

Insertar tabletas en plegadiza

Esta actividad tiene un coeficiente de variación del 11%, actualmente se cuenta con 3 ciclos fuera del límite de especificación 2,89 y 2,94. Si bien su coeficiente no es tan alto, se debe entrar a revisar los ciclos que se pasaron de tiempo.

Recurso humano

En la situación actual de Farmacéutica SAS se pueden evidenciar y establecer diferentes fallas que retrasan el proceso. De acuerdo con lo evidenciado en la toma de tiempos se establece que:

- El personal no se encuentra alineado con las actividades que deben realizar en la línea, ya que son rotados en diferentes líneas de proceso.
- No existen perfiles definidos por la línea de empaque para los procesos de contratación de personal, que contengan las destrezas y experiencia mínimas requeridas para poder ser operario de empaque y, por ende, existe personal laborando que no cuenta con la experiencia suficiente para realizar las labores para las cuales fue contratado.
- Existe mucha rotación de personal en la compañía, lo que hace que el sistema de selección de personal sea cada vez más flexible y que se contrate personal no calificado, lo cual se refleja en los diferentes problemas que se presentan en los procesos del proceso de empaque.

FASE 2: REALIZAR UNA PROPUESTA PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL PROCESO DE EMPAQUE

Debido a la situación actual esto nos lleva a pensar que la propuesta para optimizar el proceso productivo se enfoca en dos recursos indispensables que intervienen en el proceso de empaque:

- Recurso Humano
- Recurso Tecnológico

Recurso humano

Proceso de contratación

Teniendo en cuenta que el personal de la compañía es seleccionado por RH y una empresa temporal, es necesario que cada empleado cumpla con la valoración de desempeño realizada en la toma de tiempos (véase las tablas 13 y 14) para la ejecución de las actividades de forma eficiente y eficaz para cumplir con los objetivos planteados en el día a día.

Evaluando este aspecto y teniendo en cuenta los problemas que se presentan actualmente, se propone lo siguiente para el proceso de contratación:

- La creación de un perfil definido para el cargo de Operario de Empaque donde se tenga en cuenta los porcentajes de valoración, que sea incluido dentro del proceso de selección.
- Al ingreso de la persona a la compañía, se debe de enviar a la planta de Jamundí para que se capacite de forma práctica sobre el proceso.
- Por otra parte, proponemos reforzar el programa de plan anual para la capacitación del personal teniendo en cuenta las personas que llevan más años en la compañía. Crear un grupo de mentores que se encarguen del entrenamiento del personal nuevo con el fin de estandarizar los tiempos de empaque de estas personas.

Mejoramiento del método

Según el análisis realizado en la fase anterior se identificó que la actividad pegado de sello de seguridad tiene un coeficiente de variación del 22%. Para disminuir este porcentaje se realizó un análisis de Benchmarking entre la empresa Farmacéutica y Laboratorios abc, donde la actividad de pegado de sello de seguridad se realiza de la siguiente manera: “toman 3 plegadizas, las giran a 45° y pegan los 3 sellos de seguridad, les dan la vuelta a las cajas en el mismo ángulo de 45° grados y pegan los sellos de seguridad del otro lado de la caja”. En Farmacéutica se realiza esta actividad uno a uno, por tal razón se propone cambiar el método actual por el descrito anteriormente y así conseguir un mejor rendimiento en tiempo y costo.

Descripción de la máquina estuchadora DZH-120

Esta máquina fue cotizada por medio de una empresa China. La DZH-120 es un equipo de encartonado automático inteligente y continuo, con velocidad máxima de hasta 70-120 cajas/min. Esta máquina es adecuada para la alimentación automática y el envasado de alimentos, medicamentos, químicos, diarios, entretenimiento, ferretería y otros artículos. Esta máquina tiene un costo de 24.500 USD.



Figura 3. Máquina Estuchadora

La capacidad de la máquina estuchadora es de 70 a 120 plegadizas/min; se puede configurar en 108 plegadizas/min generando así un balanceo en la línea de empaque. Si se realiza la adquisición de la máquina esta puede empacar un total de 103680 unidades por turno (las cuales salen de la siguiente operación: 108 und /min que entrega la máquina de envase por 480 minutos que equivalen al turno de 8 horas), y la totalidad del lote se empacaría en 4,5 turnos.

Cinturón electrónico dinámico con pesador

Para minimizar los tiempos de verificación de peso se cotizará un cinturón electrónico dinámico pesador para adecuar a la banda transportadora, el cual tiene un costo de 4.200 USD. Las características del equipo son las siguientes:



Figura 4. Cinturón Electrónico

Las propuestas de optimización del proceso quedarían de la siguiente manera:

- Adquirir la Máquina Estuchadora con el cinturón dinámico adaptados a la banda transportadora y así automatizar las actividades de la plegadiza y verificación de peso en línea.

- Modificar el diseño de la plegadiza y adquirir solo el cinturón dinámico para adaptar a la banda transportadora.
- Para este último se entrega la propuesta de cambio del diseño de la plegadiza normal por una de cierre semiautomático para generar un incremento en la producción del 21% (véase en la Tabla 18), debido a que los tiempos de esta operación se ven disminuidos por la facilidad de empaque.

Unidades producidas 81000 por el 21% de incremento = 98010 unidades empacadas

FASE 3: EVALUAR EL IMPACTO DE LA PROPUESTA DE LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE EMPAQUE

Para evaluar el impacto de las propuestas realizadas se tuvo en cuenta el recurso humano y tecnológico con el fin de identificar las mejoras del proceso. Para esta fase se tiene en cuenta las actividades que tienen el coeficiente de variación más alto sobre los cuales se generan las propuestas de valor.

Recurso humano

Proceso de contratación

Con la creación de perfiles para los cargos de Operario de Empaque se puede estandarizar la selección del personal y garantizar que la persona que ingresa cumple con la experiencia necesaria para el cargo.

Mejoramiento del método

Para la actividad Pegar Sello de Seguridad se realizó un muestreo de 50 unidades con los operarios encargados, donde se pegaron los sellos de la forma actual vs la propuesta, esto permitió determinar lo siguiente:

- Con el método actual se pega 2 sellos de seguridad (1 caja por ambos lados) en 1,51s según el promedio por sello que sería el total de 3,02s la caja completa.

- Con el método propuesto para pegar los 6 sellos de seguridad (3 cajas por ambos lados) en 1,19s según el promedio por sello, que sería un total de 7,15s,

Tabla 5. Mejoramiento del método

| Método Actual | Método Mejorado |
|---|--|
| Pegar Sellos de seguridad en 1 caja (3,02s) | Pegar Sellos de Seguridad en 3 cajas (7,15s) |

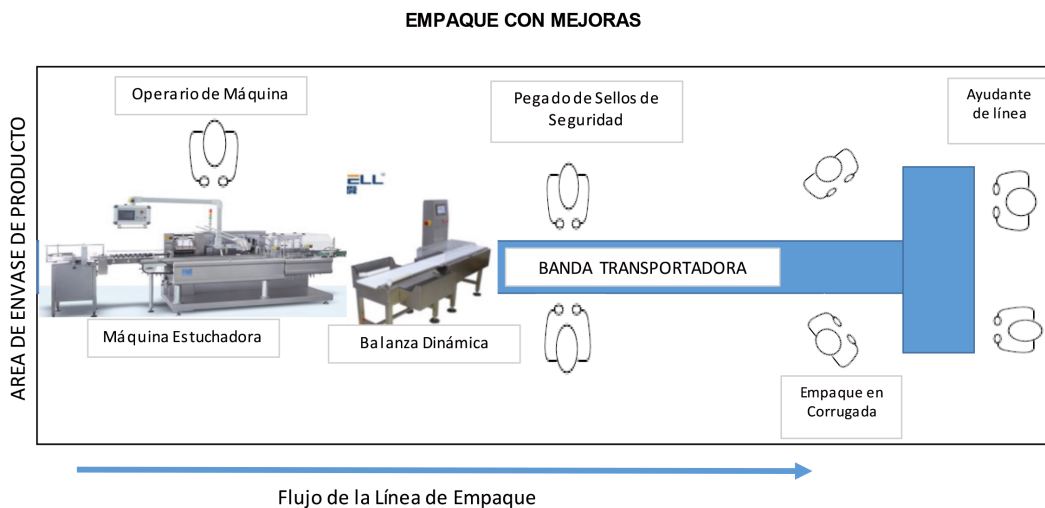
En la Tabla 5 se evidencia la diferencia entre los dos métodos, por lo que es posible afirmar que con el método mejorado incrementamos la productividad de la actividad en un 78%.

Recurso tecnológico

En cuanto al recurso tecnológico el impacto esperado de las propuestas de maquinaria es disminuir los tiempos de operación del proceso, disminuir el personal de la línea y reubicar las personas que sobran de la línea.

Propuesta 1

Con la compra de la máquina estuchadora DZH-120 y la balanza dinámica se disminuirían 11 personas de la línea, las cuales se reubican en el área de efervescentes, ya que el proceso quedaría en su mayoría automatizado. Esta máquina tiene la capacidad para alinearla a la máquina encelofanadora WRAP-ADE I y empacar en línea los 108 blister por minuto. Adicionalmente, la balanza dinámica tiene la capacidad de sacar del proceso la plegadiza que tenga el peso diferente al estándar de la caja. A continuación, mostramos como quedaría la línea de empaque con las mejoras propuestas.



Noraver Pastilla x 2

- | | |
|---|--------------------------|
| 1 | Operario de Máquina |
| 2 | Pegar Sello de Seguridad |
| 2 | Empaque en corrugada |
| 2 | Ayudante de línea |
| 7 | |

Figura 5. Propuesta de mejoramiento 1

La línea de empaque queda distribuida de la siguiente manera (véase en la Figura 5):

La máquina estuchadora solo requiere un operario que la maneje y surta el blíster, este mismo es el encargado de verificar la configuración de la balanza dinámica; luego de este proceso, están dos operarios para pegar sello de seguridad, seguido de dos personas para empaque en corrugada y finalmente dos auxiliares de línea para estibar las cajas.

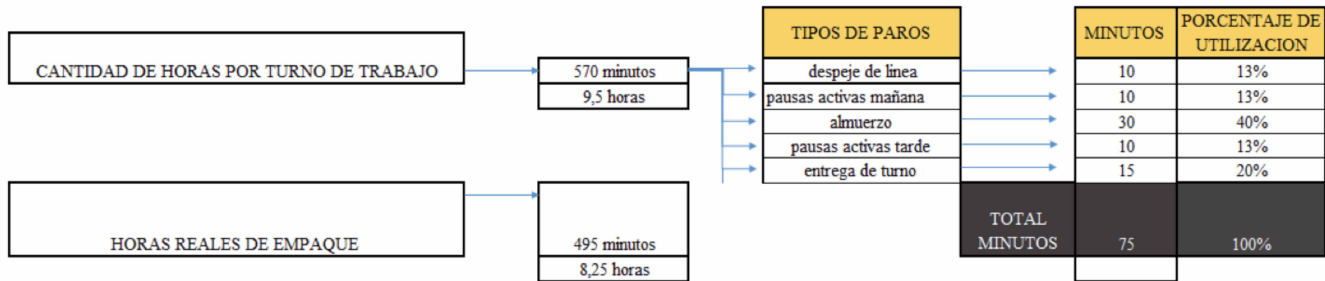
Con esta propuesta se eliminarían los 120 min de paros por saturación en la línea, quedando así un tiempo neto de 8,25 horas para el proceso de

empaque (véase Tabla 6). De acuerdo con lo anterior, la máquina nos permite empaque la totalidad del lote en 4,5 turnos ya que empaque la todo del producto entregado por la máquina envasadora, y tenemos una disminución en la cantidad de operarios requeridos para realizar esta labor con un máximo de 7 personas (velocidad máquina envasadora 36 gol/min para un total de 108 unidades).

216 tabletas/minuto por 60 minutos = 12.960 tabletas por hora.

12.960 tabletas/hora por 8 horas = 103.680 tabletas por turno.

Tabla 6. Distribución de tiempos con mejoras

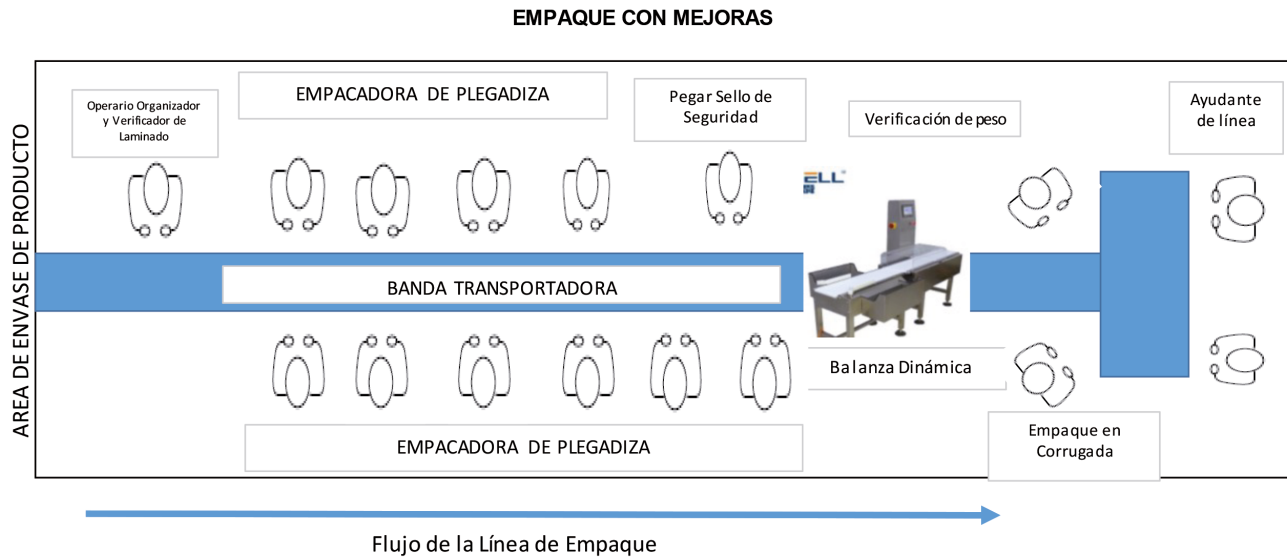


Propuesta de mejoramiento 2

Pensando en la posibilidad que no se adquiriera la máquina estuchadora, se propone una alternativa para la optimización de la línea de empaque. Esta alternativa contempla la modificación del diseño de la plegadiza a semiautomática y la compra de la balanza dinámica para adecuar a la banda

transportadora, así se disminuyen dos personas que pueden pasar para las líneas de efervescentes (en esta área siempre requieren personal).

En el caso de adquirir la balanza la modificación de la línea de empaque quedaría de la siguiente manera:



Noraver Pastilla x 2

- 1 Operario Organizador
- 9 Empaque en plegadiza
- 2 Pegar Sellos de Seguridad
- 2 Empaque en corrugada
- 2 Ayudante de línea

16

Figura 6. Propuesta de mejoramiento 2

En esta propuesta solo saldrían dos personas; uno de los operarios de empaque en corrugada sería el encargado de configurar la balanza.

FASE 4: REALIZAR LA RELACIÓN DE COSTO VS BENEFICIO DEL PROYECTO

Para esta fase se debe tener en cuenta todos aquellos factores que generen valor en el proceso, es decir, que permitan una disminución en costo y generen un beneficio a la compañía.

Recurso humano

Para realizar la relación de costo beneficio de la propuesta de mejora del método aplicado en la actividad pegado de sello de seguridad, se tomaron los tiempos por los dos sellos de una caja determinando así que, con el nuevo método, al

ejecutar 3 cajas a la vez, se logra sellar 20 unidades más que con el método actual.

Se realiza el cálculo de los costos por operario teniendo en cuenta el salario más prestaciones sociales (véase Tabla 7), a partir de este se halló el costo de 1 minuto y 1 segundo (teniendo en cuenta que los tiempos están en segundos). Una vez hallado el costo de mano de obra de este proceso se procedió a multiplicar por el tiempo de un sello por el costo de MO en segundo, así mismo con el tiempo por 2 sellos; adicionalmente se multiplicó el costo de MO de minuto por las unidades por minuto con los sellos pegados. De acuerdo con lo anterior, en la Tabla 22 se puede evidenciar que el costo por caja del método actual vs método propuesto tiene una diferencia de -\$ 1.48 pesos de ahorro por operación. En cuanto unidades, el costo en ahorro es de \$ 2.846 por las unidades por min.

Tabla 7. Diferencia en Costos Sellos de Seguridad

| Costo Operario | \$ | 2,000,000 | | |
|-------------------|-------|----------------|----------------------------|------|
| Costo Hora | \$ | 8,333 | | |
| Costo Min | \$ | 139 | | |
| Costo Segundo | \$ | 2,31 | | |
| Costo Pegar Sello | Costo | Costo por Caja | Costo por Unidades por Min | |
| 1 Caja | \$ | 7 | \$ | 7 |
| 3 Cajas | \$ | 17 | \$ | 6 |
| Diferencia | | | | -\$ |
| | | | | 4.63 |

**Recurso tecnológico
Propuesta 1**

El costo beneficio de la propuesta 1 es la siguiente:

Incremento de unidades empacadas por turno:

El incremento en las unidades empacadas es notablemente visible, ya que se observa una disminución bastante alta en los tiempos de empaque que permiten tener una mayor efectividad del proceso. Unidades empacadas con plegadiza normal 81000 por turno, la totalidad del lote se empaqueta en 6.5 turnos. Unidades empacadas con plegadiza semiautomática 98010 por turno, un incremento del 21% en la producción, esto nos permite empaquetar la totalidad del lote en 5 turnos de producción.

- Disminución del personal de la línea: se debe calcular primero el costo de mano de obra para ver si es viable la adquisición de la máquina estuchadora y cuál sería el tiempo de retorno de la inversión si se realiza.

En la Tabla 8 se puede ver el costo de MO, el cual es calculado con la información suministrada por recursos humanos, donde el costo de un operario de empaque es de \$ 2.000.000 de salario más prestaciones sociales y extralegal. También se sacaron los costos de las máquinas propuestas en la fase anterior, el costo de adquisición es de \$ 100.450.000 pesos, ya que se reubicaron 11 operarios obteniendo así un ahorro mensual de \$22.000.000 para un retorno total de la inversión en un plazo de 4.5 meses.

Tabla 8. Costos vs Beneficio de mano de obra en la Propuesta 1

| Item | Costo Mes |
|------------|------------|
| 7 Personas | 14,000,000 |

| Ahorro por mes | Costo Mes |
|----------------|------------|
| 11 Personas | 22,000,000 |

| Item | Valor Comercial |
|---------------------|-----------------|
| Máquina Estuchadora | 85,750,000 |
| Balanza Dinámica | 14,700,000 |
| Mantenimiento | 1,715,000 |
| Total Maquinaria | 102,165,000 |

| | | |
|------------------------|-----|-------|
| Retorno a la Inversión | 5.0 | Meses |
|------------------------|-----|-------|

Propuesta 2

Teniendo en cuenta que, en la fase anterior, en esta propuesta se sugirió la modificación del diseño de la plegadiza y la adaptación de la balanza dinámica a la banda transportadora para garantizar la precisión del peso del producto. En la Tabla 9 se puede observar el costo de MO, calculado con la información suministrada por recursos humanos, donde el costo de un operario de empaque es de \$ 2.000.000 de salario más prestaciones sociales y extralegal. Asimismo, se calcularon los costos de la balanza dinámica propuesta en la fase anterior, el costo de adquisición es de \$ 14.700.000 pesos, dando un retorno a la inversión en 4 meses.

Tabla 9. Costos vs Beneficio de mano de obra en la Propuesta 2

| Item | Costo Mes |
|-------------|------------|
| 16 Personas | 32,000,000 |

| Ahorro por mes | Costo Mes |
|----------------|-----------|
| 2 Personas | 4,000,000 |

| Item | Valor Comercial |
|------------------|-----------------|
| Balanza Dinámica | 14,700,000 |

| | | |
|------------------------|------|-------|
| Retorno a la Inversión | 4.00 | Meses |
|------------------------|------|-------|

CONCLUSIONES

- Con la identificación de los problemas del proceso se lograron proponer soluciones para optimizar las actividades que presentan mayor coeficiente de variación, a saber: armado de plegadiza con 20%, verificación del laminado 23%, insertar tabletas en plegadiza 11%, pegar sellos de seguridad 22%, verificación de peso 25%.
- El lead time del proceso se encuentra en 2,62min desde el inicio del proceso hasta estibar la corrugada; la actividad con mayor porcentaje es el armado de plegadiza con el 15%.
- Con la identificación de los desperdicios del proceso (mudas) se evidenció que el tiempo de espera es la muda con mayores actividades involucradas con un 35%, seguido de movimientos innecesarios con 32% y mala calidad con 24%.
- También se identificó que el 64% de las actividades generan valor al proceso, mientras que el 36% no generan valor, pero son necesarias para el cumplimiento de los objetivos de empaque.
- Analizando solamente las mudas que no generan valor al proceso pero que son necesarias, evidenciamos que el 33 % tiene tiempo de espera por cuestiones de documentación, el 33% movimientos innecesarios por actividades que deben desarrollar diferentes al proceso y, finalmente, 27% de mala calidad, ya que si la documentación solicitada y verificada no concuerda con el producto a empaquetar puede generar un problema de calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Auflage. (2016). *Goldratt y la Teoría de Restricciones: El Salto Cuántico en Gerencia*. Hardcover: Ibidem.
- Barnes, R.M. (1962). *Estudio de Movimientos y Tiempos*. Madrid: Aguilar.
- Cruelles Ruiz, J.A. (2013). *Ingeniería Industrial. Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua*. Juárez: Alfaomega Grupo Editor SA.
- Lean Manufacturing. (18 de 01 de 2020). Valú Stream Mapping: Qué es, beneficios y cómo realizarlo. Obtenido de <https://leanmanufacturing10.com/vsm-value-stream-mapping>
- S. C. Graves, A. H. G. Rinnooy Kan, P. H. Zipkin. "Handbooks in Operations Research and Management Science". Logistics of Production and Inventory. Elsevier Science Publishers. North Holland. The Netherlands. Vol. 4. 1993. pp. 3-50
- Tecnoquímicas. (10 de 02 de 2019). Metodología de las 5s. Obtenido de <https://www.tqconfiable.com/producto-homeindustrial/gestion-y-control-de-calidad/metodologia-de-las-5s/>
- Lagoy, A. E., & Zúñiga, J. F. (2015). *Ingeniería Industrial. Métodos y tiempos con manufactura ágil*. Buenos Aires: Alfaomega Colombiana.
- Serrano, A. T. (2012). *Control interno y sistema de gestión de calidad*. Lima: Ediciones de la U.
- Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing. Paso a Paso*. Marge Books.
- Hernández Matías, J.C. y Vizán Idoipe, A. (mayo 2013). Lean manufacturing, conceptos, técnicas e implantación. Medio ambiente, industria y energía. Recuperado de <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20730/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>

AUTORES

Diomar Aurora Dorado

Tecnóloga en Producción Industrial UNIAJC.
Aspirante al título de Ingeniero industrial de la UNIAJC. Integrante del semillero Simec. Correo: diomar928@hotmail.com

Julián David Cifuentes

Tecnólogo en Automatización Industrial del Sena.
Aspirante al título de Ingeniero industrial de la UNIAJC. Integrante del semillero Simec. Correo: julian_cifuentes1@hotmail.com

Alexander Lozano

Tecnólogo en Producción Industrial UNIAJC. Aspirante al título de Ingeniero industrial de la UNIAJC. Integrante del semillero Simec. Correo: l.r.alex.19@gmail.com

Carlos Andrés Nieto

Ingeniero Mecánico de la Universidad Autónoma de Occidente, con estudios en automatización, gerencia financiera, MBA en administración con énfasis en gerencia estratégica de la Universidad ICESI. Profesor tiempo completo de la Facultad de Ingeniería en la Institución Universitaria Antonio José Camacho, perteneciente al grupo de investigación Inteligo. Correo: canieto@admon.uniajc.edu.co

50 AÑOS
DE HISTORIAS
FELICES, DE

G
T
E
E
N



COMO TÚ

"En la Camacho realmente descubrí de que soy capaz.

HOY SOY ADMINISTRADORA. SOY UNICAMACHO

Mónica Ordoñez

**Antonio José
Camacho**
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA

50
AÑOS

 WWW.UNIAJC.EDU.CO

 665 2828