

REVISTA CIENTÍFICA

TECNOESCOM

ESCUELA DE COMUNICACIONES MILITARES

Más información:

📍 Facatativá, Calle 5 con carrera 15
✉ admisiones@escom.edu.co
☎ 313 300 3799

📘 Escuela de Comunicaciones Facatativá IES 🐦 escomfacatativa 🌐 www.escom.mil.co



FACATATIVÁ (CUNDINAMARCA)
NOVIEMBRE 2019
VOLUMEN 1
PERIODICIDAD SEMESTRAL
CÓDIGO: ISSN 2711-0761





ESCOM

ESCUELA DE COMUNICACIONES MILITARES

INSTITUCION UNIVERSITARIA



www.escom.mil.co





ESCOM



Teniente Coronel Óscar Mauricio Ortiz Guzmán
Director Escuela de Comunicaciones

Mayor Andrés Felipe Ortiz Palacio
Subdirector Escuela de Comunicaciones

Mayor Juan Carlos Ortíz Pava
Inspector de Estudios

Mayor Samira Andrea Ramos Rodríguez
Oficial Centro de Investigación

Capitán Jorge Andrés Meneses Góngora
Oficial Propiedad Intelectual CEINV

Subteniente Mauricio Alfonso Witingan
Oficial de Investigación

Ms. Adriana González Guerrero
Editora y Correctora de Estilo CEINV - ESCOM

MBA. Javier Enrique Tavera Guzmán
MS. William Alexander Cuevas Carrero
SV. Yeison Yesid Bertel López
Comité Evaluador

SS. Jalil Danilo Avilés Pacheco
CP. John Erley Palacio Salamanca
Comité Técnico

OPS. César Augusto Baquero Mendoza
Diseño, Diagramación y Fotografía

Dirección: Carrera 5 Calle 15 - 00 Barrio Dos Caminos
Teléfonos: 842 2020 - 313 300 3799

“Prohibida su reproducción parcial o total sin autorización del Comité Editorial; las ideas y conceptos expresados en cada uno de los artículos publicados, pertenecen exclusivamente a sus autores y en ningún momento reflejan la postura oficial de la institución. Nos reservamos el derecho de publicar los artículos seleccionados por el Comité Evaluador”.

*Foto portada: prototipo de un vehículo aeroterrestre, elaborado por estudiantes de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones; Melany Abril y Yeferson Barón.

CONTENIDO

EDITORIAL

Director de la Escuela de Comunicaciones
Teniente Coronel Óscar Mauricio Ortiz Guzmán

6

Presentación Centro de Investigación ESCOM

10 años innovando al servicio del Ejército Colombiano.
Adriana B. González Guerrero

8

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Propuesta para la implementación de herramientas de calidad en la mejora continua del proceso de manufactura en dispositivos de telecomunicación.

David Humberto Gómez Corredor

19

Propuesta de implementación de un asistente virtual en la red social de Facebook Messenger para la mejora del servicio de atención al cliente en la ESCOM

Sandra Milena Bustos, Johanna Cantor, Jorge Micán Peña

36

Evolución del robot seguidor de línea en la ESCOM.

Sixto Javier Pérez Portilla

55

Sistema electrocardiográfico portátil orientado al apoyo de unidades militares en el área de operaciones y aplicaciones E-health.

Francisco Leonardo Patarroyo Benavides, Edgar Andrés Hernández García y Sandra Milena Peña de la Cuao.

64

Transición del protocolo IPv4 a IPv6 en la fase 1 de planeación, según MINTIC para la Alcaldía de Mosquera.

Laura Tatiana Rodríguez Moreno, Eduardo Javier Romero Romero y Andrés Aguilera Acosta

72

Métodos de identificación, valoración y análisis de riesgos para el estudio de seguridad física.

Jorge Edwin Parada López

85

Uso de una herramienta web para encontrar vulnerabilidades en plataformas web usando estrategias de Penetration Testing.

Martín E. Albarracín Chinome, Andrés Julián Rodríguez, Nelson A. Eslava

95

Propuesta de actualización tecnológica de la máquina de inspección y control de lámina acrílica en la Empresa FORMAPLAX S.A.S., basado en la Norma Técnica Colombiana – NTC 1282

Jennifer Bulla Muñoz, Freddy Orlando Martínez Bernal

104

PRESENTACIÓN PROYECTO PE-ESCOM

Presentación Proyecto Educativo Escuela de Comunicaciones Militares PE – ESCOM
Javier Enrique Tavera Guzmán

122

Teniente Coronel Óscar Mauricio Ortiz Guzmán

Director Escuela de Comunicaciones



*"Que las aulas se conviertan en laboratorios
y los profesores en investigadores"*

Laurence Stenhouse

Como Director de la Escuela de Comunicaciones Militares, me complace en presentar la Revista de Ciencia y Tecnología, en su volumen N°1, dirigida a estudiantes, profesores, investigadores y profesionales interesados en el conocimiento científico, forjado desde las aulas de formación.

Teniendo en cuenta que los ejes que articulan y sostienen el quehacer académico de una Institución Universitaria, siendo estos investigación-docencia-academia, la ESCOM por intermedio del Centro de Investigación, se encuentra fortaleciendo la formación investigativa de los estudiantes, mediante propuestas que generan innovación tecnológica, a partir del desarrollo de prototipos que solucionan problemas sustanciales de la Fuerza y del Arma, así como los sucedidos en la empresa privada, en las áreas de gestión tecnológica, electrónica, telecomunicaciones e informática.

Esta publicación periódica, tanto digital como física, nueva versión con la que se presenta la Revista de Ciencia y Tecnología del Centro de Investigación ESCOM, expone los resultados de investigaciones, en cuanto al análisis y experimentación, como el producto de un proceso de aprendizaje significativo, que refleja el desarrollo de competencias en los estudiantes de los diferentes programas de pregrado y posgrado, que de igual manera, son resultado de la constante participación de docentes y estudiantes- integrantes de los semilleros- en eventos académicos de Ciencia y Tecnología, en los cuales se socializa la producción de conocimiento aplicado en la Escuela, así como la capacidad de análisis, síntesis, autodirección, trabajo en equipo, uso adecuado de las TIC's, razonamiento crítico y rigor científico, entre otros.

La publicación, presenta temáticas de desarrollo académico, como artículos que aportan valor a los





diferentes contextos de las realidades de nuestra comunidad académica; en ese sentido, se exponen artículos en el ámbito de las comunicaciones militares que contribuyen al quehacer diario de nuestros oficiales suboficiales y soldados, del Ejército Nacional. También se exponen propuestas de mejora en algunas necesidades observadas por estudiantes y profesores de la ESCOM, dentro de la institución. Finalmente, se pueden observar diferentes propuestas hacia la empresa privada, de la cual nuestra comunidad educativa hace parte y quiere aportar desde el conocimiento adquirido y propia experiencia. Con todo esto, hacemos una recopilación de algunos de los tantos productos de conocimiento e investigación que se realiza en la ESCOM, como muestra de la constante investigación que aquí se realiza, para aportar valor a la sociedad, en los diferentes contextos a los que pertenece.

Agradezco a quienes aportaron a la construcción de la presente revista de Ciencia y Tecnología, en su primera edición en versión digital, cuyo contenido es de divulgación científica. Que sea ésta una motivación para quienes continúan su proceso de formación académica, con el fin de promover una cultura investigativa que con el tiempo se transforme en una convicción de la práctica académica, tanto de educadores, como de estudiantes, haciendo de la ESCOM una institución que crece a la vanguardia de los últimos avances en investigación, innovación, desarrollo tecnológico y emprendimiento.

Finalmente, extendiendo la invitación a quienes desean formar parte de esta nueva cultura científica en la Escuela de Comunicaciones Militares, a

que integren alguno de los programas que oferta actualmente: dos programas de pregrado y dos de posgrado, avalados ante el Ministerio de Educación Nacional; en pregrado: Tecnología en Supervisión y Mantenimiento de Sistemas de Comunicación e Informática e Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones; en posgrado: Especialización en Seguridad Física y de la Informática y Especialización en Gerencia Integral en las Telecomunicaciones. Están las aulas de clase a su disposición, para que continúen forjando ciencia, investigación e innovación tecnológica, en beneficio del país y de la sociedad.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN



10 AÑOS
INNOVANDO
AL SERVICIO
DEL EJÉRCITO
COLOMBIANO



Ms. Adriana B. González Guerrero; Adrybetyop767@gmail.com
Centro de Investigación (ESCOM)
Facatativá, Colombia

I. INTRODUCCIÓN

El Centro de Investigación de la Escuela de Comunicaciones, en el año 2019, cumplió 10 años de estar generando conocimiento, innovación, desarrollo tecnológico e investigación, al servicio de la Divisa Naranja y demás Armas del Ejército de Colombia; fue creado como una Unidad adscrita a la Inspección de Estudios de la Escuela de Comunicaciones, el 22 de abril del año 2009, bajo resolución N°002 [1], con el propósito de dedicar su labor a la producción y difusión del conocimiento científico, desarrollo de proyectos de investigación, socialmente relevantes y tecnológicamente pertinentes.

Con respecto a la la creación del CEINV, la resolución [1] afirma que “es una unidad académica... dedicada a la generación y difusión del conocimiento científico, la innovación y desarrollo tecnológico, para el fortalecimiento de la capacidad táctica, operativa y gestión tecnológica, del Arma de comunicaciones” (p.03).

El Centro de Investigación (CEINV), se ubica en instalaciones separadas a las aulas y oficinas de la Escuela de Comunicaciones, a un costado de la vía que va hacia el rancho de tropa; cuenta con sistema de seguridad biométrica para su acceso.

académicos, que den respuesta a las necesidades de la Fuerza y del Arma, desde su contexto institucional.

Así mismo, el CEINV-ESCOM, se proyecta como una unidad académica líder en la investigación al interior de las Fuerzas Militares, con alta capacidad de gestión para la transformación y la generación de avances científico-tecnológicos, en el área de las comunicaciones militares, la Informática, Ciberdefensa, Ciberseguridad y la Electrónica, mediante la aplicación de conocimiento y métodos de investigación innovadores, con alto sentido de responsabilidad social, como principio rector para la construcción y preservación del conocimiento científico que apoye el desarrollo de la Divisa Naranja.

Los objetivos del Centro de Investigación (ESCOM), según la resolución N°002 de creación (2009) [1], son:

- **FORTALECER** los procesos de investigación y desarrollo de proyectos, que permitan el mejoramiento táctico y operativo del Arma.
- **DESARROLLAR** la investigación científica tecnológica al interior de la Escuela de Comunicaciones, como medio para la transferencia, adaptación y generación de tecnologías propias.

El CEINV, define su misión de la siguiente forma: “Contribuir al fomento y desarrollo científico y tecnológico del sector de las comunicaciones militares basados en un alto rigor científico, mediante la aplicación y transferencia, adaptación, generación y apropiación de tecnología y conocimientos que contribuyan a la consolidación de la ley, perfeccionamiento de su doctrina y al avance tecnológico de las mismas” [1].

Es así como esta Dependencia, busca fortalecer la práctica académica, sistemática y permanente de la investigación, con el propósito de incentivar la producción y construcción de conocimiento, a fin de propiciar avances científicos, tecnológicos y

- **IMPLEMENTAR**, procesos de investigación que conduzcan al diseño de prototipos y modelos para la generación de nuevos productos, artefactos y servicios en el área de las comunicaciones militares.

- **APOYAR**, al servicio de consultoría, asistencia técnica, pruebas de calidad y metrología para el sector empresarial y al interior de las unidades militares.

- **DELIMITAR**, las orientaciones, directrices y actividades en el campo investigativo que permitan cristalizar la misión y visión de la Escuela

de Comunicaciones y sus políticas institucionales de investigación acorde con lo señalado en el Estatuto de Investigación [2].

- **PROMOVER**, alianzas y convenios con otros centros de investigación similares, en los ámbitos local y nacional, para adelantar los procesos de cualificación en el área investigativa y la acreditación de los grupos de investigación.
- **PARTICIPAR**, en los procesos académicos

conducentes a crear las condiciones necesarias para la formación y capacitación de los miembros de la comunidad académica de la Escuela de Comunicaciones, en el quehacer investigativo.

-**ARTICULAR**, la investigación y la docencia buscando motivar a los estudiantes, formar nuevos investigadores y fortalecer la capacidad institucional de investigación. (p.4-5)



II. GRUPO DE INVESTIGACIÓN

Grupo de Investigación en Comunicaciones Militares

El proceso de Ciencia y Tecnología ESCOM, desde el año 2007, cuenta con un grupo de investigación denominado “Grupo de Investigación en Comunicaciones Militares-GICMIL”, reconocido con el código COL0053759, asignado por COLCIENCIAS, el cual se encarga de crear conocimiento a partir de resultados teóricos, aplicados y de productos tangibles. La investigación que realiza es de tipo formal,

generando conocimiento riguroso, con proyección a ser impulsado a nivel nacional e internacional en beneficio de la Fuerza y la sociedad en general. Las áreas de conocimiento son: Electrónica, Telecomunicaciones e Informática.

Actualmente, el Grupo GICMIL, se encuentra categorizado en C, según la convocatoria **833 de 2018**.

Fig. 2. GICMIL

No.	Sigla Grupo	Nombre Grupo	Código Asignación	Año de Creación
1	GICMIL	GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN COMUNICACIONES MILITARES.	COL0053759	2007

Fuente: elaboración propia

III. SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN

El Consejo Académico ESCOM, ha aprobado cuatro semilleros de investigación, los cuales están vigentes y generando semestralmente, conocimiento [3]:

A. SEMILLERO WTE - Work Team Electronic's

El semillero de investigación Work Team Electronic's Escom, es un equipo de trabajo que fortalece los conocimientos de los alumnos en un ámbito competitivo y exigente, para complementar su vida profesional donde se desarrollan las funciones investigativas, administrativas y técnicas desde la electrónica, tecnologías de la información y comunicaciones para potencializar el talento de quienes lo conforman, promoviendo la responsabilidad.

(Misión semillero)

Fig. 3. Logo Work Team Electronic's



Fuente: Líder e Integrantes semillero WTE

El semillero se encuentra enmarcado de acuerdo con la línea de Investigación en Sistemas Electrónicos, y se ha propuesto promover actividades, como el “Día de la Ciencia, la Tecnología y la Cultura”, en la Escuela de Comunicaciones, organizado anualmente por sus integrantes, quienes realizan concursos de robótica (drones, seguidores de línea, sumo y minisumo) entre distintas universidades. Así mismo, ha participado en eventos de robótica a nivel nacional, ocupando los primeros puestos, entre reconocidas Instituciones de Educación Superior del país, con la posibilidad de participar en torneos de carácter internacional.

B. SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN EN VEHÍCULOS AÉREOS REMOTAMENTE TRIPULADOS

Este semillero tiene como finalidad, desarrollar estudios de vehículos aéreos remotamente tripulados VRT (DRONES), iniciando desde su diseño, para mejorar la autonomía de vuelo, y adaptación de paneles solares como alternativa desde el punto de energía para los prototipos.

Igualmente, ha implementado tecnología de vanguardia, como lo son las impresoras 3D para la realización de las piezas mecánicas de los drones, incorporación de materiales alternativos, fabricación de piezas, con el propósito de minimizar el costo por adquirirlas, en el mercado industrial de Drones.

Por último, ha participado en diversos eventos científicos, académicos y de innovación tecnológica a

Fig. 4. Logo SIVRT



Fuente: Líder e Integrantes semillero SIVRT

nivel nacional y ha dado a conocer las investigaciones tecnológicas de la ESCOM a través de simposios, conferencias, talleres, ponencias y seminarios taller. (Plan de trabajo semillero SIVRT). De igual forma, ha participado en competencias nacionales, obteniendo los primeros lugares.

C. SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN EN TELECOMUNICACIONES

El semillero tiene como propósito, profundizar en las Telecomunicaciones en sus áreas de desarrollo y conocimiento dentro de la formación académica que se brinda en los diferentes programas que oferta la Escuela de Comunicaciones, para generar profundización y mejoramiento constante en ámbitos competitivos, de investigación y desarrollo de tecnologías con fines educativos.

Fig. 5. Logo SITEL



Fuente: Líder e Integrantes semillero SITEL

Así mismo, SITEL busca fortalecer los conocimientos de alumnos y docentes en el ámbito de una tecnología en constante mejoramiento y cambio, para que ellos estén actualizados en “sistemas de comunicación y seguridad”.

Igualmente, busca complementar la vida profesional de los estudiantes, a partir del desarrollo de las funciones investigativas, administrativas y técnicas, desde la electrónica y las telecomunicaciones, para potencializar el talento de quienes lo conforman, promoviendo la responsabilidad, autonomía, trabajo en equipo y la creatividad. Ha participado en ponencias nacionales e internacionales, con proyectos enmarcados en la Línea de Investigación en Telecomunicaciones y sometido artículos científicos a revistas indexadas, durante el segundo semestre del año 2019.

D. SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN EN GESTIÓN TECNOLÓGICA PARA LA COMPETITIVIDAD

El semillero de investigación SIGTEC – Semillero de Investigación en Gestión Tecnológica y para la Competitividad– de la Escuela de Comunicaciones, permite la generación de espacios investigativos entre los estudiantes y docentes de Administración de Empresas en Telecomunicaciones, en donde se implementen diferentes herramientas empresariales como lo son TOGAF, la metodología ITIL, COBIT, PRINCE,

entre otras, para el fortalecimiento y mejoramiento de los procesos organizacionales, que les permitan estar a la vanguardia en el marco de las TIC. Ha participado en ponencias nacionales, dejando en alto el nombre de la Escuela, ante las demás instituciones universitarias participantes.

Fig. 6. Logo SIGTEC



Fuente: Líder e Integrantes semillero SIGTEC



IV. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN ESCOM

El Centro de Investigación de la Escuela de Comunicaciones comprende cuatro líneas de investigación, aprobadas en Consejo Académico, según Resolución N° 007 del 23 de agosto del año 2017 [4]:

Estas líneas cumplen con la función de integrar actividades y proyectos de investigación que se generan para atender un conjunto amplio de problemas en el área de operaciones militares, cuyo tratamiento exige mayor continuidad; así mismo, coordina las capacidades de investigación y consecuentemente, mayores resultados e impactos. A continuación, se mencionan estos núcleos:

A. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN SISTEMAS ELECTRÓNICOS

Esta línea tiene como finalidad, analizar, identificar, diseñar, desarrollar, modelar, caracterizar, implementar, interconectar, operar, integrar, mantener, instalar, administrar e innovar en tecnologías adecuadas a las ramas de la electrónica y la electricidad, con el fin de resolver problemas y necesidades tendientes a mejorar procesos energéticos, industriales, de comunicación, monitoreo y defensa, entre otros, propendiendo de manera implícita y explícita el desarrollo del espíritu científico y crítico en las tareas investigativas en pro de las Fuerzas Militares y de la Nación [4].

B. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN TELECOMUNICACIONES

Su propósito es diseñar y desarrollar sistemas relacionados con la transmisión, recepción, procesamiento y almacenamiento de información en medios alámbricos e inalámbricos que permitan dar solución a problemas y/o necesidades propios de las Fuerzas Militares y la Nación, en materia de comunicaciones de alta eficiencia en el entorno del campo de operaciones o a nivel civil [4].

C. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN SEGURIDAD Y DEFENSA

Su objetivo principal, consiste en fortalecer la Institucionalidad y el bienestar del sector seguridad y defensa nacional en las infraestructuras críticas de las Fuerzas Militares y de la Nación, mediante la investigación, el desarrollo, la innovación, la adquisición y/o adaptación técnica y tecnológica, que permita una mayor transformación en las capacidades militares tanto en defensa como ataque al interior del territorio colombiano como de sus fronteras, garantizando con ello la prosperidad democrática y el progreso nacional[4].

D. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN CIBERDEFENSA Y CIBERSEGURIDAD

Por último, esta línea busca desarrollar las habilidades y capacidades de ciberdefensa y ciberseguridad ante eventuales ataques a la infraestructura informática, telemática y telecomunicaciones del Estado y la Fuerza Militar, creando el ambiente y las condiciones propicias para brindar protección de la información en el ciberespacio [4].

Fig. 7. Prototipos- CEINV



Fuente: Archivo fotográfico CEINV

V. PATENTES CEINV-ESCOM

Actualmente, el Centro de Investigación ha adquirido cuatro patentes, a saber:

A. TRES PATENTES POR MODELO DE UTILIDAD:

Fig. 8. Consola Interfaz



1. DISPOSITIVO INTERFAZ QUE PERMITE LA COMUNICACIÓN ENTRE EQUIPOS RADIOTRANSMISORES QUE OPERAN A DISTINTAS FRECUENCIAS.

Fuente: Documento institucional CEINV

El diseño e implementación de la consola para realizar una interface entre los equipos de radio utilizados por el Ejército Nacional, soluciona la necesidad de otorgar maniobrabilidad y utilidad a los equipos de radio, teniendo en cuenta que estos trabajan de forma manual e individual.

Este diseño consiste en un sistema embebido que intercomunica los radios PRC-930, PRC-6020 (de Tadiran), XTS-2250 (de Motorola) y un equipo de telefonía móvil, mediante una tarjeta interfaz que integra la parte análoga digital.

Fig. 9. Acumulador de energía eléctrica Con puntos de soldadura en frío



ACUMULADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA EL CUAL TIENE CONTACTOS INTERNOS FUSIONADOS CON PUNTOS DE SOLDADURA EN FRÍO.

Fuente: Documento institucional CEINV

La finalidad de la invención, es la solución de fallas o errores que presentan las baterías para equipos de comunicación PRC730-PRC930, caracterizadas por presentar un ajuste a los pines del equipo, debido al vacío dejado por el empuje de la batería de radio, lo que produce, entre otras, un rompimiento de estos o de los del equipo, así como daños a la tarjeta de conexión al conectar la batería de manera invertida. De otra parte, en ciertas condiciones ambientales presentan sulfatación.

El modelo de utilidad, resuelve las fallencias mencionadas, cubriendo calidad, duración, resistencia, empuje con el equipo, conductividad. Con el nuevo diseño del acumulador eléctrico BRD 1207 EJC, el Ejército Nacional inició la producción de baterías para radios de esta referencia, generando una capacidad al Batallón de Mantenimiento de Comunicaciones y reducción de gastos e inversión al Ejército Nacional, por la compra de estos elementos a terceros, además de una mejora significativa en la eficiencia eléctrica de los radios PRC730.

EL FIN DE LA CIENCIA ESPECULATIVA ES LA VERDAD, Y EL FIN DE LA CIENCIA PRÁCTICA ES LA ACCIÓN.

Aristóteles

Fig. 10. Acumulador eléctrico para radios multibanda



Fuente: Documento institucional CEINV

B. PATENTE POR MODELO DE INVENCION

Fig. 11. SIANEX



Fuente: Documento institucional CEINV



El objetivo principal del Sistema Antiexplosivos, es diseñar un sistema electrónico, integrado por un kit de herramientas básicas e introducir nuevas presentaciones para ser empleado por los técnicos antiexplosivos de los grupos MARTE y/o compuesto por; detonadores eléctricos, voltímetro, temporizadores.

El proyecto en mención, se ha empleado para la toma de decisiones, en la detonación controlada de cargas huecas; es un sistema integrado para la medición de variables, como es voltaje y resistencia teniendo en cuenta el rango en que se encuentra y además de esto, activar cargas explosivas por medio de temporizadores y un circuito elevador de voltaje.

VI. PROYECTOS DESTACADOS

BLOQUEADOR PORTÁTIL DE ALARMAS VEHICULARES, PARA EVITAR LA ACTIVACIÓN DE ARTEFACTOS EXPLOSIVOS IMPROVISADOS

Fig. 12. Proyecto Bloqueador portátil de alarmas vehiculares



Fuente: Archivo fotográfico CEINV

SISTEMA ANTIEXPLOSIVOS ELECTRÓNICO INTEGRADO "SIANEX"

Fig. 13. Proyecto Espacios en blanco.



Fuente: Archivo fotográfico CEINV

Fig. 14. Proyecto Sistema de Alimentación Mixto



Fuente: Archivo fotográfico CEINV

CONTROL CANINO A DISTANCIA, EMPLEANDO AUDIO Y VIDEO

Fig. 15. Proyecto Guía canino



Fuente: Archivo fotográfico CEINV

EMISORA MÓVIL TÁCTICA EN FM DE 80W

Fig. 15. Proyecto Guía canino



Fuente: Archivo fotográfico CEINV

VII. LÍNEA DE PROTOTIPADO

El Centro de investigación, ha sido equipado con una línea de prototipado, que tiene como función, realizar procesos de diseño de circuitos (CNC) y montaje superficial de componentes electrónicos (Pick and Place); así mismo, el proceso de galvanoplastia para realizar conexiones entre capas (Quick Plate); por otro lado, se cuenta con el horno infrarrojo T-962 A, que se utiliza para el proceso de soldadura automático en circuitos electrónicos. La Quick Press, equipo que también forma parte de esta línea, ofrece una tecnología multicapa FR4, que obtiene la miniaturización de circuitos y componentes electrónicos, ofreciendo la construcción de varias capas aisladas entre ellas, en forma vertical[5].

Igualmente, la impresora 3D, es uno de los avances tecnológicos más relevantes del mercado; con esta, se pueden realizar copias de un elemento; con el escáner 3D, se puede digitalizar cualquier tipo de pieza que se requiera en el desarrollo de prototipos o sistemas. Por último, se cuenta con el equipo denominado Quick CircuitSystem, que permite realizar una conexión entre componentes electrónicos y prototipos de circuitos de una forma rápida [5].

Fig. 15. Línea de prototipado

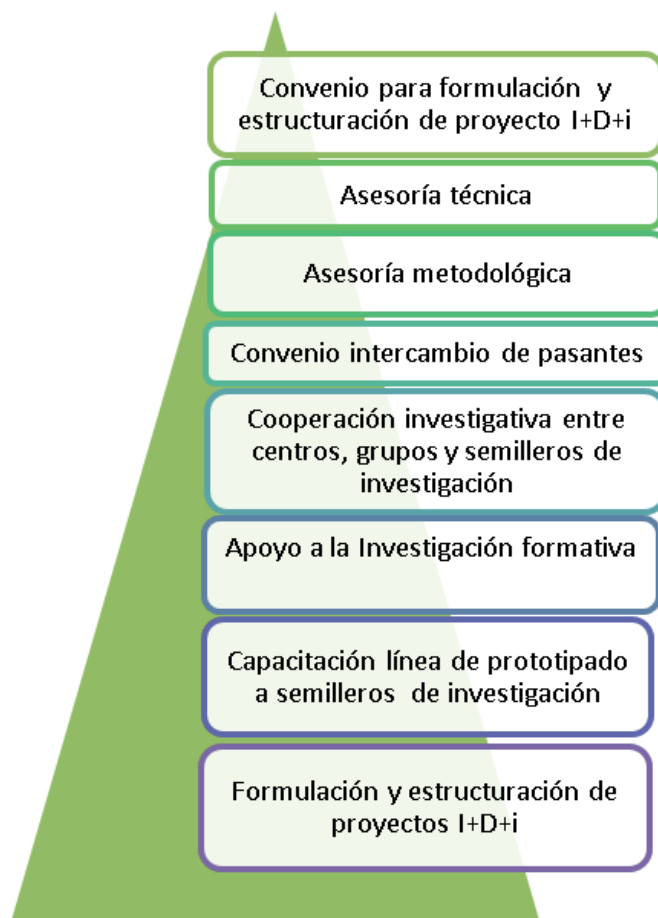


Fuente: Archivo fotográfico CEINV

VIII. SERVICIOS QUE OFRECE EL CEINV

Actualmente, el Centro de Investigación presta los siguientes servicios a la ESCOM y otras unidades de la Fuerza, en el área de Comunicaciones [6], según se refleja en la figura 16:

Fig. 16. Servicios que presta el Centro de Investigación



Fuente: Egresados ESCOM [6]

IX. REFERENCIAS

[1]Escuela de Comunicaciones [ESCOM]. Resolución de creación Centro de Investigación. Documento institucional. Facatativá, Colombia. 22 de abril de 2009.

[2]Escuela de Comunicaciones [ESCOM] Estatuto de Investigación. Documento institucional. Facatativá, Colombia. Junio 04 de 2019.

[3] Escuela de Comunicaciones [ESCOM] Acuerdo semillero de investigación. Documento institucional, Facatativá, Colombia. Febrero 26 de 2018.

[4]Escuela de Comunicaciones [ESCOM]. Resolución Establecimiento Líneas de Investigación ESCOM. Facatativá, Colombia. Número 007 del 23 de agosto, 2017.

[5]González, A. Propuesta de una PMO para la Escuela de Comunicaciones Militares, en Facatativá, Cundinamarca (Colombia). Trabajo de Investigación para la ESCOM. 2018.

[6]Hernández, J; Martínez; Gutiérrez, N. Estudio de una estrategia para que el Centro de Investigación de la Escuela de Comunicaciones Militares sea más visible al interior de la Fuerza. (Trabajo de grado para optar el título de Especialista en Gerencia Integral de las Telecomunicaciones). Escuela de Comunicaciones Militares, Facatativá, Cundinamarca, Colombia,2017.



PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE CALIDAD EN LA MEJORA CONTINUA DEL PROCESO DE MANUFACTURA EN DISPOSITIVOS DE TELECOMUNICACIÓN

Ing. David Humberto Gómez Corredor; davidhto@gmail.com
Analista contable, de cartera y gestión de control interno.

RESUMEN

En este artículo se presenta una propuesta para reducir en gran medida el nivel de desperfectos en la línea de producción de una empresa, cuyo principal sector es la manufactura; se acudió principalmente a la disciplina de ingeniería de calidad, en cuanto a la aplicación de herramientas estadísticas de control, haciendo un direccionamiento hacia el campo de las telecomunicaciones, por medio de un ejemplo práctico sobre el proceso de producción y ensamble de transmisores de radiofrecuencias.

Palabras clave – Control, estadística, gestión de calidad, mejora continua, producción, variables.

Abstract - This article presents a proposal to greatly reduce the level of damage in a production line of a company whose main sector is manufacturing, mainly by going to the discipline of quality engineering in the application of statistical tools for control; making an address to the field of telecommunications through a practical example of the process of production and assembly of radio frequency transmitters.

Keywords - Control, continuous improvement, quality management, production, statistics, variables.

I. INTRODUCCIÓN

En el presente artículo, se exponen problemas que se presentan muy frecuentemente en el ámbito de manufactura, evidenciados en la obtención de productos con características de no conformidad, que en el mejor de los casos son detectadas al interior de la compañía; sin embargo, de no hacerse un control interno exhaustivo en la producción, los usuarios presentarían quejas, con la posibilidad de ocasionar crisis de carácter financiero, de recurso humano, así como de materias primas y propiedad intelectual, entre otras, lo cual desembocaría en la salida inminente del mercado, con mínimas posibilidades de surgir en un entorno tan competitivo como el que se frecuente hoy en día.

Asimismo, se abordan estrategias direccionadas hacia el campo de las telecomunicaciones, que son útiles para no caer en el común denominador de no saber qué hacer cuando un proceso está fuera de control, sino que, por el contrario, los problemas (debidos a la mala gestión de calidad) puedan ser afrontados satisfactoriamente por medio de algoritmos, en su mayoría estadísticos, que al estar sustentados matemáticamente brindan un nivel

de seguridad mucho mayor que apreciaciones de carácter subjetivo.

La ingeniería de calidad en procesos de manufactura

Las empresas que se desenvuelven en el campo manufacturero, siempre están expuestas a todo tipo de errores y fallos: ya sea de carácter humano, técnico (máquinas con las que operan), o por factores externos, como el clima.

Sin embargo, existen algoritmos que permiten controlar todas estas situaciones basándose en el principio de la **mejora continua**. Es por ello que se presenta una propuesta que reúne una serie de pasos a seguir, para controlar y medir estos sucesos en todo momento. Para efectos de facilidad de comprensión, a continuación, se presenta el procedimiento a ejecutar por medio de un ejemplo práctico, que simule la situación que podría suceder en una empresa con las características anteriormente mencionadas:

II. PROCEDIMIENTO

A. Levantamiento de datos

En este punto inicial del proceso, es recomendable acudir a las hojas de chequeo [1][2][3][4] solicitando los datos históricos de producción respecto a diversas variables de fabricación implicadas en el proceso correspondientes a un periodo de estudio prudente. Un ejemplo de modelo, se evidencia en la Tabla I, donde se seleccionó el producto transmisor portátil Ref: Xf-500, en el cual se estudiaron las características de calidad que allí se observan.⁷

Tabla I. Modelo de hoja de chequeo para levantamiento de datos

Hoja de verificación: <i>Transmisor portátil xf-500</i>	
DEPARTAMENTO: Producción	FUNCIONARIO: Ricardo Menece
PROCESO: Línea de ensamblaje de dispositivos de telecomunicaciones.	PRODUCTO: Transmisor de radiofrecuencias portátil. Ref.: xf-500
CARGO: Supervisor de calidad	FECHA INICIAL: 05/01/2017 FECHA FINAL: 05/01/2017
Cuento de imperfecciones	
Tipo de defecto	Frecuencia
Volúmen fuera de especificación	-
Peso desfasado	- -
Funcionalidad <i>llamado de emerg.</i>	
Agrietamiento	
Altavoces con averías	-
Pantalla con fallas	- - -
Anormalidades en cambios de canal	- - -
Relación de proporciones de defecto	

Fuente: *Elaboración propia*



Enseguida, es indispensable recurrir a identificaciones que sean de fácil comprensión, como la estrategia del semáforo, en donde el rojo advierte una situación que representa un inminente descontrol, el amarillo una señal de precaución, para implementación de mejoras, y el verde una situación ideal (que en ningún momento debe descuidarse); esto se consigue mediante una relación de proporciones de defecto, evidenciada en la tabla II.

Tabla II. Relación de proporciones de defecto

Relación de proporciones de defecto		
Tipo de defecto	Proporción	Estado de alerta
Volúmen fuera de especificación	7%	
Peso desfasado	14%	
Funcionalidad <i>llamado de emergencia</i>	4%	
Agrietamiento	3%	
Altavoces con averías	8%	
Pantalla con fallas	20%	
Anormalidades en cambios de canal	18%	

ELABORÓ: Ricardo Meneceles REVISÓ: Linda Carrillo (Directora d

Fuente: Elaboración propia

Es momento de calcular el promedio de las proporciones (en porcentaje), sobre desperfectos por tipo de defecto, como se muestra en la Tabla V; aunque en teoría existe una hoja de chequeo por cada día de producción, es aceptable tomar solo algunas de ellas de manera aleatoria y en buena cantidad, esperando que, al ser muestras producto del azar, representen en buena medida, los datos poblacionales referentes a las variables de interés sobre la característica de calidad a evaluar.

De la misma forma, al ordenar los factores críticos de imperfección (siendo 1 el de mayor cuidado y 7 el de menor atención), se obtiene lo siguiente:

Tabla III. Ordenamiento de factores críticos de imperfección por orden de prioridad

Ordenamiento de tipos de defecto	
Tipo de defecto	Prioridad
Volúmen fuera de especificación	5
Peso desfasado	1
Funcionalidad <i>llamado de emerg.</i>	7
Agrietamiento	3
Altavoces con averías	4
Pantalla con fallas	2
Anormalidades en cambios de canal	6

Fuente: Elaboración propia

B. Diagrama de Pareto

El siguiente paso, consiste en realizar un diagrama de Pareto que permita identificar los principales factores que están ocasionando el 80% de las imperfecciones y al mismo tiempo, atribuir el 20% a otras causas no trascendentales analizadas [5]. No obstante, para realizar este procedimiento, se requiere primero conocer la frecuencia con la que se presenta cada tipo de defecto; sin embargo, como no se va a analizar cada hoja de verificación, sino su estado general, se puede hallar un promedio de las frecuencias por tipo de defecto entre las hojas de verificación tomadas aleatoriamente. De esta manera, se obtienen los siguientes puntajes:

Tabla IV-a. Promedio de frecuencias con que se presenta cada tipo de defecto

Tipo de defecto	P.U.D
Peso desfasado	20,57
Pantalla con fallas	11,00
Agrietamiento	9,57
Altavoces con averías	9,43
Volúmen fuera de especificación	8,29
Anormalidades en cambios de canal	7,86
Funcionalidad <i>llamado de emerg.</i>	4,29

Fuente: Elaboración propia

*P.U.D. Hace referencia al Promedio de Unidades Defectuosas

A continuación, se procede a ordenar los datos de mayor a menor según el promedio de unidades defectuosas; luego se calcula el porcentaje que representa cada uno de estos, con respecto al total y finalmente, se halla el porcentaje acumulado.

Tabla IV-b. Promedio de frecuencias con que se presenta cada tipo de defecto (porcentajes para diagrama de Pareto)

Tipo de defecto	P.U.D	%	% Acum.
Peso desfasado	20,57	29%	29%
Pantalla con fallas	11,00	15%	44%
Agrietamiento	9,57	13%	58%
Altavoces con averías	9,43	13%	71%
Volúmen fuera de especificación	8,29	12%	83%
Anormalidades en cambios de canal	7,86	11%	94%
Funcionalidad <i>llamado de emerg.</i>	4,29	6%	100%
Total	71,00	100%	

Fuente: Elaboración propia

En la figura 1, se observa con mayor detalle, el diagrama de Pareto correspondiente a esta distribución; al efectuarse un análisis del mismo, es posible afirmar que las tres causas de mayor incidencia en desperfectos del producto, son: peso desfasado, pantalla con fallas y el agrietamiento. Lo anterior se infiere, debido a que éstas son las causas que presentan mayor frecuencia en cuanto a piezas terminadas fuera de especificación, por lo que las proporciones que representan en relación con el total, son las mayores en ese orden respectivamente (29%, 15% y 13%). Por tal razón, se pueden considerar atribuibles al 80% del problema.

Tabla V. Promedios de proporciones de desperfectos por defecto

Promedios de proporciones					
Tipo de defecto	Promedio	Alerta	Prioridad	P. (%)	
Volumen fuera de especificación	8,29%		5	[7,15]%	
Peso desfasado	20,57%		1	(15,100]%	
Funcionalidad llamado de emerg.	4,29%		7		
Agrietamiento	9,57%		4		
Altavoces con averías	9,43%		2		
Pantalla con fallas	11,00%		3		
Anormalidades en cambios de canal	7,86%		6		

Fuente: Elaboración propia

De la misma manera, se puede observar que la acumulación de estos porcentajes o proporciones representan la mayor parte del área sobre la curva del porcentaje acumulado, que se genera por los bajos porcentajes acumulados en esta zona: 29%, 44% y 58% respectivamente; es por esto, que se debe ampliar el área por encima de la curva (lo cual implica disminuir su área por debajo) ejecutando planes de mejora o acciones correctivas en estos tres casos principales, es decir, si se logra optimizar esta región superior, se podrá decir que el problema de las imperfecciones se estará abordando correctamente y podría disminuirse en gran proporción [6].

Por otra parte, los altavoces con averías, el volumen fuera de especificación, las anomalías en cambios de canal y la no funcionalidad de la característica llamado de emergencia, parecen no influir significativamente en el inconveniente principal, aunque sí son responsables del 20% (aproximadamente) de los daños.

A partir de lo anterior, los procedimientos estadísticos a aplicar, se deberían centrar en torno a los tres ítems que están generando el mayor descontrol, ya que la disminución en su impacto ocasionaría una reducción bastante alta del problema presentado. Es importante aclarar, que el tener en cuenta las demás causas, incidiría en la mejora del inconveniente; pero en el presente apartado no se van a analizar, por cuanto no son agentes principales del asunto a tratar; igualmente, su mejora supondría un mayor gasto para la empresa, lo cual no es conveniente. Por el contrario, entorpecería la tarea consistente en la optimización del capital propio.

Una vez detectadas las causas principales del problema, es momento de hacer todo un estudio estadístico para cada una de ellas; sin embargo, por motivos de practicidad, es este documento se hará el despliegue teórico solamente para una de ellas (peso desfasado), entendiéndose que debe seguirse un procedimiento análogo para las demás.

C-. Distribución de frecuencia de datos históricos (histograma) para la característica peso desfasado.

Se selecciona una muestra de tantos datos históricos; generalmente se recomienda que ésta sea mayor a treinta (30), ya que de esta forma se puede estimar, que se está simulando el comportamiento del lote o conjunto poblacional completo.

Luego, si para efectos de este ejemplo se establece que el área de calidad ha determinado que la



variabilidad en el peso del transmisor se debe principalmente al módulo receptor que lo conforma, al hacer la toma de datos se llega a la información contenida en la Tabla VI.

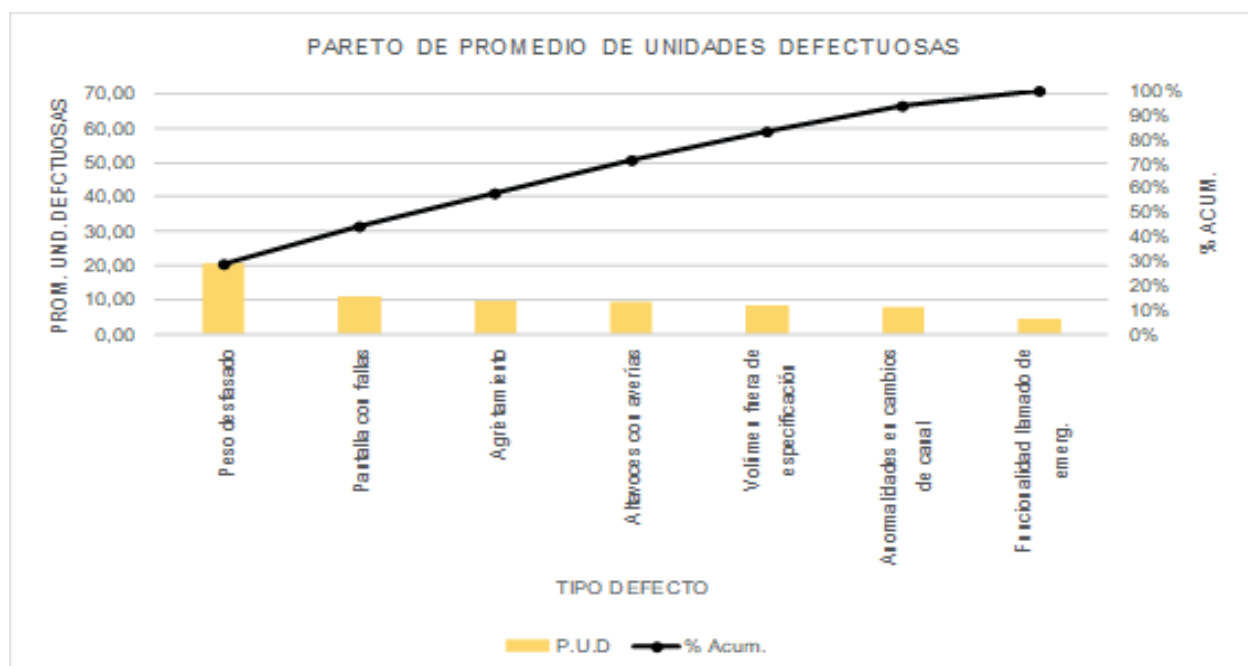
Tabla VI. Datos muestrales de peso (en gramos) para una muestra de 100 transmisores

PESO DE MÓDULO RECEPTOR [gr]				
47,76	47,40	50,96	51,96	48,88
48,33	48,09	50,96	50,97	48,88
47,82	48,74	51,98	51,99	50,88
46,02	48,23	50,99	50,97	50,90
47,52	46,14	51,99	51,99	49,86
48,64	47,37	50,97	50,98	49,89
46,10	47,12	51,99	51,99	49,92
48,50	46,12	50,99	50,99	50,94
48,20	47,42	50,99	51,97	48,85
48,54	47,50	51,97	50,97	50,95
48,95	50,94	49,87	49,87	48,87
50,88	48,91	50,91	50,87	48,92
49,93	49,85	48,92	48,94	50,94
50,95	49,86	49,92	49,87	49,88
50,90	48,92	48,87	50,85	48,92
50,87	48,89	48,86	48,89	49,86
49,93	50,95	49,86	50,94	48,91
49,89	49,88	48,90	48,95	48,92
50,89	49,93	49,89	48,89	48,89
49,91	49,94	50,86	49,87	49,94

Fuente: Elaboración propia



Fig. 1. Diagrama de Pareto correspondiente a las principales causas de desperfectos en unidades termina-



Fuente: Elaboración propia

Nota: Los datos de la tabla VI, han sido tomados como muestras unitarias de 100 lotes distintos, por lo que esta información **está agrupada** por lotes (1 unidad de cada uno). La razón por la cual se efectúa este procedimiento, es facilitar la aplicación de las cartas de control más adelante.

La teoría de elaboración de un histograma de frecuencias se deja en manos del lector, pues es una herramienta estadística de uso común que se puede encontrar fácilmente en la literatura; en este archivo, se explicará la interpretación de los resultados más allá de ese tipo de conceptos. (Ver fig. III)

Análisis: Al observar la figura III, se puede inferir que la distribución de los datos es bastante inestable y no se acomoda a la distribución normal de la campana de Gauss de una manera natural; esto no es más que un indicativo de que el proceso está fuera de control para la variable peso; al mismo tiempo, esto se corresponde con el cálculo de los indicadores de curtosis y asimetría, los cuales se estudiarán a continuación:

1-. Curtosis

Esta se emplea como medio de definición de la altura, concentración y forma de la agrupación de los datos de la muestra [7], atendiendo al siguiente postulado:

Si la curtosis es igual a 3, significa que la distribución es mesocúrtica o “normal” (semejante a la campana de Gauss), si por el contrario es menor que 3, será una distribución platicúrtica o “achatada” y por último, si es mayor a 3, se tendrá una distribución leptocúrtica o “picuda” (semejante a una campana de Gauss pero con una cresta más pronunciada) [8].

debería arrojar una distribución platicúrtica (habiendo observado la figura III), a saber:

$$c = \frac{\sum_{i=1}^k (m_i - \bar{X})^4}{nS} = \frac{1026,6644}{100 * 1,4608} = 2,2547$$

Ecuación 1. Ecuación y cálculo de la curtosis

Donde c es la curtosis, m_i es la marca de clase, \bar{x} es la media aritmética de los datos, n es la totalidad de datos y S la desviación estándar de los mismos.

En efecto, es notorio que el postulado de forma de distribución se corresponde con el cálculo, pues

la curtosis resultó ser menor que 3, por lo que tiene una forma achatada (platicúrtica).

2-. Asimetría

Se emplea para conocer el grado de simetría que existe entre los datos de la muestra [7]. Se define como:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^k [f_i(m_i - \bar{X})^3]}{nS} = \frac{-131,8208}{100 * 1,4608} = -0,4229$$

Ecuación 2. Ecuación y cálculo de la asimetría

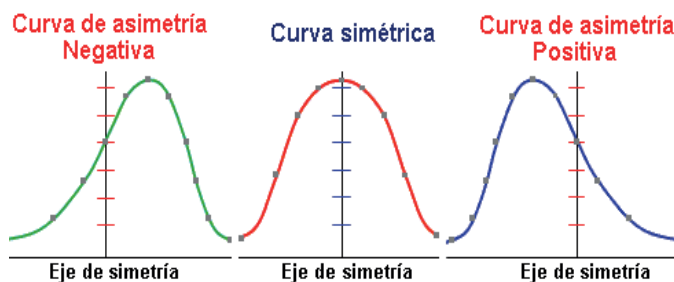
Donde a es la asimetría, f_i es la frecuencia de cada clase y el resto de variables ya se aclararon anteriormente.

Este indicador también posee un postulado que reza lo siguiente:

Si la asimetría es igual a cero, quiere decir que la distribución de datos es totalmente simétrica, pero si es menor que cero, esta será negativamente simétrica; caso contrario, si resulta ser mayor a cero, la distribución se caracterizará por ser positivamente simétrica [8].

Para entender mejor este concepto ver la Figura II.

Fig. 2. Ejemplificación de simetrías



Fuente: SPSS base de datos, [En línea]: <http://www.spssfree.com>

Analizar que esto se corresponde con el valor obtenido, el cual es negativo, y al detallar el histograma de la figura III, la mayoría de datos están hacia la derecha del eje de simetría (que en este caso es la media aritmética), luego, esto encaja a perfectamente con una distribución simétrica negativa.

D-. Análisis de probabilidad

Para el investigador es de gran ayuda conocer la probabilidad en una muestra dada (en este caso de 100 unidades), haya x cantidad de piezas terminadas con su peso desfasado, ya sea por encima o por debajo; y es que, el cálculo no es general para los dos casos, sino que se debe tener en cuenta la probabilidad de pasarse por encima y la probabilidad de pasarse por debajo, de manera individual. Para ello se hace lo siguiente:

Es conveniente valerse de los límites especificados por la empresa (límite inferior especificado (LIE) y límite superior especificado (LSE), que pueden observarse en la figura III) y no de los límites estadísticos de la distribución de datos, ya que son los primeros que reflejan la **necesidad real de la empresa** [9]. De igual manera, se debe verificar que los límites especificados son umbrales que la empresa fija de acuerdo con sus convicciones y directivas internas y no resultan de procedimientos matemáticos, como en el caso de los límites estadísticos (LI y LS, Fig. III).

De lo realizado en la sección C-., es posible fijarse en el hecho de que, si bien los datos no se ajustan a una distribución de datos tipo *normal*, esto no se debe a la naturaleza del proceso, sino al descontrol inminente dentro de la empresa. Lo que sí es rescatable, es que la teoría de construcción del histograma está basada en una distribución *normal* y es por eso que el despliegue teórico que se enseñará enseguida, debe hacerse bajo estos mismos supuestos [10].

1-. Para la probabilidad de obtener un peso módulo receptor por debajo del límite especificado por la empresa en una muestra de 100 unidades:

Se calcula el estadístico z característico de esta distribución estadística, así:

$$Z_{INF} = \frac{L_{INF.ESP.} - \bar{X}}{S}$$

Ecuación 3. Parámetro z inferior

Donde:

ZINF Es el parámetro z correspondiente a la acción de cálculo de probabilidad por debajo del límite inferior especificado.

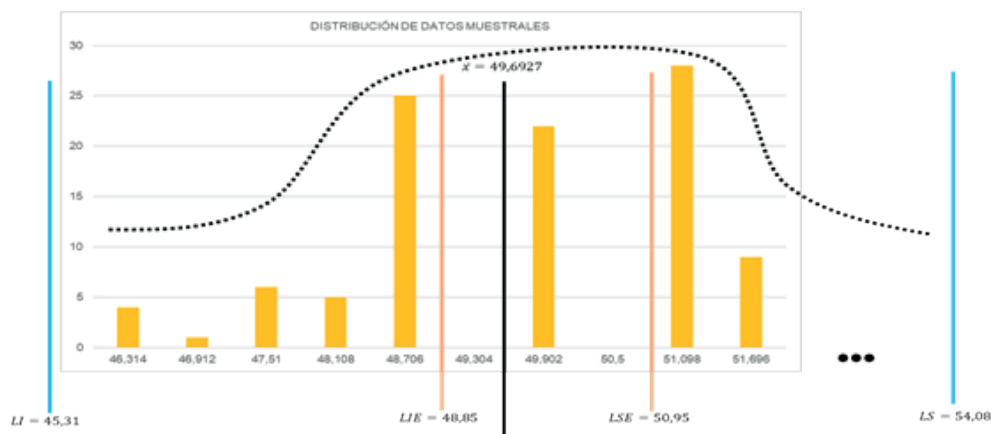
LINF.ESP. Es el límite inferior especificado por la empresa respecto al peso del módulo.

El resto de variables ya se aclararon anteriormente.

Realizando los reemplazos correspondientes, se obtiene que $Z_{INF} = -0,58$; luego para ese valor se tiene una probabilidad a la izquierda correspondiente a $A' = 0,281$, esta es el área que se necesita, pues es la que está a la izquierda del límite inferior especificado. Esta situación se muestra en la figura IV.

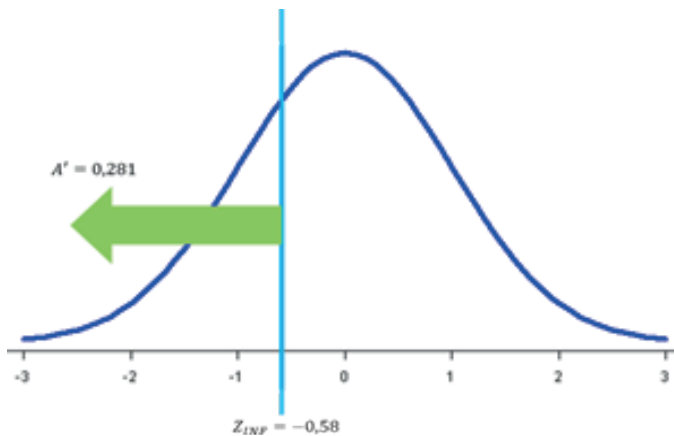


Fig. 3. Histograma de frecuencias de datos muestrales de peso de módulo receptor (Modelo xf-500)



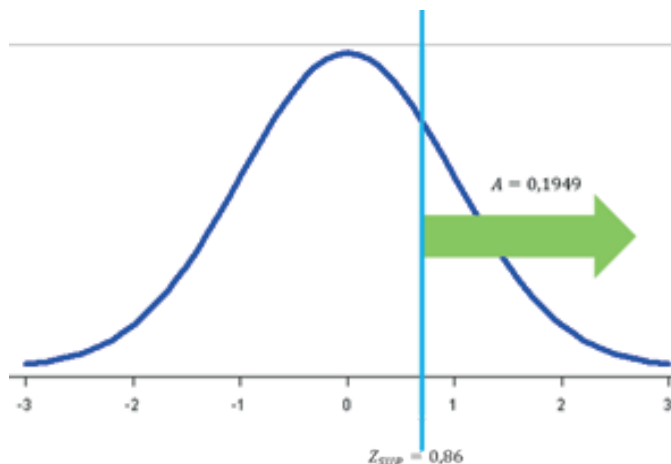
Fuente: Elaboración propia

Fig. 4. Probabilidad de obtener un módulo receptor con peso desfasado por debajo del límite inferior especificado de una muestra de 100 unidades.



Fuente: Elaboración propia

Fig. 5. Probabilidad de obtener un módulo receptor con peso desfasado por encima del límite superior especificado de una muestra de 100 unidades.



Fuente: Elaboración propia

Veredicto: Existe una probabilidad del 28,1%, para obtener un módulo receptor defectuoso en cuanto a peso desfasado por debajo del límite inferior especificado (48,85 gr.), de una muestra de 100 unidades seleccionadas al azar, con base en un lote de producción dado.

2-. Para la probabilidad de obtener un peso de módulo receptor por encima del límite especificado por la empresa en una muestra de 100 unidades:

$$Z_{SUP} = \frac{L_{SUP.ESP.} - \bar{X}}{S}$$

Ecuación 4. Parámetro z superior

Donde:

Z_{SUP} Es el parámetro Z correspondiente a la acción de cálculo de probabilidad por encima del límite superior especificado.

L_{SUP.ESP.} Es el límite superior especificado por la empresa respecto al peso del módulo.

El resto de variables ya se aclararon anteriormente.

Realizando los reemplazos correspondientes, se llega a que $Z_{SUP}=0,86$; luego para ese valor se tiene una probabilidad a la izquierda de $A'=0,8051$, pero, esta NO es el área que se necesita, pues es la que está a la izquierda del límite superior especificado y se requiere la zona a la derecha; por lo tanto, se hace el cálculo $A=1-A'=1-0,8051=0,1949$. Esta situación se expone en la figura V.



Veredicto: Existe una probabilidad del 19,49% para obtener un módulo receptor defectuoso, en cuanto a peso desfasado por encima del límite superior especificado (50,95 gr.), de una muestra de 100 unidades seleccionadas al azar, a partir de un lote de producción dado.

Análisis general: Si se analizan estos dos últimos valores estadísticos mostrados, se puede ver que estas probabilidades rondan alrededor del 20%; esto es totalmente lógico, ya que si se realiza un conteo juicioso de los datos muestrales de la tabla VI, se observará que 40 de ellos están fuera de especificación, donde 20 están por encima y 20 por debajo; luego, como la muestra es de 100 unidades, obtener el porcentaje es algo incluso obvio: $20/100=0,2=20\%$, esta es la principal causa de los valores probabilísticos normales obtenidos.

E-. Cartas de control

De aquí en adelante, se dispondrá de ocho (8)

cartas de control para hacer el análisis de cada una de las variables críticas mencionadas en la sección B-. (al igual que se ha venido haciendo, se hará el análisis solo para la característica de peso desfasado); no obstante, se debe elegir la carta que más se adecúe en cada caso [11]. Es por esto que antes de dar inicio a ese procedimiento, se muestran las cartas a emplear y su clasificación según su uso, en la tabla VII.

Tabla VII. Clasificación de cartas de control según su uso

CARTAS PARA VARIABLES CUANTITATIVAS	DATOS AGRUPADOS	CARTA $\bar{X} - R$ CARTA $\bar{X} - S$
	DATOS NO AGRUPADOS	CARTA $\bar{X} - R_{MÓVIL}$ CARTA $\bar{X}_{MÓVIL} - R_{MÓVIL}$
CARTAS PARA VARIABLES ATRIBUTOS O CUALITATIVAS	PRODUCTO CONFORME O NO CONFORME	CARTA p CARTA np
	CONTEO DE IMPERFECCIONES EN LA MUESTRA	CARTA C CARTA U

Fuente: Elaboración propia

Ahora, con respecto a la variable peso específicamente, se muestra el análisis de la carta más conveniente a implementar:

Tabla VIII. Determinación de la carta más apropiada para la variable “peso desfasado”

Característica de peso desfasado	
CARTA $\bar{X} - R$	Se usará esta, ya que se aplica a procesos masivos, como el proceso de producción que se tiene en cuestión en este trabajo. igualmente permite detectar cambios importantes en el proceso productivo.
CARTA $\bar{X} - S$	No se implementará, pues es solo un “potenciador” de la carta $[\bar{X} - R]$ para detectar pequeños cambios en el proceso, lo cual no es interesante ahora, pues importan los comportamientos que son notables a nivel general.
CARTA $\bar{X} - R_{MÓVIL}$	Se emplea para datos no agrupados, lo cual no conviene, pues los datos que se están manejando son agrupados.
CARTA $\bar{X}_{MÓVIL} - R_{MÓVIL}$	Se emplea para datos no agrupados, lo cual no conviene, pues los datos que se están manejando son agrupados.
CARTA p	La característica de peso desfasado no es un atributo, por lo tanto no puede emplearse esta carta.
CARTA np	La característica de peso desfasado no es un atributo, por lo tanto no puede emplearse esta carta.
CARTA C	La característica de peso desfasado no es un atributo, por lo tanto no puede emplearse esta carta.
CARTA U	La característica de peso desfasado no es un atributo, por lo tanto no puede emplearse esta carta.

Fuente: Elaboración propia

Hay que aclarar que el diseño y construcción de cada una de estas cartas es meramente literario; sin embargo, al ser un tema muy específico de ingeniería de calidad, se tomará tiempo para explicar todas las ecuaciones y técnicas utilizadas en su elaboración.

1- Recopilación de datos en dos observaciones

Para medir el peso del módulo receptor, se contempló la posibilidad de efectuar una inspección diaria en cada lote de producción, teniendo en cuenta que en cada turno se generan aproximadamente 60 ejemplares. Se ha decidido extraer uno de ellos de manera aleatoria, en dos horas distintas de la jornada (**Tiempo 1 y Tiempo 2**), de 100 lotes diferentes a lo largo de un periodo de un mes. Los datos registrados se muestran en la tabla IX.

2- Cálculo del promedio de los registros de observaciones

Se halla el promedio de las observaciones del tiempo 1 y el tiempo 2. (Ver cuarta columna de la tabla IX.)

3- Cálculo de rangos de las observaciones

Se halla el rango entre las observaciones que se define como:

$$\text{RANGO} = X_{\text{MÁXIMO}} - X_{\text{MÍNIMO}}$$

Ecuación 5. Rango de datos en la carta $\bar{X} - R$

Donde: $X_{\text{MÁXIMO}}$ es la observación con mayor valor y $X_{\text{MÍNIMO}}$ es la de menor valor en cada fila de datos.

(Los resultados se muestran en la quinta columna de la tabla IX.)





Tabla IX-a. Toma de datos muestrales (primeras tres columnas)

Lote (subgrupo)	Peso en el tiempo 1	Peso en el tiempo 2	\bar{x}	R
1	47,52	48,00	47,76	0,48
2	48,09	48,57	48,33	0,48
3	47,58	48,06	47,82	0,48
4	46,79	46,25	46,02	0,46
5	47,28	47,76	47,52	0,48
6	48,40	48,88	48,64	0,49
7	46,87	46,33	46,10	0,46
8	48,26	48,74	48,50	0,48
9	47,96	48,44	48,20	0,48
10	48,30	48,78	48,54	0,49
11	47,16	47,64	47,40	0,47
12	47,85	48,33	48,09	0,48
13	48,50	48,98	48,74	0,49
14	47,99	48,47	48,23	0,48
15	46,91	46,37	46,14	0,46
16	47,13	47,61	47,37	0,47
17	46,88	47,36	47,12	0,47
18	46,89	46,35	46,12	0,46
19	47,18	47,66	47,42	0,47
20	47,26	47,74	47,50	0,47
21	50,71	51,21	50,96	0,51
22	50,71	51,21	50,96	0,51
23	51,72	52,24	51,98	0,52
24	50,74	51,24	50,99	0,51
25	51,73	52,25	51,99	0,52
26	50,72	51,22	50,97	0,51
27	51,73	52,25	51,99	0,52
28	50,74	51,24	50,99	0,51
29	50,74	51,24	50,99	0,51
30	51,71	52,23	51,97	0,52
31	51,70	52,22	51,96	0,52
32	50,72	51,22	50,97	0,51
33	51,73	52,25	51,99	0,52
34	50,72	51,22	50,97	0,51
35	51,73	52,25	51,99	0,52
36	50,73	51,23	50,98	0,51
37	51,73	52,25	51,99	0,52
38	50,74	51,24	50,99	0,51
39	51,71	52,23	51,97	0,52
40	50,72	51,22	50,97	0,51

(Continúa)

Fuente: Elaboración propia

Tabla IX-b (continuación). Toma de datos muestrales (primeras tres columnas)

41	48,64	49,12	48,88	0,49
42	48,64	49,12	48,88	0,49
43	50,63	51,13	50,88	0,51
44	50,65	51,15	50,90	0,51
45	49,61	50,11	49,86	0,50
46	49,64	50,14	49,89	0,50
47	49,67	50,17	49,92	0,50
48	50,69	51,19	50,94	0,51
49	48,61	49,09	48,85	0,49
50	50,70	51,20	50,95	0,51
51	48,71	49,19	48,95	0,49
52	50,63	51,13	50,88	0,51
53	49,68	50,18	49,93	0,50
54	50,70	51,20	50,95	0,51
55	50,65	51,15	50,90	0,51
56	50,62	51,12	50,87	0,51
57	49,68	50,18	49,93	0,50
58	49,64	50,14	49,89	0,50
59	50,64	51,14	50,89	0,51
60	49,66	50,16	49,91	0,50
61	50,69	51,19	50,94	0,51
62	48,67	49,15	48,91	0,49
63	49,60	50,10	49,85	0,50
64	49,61	50,11	49,86	0,50
65	48,68	49,16	48,92	0,49
66	48,65	49,13	48,89	0,49
67	50,70	51,20	50,95	0,51
68	49,63	50,13	49,88	0,50
69	49,68	50,18	49,93	0,50
70	49,69	50,19	49,94	0,50
71	49,62	50,12	49,87	0,50
72	50,66	51,16	50,91	0,51
73	48,68	49,16	48,92	0,49
74	49,67	50,17	49,92	0,50
75	48,63	49,11	48,87	0,49
76	48,62	49,10	48,86	0,49
77	49,61	50,11	49,86	0,50
78	48,66	49,14	48,90	0,49
79	49,64	50,14	49,89	0,50
80	50,61	51,11	50,86	0,51
81	49,62	50,12	49,87	0,50
82	50,62	51,12	50,87	0,51
83	48,70	49,18	48,94	0,49
84	49,62	50,12	49,87	0,50
85	50,60	51,10	50,85	0,51
86	48,65	49,13	48,89	0,49
87	50,69	51,19	50,94	0,51
88	48,71	49,19	48,95	0,49
89	48,65	49,13	48,89	0,49
90	49,62	50,12	49,87	0,50
91	48,63	49,11	48,87	0,49
92	48,68	49,16	48,92	0,49
93	50,69	51,19	50,94	0,51
94	49,63	50,13	49,88	0,50
95	48,68	49,16	48,92	0,49
96	49,61	50,11	49,86	0,50
97	48,67	49,15	48,91	0,49
98	48,68	49,16	48,92	0,49
99	48,65	49,13	48,89	0,49
100	49,69	50,19	49,94	0,50

Fuente: Elaboración propia

Nota: Un aspecto importante es que la casilla $[\bar{x}]$, es la media de las observaciones del tiempo 1 y del tiempo 2; sin embargo, hay que aclarar que **estos mismos valores promedio, son los empleados en la construcción del histograma.**

4-. Cálculo de estadísticos propios de la carta

Se hallan los estadísticos importantes propios de esta carta, con las ecuaciones 6 a 11. (Se define como n al número de observaciones, que en este caso son 2).

$$\bar{\bar{X}} = \frac{1}{g} \sum_{i=1}^g X_i$$

Ecuación 6. Promedio de las medias

Donde: \bar{X} es el promedio de las medias, g es la cantidad de subgrupos, X_i es cada una de las medias mostradas en la tabla IX.

=

$$\bar{R} = \frac{1}{g} \sum_{i=1}^g R_i$$

Ecuación 7. Promedio de los rangos

Donde: \bar{R} es el promedio de los rangos, g es la cantidad de subgrupos, R_i es cada una de los rangos mostrados en la tabla IX.

Existen otros valores importantes que se denotan A_2 , D_3 y D_4 , los cuales son de carácter teórico y se pueden consultar, teniendo en cuenta el valor de n, en tablas estandarizadas de calidad, como la mostrada en la Tabla XI.

Para los límites de $\bar{\bar{X}}$ se emplea:

$$LCI_{\bar{\bar{X}}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

Ecuación 8. Límite estadístico inferior de X

$$LCS_{\bar{\bar{X}}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

Ecuación 9. Límite estadístico superior de X

Para los límites de \bar{R} se recurre a:

$$LCI_{\bar{R}} = D_3 \bar{R}$$

Ecuación 10. Límite estadístico inferior de R

$$LCS_{\bar{R}} = D_4 \bar{R}$$

Ecuación 11. Límite estadístico superior de R

Aplicando los conceptos anteriormente expuestos, se obtienen las cifras de la tabla X.

Tabla X. Estadísticos de la carta \bar{x} -R

Parámetros de la carta		Límites para \bar{x}	
$\bar{\bar{X}}$	49,70	LCI	48,77
\bar{R}	0,50	LCS	50,64
Estadísticos		Límites para \bar{R}	
A_2	1,880	LCI	0,00
D_3	0	LCS	1,62
D_4	3,267		

Fuente: Elaboración propia



III. RESULTADOS

5- Elaboración de gráficos de control

Es de vital importancia realizar gráficos con todas estas variables, de tal forma que sea más fácil identificar la variabilidad del proceso a la hora de hacer alguna apreciación crítica [12] [13]. Es por esto que se hace un gráfico de dispersión [Subgrupo vs. Medias de peso] y otro [Subgrupo vs. Rangos de peso], los cuales se detallan en los gráficos I y II.

Nota: Ver que, en ambos casos, las líneas claras denotan los límites estadísticos superior e inferior y la línea central es el valor de \bar{X} y de \bar{R} respectivamente. En el caso de la figura II, los límites están muy distantes de los valores allí propuestos, que se mostraron por aparte en el recuadro inferior.

6- Índice de inestabilidad

Como su nombre lo indica, es una medición para determinar qué tan inestable es el proceso. Es fácilmente calculable con la ecuación 12.

$$S_t = \frac{\# \text{ PUNTOS ESPECIALES}}{\# \text{ PUNTOS TOTALES}} * 100\%$$

Ecuación 12. Índice de inestabilidad

$$\text{si } \begin{cases} S_t = [0, 2]\% \text{ PROCESO RELATIVAMENTE ESTABLE} \\ S_t = (2, 5]\% \text{ PROCESO CON ESTABILIDAD REGULAR} \\ S_t = (5, 100]\% \text{ PROCESO CON MALA ESTABILIDAD} \end{cases}$$

Donde, los puntos especiales son todos aquellos que están por fuera de los límites estadísticos y los puntos totales son la cantidad total de puntos en la gráfica. De esta manera:

Índice de inestabilidad de la carta de control \bar{X} -R para las medias de pesos de módulo receptor.

$$S_t = \frac{57}{100} * 100\% = 57\%$$

Análisis: Se puede decir que el proceso es bastante inestable, por lo que está fuera de control, ya que no se controla ni siquiera la mitad de aquel. Es posible identificar cambios bruscos en el nivel de los puntos; premisas que podrían explicar este comportamiento, es que quizá haya daños intempestivos en la maquinaria o instrumentos de

medición; también pueden atribuirse a cambios repentinos en los operarios (rotación de puesto o de labores), variación inesperada de la materia prima, saltos de energía eléctrica o quizá algún cambio repentino de instrucciones o procedimientos en la maquinaria debido a sustituciones o adaptaciones de la misma. Cabe resaltar que estas causas son solo hipótesis y se deben analizar más a fondo a la hora de dar una recomendación dependiendo del caso real en el que se manifiesten estas anomalías (recordar que esto es tan solo un ejemplo).

Índice de inestabilidad de la carta de control \bar{X} -R para los rangos de pesos de módulo receptor.

$$S_t = \frac{0}{100} * 100\% = 0\%$$

Análisis: No hay ningún tipo de descontrol frente a los rangos de los pesos tomados en el tiempo 1 y el tiempo 2. Esto se debe a que, si se comparan todos los rangos obtenidos, estos no varían demasiado entre sí, de hecho, todos están entre el rango [0.52 ,0.46] el cual es bastante reducido y al no haber algún rango fuera de este, se dice que hay bastante control desde la elaboración del módulo hasta su ensamblaje final, pues las pérdidas de peso no son muy significativas de un momento a otro.



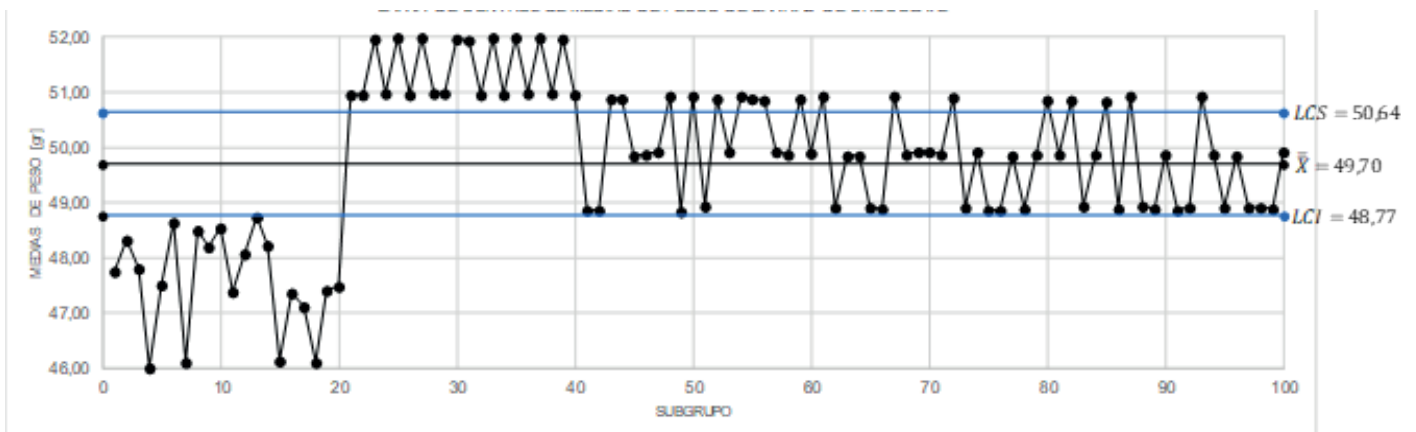
Tabla XI. Tabla de constantes para gráficos de control

OBSERVACIONES EN LA MUESTRA, n	TABLA DE PROMEDIOS			TABLA DE DESVIACIONES ESTÁNDAR					TABLA DE RANGOS						
	FACTORES PARA LÍMITES DE CONTROL			FACTOR PARA LÍNEA CENTRAL	FACTORES PARA LÍMITES DE CONTROL					FACTOR PARA LÍNEA CENTRAL	FACTORES PARA LÍMITES DE CONTROL				
	A	A_2	A_3	C_4	B_3	B_4	B_5	B_6	d_2	d_3	D_1	D_2	D_3	D_4	
2	2.121	1.880	2.659	0.7979	0	3.267	0	2.606	1.128	0.853	0	3.686	0	3.267	
3	1.732	1.023	1.954	0.8862	0	2.568	0	2.276	1.693	0.888	0	4.358	0	2.574	
4	1.500	0.729	1.628	0.9213	0	2.266	0	2.088	2.059	0.880	0	4.698	0	2.282	
5	1.342	0.577	1.427	0.9400	0	2.089	0	1.964	2.326	0.864	0	4.918	0	2.114	
6	1.225	0.483	1.287	0.9515	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.848	0	5.078	0	2.004	
7	1.134	0.419	1.182	0.9594	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.833	0.204	5.204	0.076	1.924	
8	1.061	0.373	1.099	0.9650	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.820	0.388	5.306	0.136	1.864	
9	1.000	0.337	1.032	0.9693	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.808	0.547	5.393	0.184	1.816	
10	0.949	0.308	0.975	0.9727	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777	
11	0.905	0.285	0.927	0.9754	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.787	0.811	5.535	0.256	1.744	
12	0.866	0.266	0.886	0.9776	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.778	0.922	5.594	0.283	1.717	
13	0.832	0.249	0.850	0.9794	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.770	1.025	5.647	0.307	1.693	
14	0.802	0.235	0.817	0.9810	0.406	1.594	0.399	1.563	3.407	0.763	1.118	5.696	0.328	1.672	
15	0.775	0.223	0.789	0.9823	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.756	1.203	5.741	0.347	1.653	
16	0.750	0.212	0.763	0.9835	0.448	1.552	0.440	1.526	3.532	0.750	1.282	5.782	0.363	1.637	
17	0.728	0.203	0.739	0.9845	0.466	1.534	0.458	1.511	3.588	0.744	1.356	5.820	0.378	1.622	
18	0.707	0.194	0.718	0.9854	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.739	1.424	5.856	0.391	1.608	
19	0.688	0.187	0.698	0.9862	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.734	1.487	5.891	0.403	1.597	
20	0.671	0.180	0.680	0.9869	0.510	1.490	0.504	1.470	3.735	0.729	1.549	5.921	0.415	1.585	

Fuente: B. Dale (1995). Control de la calidad, p. 474

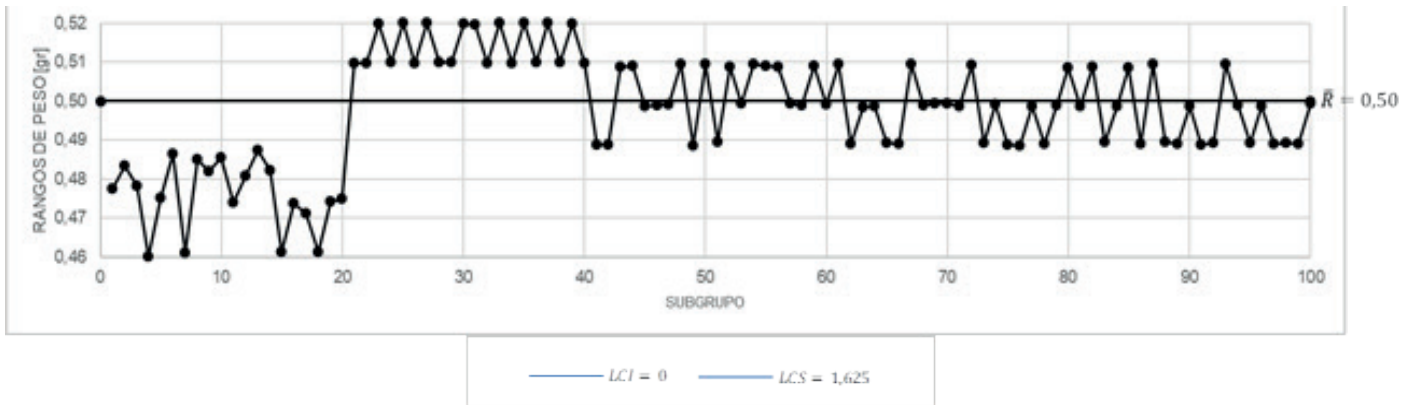


Gráfico I. Carta de control \bar{x} -R para las medias de pesos de módulo receptor



Fuente: Elaboración propia

Gráfico II. Carta de control X-R para los rangos de pesos de módulo receptor



Fuente: Elaboración propia

IV. CONCLUSIONES

Al realizar el proceso de levantamiento de datos por medio de hojas de chequeo, es posible notar que existe un constante nivel de imperfección respecto a la variable **peso desfasado**; entiéndase por este concepto, todos aquellos módulos receptores (pieza del transmisor) que marcan un peso por fuera del rango $[49,90 \pm 1,05]$ g (intervalo establecido por las directivas operacionales de la empresa), ya sea por encima o por debajo. Por otro lado, si bien se puede observar en la tabla V, esta información es de ayuda para detectar la causa más crítica; sin embargo, también se obtuvo el ordenamiento de las demás causas por prioridad de acuerdo con el promedio de frecuencias con que estas se presentan.

De igual forma, el presente análisis no es suficiente para determinar si realmente estas son las prioridades que se deben respetar, por lo que se acude a la realización del gráfico de Pareto a fin de corroborar esta información, obteniéndose que las tres causas de mayor incidencia en desperfectos de producto terminado son: **el peso desfasado**, **pantalla con fallas** y **agrietamiento**. Esto se afirma, debido a que son las causas que presentan mayor frecuencia en cuanto a piezas terminadas fuera de especificación, por lo que las proporciones que representan respecto al total son las mayores en ese orden respectivamente (29%, 15% y 13%) y se pueden considerar atribuibles al 80% del problema. De la misma manera se puede ver, que la acumulación de estas proporciones representa la mayor parte del área sobre la curva del porcentaje acumulado, que se genera por los bajos porcentajes alcanzados en esta zona: 29%, 44% y 58%.

Por otra parte, los altavoces con averías, el volumen fuera de especificación, las anomalías en cambios

de canal y la no funcionalidad de la característica **llamado de emergencia**, con porcentajes de unidades defectuosas correspondientes al 13%, 12%, 11% y 6% respectivamente, parecen no influir significativamente en el inconveniente principal, aunque sí son responsables del 20% (aproximadamente) de los daños.

Más tarde, al realizar el análisis centrado en el tratamiento de las tres variables críticas antes mencionadas, en el caso del **peso**, la distribución de la muestra de 100 unidades tomadas corresponde a una curtosis de 2,2547 la cual, al ser menor que 3, designa una forma platicúrtica; asimismo, se presenta una asimetría de -0,4229 menor que cero, indicando que los datos están desfasados a la derecha de la media aritmética, que sirve de "eje de simetría" del gráfico de frecuencias. De igual forma, al analizar las probabilidades con respecto al valor del peso de una muestra cualquiera tomada al azar, que se encuentre fuera de los límites establecidos por la empresa, se estableció que existe una probabilidad del 28,1% de obtener un módulo receptor defectuoso en cuanto a peso desfasado por debajo del límite inferior especificado de una muestra de 100 unidades seleccionadas al azar de un lote de producción dado, e igualmente hay una probabilidad del 19,49% de obtener un módulo defectuoso por encima del límite superior especificado de peso.

Nota: Aclarar que en el caso del peso, se partió del supuesto de que la distribución de probabilidad es normal debido a que el tamaño de las muestras en ambos casos es igual a 100, lo cual hace posible hacer esta aproximación.

Ahora, si se hubiese hecho el estudio para una característica más **cualitativa** como por ejemplo **pantalla con fallas** (en donde se juzga el producto como *pasa o no pasa*), no es posible formular algún tipo de procedimiento para armar un histograma

de frecuencias más allá de alguno que posea *dos clases*: *pasa y no pasa*, ya que no se poseen datos cuantitativos. Es por esta misma razón que no se puede hallar la media aritmética, desviación estándar, ni tampoco existirán límites especificados (pues solo la decisión de *calidad absoluta* es conveniente para la empresa) y mucho menos, límites estadísticos, tampoco indicadores de curtosis ni asimetría. Sin embargo, hay un tratamiento especial para el análisis de probabilidades, ya que, al ser una categoría del tipo dicotómica, hace que la distribución más adecuada a aplicar sea la **binomial**, en la cual las proporciones de éxito y fracaso deberán estar determinadas con base en los 100 registros de las muestras seleccionadas. Igualmente, si se acude a las hojas de chequeo, la empresa considera **poca alerta** (verde y amarilla) cuando son menos de 15 (o incluso 15), de un lote de 100 unidades las que salen defectuosas por esta característica; por lo tanto, se debería hacer el cálculo de la probabilidad, de que en una muestra de 100 unidades terminadas, se obtengan más de 15 defectuosas (estar en alerta roja); así, si al momento del conteo se obtiene un valor de productos inconformes mayor a 15, el resultado es de aproximadamente el 100% de fracaso. La explicación de este supuesto, es que la probabilidad de que un transmisor tenga anomalías en su pantalla en una muestra de 100 unidades, estaría por encima del 15% (atendiendo a los registros de la muestra analizada), o si se observa desde el punto de vista binomial, seleccionando una muestra de 100 componentes, la probabilidad de que hayan más de 15 defectuosas, es de aproximadamente el 100%, pues si por cada 100 hay más de 15 defectuosos, la probabilidad de que haya más de 15 defectuosos (por redundante que se vea) es obviamente casi inevitable; es por eso que la distribución binomial arrojaría un valor tan alto (si fuera ese el caso).

Conclusiones respecto a los índices de inestabilidad

En el caso del peso, este arrojó valores de 57% en el caso de las medias de pesos y de 0% para la variación de rangos entre los mismos; para el caso de este último valor, es posible argumentar dicho resultado, conjeturando que no hay ningún tipo de descontrol frente a los rangos de los pesos tomados en los diferentes tiempos. Lo anterior se debe a que, si se comparan todos los rangos obtenidos (en la tabla IX), estos no varían demasiado entre sí; de hecho, todos están entre el rango [0.52, 0.46], que es bastante reducido y al no haber algún rango fuera de este, se dice que hay bastante control del proceso desde la elaboración del módulo hasta su ensamblaje final, pues las pérdidas de peso no son muy significativas de un momento a otro. Lo que hay que reforzar, es la manera en que se están fabricando estos componentes.

No está de más, decir que el propósito de la realización de este tipo de estudios matemáticos, no es significativo si no hay un acompañamiento por parte del departamento de calidad, en donde haya una constante instauración de la metodología de *mejora continua* (ciclo de Deming), que como ya es sabido, maneja 4 etapas: *planear, hacer, verificar y actuar*, sabiendo en todo momento que lo que se expone en este artículo está enmarcado tan solo en las primeras dos etapas, pues al identificar el problema por medio de las hojas de chequeo y el diagrama de Pareto, se está *identificando el problema*; luego en el momento de implementar el histograma, hacer el análisis de probabilidades y ejecutar cartas de control, se está llevando a cabo un *plan de acción*.

Por otro lado, poner en práctica las recomendaciones que se susciten por este ejercicio sistemático y registrar los cambios para determinar si hay que hacer ajustes o no, hará parte de las últimas dos etapas.





V. REFERENCIAS

[1] G. P. Yadira (2016). **Diagrama de Pareto**. Sesiones de estudio de Ingeniería de Calidad. Universidad Militar Nueva granada. Bogotá, Colombia.

[2] G. P. Yadira (2016). **Herramientas de monitoreo y diagnóstico**. Sesiones de estudio de Ingeniería de Calidad. Universidad Militar Nueva granada. Bogotá, Colombia.

[3] G. P. Yadira (2016). **Histograma**. Sesiones de estudio de Ingeniería de Calidad. Universidad Militar Nueva granada. Bogotá, Colombia.

[4] G. P. Yadira (2016). **Hoja de chequeo**. Sesiones de estudio de Ingeniería de Calidad. Universidad Militar Nueva granada. Bogotá, Colombia.

[5] S. Matías. (2013). **Diagrama de Pareto**. EALDE Business School. [En línea]. Disponible en: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/44144377/Diagramde_pareto.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1559612900&Signature=xKiakIvpZcN Vuvh%2Ff3y6Ty0HBnE%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DDiagrama_de_Pareto.pdf

[Fecha de consulta: 05 de junio de 2014]

[6] G. Oscar, R Dayleana, T. Darwin (2008). Análisis de Pareto. Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre, Caracas. Venezuela.

[7] R. María, R. Miguel. (2008). **Atenuación de la asimetría y de la curtosis de las puntuaciones observadas mediante transformaciones de variables: Incidencia sobre la estructura factorial**. Universidad de la República (Uruguay), Universidad Autónoma de [20]. Madrid (España). [En línea]. Disponible en:

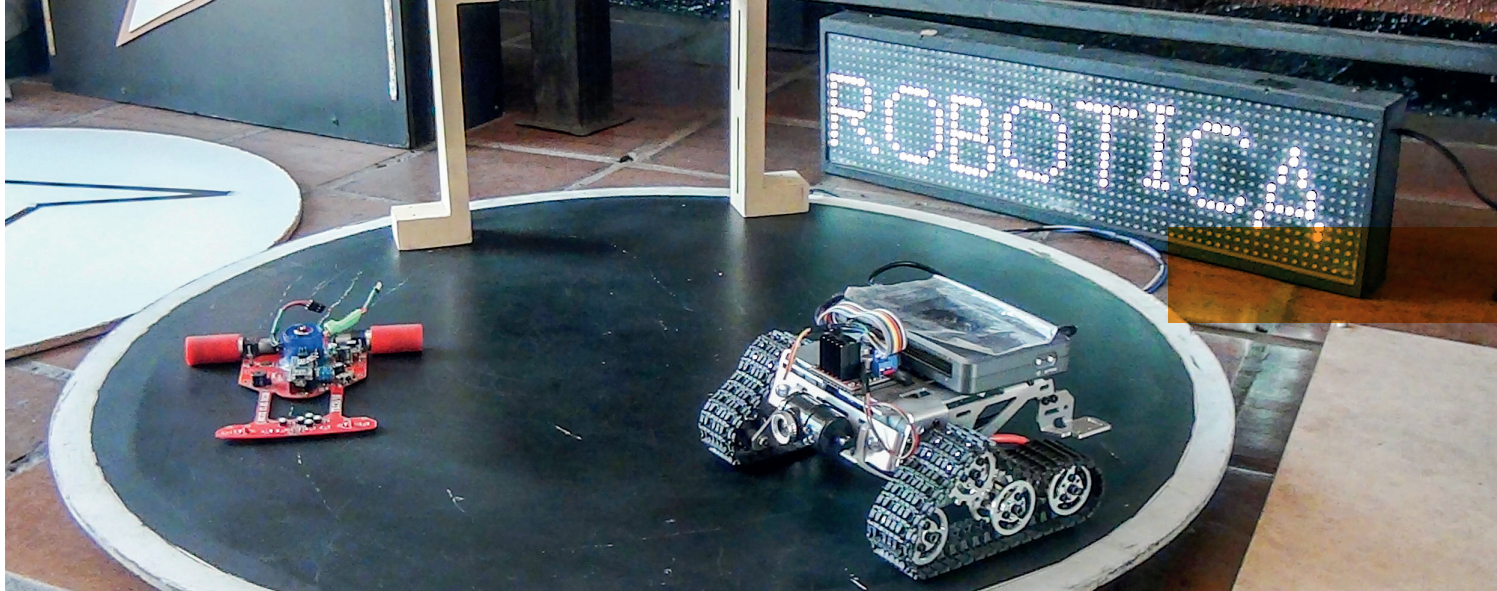
<http://riquim.fq.edu.uy/archive/files/983fdf664ea6dbce0d119bd7022ad222.PDF>

[Fecha de consulta: 31 de mayo de 2019]

[8] SPSS data base, **Tipos de simetría estadística**. [Base de datos] [En línea]. Disponible en:

<http://www.spssfree.com>

[Fecha de consulta: 19 de agosto de 2017]



[9] Q. Alicia., G. Liliana (2010). **Diseño y performance de la carta de control Cusum Weibull bilateral para individuales. Comparación con la carta Cusum normal ante la presencia de procesos Weibull**, en: Encuentro Regional Argentino Brasileño de Investigación Operativa (II, 2010, Tandil, Argentina). Anuales XXIII ENDIO-XXI EPIO-II ERABIO, Tandil, Argentina, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa (EPIO), Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional (SOBRAPO), 2010, 213 a 232.

[10] S. Priya Ranjan (2003). **A Study of Properties and Applications of Control Charts for High Yield Processes**, tesis (doctor en filosofía), Singapur, The National University of Singapore, Department of Industrial and Systems Engineering, 2003, 240 pp. [En línea]. Disponible en:

<http://scholarbank.nus.edu.sg/bitstream/handle/10635/14197/SharmaPR.pdf?sequence=1>
[Fecha de consulta: 23 de septiembre de 2013].

[11] L. Kevin, M. Kathleen, A. John (2005). **An Integrated Systems Approach to Process Control and Maintenance. European Journal of Operational Research**, volumen 164 (número 2), 2005 [En línea]. Disponible en:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221704000219#>

[fecha de consulta: 10 de marzo de 2014]

[12] C. Philippe., K. Michael (2009). **A Synthetic Scaled Weighted Variance Control Chart for Monitoring the Process Mean of Skewed Populations. Communications in Statistics-Simulation and Computation**, volumen 38, 2009 [En línea]. Disponible en:

http://peer.ccsd.cnrs.fr/docs/00/51/43/50/PDF/PEER_stage2_10.1080%252F03610910903072409.pdf


[Fecha de consulta: 12 de marzo de 2014]

[13] K. Michael, A. Abdu Mohammed, C. H. Jason (2009). **Proposed and S Control Charts for Skewed Distributions**, en: **International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management**. Proceedings IEEM IEEE, Hong Kong, China, 2009 [En línea] Disponible en:

http://ieexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=5373327&tag=1

[Fecha de consulta: 10 de marzo de 2014]

[14] B. Dale, (1995). **Control de la calidad**. México: Prentice Hall Hispanoamérica. Recuperado el 10 de diciembre de 2010 en la base de datos bibliotecnica de la Biblioteca Digital UVEG.



PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN ASISTENTE VIRTUAL EN LA RED SOCIAL DE FACEBOOK MESSENGER PARA LA MEJORA DEL SERVICIO DE ATENCIÓN AL CLIENTE EN LA ESCOM

Esp. Sandra Milena Bustos; sandram.bustosc@gmail.com
Ingeniero stack

Esp. Johanna Cantor; corporativo: Johanna.cantor@telefonica.com
Profesional Servicios Corporativos

Ms. Jorge Micán Peña; ingmican@gmail.com
Director de Posgrados ESCOM

RESUMEN

El artículo presenta la propuesta de implementación de un asistente virtual en la red social de Facebook Messenger de la ESCOM, con el fin de brindar a los usuarios interesados, respuestas ágiles, y de esta forma, mejorar el servicio de atención para la Escuela de Comunicaciones Militares (ESCOM).

Se tomó como referente, la evolución en tecnología de inteligencia artificial, debido a que los asistentes virtuales están a la vanguardia de las comunicaciones, y los usuarios pueden realizar consultas en modo “conversación- texto”, donde el asistente es amigable con sus respuestas.

Palabras clave — Chatbot, ESCOM, Facebook Messenger, Inteligencia Artificial, Servicio al Cliente, Red Social.

Abstract — Is the proposal to implement a virtual assistant in the solical network of Facebook Messenger of ESCOM to provide interested users with agile responses and thus improve the service of attention by the School of Military Communications.

Evolution in artificial intelligence technology is taken as reference, where virtual assistants are evolving in communications, where users can make queries in “text conversation” mode, where the assistant is friendly with their answers.

Keywords — ESCOM, Customer Service, Chatbot, Facebook Messenger, Artificial Intelligence, Social Network.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo socio-económico mundial, marcha a pasos de gigante. De confirmarse que estamos entrando en la Cuarta Revolución Industrial, cuando apenas nos hemos dado cuenta de haber vivido la Tercera, estaríamos ante una señal más, que evidencia la rapidez con la que avanza el mundo.

Hasta ahora, tres son las revoluciones industriales que han transformado la vida humana desde el punto de vista económico, social y tecnológico, al converger las nuevas tecnologías de la comunicación, con los nuevos sistemas de energía. Si la máquina de vapor protagonizó la primera a finales del siglo XVII, las nuevas fuentes de energía como el gas, el petróleo o la electricidad, produjeron la Segunda Revolución Industrial, en la primera década del siglo XX, haciendo avances fundamentales en el transporte (avión y automóvil) y en la comunicación (teléfono y radio).

En apenas una década, los economistas ya hablan de la Cuarta Revolución Industrial, esta vez protagonizada por robots integrados en sistemas ciberfísicos, o lo que es lo mismo, la convergencia de tecnologías digitales, físicas y biológicas. Estamos a las puertas de una nueva revolución tecnológica que modificará fundamentalmente la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos, tal como ha vaticinado el fundador del Foro Económico Mundial de Davos, Klaus Schwab, autor del libro “La cuarta revolución industrial”, que publicó el año pasado.

La Revolución 4.0, es la combinación de nanotecnologías, neurotecnologías, robots, inteligencia artificial, biotecnología, sistemas de almacenamiento de energía, drones, Internet de las Cosas (IoT) e impresoras 3D; es decir, nuevos sistemas que ya integran maquinaria física, con tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) y tienen capacidad de predecir sucesos, interactuar, decidir y cooperar.

Desde comprar tiquetes de avión, invertir en la bolsa de valores, conseguir pareja, hasta solicitar un crédito con un banco, los Bots están cambiando la forma de interactuar y consumir servicios, y por supuesto, Colombia no es ajena a este tipo de tecnología. A continuación, pondremos en contexto de qué se trata, específicamente, lo relacionado con un sistema chatbot. [1]

La inteligencia artificial, como propuesta de investigación utilizando la tecnología de los bots, permite ofrecer un servicio las 24 horas del día; mediante chatbot, podrá brindar información puntual



a los usuarios interesados en los servicios de la ESCOM. Es aquí donde el conocimiento tecnológico y gerencial sobre los beneficios, los componentes y la estructuración de un asistente virtual, a partir del modelo presentado por Facebook Messenger, permitirán la optimización y la gestión del talento humano de la ESCOM. En términos financieros, esto representa: ventas, calidad de los servicios, reducción en tiempos de respuesta, mejoras en la experiencia del usuario y un inmenso impacto en cuestión de Marketing Digital.

Contar con un canal de comunicación, con los usuarios interesados en los servicios de la ESCOM, sin restricciones de acceso y horarios, tener disponibilidad las veinticuatro horas del día, los trescientos sesenta y cinco días del año, hace que la propuesta de implementación de un asistente virtual en la red social de Facebook Messenger, a través de la plataforma de Facebook Messenger de la ESCOM, cobre una representativa importancia social, porque acerca a los militares ubicados en zonas apartadas del país, personal en el exterior y civiles de Sabana de Occidente, que desean información rápida y completa de los programas, cursos y diplomados que oferta la institución, lo cual contribuirá a que la Escuela sea reconocida por un servicio, rápido, de calidad y al alcance. Los clientes son quienes dan

reconocimiento a las organizaciones por prestar un servicio de calidad, y en la actualidad, los tiempos de respuesta de los mensajes dependen de la disponibilidad horaria y de la contratación de una persona que maneja el portafolio de servicios de la ESCOM.

La implementación del asistente virtual en Facebook, permitirá desde la gestión del talento humano, optimizar los procesos y funciones de la sección de admisiones de la ESCOM, generando mayor productividad del personal encargado, y mejores resultados en la digitalización de la información.

Se eligió la red social de Facebook Messenger, para la creación del asistente virtual, porque la primera alternativa fue implementarlo en la página web de la ESCOM; sin embargo, debido a las restricciones con las que ésta cuenta para llevar a cabo un proyecto de transformación, se tomó la decisión de generar la propuesta para una de las redes sociales más utilizadas en mensajería y con más usuarios registrados en el mundo; esto implica contar con un canal de comunicación y estar a la vanguardia de las comunicaciones.

El proyecto en el futuro, podría implementarse en la página web de la ESCOM, o en un canal de comunicación como WhatsApp, el cual es muy utilizado en la actualidad y funciona como otro servicio de mensajería, para soportar los chatbots.

II. ESTADO DEL ARTE

El presente apartado, enuncia los referentes asociados a la construcción de un chatbot, el cual se sugiere para ser aplicado en el Facebook de la Escuela de Comunicaciones a través del Messenger, con una finalidad relevante, como lo es el servicio al cliente.

Como preámbulo, hablaremos de las redes sociales, pasando por el Facebook Messenger, posteriormente, por inteligencia artificial, los chatbot, el servicio al cliente y finalmente la ESCOM.

Redes Sociales

Las redes sociales son ampliamente usadas en todo el mundo, además de ser un recurso importante de marketing. Entiende todo sobre ellas, sus particularidades, beneficios y cómo usarlas en su estrategia de redes sociales.

Ya no existe sociedad sin Internet. ¿Puede imaginarse a sí mismo, sin buscar cosas en Google o sin mantenerse conectado con sus amigos y familiares durante un día? Probablemente no.

El dominio de Internet y su influencia en nuestras vidas es gigante, principalmente, el marketing digital y la transformación digital tan presente. Actualmente, más de 3.800 millones de personas en todo el mundo están conectadas al mundo virtual. Y este número tiende a crecer cada vez más, con la dinámica de mejoras constantes de estas plataformas y el surgimiento de nuevas.

Si existen tantas personas utilizando masivamente las redes sociales para comunicación y expresión, se espera que empresas y usuarios sepan todo sobre ellas.

Redes sociales. Cuando hablamos del ambiente online, hacemos referencia a plataformas facilitadoras de las conexiones sociales en nuestras vidas. En ellas, nos relacionamos con otros individuos basados en nuestros intereses y visiones de mundo.

Antes de exponer todo lo que conocemos hoy, veamos el significado de “redes sociales”: éstas representan simplemente un grupo de personas relacionadas entre sí. Al final, la principal función de una red social es conectar personas dentro del mundo virtual, sea para construir nuevas conexiones sociales o solo para mantener las existentes.





Es innegable el éxito alcanzado por las redes sociales que conocemos, como Facebook y WhatsApp. Difícilmente, logramos imaginar nuestras interacciones sociales sin su presencia, y eso muestra la fuerza de estas plataformas, para abarcar el mundo como lo conocemos.

¿Medios Sociales o Redes Sociales?

Es importante aclarar que no son la misma cosa. Por eso, las vamos a diferenciar a continuación:

Redes sociales son los grupos de conexiones y relaciones que tenemos con otras personas. Y los medios sociales, son plataformas que garantizan que eso suceda.

Ambas pueden servir como plataformas para mantener nuestras redes de relaciones; sin embargo, las redes sociales tienen esa como su principal característica y están dentro de lo que clasificamos como medios sociales.

Entre tanto, los medios sociales son plataformas que tienen como principal función, el intercambio en masa de contenido y transmisión de información, como blogs, páginas y hasta el mismo YouTube.

Historia de las redes sociales (Sulz, Blog-Rockcontent, 2018)

Lo que actualmente es de fácil acceso, era una inmensa novedad en los años 90. Con esta idea surgió, en 1995, la primera red social del mundo,

ClassMates, que aún existe.

Pero si pensamos en una red social como las que tenemos hoy, con chat, intercambio de opiniones, perfiles y publicaciones, Six Degrees fue la primera, en 1997.

Aunque no tuvo tanto éxito como Friendster, que llegó luego en 2002, consiguió tantos seguidores, que llegó a su fin decretado por el servidor, que no aguantaba el número arrollador de accesos.

Muchas otras redes sociales fueron alcanzando éxito con el transcurso de los años. Las principales hasta hoy, son: MySpace, Orkut, LinkedIn, Twitter y el más utilizado en todo el mundo actualmente, Facebook.

Principales redes sociales (Sulz, Marketing de Contenidos, 2019)

Con tantas redes sociales, es difícil entender cuál es el papel de cada una y por qué estar presente en ellas, es fundamental para cualquier marca. Las redes sociales más importantes del mundo (y más usadas), son:

Facebook

Es la red social más grande del mundo. Y no es casualidad: ninguna otra en la historia de Internet logró reunir en un solo lugar, todo lo que su usuario necesita.

Durante toda su historia, la plataforma ha revolucionado cada vez más, siempre velando por la experiencia de sus usuarios. Y por eso, ha logrado mantenerse en la cima.

Facebook Messenger

La aplicación de intercambio de mensajes instantáneos de Facebook, viene ganando cada vez más espacio en las estrategias de marketing de varias empresas. Y eso se debe principalmente a las nuevas oportunidades que profesionales dejan ver en esta plataforma.

Al inicio, era una funcionalidad de Facebook; actualmente, la aplicación funciona de forma integrada, pero separada de la red social. Para chatear de forma privada con usuarios mediante smartphone, es necesario descargar Messenger.

Instagram

Es una de las redes sociales con mayor crecimiento en los últimos años. Instagram es la red social más grande en contenido visual y presenta grandes oportunidades de visibilización, tanto para empresas como para individuos.

LinkedIn

Es la más grande red de profesionales del mundo; fue creada en 2002 y aún vive, así como Youtube. Imprescindible para cualquier profesional, es también esencial para toda empresa.

YouTube

Estamos viviendo el auge de Youtube. Es casi imposible no ver al menos un video de esta red social en tu día a día. Mucho de eso se debe a la creciente presencia de contenidos audiovisuales en el marketing digital.

Twitter

Twitter es una de las más grandes redes sociales del mundo, siendo marcada como un lugar en el cual sus usuarios, pueden compartir su rutina y opiniones.

WhatsApp

Es una de las redes sociales de mensajería más popular, debido a que es la forma más fácil de comunicación, con personas de cualquier lugar del mundo.

Y podríamos continuar mencionando otras tantas redes sociales que existen en el mundo; sin embargo, como se mencionó anteriormente, las

redes relacionadas, son las que cuentan con mayor auge en el mercado. [2]

Los estudios indican que una de las redes sociales con mayor influencia en el mundo, es Facebook y las cifras lo demuestran. Uno de ellos, fue realizado por WeAreSocial y Hootsuite. A continuación,

Facebook, red social más utilizada



Fuente: Juan Carlos Mejía Llano marzo 21, 2019 disponible en: <https://www.juancmejia.com/marketing-digital/estadisticas-de-redes-sociales-usuarios-de-facebook-instagram-linkedin-twitter-whatsapp-y-otros-info-grafia/>

relacionamos indicadores que soportan dicha información. [3]

Fig. 1 Estadísticas de Redes Sociales 2019: Usuarios de Facebook, Twitter, Instagram, Youtube, LinkedIn, Whatsapp y Otros

La siguiente imagen presenta, que el 43% del alcance potencial de los anuncios de Facebook, son mujeres y el 57%, son hombres. El 35% de la audiencia, es menor de 25 años y más de un 90%, accede a través de dispositivos móviles [4]



Fig. 2 Estadísticas de Redes Sociales 2019: Usuarios de Facebook, Twitter, Instagram, Youtube, LinkedIn, Whatsapp y Otros Potencial de los anuncios en Facebook



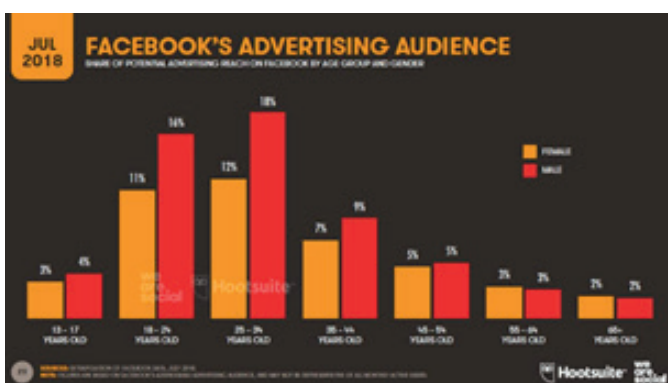
Fuente: Juan Carlos Mejía Llano marzo 21, 2019 disponible en: <https://www.juancmejia.com/marketing-digital/estadisticas-de-redes-sociales-usuarios-de-facebook-instagram-linkedin-twitter-whatsapp-y-otros-info-grafia/>

Lo anterior, refleja la importancia de que todos los enlaces desde esta red social al sitio web o tienda electrónica, deban tener experiencia de navegación en los dispositivos.

A continuación, en la figura 3, se evidencia la participación del alcance publicitario con el que cuenta Facebook, por grupo de edad y género:

Fig. 3 Estadísticas de Redes Sociales 2019: Usuarios de Facebook, Twitter, Instagram, Youtube, LinkedIn, Whatsapp y Otros

Edades en Facebook



Fuente: Juan Carlos Mejía Llano marzo 21, 2019 disponible en: <https://www.juancmejia.com/marketing-digital/estadisticas-de-redes-sociales-usuarios-de-facebook-instagram-linkedin-twitter-whatsapp-y-otros-info-grafia/>



Facebook Messenger

Fue desarrollado como una aplicación Facebook chat en el 2008; la compañía renovó sus servicios de mensajería en 2010, y posteriormente lanzó iOS independiente y aplicaciones de Android en agosto de 2011. [5]

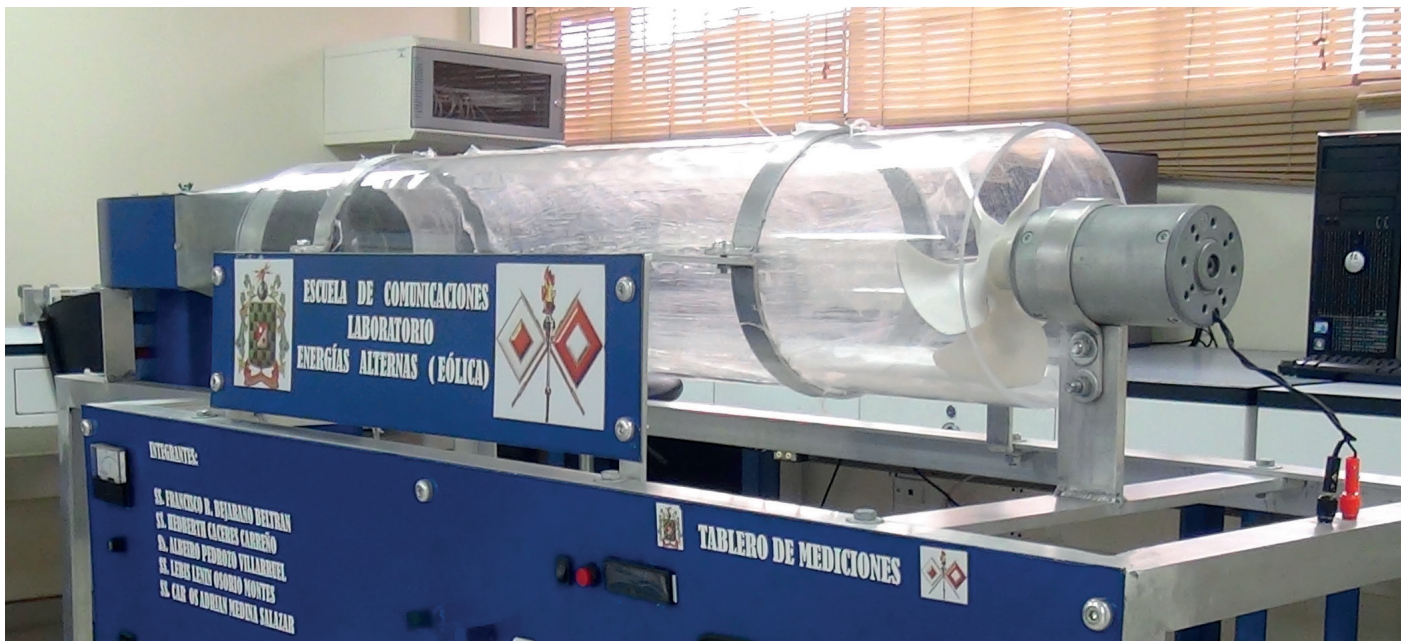
Con los años, Facebook ha lanzado nuevas aplicaciones en una variedad de diferentes sistemas operativos; lanzó un sitio web dedicado, y separó la funcionalidad de mensajería de la aplicación principal de Facebook, buscando que los usuarios descargasen las aplicaciones independientes.

Ahora los usuarios de Facebook, pueden realizar a través de Messenger, conversaciones, llamadas de voz, video llamadas, compartir fotos y videos.

Facebook Messenger. La firma seguirá potenciando los bots para mejorar las experiencias y aprovechar todo el potencial de la Inteligencia Artificial, creando más bots, que ayuden a las empresas a conectar mejor con sus clientes. [6]

Inteligencia Artificial

Especifica la técnica con la cual se utilizan programas de computadora que aumenten la capacidad o inteligencia de las mismas; el objetivo de las investigaciones de la IA, es desarrollar un beneficio de las máquinas y sus procesos, en donde buscan imitar el cerebro humano en una computadora, para dar solución a algún tipo de problema o decisión que se tome de manera humana. Logra reducir costos y riesgos en los procesos, mejorando así la calidad de los mismos. [7]



El lenguaje de comunicación con la inteligencia artificial: NPL (procesamiento de lenguaje natural)

Este lenguaje, también es conocido como computación lingüística y le permite a la computadora interpretar el lenguaje humano basado en el razonamiento, aprendizaje y entendimiento.

El NLP, fue transformado por investigadores para construir un modelo exitoso en la traducción humano-computadora con lenguajes empíricos de datos.

El procesamiento del lenguaje natural desarrolla técnicas computacionales con el propósito del aprendizaje, entendimiento, y producción de contenido humano.

NLU

Natural Language Understanding, es un subconjunto de NLP que trata la faceta mucho más estrecha, pero igualmente importante, de cómo manejar mejor las entradas no estructuradas y convertirlas en una forma estructurada, para que una máquina puede entender y actuar. Mientras que los humanos son capaces de manejar sin esfuerzo las malas palabras, palabras intercambiadas, contracciones, coloquialismos y otras peculiaridades, las máquinas no son tan expertas en comprender y asimilar aquellos inputs con faltas de ortografía u otros supuestos” [8]

Chatbot

Un chatbot es un programa informático, con el

cual es posible mantener una conversación con el usuario. En 1966, fue implementado el primer chatbot llamado Eliza, simulando respuestas y, además, que hablaba con una persona. Eliza fue uno de los programas que marcaron la historia de los bots; pasaron luego, a ofrecer diferentes servicios para empresas. Con la evolución de los sistemas como Android, Google, Siri para sistemas Apple y Facebook, despliegan sistemas de mensajería para desarrollar chatbot. [9]

La palabra chatbot se compone de dos partes: “chat”, que significa conversar, y “bot”, que remite a robot.

Es una herramienta tecnológica que le permite a los usuarios, realizar consultas con personas, responder a preguntas puntuales y brindar sugerencias de forma automática.

Es posible configurarlo para contestar al público, de acuerdo con el perfil y necesidades puntuales de cada negocio. Los chatbots juntan sistemas de inteligencia artificial y tienen la posibilidad de aprender con el paso del tiempo.

Tabla I. Ficha de evolución de los Chatbots:

Año de creación	Quién lo creó	Características
ELIZA (1964):	El primer Bot, desarrollado por Joseph Weizenbaum para la IBM 7094	<ul style="list-style-type: none"> - Considerado como el primer bot, capaz de dialogar en inglés sobre cualquier tema. - Eliza, utilizaba etiquetas para entender los textos y catalogarlos. - Además, fue configurada para hablar con los usuarios acerca de sus problemas para ejercer el papel de un psiquiatra.
CHATTERBOT (1989)	TINYMUD	<ul style="list-style-type: none"> - TinyMud, fue un juego multiusuario sobre calabozos, que incluía conversaciones multiusuario y escenarios simulados. - ChatterBot, es un jugador virtual de TINYMUD que fue creado para conversar con otros jugadores, explorar los mundos, descubrir nuevas rutas a través de cuartos, contestar preguntas de otros jugadores acerca de navegación.
ALICE (1995)	(Artificial Linguistic Internet Computer Entity)	<ul style="list-style-type: none"> - Es un Bot inspirado en Eliza, capaz de coleccionar ejemplos de lenguaje natural por medio de la web. - Utilizaba patrones para administrar la conversación con el usuario
Clippy (1997)	Microsoft	<ul style="list-style-type: none"> - Microsoft lo diseñó para ayudar a las personas a utilizar la herramienta Microsoft Office en 1997 - Clippy y sus otras personalidades como el mago, el gato, y el perro desaparecieron en versiones posteriores de Office 2003
SIRI (2011)	Apple	<ul style="list-style-type: none"> - Es el primer asistente virtual para un teléfono creado por Apple. - La empresa Nuance es la encargada del reconocimiento por voz, y junto con los desarrolladores de Apple lograron crear un agente de conversación totalmente amigable que responde a las consultas realizadas como el clima, música, cálculos matemáticos e historia, y conversaciones tipo chat. - Siri utiliza como motor al servicio Google para responder a las consultas de los usuarios que requieran de búsquedas en la web.

Watson (2011)	IBM	<ul style="list-style-type: none"> - Es reconocido por competir en el programa Jeopardy - Es un sistema cognitivo que identifica el lenguaje con la precisión de un ser humano, más veloz y rápido - Watson, es capaz de descomponer las preguntas, crear varias hipótesis de respuestas y responder con la probabilidad más alta.
Cortana (2014)	Microsoft	<ul style="list-style-type: none"> - Es el asistente de Microsoft que se ha expandido en los celulares, tabletas, computadoras y consolas de videojuego como Xbox todo esto a través de Windows 10. - Se encuentra basada en un agente de IA de un juego llamado Halo - Este asistente puede aprender y adaptarse basado en la tecnología de Machine Learning
Alexa (2014)	Amazon	<ul style="list-style-type: none"> - Su principal característica es que se puede utilizar con el parlante inteligente llamado Amazon Echo
		<ul style="list-style-type: none"> - Permite conocer información sobre clima, productos, compras, recordatorios, e inclusive video llamadas.
Google Assistant (2016)	Google	<ul style="list-style-type: none"> - Esta disponible en celulares y en el parlante inteligente llamado Google Home - capaz de incluir a otros Chatbots en sus conversaciones, es un asistente proactivo para direcciones e información sobre negocios.

Fuente: <https://planetachatbot.com/evolucion-de-los-chatbots-48ff7d670201?gi=18430706e675>

Tabla 2 Ficha de tipo de Chatbots:

"Chatbots" para soporte	Los "Chatbots" de soporte necesitan tener personalidad, ser capaces de múltiples conversaciones anudadas (vueltas) y conocimiento del contexto. Deben poder guiar a un usuario a través de cualquier proceso empresarial importante y responder a una amplia gama de preguntas tipo de preguntas frecuentes.
"Chatbots" de habilidades	No requieren mucha conciencia contextual. Ejecutan comandos establecidos que están destinados a facilitar la vida: "Encienda las luces de mi sala de estar", por ejemplo.
"Chatbots" asistentes	Deben ser conversacionales y responder a casi cualquier cosa, a la vez que son lo más entretenidos posible. Siri es un buen ejemplo actual.

Fuente: <http://blog.techdata.com/ts/latam/3-tipos-de-chatbots-comerciales-que-puedes-construir>

Tabla 3 Ficha de otro tipo de Chatbots:

Chat Bot de servicio al cliente	Es software informático con el que los usuarios pueden interactuar de manera natural, debido a que estos chats están programados para responder preguntas, realizar acciones solucionando dudas de los clientes de acuerdo con el servicio determinado.
Chatbots para aumentar las ventas	Están en función de comercializar servicios o productos, direccionado a usuarios interesados en las páginas web donde se encuentra información de productos.
Chat boots Marketing	Son orientados a generar publicidad para las empresas logrando conectar usuarios y consumidores el más utilizado para descarga de aplicaciones.

Fuente: <https://www.viwomail.es/blog/2017/08/12/5-maneras-de-integrar-la-inteligencia-artificial-en-tu-estrategia-de-marketing/>

Antecedentes:

Desde la antigüedad, el hombre siempre ha buscado satisfacer sus necesidades mediante lo que éste producían. Al pasar el tiempo, la forma de obtener los productos cambió porque ahora tenían

que desplazarse a grandes distancias. Luego, esto fue reemplazado con la aparición de centros de abastecimientos, por ejemplo, los mercados, ya que en estos había más variedad de productos. Más adelante, los agricultores mejoraron sus productos debido a la alta competitividad que existió en los mercados, tanta era la competencia que la calidad del producto ya no era suficiente, es por ellos que surge un nuevo enfoque en la venta del producto, que en la actualidad recibe el nombre de servicio al cliente. Hoy en día, existen poderosas herramientas que nos permite llegar de una manera más eficiente hacia nuestros clientes, de modo que permite fidelizarlos. [10]

El autor HUMBERTO SERNA GÓMEZ (2006) define que:

“El servicio al cliente es el conjunto de estrategias que una compañía diseña para satisfacer, mejor que sus competidores” las necesidades y expectativas de sus clientes externos. De esta definición deducimos que el servicio de atención al cliente, es indispensable para el desarrollo de una empresa.

ESCOM

Siendo el mayor objetivo de la Escuela de Comunicaciones, capacitar, especializar y profesionalizar al personal de Oficiales y Suboficiales de la Fuerza, emprende en 1998 el proceso ante el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES) y el Ministerio de Educación Nacional, la sustentación para la aprobación como institución Universitaria, logrando cumplir esta meta un año más tarde, obteniendo dicho reconocimiento mediante registro ICFES 2903, con la inscripción de dos carreras de pregrado y dos programas de posgrados, como especialidades.

Así mismo, la Escuela Comunicaciones, como Instituto de Educación Superior, mantiene vínculos permanentes con los centros universitarios de Bogotá, a partir de la realización de convenios e intercambios educativos, los cuales han permitido incrementar su nivel académico, y colocarla como la primera Institución Universitaria del Ejército Nacional, para la formación de profesionales y tecnólogos en el área de la electrónica, las telecomunicaciones y la informática, ofreciendo el desarrollo de los programas de pregrado y postgrado, acordes con el permanente avance de la ciencia y la tecnología. [11]

III. MARCO LEGAL

Dentro del marco legal o jurídico, se cuentan con las siguientes disposiciones:

Ley 1581 de 2012, por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales.

Ley 1755 de 2015, por medio de la cual, se regula el Derecho Fundamental de Petición y se sustituye un título del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.



IV. PROCEDIMIENTO

La metodología a tener en cuenta para el desarrollo de la propuesta es mixta, la cual pretende dar a conocer las pautas necesarias para implementar un chatbot a través de la red social Facebook, de la ESCOM:

Tabla IV. Metodología

METODOLOGÍA			
Enfoque Mixto			
Cualitativo		Cuantitativo	
Encuesta	Análisis de respuestas cualitativas abiertas	Encuesta	Análisis de información cuantitativa

Validación de la herramienta propuesta:

METODOLOGÍA			
Enfoque Mixto			
Cualitativo		Cuantitativo	
Encuesta	Análisis de respuestas cualitativas abiertas	Encuesta	Análisis de información cuantitativa

Fuente: elaboración propia

ETAPA 1- DIAGNÓSTICO INICIAL

Para realizar un análisis de la ESCOM, fue pertinente realizar una encuesta al interior de la organización, con la finalidad de medir la frecuencia con la que los estudiantes de la ESCOM ingresan a la página WEB y qué tan rápido obtienen respuesta a sus requerimientos.

A continuación, se presenta la ficha técnica de la encuesta realizada en el mes de noviembre de 2018, a algunos de los estudiantes de pregrado y posgrado de la ESCOM:

Tabla V. Ficha técnica de la encuesta realizada al interior de la organización ESCOM

FICHA TÉCNICA ENCUESTA	
Título:	ESTUDIO DEDUCTIVO CON ORIENTACION AL RESULTADO
Línea de Investigación:	Descriptiva
Entidad:	Escuela de Comunicaciones Militares
Directora:	Amparo Cáceres - Docente Escuela de Comunicaciones Militares
Investigadores:	Estudiantes Esp. Gerencia de las Telecomunicaciones: Sandra Bustos y Johanna Cantor
Periodo de Ejecución:	Diciembre de 2018
Univerno:	70 Estudiantes de la ESCOM
Tipo de cuestionario:	Encuesta con preguntas de opción múltiple y repuestas abiertas
Perfil del entrevistado:	Estudiantes de Pregrado y Posgrado de la ESCOM

Fuente: elaboración propia

Teniendo en cuenta que hoy en día, la tecnología artificial está logrando mejoras en procesos de comunicación, tanto en las comunidades educativas como en productos y servicios de empresas en general, consideramos de gran importancia la propuesta de implementar en la página Facebook Messenger de la ESCOM, un guía Bot que permita brindar respuestas a los estudiantes o interesados en conocer información acerca de la Escuela, agilizando el proceso de atención.

Es por ello, que para evidenciar si es necesaria la implementación de un Guía Bot en la página de la ESCOM, se realizó una medición entre los estudiantes de la ESCOM, la cual arrojó los siguientes resultados:

Tabla VI. Ficha general de la encuesta realizada al interior de la organización ESCOM

FICHA GENERAL DE ENCUESTA REALIZADA	
Instrumento:	Preguntas Abiertas, cerradas y de selección múltiple
Número de:	70
Tipo de muestreo:	Alcatoria
Temática:	Inteligencia artificial
Preguntas:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Has ingresado alguna vez a la página de la Escóm, Escuela de comunicaciones, Ejército nacional de Colombia 2. Si responde No a la pregunta anterior, ¿cuántas veces por qué no has ingresado? 3. Conoces las opciones que tiene la página web de la Escóm? 4. Consideras que es fácil consultar información a través de la página de la ESCOM? 5. Si tu respuesta es No a la pregunta anterior, ¿por qué consideras que no es fácil? 6. Si requieres realizar una solicitud o reclamación en la página de la Escóm, el tiempo de respuesta es de: 7. Consideras que es fácil la comunicación en la página y contacto telefónico con las diferentes áreas de la ESCOM? 8. Si tu respuesta es NO, ¿por qué consideras que no es fácil? Escríbelo la respuesta. 9. Si llegara a fallar alguna de las opciones de la página de la ESCOM, ¿cuántas veces con un acceso para reportar el requerimiento en la misma página? 10. Te gustaría que la página de la ESCOM contara con un Guía Bot que te entregue preguntas y respuestas de forma inmediata? 11. Te gustaría que un Guía Bot te llame de forma inmediata a tu requerimiento, dentro de las diferentes opciones con las que cuenta la página de la ESCOM? 12. Emitirías de acuerdo con que se implementara un Guía Bot dentro de la página de la ESCOM, ¿señala de gran beneficio? 13. Te gustaría recibir notificaciones con información de interés de la página de la Escóm?
Fecha de realización:	20 de noviembre de 2018
Lugar:	Via Web
Método de recopilación:	Resultados virtuales
Tiempo de campo:	22 de noviembre de 2018

Fuente: elaboración propia

Resultados de la encuesta:

Del estudio realizado, podemos deducir que, aunque la mayoría de los estudiantes ingresa a la página de la ESCOM, no todos han navegado por la página o, por el contrario, no les resulta fácil ubicar la información deseada.

Las solicitudes o reclamaciones que se requieren realizar a través de la página, un buen porcentaje de estudiantes indican que no generan trámites a través de la página y los pocos que las generan, indican que no reciben respuesta, por lo cual consideramos que un Guía Bot sería de gran ayuda para la Escuela, debido a que hay consultas que no requieren necesariamente que una persona las responda y que el guía Bot respondería de forma

inmediata a través del Facebook Messenger.

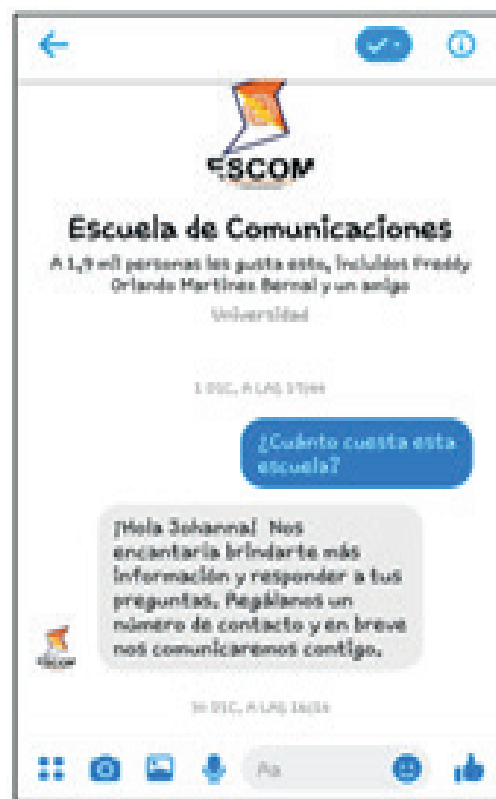
Adicionalmente, el 78% de los estudiantes, una cifra importante, indican que eventualmente o nunca logran comunicarse telefónicamente con la Escuela, por lo cual el guía Bot les ayudaría a direccionarlos a su requerimiento, sin necesidad de contar con una persona al otro lado de la línea; solo requieren un click en el Messenger de la ESCOM.

Actualmente, la red social de Facebook de la ESCOM, no cuenta con un menú de información relacionado con los servicios que presta, o un guía interactivo de fácil acceso, en donde los usuarios puedan ingresar y resolver sus dudas ágilmente.

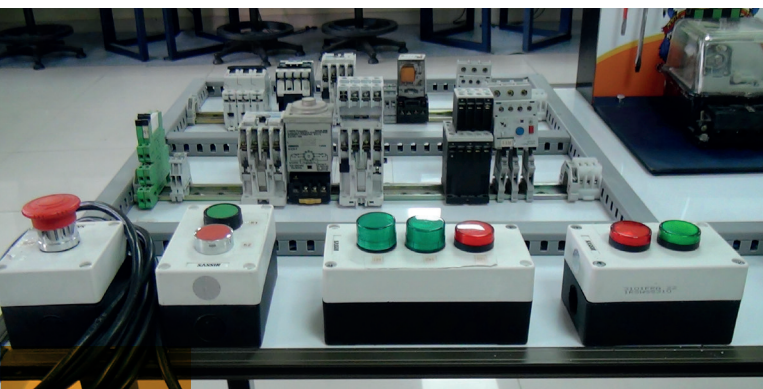
A su vez, realizamos la verificación directa sobre el asesor virtual ubicado en Messenger del Facebook, y tardó bastante tiempo en dar respuesta; por ejemplo, remitimos una consulta el pasado 1 de diciembre de 2018 y solo hasta el 30 de diciembre de 2018, se recibió respuesta.

A partir de allí, consideramos de gran importancia que la Escuela de Comunicaciones se encuentre a la vanguardia de la tecnología, sobre todo en las redes sociales y la practicidad de la misma.

Fig 4. Conversación con el Chatbot



Fuente: Messenger ESCOM Elaboración propia



Para temas de consulta, se ve la necesidad de tener una herramienta de primera mano para la comunidad de hoy, permitiendo innovar en nuevas tecnologías de la comunicación, obteniendo métodos más ágiles e interactivos donde las personas puedan obtener la información con asertividad, una forma más llamativa y moderna.

La propuesta de implementación del chatbot en la página de Facebook de la ESCOM, nace de la necesidad de implementar una ayuda rápida a las consultas requeridas por los estudiantes y usuarios interesados en los servicios educativos y demás, relacionados con la página web de la ESCOM.

ETAPA 2- ESTRUCTURA

En los proyectos se tiene un inicio y una terminación, por lo cual se debe lograr un tiempo explícito para crear un producto o servicio con único resultado. Los tipos de proyectos son utilizados por metodologías ágiles, para cumplir sus objetivos en tiempos cortos. Para el caso de la implementación del Chatbot, consideramos de gran importancia trabajar con metodología Scrum, la cual permite a través de buenas prácticas, moverse dentro de un marco de referencia específico y en un tiempo muy preciso.

A continuación, describiremos como funciona y qué requiere dicho marco de referencia:

SCRUM

Es utilizada por grandes empresas para gestionar proyectos de manera ágil con estándares de calidad, la cual ayudará a asegurar el cumplimiento de los objetivos, la planeación, aclaración y verificación de las actividades realizadas durante los diferentes Sprint. [12]

Tabla VI. Ficha general de la encuesta realizada al interior de la organización ESCOM



Fuente: Grupo Garatu Development disponible en: <https://development.grupogaratu.com/metodologia-scrum-desarrollo-software/>



Para llevar a cabo dicha metodología, es necesario conformar el siguiente equipo de trabajo:

- El Dueño de Producto (Product Owner)

Es la persona responsable de maximizar la importación del producto y trabajar de la mano con la con el Equipo de Desarrollo, para que los objetivos se cumplan [12].

- El Scrum Máster

Es el líder encargado del desarrollo del proyecto; se ajusta a la teoría, prácticas y reglas de Scrum, y aclara las dudas e inconvenientes que el equipo tenga, para cumplir con el desarrollo de los objetivos [12].

- El Equipo Scrum (Scrum Team):

“El Equipo Scrum consiste en un Dueño de Producto (Product Owner), el Equipo de Desarrollo (Development Team) y un Scrum Máster. Los Equipos Scrum, son autorganizados y multifuncionales. Los equipos autorganizados, eligen la mejor forma de llevar a cabo su trabajo” [12].

Buscan desarrollar los objetivos del proyecto de acuerdo con las recomendaciones brindadas, por recoger información y aportar ideas y avances en los sprint.

- El Equipo de Desarrollo (Development Team)

Es un equipo encargado de entregar el trabajo de un incremento de producto “Terminado”, que potencialmente se pueda poner en producción, al final de cada Sprint [12]

•Los Sprint:

“contienen y consisten en la reunión para la inspección y adaptación, de Planificación del Sprint (Sprint Planning Meeting), los Scrums Diarios (Daily Scrums), el trabajo de desarrollo, la Revisión del Sprint (Sprint Review), y la Retrospectiva del Sprint (Sprint Retrospective).” [12]

Gestión de la propuesta

La propuesta “Implementación chatbot en la red social de Facebook de la ESCOM”, fortalece la comunicación entre la ESCOM y los usuarios, para brindar respuestas a las consultas oportunamente y de esta manera, mejorar el servicio que actualmente

presta la Escuela.

Para llegar a ello, se requiere el desarrollo a través de una herramienta de procesamiento de lenguaje y aprendizaje de la máquina, de manera natural como NPL, NLU, las cuales ayudarán al procesamiento conectado de la red de Facebook messenger, con la sincronización de la base de datos SQL, el módulo Chatbot y el módulo web nube.

Una vez establecido el equipo de trabajo, es necesario determinar los siguientes factores, los cuales serán determinantes para dar inicio a la implementación del chatbot:

-Crear una aplicación dentro de Facebook a través de un desarrollador del mismo.



- Establecer los integradores
- Plataformas
- Se deben definir cuántos usuarios se estima que ingresan a Facebook ESCOM (La Escuela puede visualizar cuántos usuarios ingresan a la página, a través de Facebook analytics).
- Cuántas máquinas
- Procesadores
- Memoria (para soportar la cantidad equipos a tener en cuenta, se debe realizar un estudio de campo y determinar qué tipo de servidor se requiere).
- Se recomienda que la configuración se realice en la nube.
- Un ingeniero debe conocer la infraestructura

- que va a manejar.
- La decisión técnica, la toma el desarrollador.

Una de las reglas, es que el chatbot no puede tardar más de 20 segundos en responder, sin en caso dado tarda más de los 20 segundos, puede ser que el servicio esté caído o no cuente con la capacidad para recibir una cantidad de mensajes determinado. Cuando el chatbot se reinicia, vuelve a generar el envío del mensaje.

Planeación

•Para el desarrollo del Chatbot se debe definir un producto mínimo viable, versión chatbot que

aporte a la solución de una necesidad precisa de la ESCOM.

- Validación de la medición de usuarios que ingresan Facebook Meseguer y página web ESCOM.
- Construir todas las preguntas frecuentes, relacionadas con los servicios que ofrece la Escuela, preguntas relacionadas con la página web de la ESCOM.
- Cada pregunta debe tener variedad de respuestas, mínimo 5, para entrenarlas en los motores cognitivos- NLU.
- Definir el plan de trabajo bajo y entregas metodología Scrum comprendiendo las insuficiencias del servicio en los esto se definen en los sprint solucionando las historias, en tiempo Diarios y no mayor dos semanas.
- Aclarar dudas entre equipos para agilizar el proceso de diseño y producción.
- El desarrollo y terminación del producto funcional en la red social de face, se continuará gestionando.

Después de exponer la propuesta de implementación de chatbot en la red social, se genera la propuesta para realizar una segunda encuesta, con el fin de verificar si cumple las expectativas de los usuarios de la ESCOM, enfocado a servicio al cliente.

La encuesta se podría diseñar a través de medios web, con un cuestionario de preguntas simples, las cuales permitirán conocer si el proyecto tiene aceptación o no, entre los usuarios.

Fig 6. Arquitectura chatbot de Facebook



Fuente: Elaboración propia

Como primera medida, es necesario tener claras las opciones de respuesta con las que contará el Chatbot de la Escuela, o crear reglas en una oración, de tal forma que no exista confusión para el usuario final. A continuación, describiremos, puntos tener en cuenta:

Corrector ortográfico

Obtener la entrada en bruto y corregir errores de ortografía. Se puede hacer algo muy simple o construir un corrector ortográfico usando un aprendizaje profundo.

Dividir en oraciones

Es muy útil analizar cada oración por separado. Dividir el texto en frases es fácil; se puede utilizar una de las bibliotecas de PNL, por ejemplo, NLTK , StanfordNLP , SPACY .

Dividir en palabras

Esto también es muy importante porque las reglas codificadas normalmente funcionan con palabras. Las mismas bibliotecas de PNL, pueden hacerlo.

POS etiquetado

Algunas palabras tienen múltiples significados, por ejemplo, “cargar” como sustantivo y “cargar” como verbo. Conocer una parte del habla puede ayudar a desambiguar el significado. Puede usar las mismas bibliotecas NLP, o Google SyntaxNet , que es un poco más precisa y es compatible con varios idiomas.

Lemmatizar palabras

Una palabra puede tener muchas formas: “pagar”, “pagar”, “pagar”. En diversos casos, una forma exacta de la palabra no es importante para escribir una regla codificada. Si el código de preprocesamiento



puede identificar un lema, una forma canónica de la palabra, ayuda a simplificar la regla. La tematización, la identificación de lemas, se basa en diccionarios que enumeran todas las formas de cada palabra. El diccionario más popular para el inglés, es WordNet.

Reconocimiento de entidades: fechas, números, nombres propios

Las fechas y los números se pueden expresar en diferentes formatos: “3/1/2016”, “1 de marzo”, “el próximo miércoles”, “2016-03-01”, “123”, “cien”, etc. Sería útil convertirlos a un formato unificado, antes de hacer una comparación de patrones. Existen otras entidades que requieren un tratamiento especial: ubicaciones (países, regiones, ciudades, direcciones, lugares), personas, números de teléfono.

Encontrar conceptos / sinónimos

Si desea buscar una raza de un perro, no desea enumerar todas las razas de perros en la regla, porque hay cientos de ellos. Es bueno si el código de preproceso identificó una raza de perro en el mensaje y marcó la palabra con una etiqueta especial. Luego, solo puede buscar esa etiqueta cuando aplique la regla.

WordNet se puede utilizar para identificar conceptos comunes. Es posible que deba agregar bibliotecas de conceptos específicos del dominio, por ejemplo, una lista de nombres de medicamentos si está creando un bot de atención médica.

Plataforma de inteligencia:

Una red neuronal es solo una capa de cualquier aplicación inteligente. Es natural estructurar los sistemas informáticos en capas; no hay una pila de plataforma de inteligencia estable todavía; está abierta para interpretación y cambios. El modelo más común de la pila, incluye 8 capas, desde el hardware en la parte inferior, hasta la capa de aplicación en la parte superior: capas de abajo hacia arriba.

Hardware para acelerar el cálculo

Normalmente, es una CPU multi-core o GPU. Las GPU, son mucho más potentes que las CPU para aplicaciones de aprendizaje profundo. Por ejemplo, Google está utilizando chips especiales llamados TPU (unidad de procesamiento de tensor) en sus centros de datos.

Abstracción de hardware

NVIDIA CUDA y CuDNN, proporcionan

funcionalidad para la capacitación e inferencia de redes neuronales en NVIDIA GPU.

Lenguaje de programación

Los desarrolladores necesitan usar un lenguaje de programación para hacer el preprocesamiento de datos, la formación de modelos y la inferencia. Python es el lenguaje más popular para el aprendizaje profundo, al menos para la capacitación, porque existen muy buenas bibliotecas de computación científica para Python.

Bibliotecas / marcos de aprendizaje profundo

Es quizás la capa más importante. Contiene medios para expresar modelos de aprendizaje profundo y, a menudo, contiene algoritmos para la autodiferenciación y la optimización. En 2015, Google lanzó TensorFlow, y rápidamente se convirtió en el marco más popular para el aprendizaje profundo.

Algunas bibliotecas más recientemente lanzadas: CNTK(Microsoft), Warp-CTC (Baidu). (Surmenok, 2016)

Arquitectura de la red neuronal

Hay muchas formas diferentes de configurar una red neuronal: qué tipos de neuronas utiliza, cuántas capas y neuronas, técnicas de regularización.

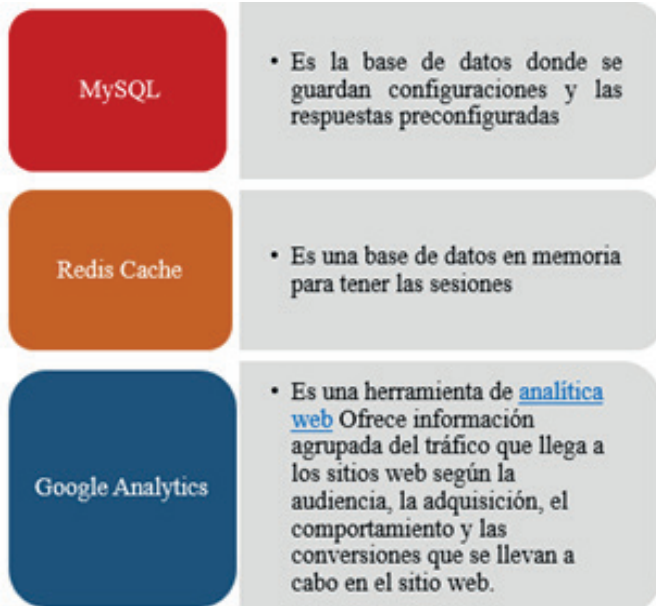
En la última década el aprendizaje profundo (deep learning, DL), se ha posicionado como una de las metodologías más robustas para la Inteligencia Artificial (artificial intelligence, AI). Se ha aplicado a tareas de:

- clasificación de imágenes
- reconocimiento de voz
- vehículos autónomos
- traducción automática
- y muchas más

Parte del avance y éxito del campo, se debe a la apertura y accesibilidad de recursos que permiten entender, replicar, mejorar y aplicar los sistemas basados en DL. Aquí una pequeña guía de cómo iniciar a adentrarse en el deep learning.

Herramientas requeridas

Las herramientas requeridas para la construcción del Bot, las relacionaremos a continuación, de manera general:



Fuente: Elaboración propia

Como crear un chatbot a través de Facebook

Messenger a través del integrador Api-Ai. A continuación, se explica de manera detallada con un ejemplo, el paso a paso de cómo crear un chatbot a través de Facebook Messenger, a través del integrador Api-Ai. [13]

- Modelo General (Integrador - Proveedor - Facilitador)

Un resumen sobre NLP / NLU / NLG / ML / IA

- Crear la aplicación Facebook 4.- Crear la página Facebook.

- Crear Agente en API.AI 6.- Realizar la conexión entre API.AI y Facebook a través de los webhooks.

Para acceder al tutorial, puede ingresar a la siguiente

fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=nDRXHz0bd90>

Fig 7. Conceptos



V. PRESUPUESTO REQUERIDO

Se realizó un presupuesto, con la intención de efectuar un plan económico y financiero que contemple los gastos y la factibilidad económica del proyecto. Relacionamos en el siguiente cuadro, la proyección del recurso humano y las herramientas que se requieren para ejecutar el chatbot.

Fig. 8 Presupuesto asignado al proyecto, contando una duración de 12 meses:

NUM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Nº UNIDADES	COSTOS UNITARIO	TOTAL
SERVICIOS					
1	Internet	MESES	12	\$ 120.000	\$ 1.440.000
EQUIPOS DE COMPUTO					
2	Computadores Portátiles	UNIDADES	2	\$ 1.500.000	\$ 3.000.000
RECURSOS HUMANOS					
1	Desarrollador	MESES	12	\$ 3.500.000	\$ 42.000.000
1	Ing. Sistemas	MESES	12	\$ 3.000.000	\$ 36.000.000
HERRAMIENTAS					
1	App Service	MESES	12	\$ 192.720	\$ 2.312.640
1	Cognitive Services	MESES	12	\$ 4.500	\$ 54.000
1	Azure Bot Service	MESES	12	\$ 15.000	\$ 180.000
1	Azure Cache for Redis	MESES	12	\$ 48.000	\$ 576.000
1	Azure Database for MySQL	Meses	12	\$ 415.413	\$ 4.984.956
TOTAL			84	\$ 8.795.633	\$ 90.547.596

Fuente: Elaboración propia

Fig. 9 Cotización estimada por el proveedor Microsoft Azure de herramientas que se requieren para el chatbot, mensual y total año:

Microsoft Azure Estimate

Service type	Region	Description	Estimated Cost	Pesos Colombianos
App Service	West US	Basic Tier, 1 B2 (2 Core), 3.5 GB RAM, 10 GB Storage) x 720 Hours; Windows OS	\$64.24	\$192.720.00
Cognitive Services	West US	Language Understanding (LUIS) API; Text requests tier; 10 transactions.	\$1.50	\$4.500.00
Azure Bot Service	West US	\$1 tier; 10000 messages in Premium Channels	\$5.00	\$15.000.00
Azure Cache for Redis	West US	CD; Basic tier; 1 Instance(s); 720 Hours	\$16.00	\$48.180.00
Azure Database for MySQL	East US	General Purpose Tier; 1 Gen 4 (2 vCore) x 720 Hours; 5 GB Storage; 100 GB Additional backup storage - US redundancy	\$138.47	\$415.413.00
Support		Support	\$0.00	
Licensing Program			Microsoft Online Services Program (MOSP)	
Monthly Total			\$225.27	\$675.813.00
Annual Total			\$2.703.25	\$8.109.756.00

Fuente: Calculadora de precios configurar los costos de los productos de Azure, disponible en: <https://azure.microsoft.com/en-gb/pricing/calculator/>

De acuerdo con el presupuesto presentado anteriormente para implementar un chatbot, se realiza la comparación si por algún motivo, la Escuela decidiera no implementar el chatbot automático y quisiera contratar agentes de Call Center para contestar el chatBot 7x24, teniendo en cuenta la sesiones que deben contestar en un turno de 8 horas y la rotación de los mismos. Para ello, tomamos el costo que debe asumir la Escuela al contratar un empleado.

Si se realiza una contratación por año de 10 agentes, cada uno con un valor de \$1.336.917 por mes, el costo cada año de contratación, sería de \$160.430.040:

Fig 10. Costos

NUM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Nº MESES CON	COSTOS EMPLEADO MES	TOTAL
1	Cargos Empleador	MESES	12	\$ 1.336.917	\$ 16.043.004
10	Contratación Empleados	MESES	12	\$ 16.043.004	\$ 160.430.040

Fuente: Elaboración propia

Fig. 11 Costos que debe asumir el empleador mes por mes.

COSTO LABORAL MENSUAL DE UN EMPLEADO DE 1 SMMLV	
Sueldo y subsidio a cargo del empleador	
Sueldo (\$)	8.28.116
Mas Subsidio Transp	97.032
Subtotal	9.25.148
Aportes a cargo de l empleado	
A Salud (4%)	331.25
A pensión (4%)	331.25
Subtotal	66.249
Neto mensual Recibido por el empleado antes de ps.	
Aportes a cargo de l empleado	
A pensión (12%)	99.374
Parafiscales (Caja) (4%)	33.125
A ARL (2%)	16.562
Subtotal	149.061
Prestaciones a cargo de l empleado	
Cesantía (1 S+ST)/12	77.096
Prima (1 S+ST)/12	77.096
Intereses s/cesantías (12% s/c)	9.251
Vacaciones (1/25)/12	34.505
Dotación (7% de 1 S+ST)	64.760
Subtotal	262.708
TOTAL A CARGO DEL EMPLEADOR	1.336.917

Fuente: Gerencie disponible en: <https://www.gerencie.com/salario-minimo-2019.html>

La propuesta de implementación del chatbot, se proyectó a un año para la implementación; su costo, es de \$90.547.596. Si la Escuela implantara el proyecto en su atención 7x24, con un seguimiento en la atenciones y oportunidad de mejora del chatbot, se estaría ahorrando \$69.882.464, en lugar de realizar contratación de personal, en gastos de prestaciones para el empleador.

El Análisis de inversión es viable, por el ahorro de contratación de personal, montaje de infraestructura los cuales conllevan costos adicionales, no definidos aquí.

La inversión para implementación del Chatbot, en

realidad es mínima, pues es mucho más económica que una campaña publicitaria de tres meses, a la cual no se tiene seguimiento al resultado de la misma. En cambio, el proyecto de chatbot es viable, para realizar seguimiento y generar estrategias de negocio.



VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con estudios realizados (Grafica 1, 2 y 3), se determina que Facebook Messenger, es una de las redes sociales con mayor influencia en el mundo y las cifras lo demuestran.

Implementar el asistente virtual en Facebook Messenger, influiría de manera positiva en la atención de Servicio al Cliente de la ESCOM, mediante la reducción de los tiempos de respuesta, brindando contestaciones oportunas y exactas.

Se logró determinar los componentes y las características que debe tener el asistente virtual de inteligencia artificial, para ser implementado en la red social de Facebook Messenger de la ESCOM.

Se estableció la arquitectura del asistente virtual

para la red social de Facebook Messenger, la cual puede complementarse con otros tipos de chatbot, como Marketing, Atención al Cliente, Soporte y Ventas, los cuales remplazarán en un futuro, algunas carreras, que no requieren de un humano.

Se logró determinar los costos de inversión, proyectados a 1 año de la implementación del asistente virtual.

VII. RECOMENDACIONES


Implementar el asistente virtual en la red social de la ESCOM, requiere una campaña de difusión en la comunidad académica, lo que permitirá optimizar las funciones del talento humano de la Fuerza y brindar un nuevo canal de comunicación e interacción con los usuarios interesados en los servicios de la ESCOM. De acuerdo con los resultados que generen las consultas de los usuarios en la red social de Facebook, se puede realizar un análisis e investigación de mercado, brindando nuevas herramientas estadísticas para la toma de decisiones de la dirección.

Para la implementación del chatbot, es recomendable adquirir los servicios con el proveedor, Azure Microsoft, el cual cuenta con herramientas confiables para que los usuarios tengan una excelente experiencia.

Para medir los datos de ingresos de los usuarios que consultan las preguntas frecuentes, se sugiere utilizar la herramienta Google Analytics, la cual es entendida como el uso intensivo de datos, estadística y análisis cuantitativo, modelos predictivos y explicativos y gestión basada en hechos, para dar soporte al proceso de toma de decisiones, la creación de ventajas competitivas y la generación de valor en las organizaciones.

VIII. REFERENCIAS

- [1] Tellez, S. (30 de 10 de 2017). Blog Chat-Bots. Obtenido de Chat-Bots: <https://chat-bots.co/es/blog/los-casos-de-exito-mas-impactantes-sobre-chatbots-en-colombia-y-mundo>
- [2] Sulz, P. (2019). Marketing de Contenidos. Obtenido de Marketing de Contenidos: <https://marketingdecontenidos.com/todo-sobre-redes-sociales/>
- [3] Llano, J. C. (14 de Noviembre de 2018). Juan Carlos Mejía Llano. Obtenido de <https://www.juancmejia.com/marketing-digital/estadisticas-de-redes-sociales-usuarios-de-facebook-instagram-linkedin-twitter-whatsapp-y-otros-infografia/>
- [4] Llano, J. C. (14 de Noviembre de 2018). Juan Carlos Mejía Llano. Obtenido de <https://www.juancmejia.com/marketing-digital/estadisticas-de-redes-sociales-usuarios-de-facebook-instagram-linkedin-twitter-whatsapp-y-otros-infografia/>
- [5] Wikipedia. (3 de Enero de 2019). Wikipedia. Obtenido de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Facebook_Messenger
- [6] Zenith, B. (8 de Agosto de 2017). Bloggin Zenith. Obtenido de Bloggin Zenith: <https://blogginzenith.zenithmedia.es/novedades-facebook-messenger-bots/>
- [7] Fernández, L. A. (Diciembre de 2004). La Ciencia y el Hombre. Obtenido de Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Veracruzana: <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol17num3/articulos/inteligencia/index.htm>
- [8] Fernandes, A. (15 de Agosto de 2018). Planeta Chatbot. Obtenido de <https://planetachatbot.com/definicion-nlp-nlu-nlg-y-como-funcionan-los-chatbots-fcf4b22e065a>
- [9] @yubal_FM. (27 de Mayo de 2017). Xataka Mexico. Obtenido de Xataka Mexico: <https://www.xataka.com/historia-tecnologica/asi-era-eliza-el-primer-bot-conversacional-de-la-historia>
- [10] BlogSpot. (6 de Mayo de 2011). BlogSpot. Obtenido de Importacionesan: <http://importacionesan.blogspot.com/2011/05/marco-teorico.html>
- [11] Comunicaciones, E. d. (Enero de 2019). Escuela de Comunicaciones Militares. Obtenido de <http://escom.cemil.edu.co/index.php/informacion-de-interes/resena-historica/>
- [12] Sutherland, K. S. (Julio de 2013). La Guía de Scrum . Obtenido de <https://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v1/Scrum-Guide-ES.pdf>
- [13] Patcornejo.all. (20 de Febrero de 2017). <https://patcornejo.ai>. Obtenido de Chatbot Chile.com: https://www.youtube.com/watch?v=mg6_U57ofb8



EVOLUCIÓN DEL ROBOT SEGUIDOR DE LÍNEA EN LA ESCOM

Cabo Primero Ing. Sixto Javier Portilla; Javiport25@hotmail.com
Semillero Work Team Electronic's, ESCOM

RESUMEN

Promover el interés por los robots seguidores de línea entre los estudiantes de los programas de ingeniería y tecnología en electrónica de la Escuela de Comunicaciones, ha sido el propósito del semillero de investigación en electrónica; estos robots son desarrollados por los estudiantes que integran el semillero de investigación en robótica, permitiendo así el desarrollo de competencias, mediante la estrategia de aprendizaje basado en proyectos y resolución de problemas.

Este artículo expone la evolución que han tenido los robots seguidores de línea, en la ESCOM, tanto en la parte estructural (etapa de sensado, control y potencia), como la parte lógica (algoritmo).

Palabras clave: competencias, evolución, robots, seguidor de línea.

ABSTRACT- Promoting interest in line-following robots among the students of the electronics engineering and technology programs of the School of Communications, has been the purpose of the electronic research hotbed; These robots are developed by the students that integrate the research hotbed in robotics, thus allowing the development of skills, through the project-based learning strategy and problem solving.

This article exposes the evolution that the line following robots have had, in ESCOM, both in the structural part (sensing, control and power stage), as well as the logical part (algorithm).

I. INTRODUCCIÓN

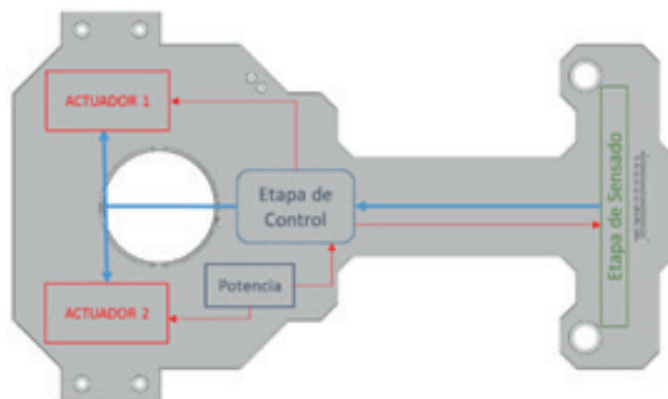
La Escuela de Comunicaciones a través de los semilleros de investigación, enfoca sus esfuerzos por incentivar las actividades investigativas, de innovación y desarrollo de prototipos, abriendo puertas a sus estudiantes hacia nuevos escenarios académicos como representantes de la Escuela de Comunicaciones, siendo agentes desarrolladores en el campo de la automatización, permitiéndole a la ESCOM adquirir reconocimiento a nivel nacional e internacional como Institución de Educación Superior; por tal razón, en el semillero de robótica se ha venido trabajando la evolución de las etapas de los robots, implementando en los diseños, componentes con mejores características técnicas (sensores, microcontroladores, drivers) y materiales con óptimas características mecánicas (motores, ruedas, PCBs). Éstas actualizaciones han tenido lugar en la participación de los diferentes eventos de robótica desarrollados en la ciudad de Bogotá, en la ciudad de Bucaramanga y EXPOCOM; eventos que cuentan con la participación de diferentes países que traen consigo robots cada vez más cualificados en sus componentes y materiales, los cuales se constituyen en referentes para la presente investigación.

Seguidor de línea

Los seguidores de línea, son robots capaces de detectar y seguir una línea negra, la cual se encuentra marcada en una superficie blanca o en su defecto, una línea blanca marcada en una superficie negra, lo que permite obtener un enorme contraste entre los dos colores. Los seguidores de línea, capturan la posición en la que se encuentran mediante sensores ópticos; para seguir la línea correctamente, se utilizan diferentes tipos de algoritmos de control, que logren mantener el robot sobre la línea y recorrer la trayectoria completa en el menor tiempo posible. [1]

Para su correcto funcionamiento, este tipo de robots deben usar una etapa de sensores que envían información de la ubicación del robot, con respecto a la línea negra o línea blanca, una etapa de control que permite procesar la información enviada por los sensores; así mismo, una etapa de actuadores que cumplen las acciones enviadas por la etapa de control y una etapa de potencia que permite alimentar las tres etapas principales del robot, como se muestra en la figura 1.

Fig. 1. Etapas de un robot seguidor de línea



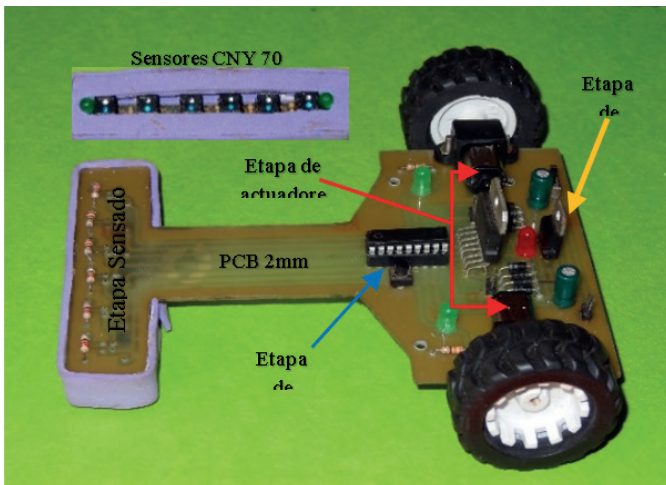
Fuente: Elaboración propia



II. PROCEDIMIENTO

Es así, que mediante este artículo se presenta la evolución que han tenido los robots seguidores línea en la Escuela de Comunicaciones Militares:

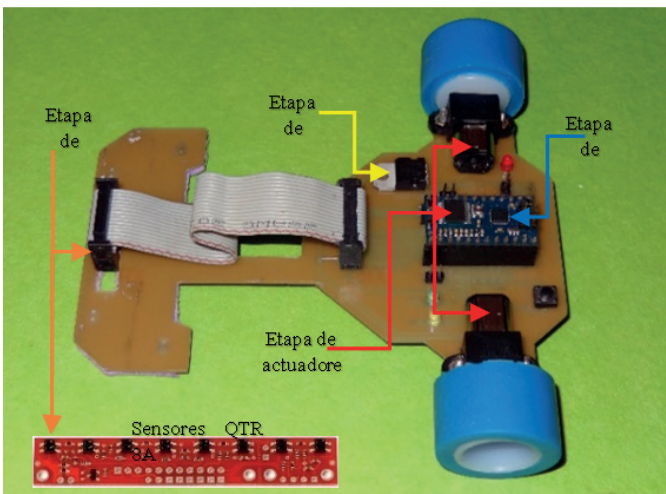
Fig. 2. Seguidor de línea WTE 07 V1.0.



Fuente: Elaboración propia

La figura 2, muestra el primer prototipo seguidor de línea desarrollado en la ESCOM en 2015, que buscaba mejorar los robots tradicionales hechos en protoboard con múltiples cables para sus conexiones de las 3 etapas. Es así como WTE 07 V1.0, está basado en una tarjeta PCB, que a su vez hace parte de la estructura del robot que integra 6 sensores CNY70 para su etapa de sensado; un pic 16f628a, para su etapa de control; un puente H de referencia L298N, con dos mores 6V en su etapa de actuadores y un LM7805 con batería convencional 9V, para la etapa de potencia.

Fig. 3. Seguidor de línea WTE 07 V1.1

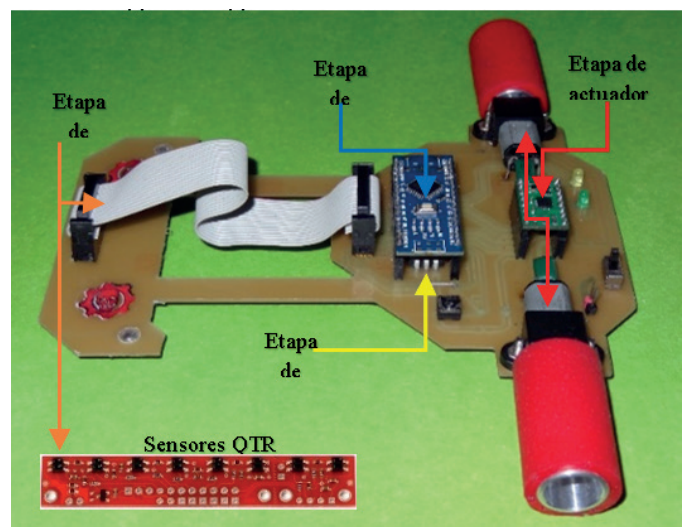


Fuente: Elaboración propia

En la figura 3, se observa el segundo prototipo de seguidor de línea desarrollado en la ESCOM en 2016. Para el diseño de este robot, se utilizó como material la misma placa impresa de circuitos PCB la cual es de baquelita de 2 mm de espesor; presenta una alta resistencia a la temperatura y al choque, contando con excelentes características eléctricas. Este tipo de robot utiliza sensores ópticos QTR 8ª, los cuales se encargan de detectar la cantidad de luz reflejada por una superficie.

El sensor está conformado por 8 leds emisores infrarrojo; igualmente, este emisor hace rebotar la señal sobre la superficie que se encuentra sensando, mientras que los 8 optotransistores se encargan de recibir la luz reflejada, a diferencia del primer prototipo en esta versión. Para el diseño del control, se empleó la tarjeta BABY HORANGUTÁN, la cual integra un microcontrolador de 8 bits y un driver TB6612. En la etapa de actuadores se continúa con los motores 6V y se emplean llantas de silicona con rin plástico de un diámetro de 4cm; en la etapa de potencia, se continúa con el integrado LM7805 el cual proporciona 5V a su salida, alimentando a todo los componentes que integran la tarjeta del robot.

Fig. 4. Seguidor de línea WTE 07 V1.2.



Fuente: Elaboración propia

La figura 4 presenta el tercer prototipo de seguidor de línea desarrollado en la Escuela de Comunicaciones Militares, a inicios del año 2017. Para la fabricación de este robot, se siguió la metodología de los anteriores diseños, usando la baquelita en fibra de vidrio como parte del circuito eléctrico y como estructura del robot, teniendo en cuenta los anteriores diseños; esta vez se pensó modificar las dimensiones del robot, tanto a lo largo como a lo ancho, con el propósito de tener mejor respuesta en la etapa de actuación con respecto al sensado y así mejorar la maniobra de las curvas y rectas.

En la etapa de sensado, se continuó con la tarjeta QTR 8ª, ya que proporciona un alto rendimiento del robot en la detección y posición de éste sobre la línea. Para la etapa de control, se optó por emplear la tarjeta de arduino nano, ya que el anterior robot empleaba una tarjeta con alto costo para la programación, lo que implicaba usar un programador externo. Arduino NANO cuenta con 8 pines análogos, 14 pines digitales de los cuales 8

pinos proporcionan señal PWM; lo anterior indica que esta tarjeta es ideal para el nuevo diseño.

Buscando mejorar la etapa de actuadores, se empleó una tarjeta DRV 8833 de Pololu, la cual tiene una muy buena respuesta en el control de dos motores con reducción 10:1; en esta etapa se emplearon ruedas de silicona con rines de aluminio, cuyas dimensiones son de 2cm de diámetro y 4 cm de largo, permitiendo así mayor adherencia sobre la superficie de la pista.

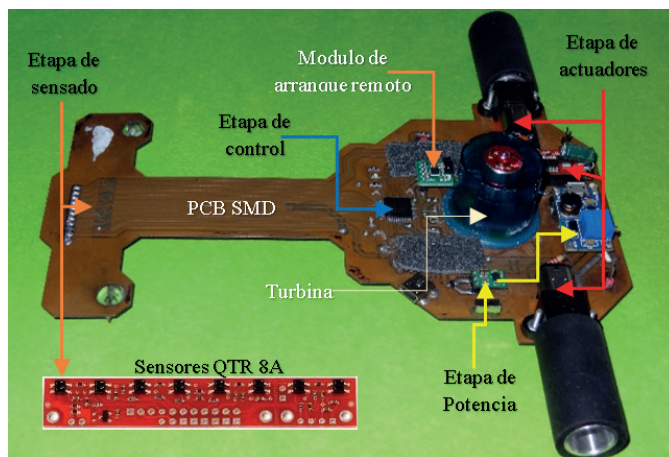
Esta versión de seguidor de línea, con las modificaciones de dimensiones y empleo de nuevos y mejores componentes electrónicos y mecánicos, logró un excelente rendimiento, lo cual motivó a los estudiantes de la institución a participar en los diferentes eventos de robótica a nivel nacional, que han permitido a los integrantes del semillero adquirir mayor experiencia y conocimiento en el mundo de la robótica, como se observa en la figura 5:

Fig. 5. Participación en 4to megatorneo Runibot 2017 con el seguidor de línea WTE 07 V1,2.



Fuente: Elaboración propia

Fig. 6. Seguidor de línea WTE 07 V2.0.



Fuente: Elaboración propia

La figura 6, WTE 07 V2.0, es el actual robot seguidor de línea desarrollado en la Escuela de Comunicaciones Militares desarrollado el 2018; el diseño de este robot, fue producto de la experiencia e investigación lograda con la participación en diferentes concursos de robótica que se realizan a nivel nacional; haciendo tributo a los anteriores diseños, se desarrolló una tarjeta de doble capa, que a la vez hace parte de la estructura del robot, que integra componentes de montaje superficial (SMD), logrando de esta forma, reducción de peso, firmeza de componentes y optimización en cuanto a la pérdida de información.

Teniendo en cuenta este nuevo enfoque para el diseño del robot, en su etapa de control, tomó parte esencial el microcontrolador ATMEGA 32U4 de 8bits, que cuenta con 26 pines de entrada/salida (de los cuales 7 pueden usarse como salidas PWM y 12 como entradas analógicas). Cuenta también con un puerto USB nativo, incorporado dentro del mismo encapsulado, que permite una interfaz de comunicación directa con el PC; la etapa de actuadores está integrada por un driver de potencia puente H L298P, de montaje superficial que controla los dos motores de relación 10:1 a 12V y una turbina EDF27.

Con la implementación de este último componente, se logró obtener mejor rendimiento tanto en control como en velocidad del robot sobre la pista, ya que la turbina mediante la succión de aire genera una presión sobre la estructura del seguidor de línea, permitiéndole que las ruedas tengan mayor adherencia sobre la superficie; en la etapa de sensado, se le da continuidad al uso de la regleta de 8 sensores QTR 8A de Pololu, por la eficiencia en la detección de la línea marcada sobre la pista que se ha visto en los anteriores diseños; en esta

etapa, fue necesario incluir un módulo infrarrojo de arranque remoto, el cual se está estandarizando en las competencias a nivel nacional e internacional, debido a que este módulo permite la activación y desactivación de los robots a distancia, protegiendo de esta manera a los participantes y al mismo robot de algún eventual accidente.

En su etapa de potencia, se usó una batería de LiPo a 7.4V de 300 miliamperios; así mismo, se cambió el regulador LM7805 por un módulo step up/step down, el cual a la salida siempre tendrá un valor de tensión de 5 Voltios, sin importar si es alimentado con tensiones superiores o inferiores a 5V y se usó un módulo elevador de voltaje para la alimentación de la etapa de actuadores.

Como se puede evidenciar, los estudiantes de la Escuela de Comunicaciones a través del Semillero de robótica, han demostrado capacidades en investigación, innovación y desarrollo de prototipos propios, los cuales día a día mejoran su desempeño en las competencias y se mantienen al frente de las nuevas tendencias tecnológicas en este tipo de retos. WTE 07 V2.0 es un claro ejemplo de dichos avances y es el reflejo del trabajo que se realiza por cada uno de sus integrantes, los cuales han representado y dejado en alto el buen nombre de la institución, impulsando y promoviendo a sus compañeros en el campo de la investigación y entrar al mundo de la robótica competitiva.

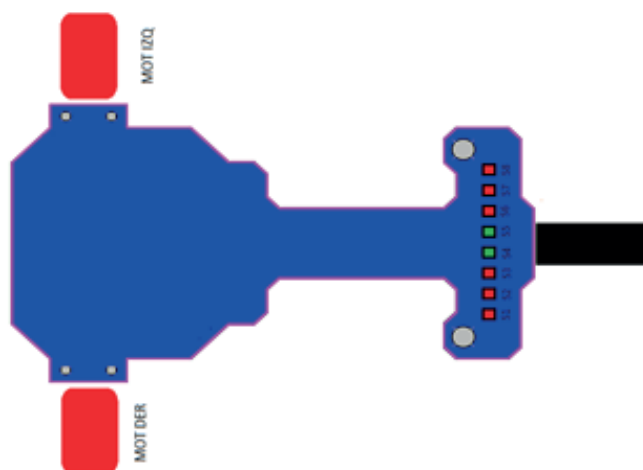
Descripción del software

Fig. 7. Participación en 5to megatorneo Runibot 2018 con 4 prototipos de seguidor de línea WTE 07 V2.0.



Fuente: Elaboración propia

Fig. 8. Descripción seguidora de línea sobre la pista



Fuente: Elaboración propia

Tabla I: Control sobre el robot, tomando el estado de los sensores sobre la pista

S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	M I	M D	PW MI	PW MD
0	0	0	1	1	0	0	0	H	H	100	100
0	0	1	1	0	0	0	0	H	H	100	60
0	1	1	0	0	0	0	0	H	H	100	20
1	1	0	0	0	0	0	0	H	L	100	60
1	0	0	0	0	0	0	0	H	L	100	100
0	0	0	0	1	1	0	0	H	H	60	100
0	0	0	0	0	1	1	0	H	H	20	100
0	0	0	0	0	0	1	1	L	H	60	100
0	0	0	0	0	0	0	1	L	H	100	100
0	0	0	0	0	0	0	0	L	L	100	100

Fuente: Elaboración propia

El algoritmo está basado en una máquina con 10 estados que permiten el control del motor izquierdo (MI) y del motor derecho (MD) con respecto a la posición de los 8 sensores sobre la línea marcada en la pista. Por ejemplo, el estado 1 es la posición de referencia en donde los sensores 4 y 5 se encuentran sobre la línea de la pista; por lo tanto, los motores MD y MI avanzan con velocidad del 100%; para el estado 2, el robot se ha desviado hacia la izquierda quedando los sensores 3 y 4 sobre la línea, lo cual cambia la condición, siendo MI más rápido que MD; esto obliga a corregir el error, con MI avanzando a una velocidad del 100%, mientras que MD avanza con velocidad del 60%; Por otra parte, puede ser el estado 8, donde el robot se ha desviado muy a la derecha, con posibilidades de salirse de la pista, quedando los sensores 7 y 8 sobre la línea, lo cual exige que debe ser cambiada la instrucción para que el MI retroceda con una velocidad del 60% y el motor derecho avance con una velocidad del 100%, obligando al robot a corregir el error, buscando siempre que los sensores 4 y 5 estén sobre la línea de la pista.

Descripción de componentes

SENSOR CNY70 Es un sensor óptico infrarrojo, con un rango de corto alcance (menos de 5 cm), que se utiliza para detectar colores de objetos y superficies. Su uso más común es para construir pequeños robots siguelíneas. Contiene un emisor de radiación infrarroja -fotodiodo- y un receptor -fototransistor. El fotodiodo emite un haz de radiación infrarroja, el fototransistor recibe ese haz de luz cuando se refleja sobre alguna superficie u objeto. [2]

PIC 16F628A Es un microcontrolador de 8 bit, que posee una arquitectura RISC avanzada, así como un juego reducido de 35 instrucciones. Este microcontrolador es el reemplazo del obsoleto pic16f84a; los pines del pic16f628a, son compatibles con el pic16f84a, así se podrían actualizar proyectos que hemos utilizado con el pic16f84a. [3]

EL DRIVER L298N Es un controlador de motor de alto voltaje, alta corriente, doble puente completo diseñado para aceptar estándares de niveles lógicos TTL y manejar cargas inductivas tales como relés, solenoides o motores DC. [4]

SENSOR QTR 8A El sensor QTR 8^a, es un arreglo de sensores reflectivos usados como sensor de línea. Este módulo, contiene 8 emisores IR y sus receptores (phototransistor) espaciados 9.525 mm. Cada fototransistor es conectado a una resistencia de pull-up a un divisor de voltaje el cual puede ser un valor análogo entre 0 V y VIN (típicamente 5 V).

Todas las salidas son independientes, pero los leds están en un arreglo de pares para minimizar el consumo de corrientes y el encendido o apagado de los leds. Está controlado por un MOSFET (este controla todos los leds), con compuerta normalmente alta, permitiendo que los leds se apaguen con una señal activa baja; lo anterior permite un uso controlado de potencia y un control de brillo por medio de PWM [5]

BABY ORANGUTAN B-328 Es un controlador de robot muy compacto pero completo, que incluye un microcontrolador AVR ATmega328P de alto rendimiento (con 32 KB de memoria de programa y 2 KB de RAM) y dos canales de unidad motriz en el mismo formato de 24 pines de unidades competitivas, que incluyen solo un microcontrolador. Puede conectar su batería, sensores y motores directamente a este pequeño módulo para hacer un robot en miniatura, o puede usar el Baby Orangután como un controlador auxiliar en robots más grandes. [6]



MICRO METAL GEARMOTOR 10:1 Este motorreductor, es un motor de corriente continua miniatura, cepillado de 6 V y 12V de alta potencia, con una caja de cambios de metal de 9,96: 1. Tiene una sección transversal de 10 × 12 mm, y el eje de salida de la caja de cambios en forma de D, tiene 9 mm de largo y 3 mm de diámetro; 3000 RPM and 120 mA with no load, 4 oz-in (0.3 kg-cm) and 1.6 A at stall. [7]

ARDUINO NANO es una pequeña, pero poderosa tarjeta basada en el ATmega328. Posee las mismas funcionalidades que un Arduino UNO, solo que en un tamaño reducido. Para programarla solo se necesita de un cable Mini USB, Características Microcontrolador ATmega328, Voltaje de operación 5V, Voltaje de alimentación (Recomendado) 7-12V, I/O Digitales 14 (6 son PWM), Memoria Flash 32KB, EEPROM 1KB, Frecuencia de trabajo 16MHz, Dimensiones 0.73" x 1.70" [8]

DRV8833 DUAL MOTOR DRIVER Esta pequeña placa de ruptura para el controlador de motor dual DRV8833 de TI, puede entregar 1.2 A, por canal continuamente (2 A pico) a un par de motores de CC, con un rango de voltaje operativo de 2.7 V a 10.8 V y protección incorporada contra voltaje inverso, bajo voltaje, sobrecorriente y sobretensión. Este controlador es una gran solución para alimentar motores de baja tensión. [9]

POLOLU ADJUSTABLE REGULATOR 4-25V
 Este potente regulador de impulso ajustable, puede generar un voltaje de salida, hasta de 25V, desde un voltaje de entrada tan bajo como 1,5 V; todo en un paquete compacto de 0,42 “x 0,88” x 0,23 “. Un potenciómetro trimmer le permite configurar el voltaje de salida del regulador de impulso a un valor entre 4 y 25 V. [10]

POLOLU STEP UP/STEP DOWN 5V Produce eficientemente 5 V de voltajes de entrada entre 2.7 V y 11.8 V. Su capacidad para convertir voltajes de entrada más altos y más bajos, lo hace útil para aplicaciones donde el voltaje de la fuente de alimentación puede variar mucho, como con baterías

que comienzan por arriba, pero que descargan por debajo de 5 V. El módulo muy compacto (0,35 “x 0,475”), tiene una eficiencia típica de más del 90% y puede suministrar hasta 1 A [11]

ARDUINO LEONARDO Es un tablero de microcontroladores basado en el ATmega32u4 (hoja de datos). Tiene 20 pines digitales de entrada / salida (de los cuales 7 pueden usarse como salidas PWM y 12 como entradas analógicas), un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión micro USB, un conector de alimentación, un encabezado ICSP y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para soportar el microcontrolador. [12]



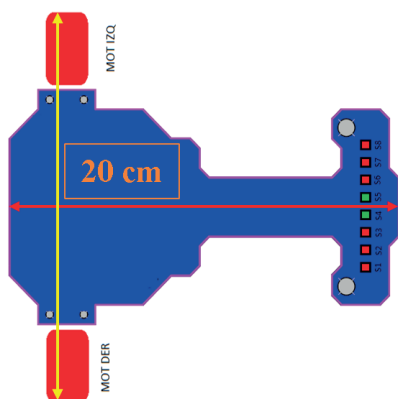
III. RESULTADOS

Con el desarrollo de estos prototipos año tras año, se han venido implementando mejoras tanto en los dispositivos electrónicos, como en el tamaño de la estructura; esto, debido a que se ha analizado que los robots seguidores de línea en cada pista se comportan diferente, por tal razón se estableció bajo diferentes pruebas y competencias en esta categoría, que las dimensiones de su estructura, incluyendo sus llantas, es de 20cm de largo por 20cm de ancho, tal como se muestra en la figura 9.

Estas dimensiones son ideales para pistas de velocidad, las cuales, tienen una característica común en los torneos en cuanto al trazo de las curvas, no siendo demasiado cerradas, permitiendo así que los robots logren su máximo desempeño en pista; es aquí donde todos los componentes y estructura con que cuenta el último robot, influyen para lograr dicho objetivo, como son:

- Sensores con buen desempeño en su sentido
- Procesador con buena velocidad de procesamiento de información
- Motores con buen desempeño en torque y velocidad
- Llantas con buena adherencia con la superficie de la pista
- Batería de alto rendimiento para durar recorrido de la pista

Fig. 9. Dimensiones estructura robot seguidor de línea



Fuente: Elaboración propia

Al implementar todas estas mejoras en la última creación del robot seguidor de línea velocista WTE 07 V2.0- 2019- también se logró obtener una diferencia muy grande en cuanto la velocidad del recorrido de pista en comparación con las versiones anteriores, tal como se muestra en la tabla No 2:

Tabla II: Comparación velocidad de los seguidores de línea

Robot	Tiempo total del recorrido	Velocidad x metro
WTE 07 V1.0.	2 min 18 seg	13.8 seg
WTE 07 V1.1.	1 min 26 seg	8.8 seg
WTE 07 V1.2.	48 seg	4.8/seg
WTE 07 V2.0	11 seg	1.1 seg

Fuente: Elaboración propia

La comprobación de la mejora en cuanto a la velocidad de recorrido de los robots, se llevó a cabo en la misma pista, la cual tiene un recorrido de 10mts y curvas no tan exigentes. En dicho proceso se puede evidenciar que la versión WTE 07 V2.0 es muy superior a las versiones anteriores, esto gracias a la investigación realizada en cada mejora implementada.

Fig. 10. Pista de pruebas



Fuente: Elaboración propia

Es así como en el año 2019, el semillero Work Team Electronic participó en el concurso Robótica Sumador Robot, en la ciudad de Santa Marta, ocupando el **primer lugar en seguidor velocista**.

Igualmente, este semillero de investigación, participó en el torneo LatinBot, los días 11 y 12 de abril del año 2019 en la ciudad de Cali, ocupando los primeros lugares en la categoría seguidor de línea velocista, como se observa en la figura 11.

Fig. 11. Participación del semillero Work Team Electronic en Latinbot, Cali-2019



Fuente: Elaboración propia



IV. CONCLUSIONES

La mejor forma de poner en práctica el conocimiento, es aplicarlo en prototipos que permitan desarrollar habilidades conceptuales a través del análisis experimental.

Las competencias de robótica despiertan el gusto por aprender haciendo; es donde nace la curiosidad y se demuestra la aplicabilidad de los desarrollos robóticos y además, permite el intercambio de conocimiento.

Las dimensiones del robot juegan un papel muy importante; se constata que un robot velocista tiene mejor desempeño, si existe distancia entre los sensores y los motores. Cabe destacar que la distancia permite que el robot mejore su desempeño sobre la pista.



V. REFERENCIAS

[1] Suarez, F., Díaz, E., Velásquez, S., & Velásquez, J. Control híbrido pid-difuso en robot seguidor de línea no holonómico. Universidad Ciencia y Tecnología, 22(88). 2018.

[2] Disponible [En línea], tomado de: <http://www.tecnosefarad.com/2014/03/sensor-de-infrarrojos-cny70-como-entrada-digital/>, Consultado el 12 de julio de 2018.

[3] Disponible [En línea], tomado de: <http://www.mactronica.com.co/microcontrolador-pic16f628a-87015572xJM>. Consultado el 12 de julio de 2018.

[4] Disponible [En línea], tomado de: <https://www.vistronica.com/robotica/modulo-l298n-para-control-de-motores-detail.html>. Consultado el 12 de julio de 2018.

[5] Disponible [En línea], tomado de: <https://www.pololu.com/product/960>. Consultado el 12 de julio de 2018.

[6] Disponible [En línea], tomado de: <https://www.pololu.com/product/1220>. Consultado el 12 de julio de 2018.

[7] Disponible [En línea], tomado de: <https://www.pololu.com/product/999>. Consultado el 13 de julio de 2018.

[8] Disponible [En línea], tomado de: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-nano>. Consultado el 12 de julio de 2018.

[9] Disponible [En línea], tomado de: <https://www.pololu.com/product/2130>. Consultado el 13 de julio de 2018.

[10] Disponible [En línea], tomado de: <https://www.pololu.com/product/799>. Consultado el 13 de julio de 2018.

[11] Disponible [En línea], tomado de: <https://www.pololu.com/product/2119>. Consultado el 13 de julio de 2018.

[12] Disponible [En línea], tomado de: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-leonardo-with-headers>. Consultado el 12 de julio de 2018.



SISTEMA ELECTROCARDIOGRÁFICO PORTÁTIL ORIENTADO AL APOYO DE UNIDADES MILITARES EN EL ÁREA DE OPERACIONES Y APLICACIONES E-HEALTH

Capitán Ms. Francisco Leonardo Patarroyo Benavides;
Fpatarroyo@usantotomas.edu.co
Oficial EJC

Teniente Esp. Edgar Hernández García ;
edgargarcia92@gmail.com
Oficial EJC

Ing. Sandra Milena Peña de la Cuao;
sandmiled@gmail.com
Docente

RESUMEN

Resumen: Este trabajo se basa en un sistema electrocardiográfico portátil, miniaturizado y de bajo costo, el cual puede captar las señales eléctricas del corazón, a través de un HAT para Raspberry Pi, diseñado para ser conectado en los pines GPIO de éste miniordenador o SBC, que es el encargado de recibir la señal adquirida por el HAT, procesarla y mostrarla en pantalla mediante una interface gráfica de usuario GUI desarrollada en el entorno QT-Creator. En dicha interface, el usuario puede encontrar dos opciones para transmisión de registros electrocardiográficos; la primera, permite realizar capturas de las señales electrocardiográficas visualizadas en pantalla, para que puedan ser enviadas por medio de radios Harris 7800 MP, con los que cuentan las Fuerzas Militares de Colombia. Y la segunda opción, consiste en aprovechar la conexión a WIFI con la que cuenta la Raspberry Pi, para enviar segmentos de la señal a una base de datos en una página web. Estos dos medios planteados, permiten que un médico especialista, remotamente pueda indicar algún diagnóstico, todo esto apoyado en el concepto de telemedicina o E-Health; en principio, el proyecto está orientado al apoyo de unidades militares que se encuentran en lugares de difícil acceso y posteriormente, con la intención de extenderse en aplicaciones para la población civil.

Palabras clave: Raspberry Pi, HAT GUI, Telemedicina, Señales Electrocardiográficas

Abstract- This work is based on a portable, miniaturized, low cost electrocardiographic system, which can capture the electrical signals of the heart, through a HAT for Raspberry Pi designed to be connected in the GPIO pins of this minicomputer or SBC; which is in charge of receiving the signal acquired by the HAT, process it and display it on the screen through a graphical GUI user interface developed in the QT-Creator environment. In this interface, the user can find two options for transmission of electrocardiographic records; the first allows capturing the electrocardiographic signals displayed on the screen, so that they can be sent by means of Harris 7800 MP radios, with the account of the Colombian Military Forces. And the second option is to take advantage of the WIFI connection that the Raspberry Pi has to send segments of the signal to a database on a web page. These two means, allow a specialist doctor, remotely can indicate a diagnosis, all this supported by the concept of telemedicine or E-Health, initially oriented to the support of military units that are in places of difficult access and then with the intention to expand into applications for the civilian

Keywords - Raspberry Pi, HAT GUI, Telemedicine, Electrocardiographic Signals.

III. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cardiovasculares son y serán una de las principales causas de muerte. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) [1] se pronostica que en el año 2030 la primera causa de defunción en el mundo, serán las enfermedades cardiovasculares, pues casi 23.6 millones de personas fallecen por dichas enfermedades [2]. En concordancia con lo anterior, el Ejército Nacional evidencia con estadísticas del Comando de Personal, la necesidad de implementar políticas en materia de salud pública dentro de los establecimientos de sanidad, para que sean aplicadas y bajadas de nivel a patrullas móviles con el fin de evitar y solucionar las novedades relacionadas con los aspectos de enfermedades cardiovasculares.

Por consiguiente, el electrocardiógrafo al ser un dispositivo de monitorización cardíaco y no invasivo, es una herramienta que ayuda de forma efectiva a los profesionales de la salud a monitorear, diagnosticar y prevenir eventos cardíacos que en ocasiones pueden llegar a ser mortales.[3] Por esta razón, a través de conocimientos interdisciplinarios entre la medicina y la ingeniería electrónica, se busca generar un dispositivo con la capacidad de transmitir señales electrocardiográficas desde cualquier lugar remoto

del país, que disponga de conectividad a internet a un lugar que cuente con un profesional de la salud capacitado para interpretar electrocardiogramas, y de esta manera, dar un diagnóstico oportuno sobre el estado actual de un soldado que presente situaciones anómalas del corazón, con el fin de orientar al comandante de una patrulla o al enfermero de combate, cuál es el procedimiento más acorde para tratar a un soldado con problemas cardíacos.

Lo anteriormente expuesto, se basa en el innovador término del internet de las cosas y un concepto médico remoto conocido dentro de la bioingeniería como telemedicina o E-Health, pues la intención del proyecto es hacer un diseño ingenieril unificando el uso de entornos IDE de programación, diseños de filtros activos, procesamiento digital de señal, uso de sistemas embebidos y aplicación de protocolos de comunicación para realizar un dispositivo miniaturizado, de fácil manejo, portátil, móvil e inalámbrico, cuyos datos serán monitoreados desde una plataforma web, basado en dos alternativas: vía WiFi o satelital, pues son las únicas posibilidades de obtener contacto con las unidades fundamentales del Ejército que se encuentran en el área de operaciones, con las unidades operativas y así permitir la prestación de una atención básica de primeros auxilios a un paciente.



II. MÉTODOS Y MATERIALES

Para llegar a construir un dispositivo que capte las señales eléctricas del corazón, es necesario efectuar previamente un estudio detallado de diferentes comportamientos de los integrados empleados para la creación del prototipo y de la misma forma,

la fisionomía del cuerpo humano. Por otra parte, en la fase de pruebas se tomó como población a algunas unidades militares del Ejército Nacional, de acuerdo con estadísticas suministradas por el Comando de Personal y la Dirección de Sanidad, frente a casos de muerte por causa de problemas en el sistema cardiovascular. Una vez tenido en cuenta lo anteriormente descrito, mediante cálculos matemáticos, se inició la construcción de los filtros para definir adecuación de la señal; así mismo,

mediante el procesamiento digital de señales se realizó un proceso de segmentación de señal y se sumaron las componentes de la señal para dar como resultado la tercera deriva empleada para diagnóstico. [4]

En otras palabras, es de resaltar que, de acuerdo con el arduo trabajo, los resultados obtenidos demostraron el efectivo y eficaz funcionamiento del sistema electrocardiográfico con una metodología cuantitativa, diseño experimental puro y mediante variables de población beneficiada y la contemplación de costos.

A. Esquema Sistema ECG

El sistema electrocardiográfico está constituido por las siguientes etapas: captación de las señales, etapa de filtrado, acondicionamiento, conversión ADC, desarrollo de interface HMI, procesamiento digital de señales, captura ECG, conexión mediante radios Harris, y conexión WIFI para transmisión ECG orientado al IOT. (ver Fig 3)

1). Captación de las señales: Para lograr captar una buena señal electrocardiográfica, es necesario tener el paciente en reposo, seguidamente limpiar con alcohol o gel la zona donde serán ubicados los electrodos, los cuales registran los potenciales eléctricos del corazón. No obstante, para adaptar los electrodos al HAT es necesario conectar 4 LEADS tipo broche con conector DIN (Ver Fig1), para captar dos derivaciones (I y III) que es un tipo de cable blindados para evitar interrupciones o ruidos. [5]

Fig. 1. Conectores de cable lead para adquisición



Fuente: URL <https://spanish.alibaba.com/product-detail/snap-end-electrodes-iec-3-lead-ecg-cable-for-din-1-5-style-normal-60414617427.html>

2) Etapa de Filtrado: hay que tener en cuenta que para delimitar las señales captadas por los electrodos, es necesaria la utilización de filtros. La



señal electrocardiográfica tiene respuesta definida en un rango de 0.05 Hz hasta 200Hz; para este caso particular, su finalidad es el diagnóstico, entonces se tomará el rango entre 0.05Hz a 150 Hz.

En consecuencia, para el diseño del circuito de adquisición, es vital tener en cuenta dos etapas de filtrado: una para la entrada diferencial LA-RA (brazo izquierdo- brazo derecho) Deriva I y la segunda, para la entrada diferencial (LL-LA) (pierna izquierda- brazo izquierdo),[6] las cuales realizan la misma función en paralelo, conformadas en primera instancia por un filtro tipo Notch o conocido tradicionalmente como rechazabanda para suprimir las frecuencias de 60Hz, encontrada en la redes eléctricas, seguido de un filtro pasabajos para eliminar el componente en frecuencias superiores a los 150 Hz.

De manera conjunta, se utilizaron filtros topología SallenKey, [7] ya que son los más recomendados para este tipo de aplicaciones con respuesta en frecuencia tipo Butterworth, porque presentan su respuesta más plana, mientras más se acerca a la frecuencia de corte.

Para eliminar la componente de señales de la red eléctrica, se han empleado filtros universales, dado que tienen en su arquitectura, mejores características que un filtro pasivo; debido a esto, tiene un excelente comportamiento en su salida. Por ende, el integrado

UAF42, es una opción propicia para el diseño de los filtros requeridos en esta etapa, ya que es un filtro activo universal configurable a través de resistencias externas, las cuales se pueden calcular mediante cálculos matemáticos y comprobados en software Open Source. Estos utilizan un estado clásico variable de arquitectura análoga, con un amplificador inversor y dos integradores. Los integradores incluyen en el chip, un capacitor de 1000pF. [8] Para los propósitos del prototipo, se ha escogido un filtrado con respuesta Butterworth, por tener la respuesta más plana en la banda de paso.

3) Acondicionamiento: Para esta fase, por motivo de la magnitud de las señales electrocardiográficas (menores de 15mV) y a otros factores adicionales, como el ruido ambiental, es necesario realizar una etapa de acondicionamiento de estas señales antes de efectuar su procesamiento. Según las características de la señal ya mencionadas, es indispensable que pase por una etapa de amplificación debido a su amplitud; por lo tanto, esta es afectada en gran parte por el ruido. El amplificador diferencial (INA129) se utiliza en esta etapa gracias a que tiene una característica de eliminación de ruidos. De este modo, la selección del amplificador debe tener como característica principal un CMR (rechazo al modo común); igualmente, los amplificadores de instrumentación tienen un CMR mayor que 100, siendo una buena opción en el desarrollo de esta etapa. Otra característica importante, es el comportamiento de estos amplificadores en el rango de frecuencias de 0khz - 1khz, ya que la señal de entrada es muy variable en dicho rango.

La etapa de filtrado de la señal, se divide en dos tipos de filtro; uno, tiene la misión de suprimir el ruido que producen las señales eléctricas. Este tipo de filtro es conocido como filtros de muesca (Notch Filter), y el otro filtro, tiene que dejar pasar las frecuencias en el rango de 0.05 a 150 Hz. Justamente su perfecto funcionamiento depende de esta etapa, la cual determinará la calidad de la señal electrocardiográfica a visualizar, porque no es una tarea fácil la atenuación del ruido. Entonces una vez atenuado el ruido, es vital generar una nueva amplificación, con el fin de entregar con mayor amplitud la señal, para de esta forma obtener una mejor resolución en el procesamiento de datos.

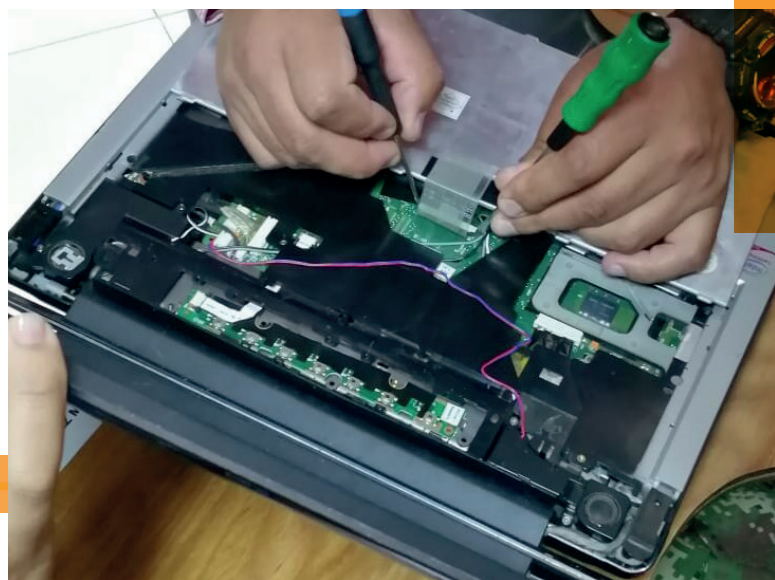
De acuerdo con lo anteriormente explicado, el amplificador instrumental a emplear, es el (INA129), para tener un buen rendimiento en la adquisición de las señales biológicas, pues permite ajustar su amplificación a conveniencia propia, simplemente modificando el valor de una resistencia llamada RG, de tal modo que no implicaría calcular las otras

resistencias. [6]

4) Conversión Análoga - Digital: La señal entregada es análoga; sin embargo, es necesario convertirla a digital para que los puertos de la Raspberry Pi la puedan procesar y así visualizarla en la Interfaz Gráfica. Por ende, se utilizó el integrado (MCP3008), pues es un convertidor analógico-digital de 10bits con circuito integrado de muestreo y retención, que permite la conexión de 4 canales para la DERIVADA N° I y DERIVADA N° III, y convierte la señal analógica a una salida digital a 10 bits.

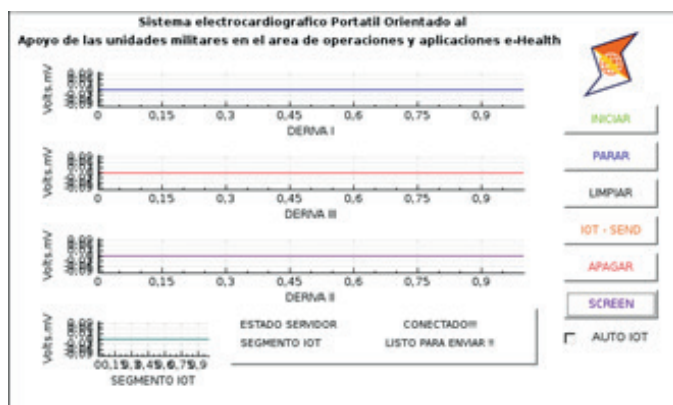
5) Desarrollo de Interface HMI: Consiste en una interfaz gráfica amigable (Ver Fig2), la cual permite una aplicación de manejo intuitivo para el usuario aprovechando las características display Touchscreen o Pantalla TFT conectado a la Raspberry pi. Para tal fin, se utiliza un entorno de desarrollo llamado "QT Creator" basado en un IDE multiplataforma programado en C++, JavaScript y QML, creado por Trolltech, el cual es parte de SDK para el desarrollo de aplicaciones con interfaz gráfica de usuario que permite crear, desarrollar y simular estructuras y diálogos funcionales, que permiten herramientas sencillas y flexibles al momento de usar, y brinda un entorno de desarrollo más comprensible, pues da una pre-visualización que brinda la seguridad de que lo realizado, es lo que se espera.[9]

Sumado a esto, el protocolo SPI de comunicación serial, es utilizado entre el HAT (esclavo) y la Raspberry Pi (maestro), pues facilita el control del dispositivo electrónico digital. Adicional a esto, se integraron las librerías Wiring Pi, las cuales permiten utilizar funciones o protocolos SPI para adquisición de datos con periféricos externos. En este caso, se utiliza para la comunicación con el convertidor Analógico Digital MCP3008; lo anterior permite que los datos sean adquiridos, vectorizados y graficados a través de una librería externa llamada qCustomplot, la cual convierte un widget de C++ en una gráfica, la cual va a mostrar los datos del convertidor ADC [10] [11].



6. Procesamiento Digital de Señales: Este fue implementado en el entorno QT, el cual era promovido a qCustomplot. Dicho proceso consiste en la suma algebraica dada por el triángulo de Einthoven [6] de las derivaciones adquiridas (DI y DIII) para determinar la derivación cardíaca DII (Ver Fig2). Además, se realizó un proceso de segmentación y filtrado de la señal al momento de la adquisición, y se empleó una autoescala para ajustar la señal en un solo nivel.

Fig 2. Interfaz Gráfica de Visualización



Fuente: Autor

7). Captura ECG y Conexión mediante radios Harris: En primera instancia, la interface del usuario contiene un botón de Screen(Ver Fig2), para realizar las capturas de los registros electrocardiográficos tomados al momento de la adquisición de señales con paciente. Estos registros quedan almacenados con fecha y hora de la captura, y fueron usados para ser transmitidos desde una aplicación de uso militar con radios Harris 7800.

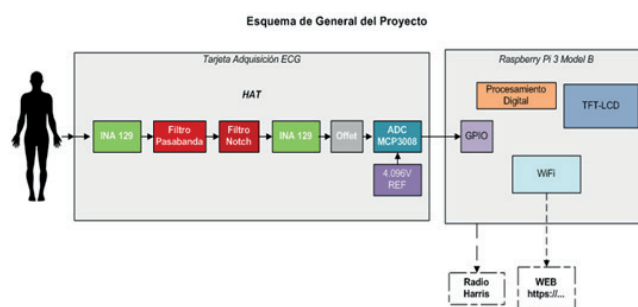
Para llevarlo a cabo, hay que contar con dos radios, 2 cables J3 – LAN y 2 computadores robustecidos. Una vez tenido en cuenta lo anteriormente descrito, se deben programar ambos radios y seguidamente, se dejan en modo ANW2CHARLIE; posteriormente, se conectan los computadores y se ejecuta el TACTICAL CHAT IP, procediendo a efectuar un ping para saber si hay comunicación entre las estaciones. Por último, se procede a enviar los datos deseados.

8) Conexión WIFI para Transmisión ECG orientado al IOT: Para este proyecto, se transmitieron eventos de señales electrocardiográficas vía WIFI, para brindar la posibilidad de diagnóstico remoto, por un especialista en cardiología que pueda monitorear o visualizar las señales en plataforma Web.

Se aprovecharon las características de conectividad inalámbrica de la Raspberry pi 3, Modelo

B (Wifi 802.11n, Bluetooth 4.1) [12] las cuales no requieren hardware externo para conexión a internet, ya que todo esto se encuentra incluido en la SBC. Este proyecto permitió al dispositivo conectarse a una red de internet y establecer conexión con un servidor WEB, en el que se almacenan segmentos ECG, a través de una base de datos en MYSQL. El protocolo para enviar datos, consiste en verificar en pantalla la conexión al servidor y que el segmento ECG esté listo para enviar; una vez dadas estas condiciones, se procede a presionar el botón IOT- SEND, para enviar un solo segmento que se encuentre visualizado en gráfica; y si se desea automatizar este proceso, solo se activa el AUTO IOT (Ver Fig 2)

Fig.3 Diseño General del Sistema Electrocardiográfico

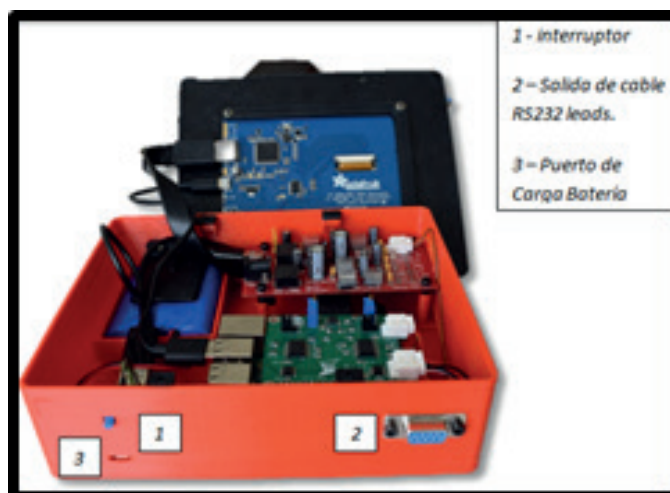


Fuente: Autor

III. RESULTADOS

El producto final de este proyecto se visualiza en la siguiente imagen (Ver Fig4); en las pruebas, dicho equipo constaba de batería para su portabilidad, conector RS232 para cables LEADS y una pantalla que se colocaba en la parte superior.

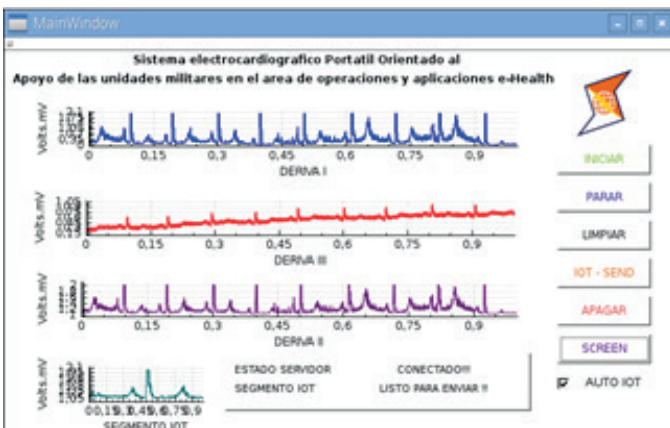
Fig.4 Dispositivo Final



Fuente: Autor

En pruebas con paciente, se evidenció la adquisición de la señal en la interface, que era afectada por muchos factores, como la colocación de los electrodos y movimientos del paciente, los cuales son normales en cualquier tipo electrocardiógrafo.

Fig.4 Dispositivo Final



Fuente: Autor

De lo anterior se infiere, que se diseñó y construyó un módulo de adquisición, acondicionamiento y procesamiento digital de señales ECG de bajo costo, que puede ser portátil y además, con la posibilidad de que el paciente interactúe con el sistema, visibilizándose la actividad eléctrica de su corazón. El dispositivo permite ver la señal en una pantalla TFT gráfica, en caso de no tener conexión a un computador. Los resultados obtenidos son oportunos, pues al ser comparado con resultados de un electrocardiógrafo, las señales ECG son muy similares y un médico puede dar un diagnóstico oportuno y real.

En el caso de transmisión con radios Harris, se presenta el esquema de la Fig. 6, para ilustrar las pruebas que se hicieron en el campo de operaciones militares, las cuales constan de Computador Robustecido, Radios Harris 7800 MP, Antena B-gan + Cables de comunicación.

Fig.6 Diagrama de conexión con radios Harris



Fuente: Autor



IV. OPORTUNIDADES DE MEJORA

Para realizar la adquisición de la señal ECG, es recomendable utilizar cables de baja longitud (cable blindado), con el fin de que no se induzca ruido en la ECG a capturar, al igual que una correcta ubicación de los electrodos en el paciente. Adicionalmente, también se deben usar electrodos de tipo superficial con gel.

Igualmente, en las pruebas realizadas se evidenció que el paciente debe evitar movimientos al momento de registro de la señal electrocardiográfica, ya que las señales electromiográficas producidas por las contracciones musculares, pueden interferir con la señal muestreada para el análisis médico. No se pueden tomar registros electrocardiográficos al lado de dispositivos electromecánicos, electromagnéticos o de alta tensión, porque se afecta la señal tomada.

Por otro lado, para el correcto funcionamiento del dispositivo, se debe evitar la actualización del software, porque afectaría la estabilidad de este por las versiones que fueron preinstaladas en la elaboración de este trabajo.

Para transmitir la señal electrocardiográfica desde el área de operaciones a un puesto mando unificado, se recomienda el empleo de la antena BGAN o la antena tipo sombrilla, por lo que no hay línea de vista entre las unidades.

Finalmente, para trabajos futuros, se requiere un procesamiento digital de señales más robusto, que permita realizar prediagnósticos a través de la detección de arritmias cardíacas.

V. CONCLUSIONES

Con el desarrollo de este proyecto, se logra la construcción de un dispositivo para la captación de bioseñales eléctricas del corazón, que consta de tres canales, los cuales al sumarse, darán como resultado la tercera derivada empleada para diagnósticos. Asimismo, se implementaron los conocimientos adquiridos en todo el transcurso de la carrera, como el diseño e implementación de circuitos electrónicos, uso y aprovechamiento de las herramientas de comunicaciones del Ejército Nacional, software aplicado al nuevo concepto de telemedicina, entre otros. Así pues, se idearon estrategias para encontrar una solución al problema de estudio, tales como planificación, investigación, pruebas y exploración de las posibles opciones para alcanzar el objetivo: construir un Sistema Electrocardiográfico Portátil Orientado al apoyo de las unidades militares en el área de operaciones y aplicaciones e-health, con el fin de beneficiar a los hombres del Ejército que se encuentran desplegados a lo largo y ancho del país, sin olvidar que los avances en tecnologías y comunicaciones, también favorece a la comunidad en general. Por ende:

Se construyó un circuito de adquisición de señales electrocardiográficas de dos canales para captar dos derivaciones cardíacas (DI y DIII); para ello, se tomaron en cuenta varias consideraciones de diseño para la simplificación del circuito impreso. Uno de ellos, fue omitir el filtrado pasa altas de 0,5Hz, ya que para varios autores, esta frecuencia es casi despreciable y no afecta en gran medida la adquisición de la señal.

Se implementó un procesamiento digital de señal para generar por software la derivación cardíaca (DII); se empleó de esta forma, debido a que en investigaciones realizadas, se recomienda que un médico pueda hacer un análisis más completo del registro ECG, a través de las tres derivaciones (DI, DII y DIII), siguiendo el cálculo del eje eléctrico de Einthoven $DII=DI+DIII$.

Así mismo, se creó una interfaz gráfica mediante programación avanzada sobre la plataforma de Qt Creator propia de la Raspberry pi, con la finalidad de visualizar a través de una pantalla TFT interconectada, las señales electrocardiográficas captadas del paciente.

Por otra parte, se realizó la conexión de los


radios Harris 7800, con el propósito de enviar en tiempo real la señal captada desde cualquier lugar, con el propósito de que sea analizada por un profesional de la salud, teniendo en cuenta el concepto de telemedicina.

Se desarrolló un ambiente GUI, que facilita al usuario una conexión WEB, con el fin de integrar de manera más amigable el dispositivo y así ver la señal captada en un ordenador de forma remota.



VI. REFERENCIAS

- [1]OMS. (2017). OMS | ¿Qué son las enfermedades cardiovasculares? Retrieved from http://www.who.int/cardiovascular_diseases/about_cvd/es/
- [2] Gomez, L. A. (2011). Las enfermedades cardiovasculares: Un problema de salud pública y un reto global. *Biomedic*, 31(4), 469-437.
- [3] Mendez, A. H., & Espinosa, J. A. M. (2003). Electrocardiógrafo para pruebas en esfuerzo basado en instrumentación virtual Retrieved from http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/8638.pdf
- [4] Lorenzo Romero, J. (2015). Análisis de señales electrocardiográficas usando técnicas de procesamiento digital. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10609/40186>
- [5] Rocio Arias García. (2010). Sistema de adquisición, recepción y envío de señales electrocardiográficas (EMG) Retrieved from http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb2010/pb2010_017.pdf
- [6] García, T, Jiménez A, Ortiz M, Peña M. Potenciales bioeléctricos: origen y registro. Universidad Autónoma Metropolitana. México, D.F. 1998.
- [7] Texas Instrument. (2008). Active Filter Design Techniques. Texas, Estados Unidos: Copyright 2008,. Recuperado el 22 de 2 de 2017
- [8] Molina, J., Stitt, M. Filter Design Program For The Uaf42 Universal Active Filter. Burr Brown. Application Bulletin. 14p 1991.
- [9] Fundación Raspberry PI. (2017). preguntas frecuentes. Avalaible <https://www.raspberrypi.org/help/faqs/>
- [10] Anupam Kaul, Senior Manager (2018) Avalaible: URL <https://www1.qt.io/es/>
- [11] Molloy, D, Exploring Raspberry pi interfacing to the real world with embedded. Wiley. Canadá. 2016.
- [12] Castro, L. (2016). ¿Qué es el Internet de las cosas (IoT)? About en Español. Avalaible: <http://aprenderinternet.about.com/od/ConceptosBasico/a/Internet-de-las-cosas.htm>



TRANSICIÓN DEL PROTOCOLO IPv4 A IPv6 EN LA FASE 1 PLANEACIÓN SEGÚN MINTIC PARA LA ALCALDÍA DE MOSQUERA

Esp. Laura Tatiana Rodríguez Moreno; laurar1603@gmail.com
Profesional universitaria Alcaldía Mosquera, Cundinamarca

Esp. Eduardo Javier Romero Romero; edujaro_4@hotmail.com
Gerente de la empresa Ingtecol Ltda

Capitán Ms. Andrés Aguilera Acosta; andragu.ac@gmail.com
Oficial EJC.

RESUMEN

Resumen-Las comunicaciones por medio de redes, se realizan para la transmisión de información entre dispositivos que se comunican entre sí, identificándose a través de una dirección de longitud fija única, denominada protocolo de Internet IP; la mayoría de redes a nivel mundial, utilizan protocolos versión 4, a causa del auge de direcciones y la gran cantidad de dispositivos conectados a nivel mundial, este protocolo de direcciones IPv4 se agotó. Por esto, se vio la necesidad de implementar una nueva versión de protocolo IP denominada protocolo versión 6 (IPv6) que dispone de una gran cantidad de direcciones disponibles pasando de 32 bits a 128 bits.

Debido a esto, la Alcaldía de Mosquera, al igual que las demás entidades públicas, deben empezar a realizar la transición del protocolo versión 4 (IPv4), a la versión del protocolo versión 6 (IPv6), siguiendo las recomendaciones del Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones. Es por ello que MinTIC expide la resolución 2710 de 2017. De esta forma, la red de datos no tendrá problemas de crecimiento, además de obtener un óptimo rendimiento y mejor aprovechamiento en la comunicación.

Esta nueva versión de protocolo Ipv6, permite el desarrollo de nuevas tecnologías, como en las tecnologías 4G, 5G e Internet de las cosas, permitiendo conectar infinidad de dispositivos en las empresas y en los hogares.

Es por esto, que este proyecto es importante para la Alcaldía de Mosquera, ya que a la fecha no se ha comenzado a realizar la migración al nuevo protocolo IPv6. El propósito de este proyecto, es diseñar el plan de la transición en la fase de planeación.

Palabras Clave: Ipv4, Ipv6, MinTIC, protocolo de Internet, protocolo, redes.

Abstract: The communications by means of networks, are made for the transmission of information between devices that communicate with each other identifying themselves through a single fixed length address, called IP Internet Protocol, most networks worldwide use version 4 protocols, Due to the boom in addresses and the large number of devices connected worldwide, this protocol of IPv4 addresses was exhausted. For this, the need to implement a new version of IP protocol called protocol version 6 (IPv6) that has a large number of available addresses going from 32 bits to 128 bits was seen.

Due to this, the Mayor's Office of Mosquera, like the other public entities, must begin to make the transition from the version 4 protocol (IPv4) to the version of the protocol version 6 (IPv6), following the recommendations of MinTIC. That is why MinTIC issues Resolution 2710 of 2017. In this way the data network will not have growth problems, in addition to obtaining optimal performance and better use in communication.

This new version of Ipv6 protocol, allows the development of new technologies, such as 4G, 5G and Internet of Things technologies, allowing connect infinity of devices in companies and homes. This is why this project is important for the Mayor's Office of Mosquera, since to date it has not begun to carry out the migration to the new IPv6 protocol. The purpose of this project is to design the transition plan in the planning phase.

Keywords: IPv4, IPv6, MinTIC, Internet protocol, protocol, networks.



es contar con toda la infraestructura tecnológica, que soporte el protocolo IPv6. Por consiguiente, este proyecto ayudará a identificar un estimado de lo que se debe invertir para cumplir con el requisito. También se debe tener en cuenta, que como es una entidad territorial, se debe regir bajo las normas vigentes en Colombia como es la resolución 2710 de 2017, expedida por MinTIC; igualmente, para realizar las dos fases siguientes, se debe contar con un presupuesto aprobado para la inversión de lo que se requiere, tanto en infraestructura tecnológica como en personal calificado para la implementación y realización de pruebas.

El protocolo Ipv4, se ha usado por muchos años; por lo tanto, se está agotando. La meta principal de MinTIC, es que todas las entidades territoriales, las empresas privadas, la academia y en general, todos los colombianos se conecten a internet usando el protocolo IPv6. Por eso se genera la importancia de iniciar con la adopción del protocolo, principalmente en las entidades públicas y territoriales, ya que a medida que pasa el tiempo, deben ser más transparentes. En adición se evidencia, que este protocolo no proporciona direcciones IP a los diferentes sectores.

¿Cuáles son los factores a considerar en la fase de planeación del protocolo IPv6, teniendo en cuenta el estado actual de la infraestructura de Hardware y Software de la Alcaldía de Mosquera?

I. INTRODUCCIÓN

El proyecto de investigación, presenta los lineamientos que se deben tener en cuenta al momento de llevar a cabo la fase de planeación para la implementación del protocolo IPv6; por lo tanto, es importante y como tema principal, tener que validar la infraestructura tecnológica con la cual cuenta la Alcaldía Municipal de Mosquera. El proceso se basa en las recomendaciones y guías definidas actualmente por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – MinTIC, con base en esto, se proyecta el desarrollo por fases, en la medida que permita consolidar el proceso de transición con alta seguridad y un nivel muy positivo para la entidad.

Se debe tener en cuenta que para llevar a cabo la transición completa del protocolo IPv6, se necesita contar con el desarrollo de tres fases como lo son: planeación, implementación y pruebas, de las cuales depende el compromiso de la parte tanto directiva como operativa de la entidad; así mismo, se debe tener en cuenta el aporte económico; por eso es importante aclarar que este proyecto se basa en la fase de planeación, la cual es de vital importancia definir porque está basada en el diseño, diagnóstico y demás aspectos que define la adopción del proceso en la entidad.

Como se ha mencionado anteriormente, el aspecto más importante para realizar la transición,



II. ESTADO DEL ARTE

Una de las referencias a tener en cuenta en esta investigación a nivel nacional, es el trabajo de grado de los Autores Ramírez, D., Guzmán, J. y Beltrán, J. (2015), titulado “Trabajo de grado para obtener el título de especialista en seguridad de la información” de la Universidad Católica de Colombia, facultad de Ingeniería, en el cual realizan un análisis de los países de habla hispana que han impulsado a la expansión del protocolo IPv6.

Instituciones públicas y privadas están trabajando mancomunadamente con el fin de impulsar la expansión de IPv6, incluyendo Instituciones como la Comisión Europea y el Departamento de Defensa Norteamericano. A nivel de los países de habla Hispana, fue México el precursor en la investigación y experimentación con el protocolo IPv6, seguido de países como España, Chile, Argentina, Uruguay, Brasil, entre otros. En Colombia, lentamente, está comenzando a surgir la temática de IPv6, con las siguientes entidades: la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá), el Servicio Geológico Colombiano, el Instituto Nacional Penitenciario (INPEC), Ministerio de Minas y Energías, y el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (p.25).

Durante la transición del protocolo IPv6, se debe realizar y mantener la configuración de las direcciones IPv4, esto con el fin de evitar inconvenientes y/o traumatismos en su transición, por lo cual el envío de paquetes de IPv6, fluiría por el protocolo IPv4 transitoriamente.

“Propuesta de Diseño para la Transición del Protocolo de Internet Versión 4 (IPV4), el Protocolo de Internet versión 6 (IPV6) en la Empresa Market Mis S.A.S”, Universidad Santo Tomás, Facultad de Ingeniería Electrónica, Bogotá, expone:

Aun no se ha definido el día concreto para la implantación definitiva de IPv6 y la consecuente desaparición de IPv4; por lo tanto, es necesario seguir manteniendo la infraestructura y aplicaciones IPv4, mientras se avanza en la consolidación de IPv6 como el protocolo encargado del direccionamiento en Internet. Los mecanismos definidos a continuación, son la principal herramienta para hacer de la transición un proceso menos traumático para los usuarios y las aplicaciones. Aplicaciones y sitios deben decidir que técnicas son apropiadas para sus necesidades específicas. (p.29) [1].

Por otra parte, en la tesis para optar el título de ingeniero de Sistemas “Plan de Implementación para la Migración a IPv6 en la red de la Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad de Guayaquil” [2], se exponen las diferencias entre el Protocolo IPv4 y el Protocolo Ipv6; ver figura 1.

Existen grandes diferencias entre los protocolos

Fig. 1 Diferencia de Protocolos IPv1- IPv6

IPv4	IPv6
En IPv4, una dirección IP se representa mediante un número binario de 32 bits, lo que proporciona direcciones IP muy pocas y están agotadas	Admite 2^{128} direcciones únicas. Una dirección IP, en esta versión, está compuesta por ocho segmentos de 2 bytes cada uno, que suman un total de 128 bytes. La representación para cada segmento es un número hexadecimal. Y proporciona mayor dirección IP.
Desperdicio de espacio en campos de los encabezados de IPv4	Los encabezados de los datagramas es más simple
Poca seguridad en el tráfico de paquetes de datos	Proporcionará más seguridad para el tráfico de paquetes de datos en la red.
Desperdicio de ancho de banda.	Conexiones y transferencia de datos más eficaces debido a la simplificación de la cabecera lo cual permite al usuario elegir a que proceso darle prioridad.
Direccionamiento Unicast	Direccionamiento Multicast
No posee autoconfiguración	Autoconfiguración: Los nodos IPv6 pueden configurarse a sí mismos automáticamente cuando son conectados a una red ruteada en IPv6 usando los mensajes de descubrimiento de routers de ICMPv6

Fuente: Autor

IPv4 y el Protocolo IPv6. Los autores que a continuación se presentan, marcan otras diferencias entre estos dos tipos de protocolos, por medio de la tesis para obtener el título de Ingeniero en Telecomunicaciones y Electrónica. “Transición de IPv4 a IPv6 usando el método de Doble Pila”, del Instituto Politécnico Nacional, México D.F; ellos realizan la siguiente comparación:

Direcciones: En IPv4, las direcciones de origen y destino tienen una longitud de 32 bits (4Byste). Mientras que en IPv6, las direcciones de origen y destino tienen longitud de 28 bits (16 bytes).

Fragmentación: IPv4, la llevan a cabo los enrutadores y la computadora que realiza el envío. IPv6, la lleva a cabo únicamente la computadora que realiza en envío.

Encabezado: IPv4, incluye una suma de comprobación, mientras que en la IPv6, no incluye una suma de comprobación.

Direcciones de multicast: En IPv4, se utilizan para enviar tráfico a todos los nodos de una subred. En IPv6, no hay direcciones de multicast, se utiliza una dirección de multicas para todos los nodos de una red local.

Configuración manual: en IPv4 se debe confitar manualmente o a través de DHCP. En IPv6 no se requiere de configuración manual o a través de DHCP”.

DNS: En IPv4, se utilizan registros de recursos

de direcciones de computadora en DNS para correlacionar nombre de computadora con direcciones IPV4. IPv6 utiliza los mismos recursos en DNS.

Tamaño de paquete: IPv4 debe admitir un tamaño de 576 bytes con posible fragmentación; IPv6, debe admitir un tamaño de 1280 byte sin fragmentación.

Direccionamiento: Las direcciones IPv6, indistintamente de su tipo (unicast, anycast o multicast), son asignadas a interfaces, no nodos. Dado que cada interfaz pertenece a un único nodo, cualquiera de las direcciones unicast de las interfaces del nodo puede ser empleado para referirse a dicho nodo. (p.55.). [3].

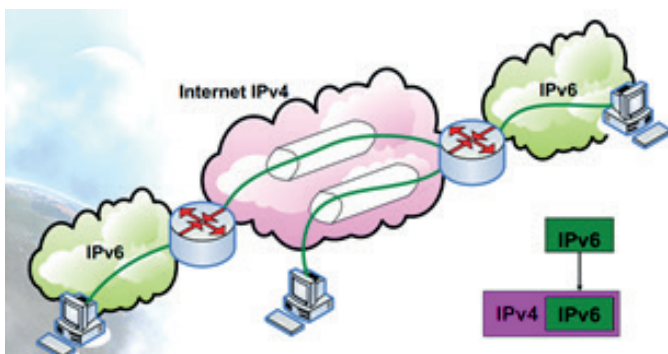
Durante la transición del protocolo IPv6, se debe trabajar con los dos protocolos al mismo tiempo IPv4 e IPv6, ya que el protocolo Ipv6 se puede implementar como una actualización de Software en los nodos IPv4actuales.

Otras de las técnicas de transición en el Protocolo IPv6 aparte de la Doble Pila, es la técnica de túneles; esta técnica consiste en un encapsulado de paquetes de IPv6, sobre IPv4 y viceversa.

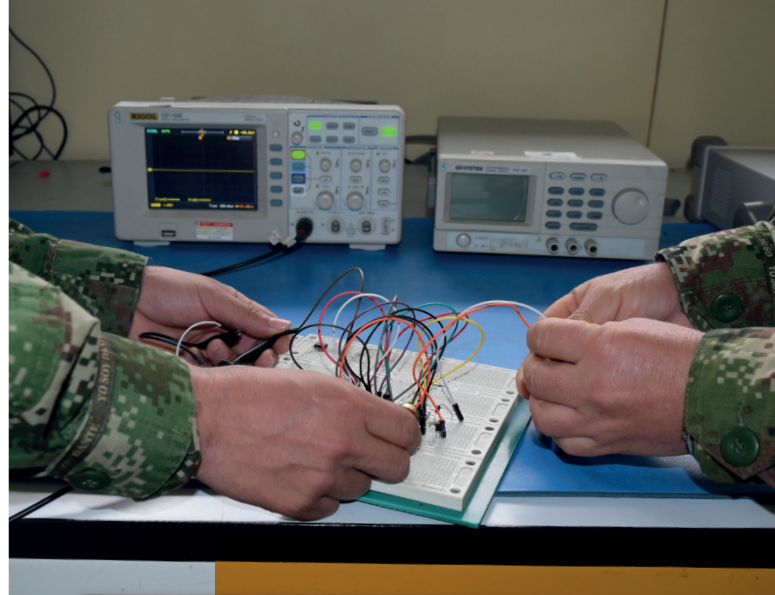
Para obtener el título de Magíster en Telecomunicaciones, “Enfoque comparativo entre IPv4 e IPv6 de la QoS en Redes Inalámbricas”, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. p. 60, explica la técnica de túneles, que a continuación se presenta:

Túneles: Esta técnica permite que dos routers IPv6, interconectados a través de routers IPv4, se comuniquen entre sí utilizando paquetes IPv6 a través del establecimiento de un túnel entre ambos. El conjunto de routers IPv4 intermedios pasan a ser parte del túnel. Permite que redes IPv6 aisladas se puedan comunicar sin necesidad de reemplazar la estructura de ruteo IPv4 entre ellas. Esta solución permite enviar paquetes IPv6 sobre una estructura IPv4. (p. 60). [4].

Fig. 2 Mecanismo basado en túneles IPv6 en IPv4



Fuente: Autor



III. METODOLOGÍA

3.1 Definición

El marco metodológico según lo expuesto se define como:

El conjunto de procedimientos y técnicas que se aplican de manera ordenada y sistemática en la realización de un estudio (...) En ella, el investigador o los investigadores deciden el conjunto de técnicas y métodos que emplearán para llevar a cabo las tareas vinculadas a la investigación. De esta manera, la metodología de investigación elegida es la que va a determinar la manera en que el investigador recaba, ordena y analiza los datos obtenidos. (párr. 2).[5]

Teniendo en cuenta, lo anterior se indica a continuación el marco metodológico del proyecto de la elaboración de la fase 1 planeación de la guía de transición del protocolo ipv4 a ipv6, acorde con los lineamientos de MinTIC para la Alcaldía Municipal de Mosquera, Cundinamarca.

3.2 Enfoque de la investigación

Teniendo en cuenta la trazabilidad del proyecto y el manejo de los datos, se determina que el enfoque de investigación es cualitativo. [6]

El enfoque de la investigación es un proceso sistemático, disciplinado y controlado y está directamente relacionado con los métodos de investigación que son dos: método inductivo generalmente asociado con la investigación cualitativa que consiste en ir de los casos particulares a la generalización; mientras que el método deductivo, es asociado habitualmente con la investigación cuantitativa cuya característica es ir de lo general a lo

particular (p.4). [6].

Por otra parte, se señala que la investigación cualitativa estudia la realidad en su contexto natural y cómo sucede, sacando e interpretando fenómenos de acuerdo con las personas implicadas”. Utiliza variedad de instrumentos para recoger información como las entrevistas, imágenes, observaciones, historias de vida, en los que describen las rutinas y las situaciones problemáticas, así como los significados en la vida de los participantes. [7]. En el presente estudio, se aplicaron entrevistas a expertos y técnicas, como la observación.

3.3 Tipo de investigación

Teniendo en cuenta el fenómeno a estudiar, el tipo



de investigación que se aplicará en este proyecto será explicativa: “La investigación explicativa tiene como propósito buscar las relaciones de causa y efecto entre las variables del objeto de estudio. En este estudio el investigador no manipula las variables. En algunas investigaciones se determinará la correlación de las variables sin encontrar causalidad” (p.90). [8].

Por consiguiente, este tipo de investigación responde a la necesidad que se plantea en este proyecto ya que permite identificar las causas y necesidades de realizar la transición del protocolo IPv6 en la fase de planeación, ya que en esta fase se podrá llevar a cabo un análisis de todos los equipos de tecnología como las aplicaciones utilizadas que cumplen las condiciones de este proceso. [8].

3.4 Universo

El universo “Es el conjunto de elementos (finito o infinito) definido por una o más características, de las que gozan todos los elementos que lo componen. Bien definido (se sepa en todo momento qué elementos lo componen). Universo es el conjunto de elementos a los cuales se quieren inferir los resultados”. Siendo así, en el presente proyecto, el universo corresponde a las Entidades Territoriales. [8].

3.5 Población

La población es: “Grupo del cual se desea algo (obtener información). Parte del universo en la cual vamos a basar nuestro estudio, según las características de nuestra investigación. Conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”. Basado en esto, se indica que la población de estudio son las Alcaldías Municipales. [9]

3.6 Muestra

La muestra es: “Parte o subconjunto de la población, también conocida como población muestral. Grupo en el que se realiza el estudio. Subconjunto de elementos que pertenecen al conjunto definido en sus características que llamamos población”. En relación con lo anterior, se puede indicar que la muestra para el caso que se trata, es la Alcaldía Municipal de Mosquera (Cundinamarca), especialmente, el personal de planta-administrativos. [9]

3.7 Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de recolección son “Los analistas utilizan una variedad de métodos a fin de recopilar los datos sobre una situación existente, como entrevistas, cuestionarios, inspección de registros (revisión en el sitio) y observación. Cada uno tiene ventajas y desventajas (...) Para llevar a cabo un trabajo de investigación, el investigador cuenta con gran variedad de métodos para diseñar un plan de recolección de datos. Tales métodos varían de acuerdo con cuatro dimensiones importantes: estructura, confiabilidad, injerencia del investigador y objetividad”. [10].

La técnica de recolección de datos que se utilizará en la presente investigación, será la entrevista estructurada, que se define en la entrevista cualitativa, como una conversación: a) provocada por el entrevistador; b) realizada a sujetos seleccionados a partir de un plan de investigación; c) en un número considerable; d) que tiene una finalidad de tipo

cognitivo; e) guiada por el entrevistador; y f) con un esquema de preguntas flexible y no estandarizado. [11].

3.8 Instrumento de recolección de datos

El instrumento de recolección de datos es: “Resume en cierta medida toda la labor previa de una investigación que en los criterios de selección de estos instrumentos se expresan y reflejan las directrices dominantes del marco, particularmente aquellas señaladas en el sistema teórico, (variables, indicadores e hipótesis) para el caso del paradigma empírico-analítico y las fundamentaciones teóricas y conceptuales incluidas en este sistema”. [12].

De acuerdo con lo anterior, en esta parte del proyecto, se utilizan como instrumentos la entrevista estructurada de 5 preguntas abiertas, realizadas al personal de planta administrativo de la entidad, basadas en la necesidad que se requiere de la implementación del protocolo IPv6.

3.9 Técnicas de procedimientos de datos

Las técnicas de procesamiento de datos son “distintas operaciones a las que serán sometidos los datos o respuestas que se obtengan: clasificación, registro, tabulación y codificación si fuere el caso”. Para el presente estudio, se recopilarán las entrevistas de manera organizada respetando la opinión de cada entrevistado. [13].

3.10 Procedimientos

Con el propósito de cumplir con los objetivos específicos, el procedimiento a seguir será el siguiente:

Realización de las entrevistas, recolección de las entrevistas en físico, resumen de la totalidad de las entrevistas e interpretación. Igualmente, la validación de los equipos y aplicaciones que soportan el protocolo IPv6, mediante la consolidación del inventario de activos con los que cuenta la Alcaldía Municipal de Mosquera.

Posteriormente, llevar a cabo el plan de diagnóstico mediante la verificación de la topología y estado actual de la red.

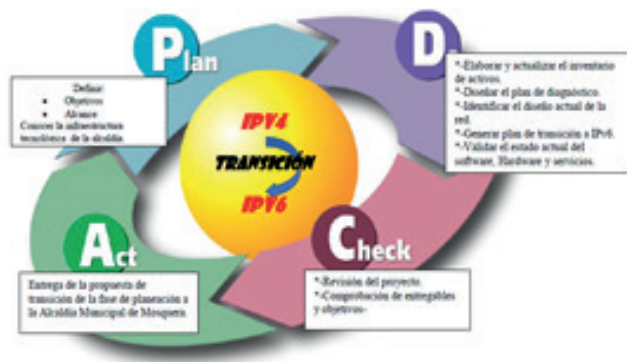
Por último, generar un plan de trabajo que permita identificar cómo se llevará a cabo la transición del protocolo.



IV. PROCEDIMIENTO

La metodología utilizada para el desarrollo del presente proyecto, fue el ciclo continuo PDCA o en español PHVA, proceso que es utilizado en toda organización, ya que permite realizar el desarrollo de actividades y procesos secuencialmente, fijándose metas para cumplir con la necesidad que se está buscando.

Fig. 3 Fase del ciclo PVHA de la transición a IPv6



Fuente: Autor

En la figura 3, se identifica la utilización de la metodología PHVA, en el proceso de transición a IPv6 para la Alcaldía de Mosquera, en donde muestra un proceso de mejora continua, lo cual permite estar en constante revisión, ya que la propuesta consiste en implementar un protocolo que admita tener comunicación con los entes externos e internos, por medio de la red de datos que maneja la alcaldía. Con la aplicación de las cuatro fases como son planear, hacer, verificar y actuar, se permitirá realizar la



transición más eficiente, segura y sobre todo, lograr el cumplimiento de los objetivos propuestos para dar solución y respuesta al problema planteado.

A continuación, se realiza el desarrollo de las actividades propuestas en la metodología del proyecto, por medio de las cuales se determinarán los pasos a seguir para realizar la transición del protocolo IPv6 en la entidad, dando cumplimiento a los objetivos específicos de la presente investigación en el desarrollo y así llegar al objetivo general.

4.1 Inventario de activos informáticos Alcaldía de Mosquera

Para llevar a cabo esta actividad y obtener la información necesaria acerca del inventario de Hardware y Software, se procede a realizar el levantamiento en la sede principal correspondiente al Palacio Municipal y en sus sedes externas; se organiza la información recolectada de acuerdo con las plantillas propuestas por MinTic, en la “Guía de transición de IPv4 a IPv6 para Colombia”. Con base en esto, la información recolectada hace referencia a equipos de cómputo, equipos de comunicación, servidores y aplicativos; adicionalmente, a las sugeridas por la guía, se realiza el inventario de los equipos de impresión, los cuales son parte importante de las actividades diarias que maneja la entidad y por lo tanto, también se debe tener en cuenta para la verificación del cumplimiento para el funcionamiento de la red con que cuenta la entidad.

Teniendo en cuenta el inventario de equipos, se puede deducir, que la Administración Municipal cuenta con 448 equipos de cómputo, de los cuales 361 son de escritorio y 87 son portátiles.

La administración municipal en el primer mes de cada año, realiza una validación de los equipos que se encuentran en estado de obsolescencia y se requieren cambiar, donde se tiene la fecha de adquisición de los mismos y estado actual de funcionamiento, con el fin de ser incluidos en el plan de compra y de esta manera, renovar los equipos a medida que se requiera.

Por lo tanto, debido al proceso de transición IPv6 que debe realizar la entidad en la verificación de los requerimientos tecnológicos, se tiene en cuenta cada equipo para así sugerir el cambio, para que, en el momento que se realice la implementación, no se tengan inconvenientes con dichos equipos; dado lo anterior, en el inventario de equipos se definió, que se deben cambiar 51 equipos, ya que, pueda ser que soporte IPv6, pero su funcionamiento no va ser el adecuado.

4.1.1 Sistemas operativos y versiones

Se puede indicar, que según el análisis realizado al inventario de equipos de la Alcaldía Municipal de Mosquera, la gran mayoría de estos cuentan con las condiciones adecuadas para realizar la transición del protocolo IPv6; pero es importante realizar la actualización y/o cambio de los equipos que cuentan con Sistema Operativo Windows XP y Windows Vista, ya que por su versiones, no permitiría realizar actualizaciones en el momento de la transición y de igual manera, no se contaría con soporte por parte Microsoft. Lo anteriormente descrito es importante, para evitar que en el momento de iniciar el proceso, se presenten inconvenientes que dificulten hacer el cambio en su momento.

Debido a que la cantidad de equipos con

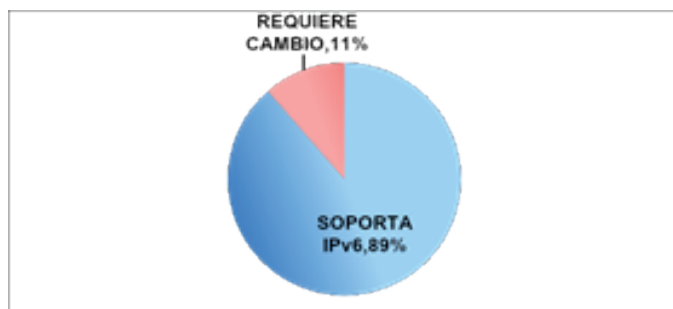
Sistemas Operativo Windows XP y Windows Vista, representa un 11% del total, se sugiere, cambiar los equipos a medida de la necesidad, teniendo en cuenta que el diagnóstico de cambio de equipos realizado por el área de sistemas al inicio de año, es entregado a la Secretaría General de la Alcaldía de Mosquera, dependencia encargada de realizar la compra de equipos. De esta forma, la entidad ya cuenta con una visión de qué equipos y en qué momento los puede adquirir; por lo tanto, es importante tener en cuenta el manual de compra de equipos estipulado por la entidad, donde se puede evidenciar los requerimientos mínimos para una compra adecuada.

Fig. 4 Diferentes versiones de Sistemas Operativos



Fuente: Elaboración propia

Fig. 5 Soporte IPv6 en los equipos de cómputo

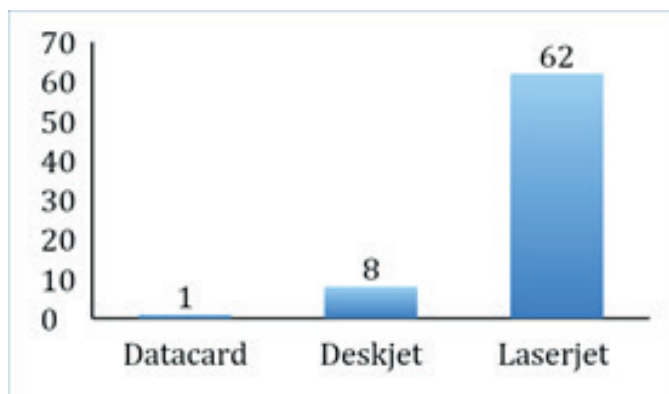


Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Equipos de impresión

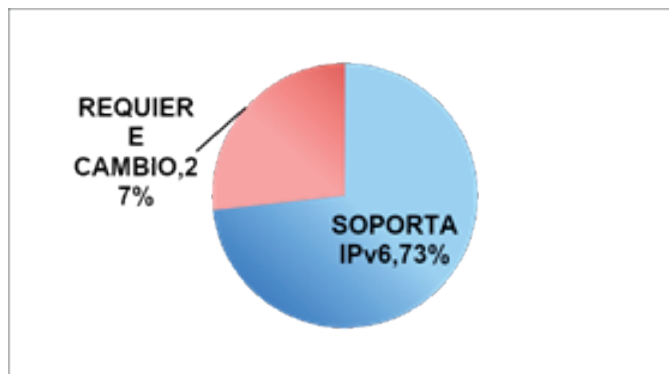
La entidad cuenta con 71 impresoras con tecnologías y tipos de impresión diferentes, de las cuales, se puede evidenciar a continuación, que el tipo más utilizado son las impresoras LaserJet, las cuales, le proporcionan un mejor rendimiento a la actividad a diario y se acoge a las necesidades de la entidad:

Fig. 5 Soporte IPv6 en los equipos de cómputo



Fuente: Elaboración propia

Fig. 7 Soporte de IPv6 en los equipos de impresión



Fuente: Elaboración propia

Una vez realizado todo el inventario de las impresoras con que cuenta la entidad y según lo informado por el Área de Sistemas, la entidad cuenta con 19 impresoras que equivalen a un (27%) de su totalidad, que fueron adquiridas hace más de 8 años. Consecuentemente, estas ya no cuentan con soporte por parte del fabricante y que por su constante uso, se deben cambiar sus partes, pero ya no se consiguen en el mercado. Revisando las fichas técnicas de las 19 impresoras, no se puede definir que éstas soporten IPv6, por consiguiente, con apoyo del Área de Sistemas, se procede a revisar en sitio cada una de ellas, en donde se deduce que su interfaz no permite el direccionamiento de IPv6, por lo cual requieren ser cambiadas.



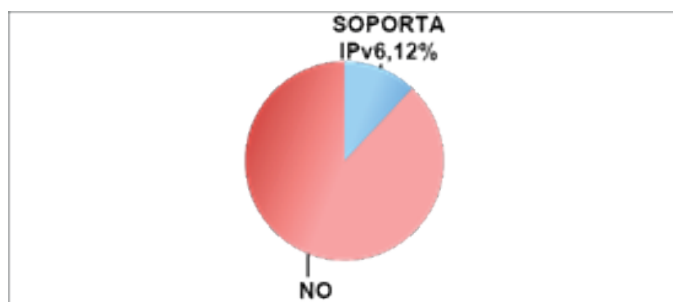
Debido a que la Alcaldía, dentro de su estructura realiza modernización con la creación de varias oficinas, en la última compra de equipo por recomendación del área de Sistemas, se decidió comprar un solo tipo de Impresora multifunción HP LaserJet Enterprise de la serie M631, que cumpla con los requerimientos de alto rendimiento y disponibilidad, además que soporta el protocolo IPv6. Igualmente, que, en los equipos de cómputo, en el manual de compra de equipos tecnológicos, se encuentran las especificaciones técnicas mínimas que debe cumplir cada impresora que se compre por parte de la entidad; por lo anterior, se puede indicar que la impresora multifuncional mencionada anteriormente, da total cumplimiento a dicho manual, en las especificaciones que allí se mencionan.

4.1.3 Equipos de comunicación.

Teniendo en cuenta la información recolectada se tiene que la Administración Municipal, cuenta con 67 Switch en el total de sus sedes, de los cuales el 12% que equivalen a 8, son compatibles con IPv6, y se encuentran en la sede principal donde están ubicadas las secretarías de Hacienda, Gobierno y Jurídica siendo estas de prioridad de la entidad.

Adicionalmente, la entidad cuenta con 4 routers, que cuentan con las especificaciones de soporte Ipv6.

Fig. 8 Soporte de IPv6 en los equipos de comunicación



Fuente: Elaboración propia

Debido a que la gran mayoría de los equipos no cuentan con el soporte para realizar la transición a IPv6, se sugiere iniciar la transición en la sede donde se encuentran los equipos que soportan IPv6, ya que la red debe continuar con su funcionamiento sin interrupciones, y realizar el cambio gradualmente de los equipos. Teniendo en cuenta que las dependencias no se encuentran en un solo lugar, sino están descentralizadas, se iniciaría por la sede del Palacio Municipal, que es el lugar donde se encuentra el rack principal, con los equipos de

comunicación que permiten la comunicación con las sedes descentralizadas más pequeñas. Para poder cumplir con todo el proceso de transición, se sugiere adquirir los equipos con las especificaciones técnicas, como se relacionan a continuación:

Tabla I. Switch sugeridos

EQUIPO	REFERENCIA	CARACTERISTICAS
Switch	HPE Office Connect Serie 1920	Administrable 24 puertos Gigabit Conectividad: IPv6 Capacidad de Encaminamiento/comutación 52 Gbps (4) puertos SFP 1000 Mbps Capa 2 administrable.
Switch	TRENDNET TL2-PG284	28 puertos. 20 puertos PoE Gigabit. 4 puertos Gigabit PoE+. Capacidad de comutación de 56 Gbps. Compatible con IPv6.
Switch	Hp jg927a 1920-48g web managed Ethernet	48 puertos soporte IPv6 4 puertos GbE SFP Enrutamiento / capacidad de 104 Gbps

Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Servidores

Teniendo presente, que el inventario realizado evidencia que la entidad cuenta con 5 servidores, de los cuales todos soportan IPv6 debido a que cada uno de ellos cuenta con Sistemas Operativos compatibles con IPv6, se infiere que esto es bueno para la entidad, porque no requiere hacer inversión por el momento en ningún de estos equipos y facilitará la transición y el manejo de configuración. La implementación se puede realizar por cualquier mecanismo utilizado para la transición, como es tunelización o encapsulado y/o doble pila, porque estos dos métodos permiten la coexistencia entre los dos protocolos.

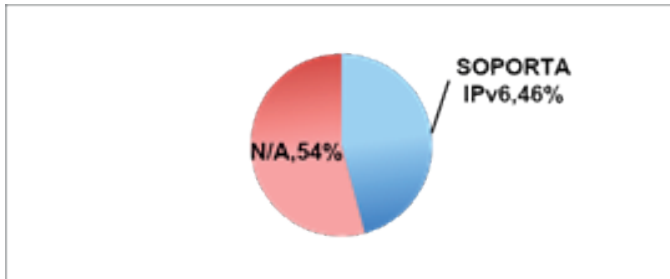
4.1.5 Aplicaciones

La Alcaldía Municipal, cuenta con 24 aplicativos utilizados en las diferentes dependencias, de acuerdo con su necesidad o a su competencia; es así, que de estos 11, tienen un manejo directo con la entidad; por lo tanto, se realiza contratación directa por el tipo de información que ellos almacenan de la entidad y los servicios brindados por estos, los cuales son de apoyo para que la Alcaldía Municipal cumpla con sus objetivos propuestos. En consulta con los propietarios de estos aplicativos, ellos indican que su infraestructura ya soporta el protocolo IPv6; de los 13, la entidad no tiene ninguna injerencia ya que, son propiedad de entes gubernamentales y se utilizan para reportar la información solicitada por dichas entidades, con el fin de ejercen control, seguimiento y así mismo generar estadísticas que favorecen al Municipio en los índices tanto, a nivel

Departamental como Nacional.

Haciendo referencia a la gráfica 9, se evidencia que el 46% cumple con los requerimientos para la transición del protocolo, ya que estos aplicativos se encuentran alojados en los servidores con que cuenta la Alcaldía Municipal. En relación con el 54%, no se tiene potestad sobre ellos, debido a que

Fig. 9 Soporte de IPv6 aplicaciones



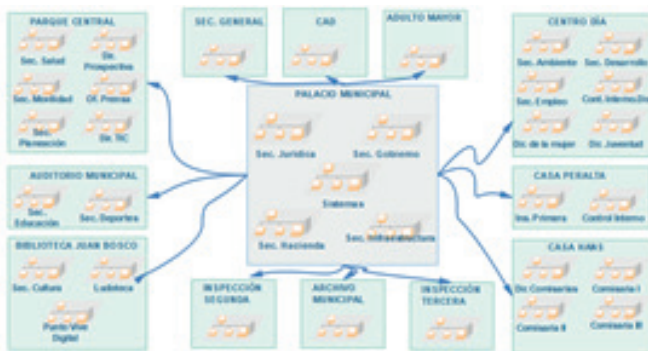
Fuente: Elaboración propia

no se tiene pleno conocimiento sobre estado actual de estos.

4.2 Plan diagnóstico de la entidad

4.2.1 Topología actual y su funcionamiento

Fig. 10 Sedes administrativas y ubicación, Alcaldía Municipal



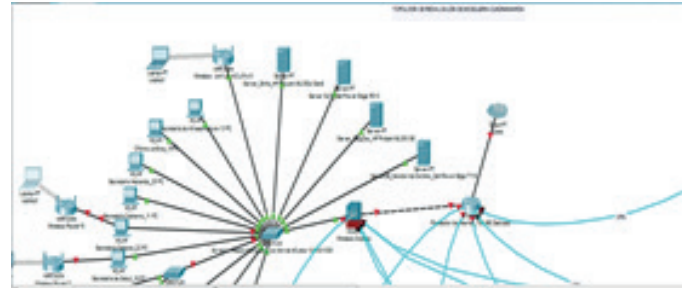
Fuente: Elaboración propia

Actualmente, la Alcaldía de Mosquera cuenta con una estructura de red de datos que está conformada por Router, Access Point, Switch, firewall, servidores, equipos de cómputo de escritorio y portátiles, red inalámbrica, internet, entre otros, permitiendo la conexión de cada uno de estos entre sí, definiendo el tipo-topología de red que caracteriza a estos equipos; es por esto que la topología que se maneja es tipo estrella, describiendo la posición de los equipos, cableado estructurado y conectándolos entre sí, para garantizar el tráfico de información tanto interno como externo, con las demás dependencias

que no se encuentran en el mismo ámbito de esta topología; estas dependencias se comunican entre sí, a través de túneles o VPN.

A continuación, se detalla el tipo de topología estrella que se maneja en la Alcaldía de Mosquera.

Fig. 11 Topología estrella Palacio Municipal



Fuente: Elaboración propia

La Alcaldía de Mosquera dispone de servicio de Internet en cada una de las sedes; las dependencias cuentan cada una, con un tipo de velocidad, dependiendo de la cantidad de equipos. A continuación, se detallan estas características en cuanto el servicio y su canal:

Dentro del Palacio Municipal, se cuenta con tres (3) Switch, cada uno de 48 puertos referencia HP 1920s administrables 10/100/1000, los cuales soportan la implementación al protocolo IPv6; dos de estos están en el rack principal, comunicando las dependencias internas de la Administración. El tercer Switch, está ubicado en el rack de la Secretaría de Hacienda. En esta secretaría, la red cableada está en categoría 6, contando ésta con 28 puntos entre equipos de cómputo e impresoras. Las demás secretarías dentro del palacio Municipal se encuentran cableadas en categoría 5e.

Tabla II. Servicios de internet de cada sede de la entidad

ITEM	NOMBRE SEDE	OPERADOR	CONEXIÓN	VELOCIDAD
1	Administración Municipal - Palacio Municipal	CLARO	FIBRA DEDICADO	100 MB
2	Palacio Municipal (Canal Respaldo)	CLARO	FIBRA OPTICA	100 MB
3	Archivo Municipal	CLARO	FIBRA OPTICA	16 MB
4	Casa del Adulto Mayor	CLARO	COAXIAL	20 MB
5	Centro de Discapacidad Casa Peralta (Inspección Primera de Policía - Oficina de control interno)	CLARO	COAXIAL	20 MB
6	Inspección Segunda de Policía	CLARO	FIBRA OPTICA	16 MB
7	Inspección Tercera de Policía	CLARO	COAXIAL	20 MB
8	Inspección Tercera de Policía	CLARO	FIBRA OPTICA	16 MB
9	Biblioteca San Juan Bosco - Secretaría de Deportes	CLARO	FIBRA OPTICA	25 MB
10	Secretaría de Salud	CLARO	FIBRA OPTICA	25 MB
11	Centro Regulador de Emergencias	CLARO	FIBRA OPTICA	16 MB
12	Casa Hans (Comisarias 1, 2 y 3)	CLARO	COAXIAL	40 MB
13	Auditorio (Secretaría de Educación y Cultura)	CLARO	FIBRA DEDICADO	30 MB
14	Zona W6 San Juan Bosco Centro Día (Empleo, D. Social, S. Ambiente, tejido Social)	CLARO	FIBRA DEDICADO	15 MB
15		CLARO	FIBRA OPTICA	25 MB

Fuente: Elaboración propia

V. RESULTADOS

En el proceso de transición del protocolo IPv4 al nuevo protocolo, según el análisis realizado, específicamente interviene en la capa 3 o capa de red. Por lo tanto, la capa 1 o capa física, no está sujeta a cambios fuertes y/o necesarios. Debido a esto, se requiere realizar un análisis en los equipos de cómputo, de comunicaciones y servidores.

Conforme con el inventario de activos, se tiene la anterior información, el total de los servidores con que cuenta la entidad soporta el nuevo protocolo IPv6; en cuanto a los equipos de cómputo, el 11% debe actualizar su sistema operativo, ya que cuenta con Windows XP y Vista, para así lograr una compatibilidad completa. En cuanto a los equipos de comunicación, el 88% referente a los Switch, presenta un inconveniente, ya que como se menciona en la capa más importante donde se realiza la transición, es la de red; y estos equipos son de gran interés en este medio. Lo anterior obligaría a que los equipos que se conecten a ellos, deban funcionar con IPv4, y así no se puede llevar a cabo el método de coexistencia entre los dos protocolos; es de anotar que estos equipos con el tiempo, van a ser obsoletos y se requiere el cambio para asegurar la totalidad de la transición.

Es importante destacar que del diagnóstico realizado inicialmente a la infraestructura tecnológica y los servicios, se puede deducir, que la Alcaldía Municipal en su infraestructura tecnología es compatible en un 70% con el protocolo IPv6, y el faltante para garantizar el soporte total del protocolo en los equipos, sistemas, aplicativos y demás, dependen de la inversión en la infraestructura y actualización de la tecnología necesaria para lograr un contexto estable en doble pila entre los protocolos IPv4 y IPv6, que es lo sugerido para evitar inconvenientes en el manejo de los datos. El porcentaje mencionado se puede evidenciar en la tabla 3.

Tabla III. Porcentaje compatibilidad de IPv6

TIPO DE ELEMENTO	No. ELEMENTOS DIAGNOSTICADOS	No. ELEMENTOS NO COMPATIBLES CON IPv6	PORCENTAJE DE ELEMENTOS DIAGNOSTICADOS NO COMPATIBLES CON IPv6	PORCENTAJE DE ELEMENTOS DIAGNOSTICADOS COMPATIBLES CON IPv6
Equipos de cómputo	448	51	11%	89%
Equipos de impresión	71	19	27%	73%
Equipos de comunicaciones	67	59	88%	12%
Servidores	6	0	0%	100%
Aplicaciones	24	13	54%	46%
Equipos ISP	27	0	0%	100%
TOTAL	643	142	30%	70%

Fuente: Elaboración propia

VI. RECOMENDACIONES

La Alcaldía Municipal de Mosquera, tiene un pool total de direcciones IP Dinámicas a través del protocolo DHCP de 1022 direcciones privadas, que va desde la dirección 192.168.200.1, a la dirección 192.168.203.254, aunque actualmente se están utilizando desde la dirección 192.168.200.1 a la 192.168.201.254, (511 direcciones). Estas direcciones son distribuidas por el dispositivo Firewall Sophos; igualmente, son distribuidas de manera aleatoria en dispositivos tales como equipos de cómputo, de escritorio, portátiles (laptop), teléfonos móviles (celulares), tabletas, e impresoras, que hacen la parte interna de la administración. Los equipos tales como servidores, algunas impresoras y equipos de cómputo fijos, se le asignan direcciones IP fijas que van desde la dirección 192.168.240.1-254, también asignadas por el dispositivo Firewall Sophos. Actualmente, no existe una segmentación de la red de datos establecida a nivel interno; así mismo, no existen subredes por secretarías, ni áreas, aunque en los próximos meses se debe realizar una segmentación por dependencias, las cuales quedarán como se muestra en la tabla 4:

En cuanto a la segmentación de las redes en

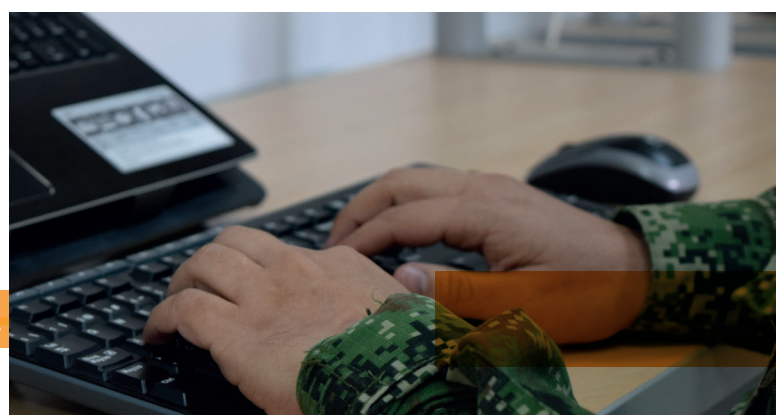
Tabla IV. Segmentación direccionamiento IP fija y dinámica

Direccionamiento	Address Network	Cantidades	Dependencia (Secretaría / Oficina)
Fija	192.168.240.6/26	1 - 62	Servidores, Secretaría de Hacienda.
	192.168.240.64/26	64 - 126	S. General, S. Gobierno, Despacho, S. Infraestructura
	192.168.240.128/26	129 - 190	Oficina Jurídica, S. Planeación (TIC, Prospectiva, Sisen)
DHCP	192.168.240.192/26	193 - 254	Impresoras, Router, dispositivos de red, S. Movilidad, Prensa
	192.168.200.0/22	1022	AP, portátiles, celulares y demás equipos WiFi

**Segmentación de las IP fijas y dinámicas que se tienen configuradas en las sedes de la entidad.*

Fuente: Elaboración propia

subredes, por la gran cantidad de direcciones disponibles en IPv6, hace que no sea necesaria la creación de subredes, aunque sí se requiere tener una red más ordenada, se puede seguir utilizando estas subredes, de manera que en el Protocolo IPv6, se deja el hábito de utilizar NAT y DHCP.



Las áreas o secretarías que se encuentran a nivel externo (a cierta distancia del Palacio Municipal), se conectan con el servidor principal o servidor de Dominio Alcaldía Mosquera. Por medio de túneles o VPN, estas sedes también deben segmentarse por sedes, garantizando la comunicación entre la Red de la Alcaldía y sus servidores con las sedes externas y la autenticación en el dominio Alcaldía Mosquera, tal como se muestra en la tabla 5:

Tabla V. Segmentación direccionamiento IP fija sedes externas conexión VPN

Direccionamiento	Address Network	Cantidades	Dependencia (Secretaría / Oficina)
	192.168.241.0/26	1 - 62	Control Interno e Inspección Primera
	192.168.241.64/26	64 - 126	Casa Hans (Comisaría Primera, segunda y Tercera)
	192.168.241.128/26	129 - 190	Secretaría Salud, Prospectiva, Sisben
	192.168.241.192/26	193 - 254	Secretaría Planeación, TIC, Movilidad, Prensa
Fija	192.168.242.0/26	1 - 62	Auditorio Municipal (Secretaría de Educación y S. Cultura)
	192.168.242.64/26	64 - 126	Biblioteca SJB área administrativa, Secretaría de Deportes
	192.168.242.128/26	129 - 190	Centro Día (Desarrollo Social, S. Ambiente, S. Empleo, Control Interno Disciplinario, Mosquera Joven, Tejido Social)
	192.168.241.192/26	193 - 254	CAD, Adulto Mayor, Gestión del Riesgo

*Segmentación de las IP fijas de las sedes externas
Fuente: Elaboración propia

VI. CONCLUSIONES

Desarrollar la fase 1 de Planeación para la transición del Protocolo IPv6, siguiendo el lineamiento de MinTic, ayudó a realizar y validar el inventario de toda la infraestructura tecnológica a nivel de Hardware y Software, sistemas de información y telecomunicaciones, necesaria para entender cómo se encuentra actualmente la Alcaldía de Mosquera en su infraestructura y funcionamiento de la red de datos, donde se evidenciaron las falencias sobre cómo se encuentra constituida toda su infraestructura tecnológica, para así lograr una buena estrategia en el cambio de muchos de estos equipos y redes de datos para realizar una migración adecuada del protocolo Ipv4 al protocolo IPv6, con el propósito de iniciar con esta transición, en la etapa de implementación.

Se realizó todo el inventario de la infraestructura tecnológica, sus activos de información, siendo éste el primer paso para realizar la transición del protocolo IPv4 a IPv6, en el cual se determinó el porcentaje de equipos de cómputo a nivel de Hardware y Software, tal como la totalidad de Sistemas Operativos, equipos de impresión y equipos de comunicaciones donde se describió cuáles cumplen con el protocolo IPv6 y cuáles se deben cambiar, siendo ésta una de las actividades más importantes en la fase de planeación, ya que se determinó que la Alcaldía debe revisar su infraestructura tecnológica, ya que algunos equipos son compatibles con IPv6.

Se determinó el plan de diagnóstico de toda la red de la Alcaldía de Mosquera, donde se realizó el estudio de la topología de la red actual y su funcionamiento, los equipos que la conforman, y se describió el estado actual de cada uno de ellos; igualmente, la cantidad de puntos de internet, junto con su capacidad de navegación, y cómo se encuentra actualmente la Alcaldía interconectada entre sí, para así realizar la transición del protocolo IPv4 a IPv6, de una forma más segura y entendible.

Se presentará un plan de trabajo para la transición del Protocolo IPv4 a IPv6, en donde



se detallarán cada uno de los pasos que ya se realizaron, los cuales se deben realizar en la siguiente fase, abriendo el camino al proceso de implementación en la Alcaldía de Mosquera, para así tener claras cuáles son las actividades y tiempo a desarrollar, con el fin de lograr la transición al protocolo IPv6.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] [1] M. Leidy “Propuesta de Diseño para la Transición del Protocolo de Internet Versión 4 (IPV4), el Protocolo de Internet versión 6 (IPV6) en la Empresa Market Mis S.A.S”, Universidad Santo Tomas, Facultad de Ingeniería Electrónica. P.25-26, (2015).

[2] R. Jackson. Por medio de la tesis para optar el título de ingeniero de Sistemas “Plan de Implementación para la Migración a IPv6 en la red de la Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad de Guayaquil”.p.28. (2015).

[3] B. Ivonne., G. Pedro. & S. Oswaldo. Por medio de la tesis para obtener el título de Ingeniero en Telecomunicaciones y Electrónica. “Transición de IPv4 a IPv6 usando el método de Doble Pila”. Instituto Politécnico Nacional. México D.F.p.55. (2015).

[4] G. Juan. Para obtener el título de Magíster en Telecomunicaciones, “Enfoque comparativo

entre IPv4 e IPv6 de la QoS en Redes Inalámbricas”, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. p. 60. (2012). Disponible en:

[5] C. Fabián. (2019). “Metodología de la investigación”. En: Significados.com. disponible en: <https://www.significados.com/metodologia-de-la-investigacion/> Consultado: 5 de junio de 2019, 09:26 pm.

[6] H. Roberto, F. Carlos y B. Pilar (2010:4). Enciclopedia virtual Eumed.net. Recuperado de: http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/mirm/cualitativo_cuantitativo_mixto.html

[7] B. Josefa y P. José (2007:25). Eumed.Net. Recuperado de http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/mirm/enfoque_cualitativo.html

[8] E. Ciro. (2014). Metodología de investigación tecnológica pensando en sistemas. Huancayo, Perú: Soluciones Gráficas S.A.C.

[9] A. Tomas. (2014). Metodología de la Investigación. Disponible en: <https://www.slideshare.net/TomsCaldern/universo-poblacin-y-muestra->

[10] G. Wilmar (2009). Recolección de datos. Disponible en: <http://recodatos.blogspot.com/2009/05/tecnicas-de-recoleccion-de-datos.html>

[11] C. Piergiorgio (2003), Metodología y técnicas de la investigación social, México, Mc Graw Hill.

[12] C. Hugo. (1991). Los elementos de la Investigación. Bogotá: El Búho. Disponible en: <http://postgrado.una.edu.ve/metodologia2/paginas/cerda7.pdf>.



MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN, VALORACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS PARA EL ESTUDIO DE SEGURIDAD FÍSICA



Jorge Edwin Parada López, d0700032@unimilitar.edu.co
Esp. Seguridad física y de la informática
Consultor en seguridad física
Asesor experto en riesgo público

RESUMEN

En este artículo se presentan dos métodos que pueden ser de utilidad en la valoración de riesgos referente al estudio de seguridad, el primer método ha sido diseñado con respecto a una adaptación técnica de lineamientos utilizados en seguridad de la información, esto para facilitar el análisis en la criticidad de los activos y el nivel de riesgo en un estudio de seguridad física, el segundo permite analizar los factores que pueden influir en la materialización de riesgos. Los dos son métodos de diagnóstico, permiten evaluar, orientar en la toma de medidas o control en los riesgos prioritarios según su nivel.

Palabras clave- Control, estadísticas, gestión de calidad, mejora continua, producción, variables.

Abstract – This article presents two suggested methods that can be used in the risk assessment related to the security study, the first method is designed against a technical adaptation of some guidelines based on information security, these have been modified to facilitate the analysis in the criticality of the assets and the level of risk against physical security, the second one allows to focus on the factors that can influence the materialization of the risk, the two allow us to establish measures or action plans for the control of risks Priorities according to their level.

Keywords - Control, continuous improvement, quality management, production, statistics, variables.

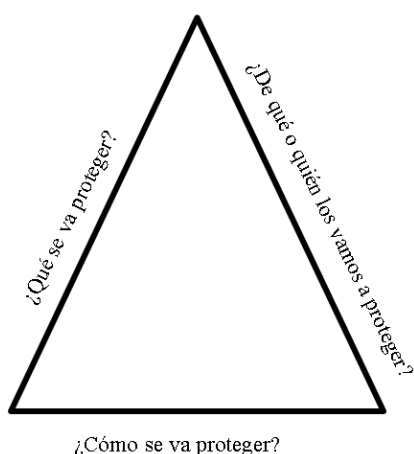
I. INTRODUCCIÓN

El estudio de seguridad física, a manera de ejemplo, se asimila al diagnóstico obtenido como resultado de una radiografía, que permite analizar los riesgos para establecer medidas prioritarias; sirve como un faro o luz para hallar la dirección de un plan en seguridad, direccionando controles que se enfoquen en la implementación de la seguridad pasiva o activa. Esto a nivel empresarial, se configura como una especie de plan preventivo.

En este caso se busca establecer tres aspectos importantes: ¿Qué se va proteger? ¿De qué o quién lo vamos proteger? ¿Cómo se va proteger? Esto haciendo referencia netamente al patrimonio, bienes y personas de la empresa. Para tal efecto, se realiza un inventario donde se incluyen los activos que hacen parte de la actividad económica, con la finalidad de conocer el nivel de riesgo y así determinar la identificación del tipo de amenazas.

El presente estudio, tiene como finalidad principal, la adaptación de algunos métodos de análisis y valoración de riesgos utilizados en seguridad de la informática, en el ámbito de la seguridad física de las organizaciones.

Fig. 1. Aspectos de la seguridad



Fuente: Elaboración propia

El presente estudio, tiene como finalidad principal, introducir métodos de análisis y valoración de riesgos en ámbitos de la seguridad física para las empresas.

II. ESTADO DEL ARTE

En Colombia, la seguridad física tiene muy pocos referentes en investigación relacionados con esta área. Lo anterior, debido a diferentes conceptos y enfoques que la han generalizado desde Seguridad y salud en el trabajo (SST), seguridad en vigilancia privada, seguridad de la informática, entre otros términos.

Por tanto, entre la revisión de referentes nacionales específicamente en seguridad física, como punto de partida en el presente artículo de investigación, se introduce el trabajo técnico realizado por el autor del “Manual de alta gerencia en seguridad y vigilancia privada” [1], en el cual plantea el estudio de seguridad física como la “Inspección física de una instalación para definir de manera objetiva los riesgos reales de pérdida o daño frente a amenazas reales o potenciales conocidas o deducidas del análisis de los hechos encontrados o informados durante la práctica de la inspección”.

A partir del manual presentado por Mosquera, se obtienen algunos conceptos y lineamientos que pueden contribuir con el desarrollo del presente estudio de seguridad, donde se plantean algunos métodos diferentes que tienen como objetivo, complementar el estudio de seguridad física que puede ser aplicado a diferentes tipos de organización.

Anivel internacional, según las consultas realizadas en las bases de datos y bibliotecas reconocidas, el tema relacionado con seguridad física tiene una amplitud de enfoques al relacionarse con la seguridad informática y electrónica; por tanto, haciendo énfasis



en el estudio de seguridad física, no se encuentran mayor número de fuentes recientes que la citen, lo cual es clave para sugerir los presentes métodos adaptados por el autor del presente artículo, que pueden contribuir al mejoramiento metodológico del mismo.

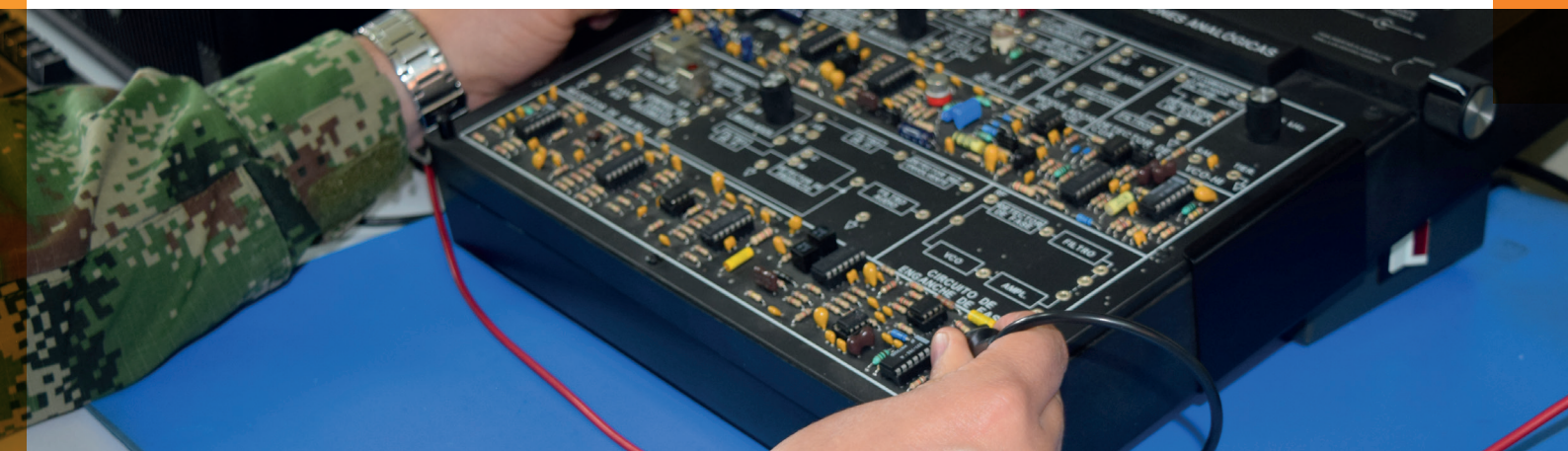
Un aspecto interesante, es que algunas de las investigaciones encontradas son referentes de Centro y Sur América; es el caso de los países como: México y Ecuador. Entre ellos, se tienen:

El análisis “Evaluación de riesgos, aplicando la metodología Mosler en las pymes de Tlaxcala, México” [2] por la cual: “Empleando el método Mosler en el análisis y evaluación del riesgo aplicado a seis Pymes del Estado de Tlaxcala, con actividad económica secundaria de la rama textil, plástico y manufactura, se tuvo como objetivo identificar, analizar y evaluar las variables de tipo suministros energéticos, medio ambiente, ubicación geográfica, infraestructura, seguridad y sistemas de protección, entorno externo e interno y transporte”.

A partir de este estudio, se puede apreciar la aplicación del método de Mosler, como una herramienta de evolución para evaluar los riesgos con distintas variables obteniendo magníficos.

Ahora bien, para llegar a la formulación de soluciones, se realiza un estudio de la empresa incluyendo la identificación y valoración de riesgo por el método de Mosler. [3].

En la indagación bibliográfica efectuada, se encontró una investigación, concerniente al ámbito de la seguridad física. Fue realizada en relación con el tema “Plan de protección y seguridad física del puerto de malta para prevenir riesgos de origen natural y antrópico [4]. En esta tesis se observan dos énfasis muy importantes que se relacionan con el estudio de seguridad: la incidencia de las modalidades delictivas en el puerto (narcotráfico, tráfico de armas, municiones explosivas, desastres naturales, tsunamis, sismos), como los desastres naturales y de origen antrópico.



III. PROBLEMÁTICA DE LA SEGURIDAD EMPRESARIAL

Las empresas en los diferentes sectores, están expuestas a grandes pérdidas económicas por causa de hurto a los insumos, materiales, accesorios, herramientas, equipos, productos y dineros; esto se debe a las diferentes amenazas que pueden atentar contra el patrimonio, por causa del accionar criminal con la incursión de la delincuencia común y organizada en los entornos empresariales.

En Colombia las medidas de seguridad han tenido que ir evolucionando obligatoriamente en tiempo o lugar y modus operandi, conforme a la aparición de nuevas modalidades delictivas, que han conllevado a tomar acciones integradas con la implementación de controles en seguridad, humana, procedimental y electrónica. Aquí es donde interviene el desarrollo, análisis y resultados del estudio de seguridad física.

Soluciones basadas en seguridad física

Por lo anteriormente expuesto, dando respuesta a la problemática observada, se plantea el diseño del estudio de seguridad como un instrumento que permite valorar y analizar los riesgos que puedan afectar la continuidad del negocio, por daño o hurto, con pérdidas económicas para la empresa.



Conceptos básicos

Dentro del estudio de seguridad física, se manejan conceptos básicos que permiten comprender su funcionalidad y la profundidad con respecto al alcance - que una vez establecido- lleva a fortalecer las debilidades o vulnerabilidades como fallas, que de no ser contraladas pueden convertirse en amenazas. Algunos de estos conceptos son:

Según Mosquera, el estudio de seguridad es: “Inspección física de una instalación para definir de manera objetiva los riesgos reales de pérdida o daño frente a amenazas reales o potenciales conocidas o deducidas del análisis de los hechos encontrados o informados durante la práctica de la inspección” [5].

Se destaca esta definición al permitir ilustrar la funcionalidad del estudio de seguridad física.

De acuerdo con [5], la identificación del riesgo, es “un proceso que debe ser permanente e interactivo, integrado al proceso de planeación y responde a interrogantes de qué, cómo y por qué”

El término definido, aporta específicamente al contenido de este proyecto, debido a que desde la identificación del riesgo se pueden determinar posibles probabilidades, como lo plantea el referente [5]: es la parte donde se generan los interrogantes, ahí converge lo esencial para conocer aquellos aspectos que pueden ocasionar daños, según la materialización que se pueda presentar en la empresa.

Según Mosquera, la Valoración del riesgo, “Consta de tres etapas: la identificación, el análisis y la determinación del nivel de riesgo. Estas etapas son de singular interés para desarrollar con éxito la administración del riesgo” [5].

Este concepto es transversal dentro de sus etapas como lo define el autor citado; básicamente aporta al desarrollo del estudio de seguridad, porque permite

cuantificar el impacto y el nivel de riesgo que pueda afectar la continuidad del negocio.

Para [5], el análisis del riesgo, es “el procedimiento mediante el cual se identifican las amenazas y las vulnerabilidades de una organización y se valora el impacto y la probabilidad que ocurra un hecho dañino”.

En cuanto a este término en particular, abarca todo lo concerniente para llegar a un punto de equilibrio; muy importante en el estudio de seguridad, como lo menciona el autor, va más allá de la cuantificación para determinar los posibles efectos.

Teoría de la actividad rutinaria del delito

Como parte fundamental del estudio de seguridad física, dentro de los aspectos fundamentales: ¿Qué se va cuidar? ¿De qué o a quién vamos cuidar? ¿Cómo se va cuidar? Se deben comprender algunas teorías del delito, entre ellas, la expuesta por [6], titulada: “la teoría de la actividad rutinaria del delito”, donde los referentes explican:

El aumento de la delincuencia, converge en el espacio y tiempo de elementos interdependientes. En la teoría de las actividades rutinarias de la oportunidad, se encuentran tres espacios totalmente delimitados. En el primero, se encuentran los cambios en las actividades rutinarias de vida diaria, como son las transacciones bancarias, el movimiento de propiedades, continuos desplazamientos, aumento del tiempo pasado fuera de casa, confluencia de muchas personas en lugares públicos. En el segundo espacio, se encuentra el aumento de las oportunidades y de las tendencias para el delito, como resultado de la convergencia en el espacio y en el tiempo de tres elementos: 1, delincuentes motivados; 2, objetos víctimas apropiados; 3, ausencia de eficaces protectores. Y en el tercer espacio, se encuentra el aumento de las tasas de criminalidad [6].

En este sentido, la teoría de la actividad rutinaria del delito, aporta al estudio de seguridad, debido a que dentro de la identificación de los riesgos, indirectamente en la inspección de campo, se deben tener en cuenta los tres elementos que convergen en tiempo y en el espacio en cada una de las áreas, actividades o procesos comerciales y operativas que se pueden realizar en diferentes ámbitos de las empresas.

6. Contexto de la empresa

Uno de los componentes fundamentales, es identificar el contexto organizacional y situacional de la empresa; esto, con el objetivo vislumbrar cómo está poseionada y estructurada en diferentes niveles. Según la primera edición, gestión de riesgos y principios, la Norma Internacional ISO 31000 “Al establecer el contexto, la organización articula sus objetivos, define el exterior e interior, los parámetros que deben tenerse en cuenta en la gestión de riesgos” [7].

De esta forma, se tiene en cuenta la georreferenciación de las instalaciones y su ubicación, la actividad económica, número de trabajadores, horarios de trabajo, organigramas, mapas de procesos, reseña histórica de la empresa, líneas de negocio, antecedentes importantes, planos de la organización, infraestructura, estadísticas de densidad de la población y delitos de alto impacto en las localidades donde se realicen las operaciones o procesos críticos de la empresa. Para realizar este tipo de consultas, se pueden estudiar las páginas de Secretaría Distrital de Seguridad, Convivencia y Justicia - Oficina de Análisis de Información y Estudios Estratégicos con base en información de SIEDCO de la DIJIN – POLICÍA NACIONAL.

IV. METODOS DE EVALUACIÓN QUE SE PUEDEN UTILIZAR EN EL ESTUDIO DE SEGURIDAD FÍSICA.

1. Árboles de amenazas

Con el propósito de realizar el análisis de la criticidad y el nivel de riesgo en los activos, es necesario utilizar un método de evaluación; para tal efecto, se plantea adaptar a la seguridad física, un sistema de evaluación utilizado en seguridad de la informática.

Análisis de la criticidad de los activos

Con el fin de analizar los activos críticos como parte fundamental del estudio de seguridad física, cumpliendo con uno de sus principios al identificar ¿Qué se va a proteger? Se diseña un método híbrido denominado “árbol de amenazas”, modelo adaptado por el autor del presente estudio, de OCTAVE, el cual es utilizado para la evaluación de Amenazas, Activos y Vulnerabilidades Operacionalmente Críticas en los sistemas de información, como lo denomina en su artículo el Instituto de Ingeniería de Software Universidad de Carnegie Mellon elbarado [8].

La Evaluación de Amenaza, Activo y Vulnerabilidad Operacionalmente Crítico SM (OCTAVE SM), es una información evaluación de riesgos de seguridad que es integral, sistemática y basada en el contexto. Siguiendo el Método OCTAVE, una organización puede tomar decisiones de protección de la información, basadas en los riesgos para la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los activos críticos de tecnología de la información (TI). La operativa o las unidades de negocios y el departamento de TI, trabajan juntos para abordar las necesidades en seguridad de la información de la organización [8].

Para tal efecto, se realizaron modificaciones particulares, adaptadas a la seguridad física, con el objeto de evaluar las amenazas, los factores del riesgo, probabilidad, impacto y nivel de riesgo de los activos físicos de una empresa u organización que lo requiera.



De esta forma, a continuación, se describen las siguientes fases que hacen parte del análisis de la criticidad de los activos por medio del método diseñado por el autor, “árboles de amenazas”.

A) Inventario de activos

Una vez realizado el análisis del contexto organizacional de la empresa, se prosigue a identificar los activos críticos; estos se consideran aquellos que hacen parte fundamental del “Core Business”, como también aquellos que son imprescindibles para el desarrollo del objeto social y que, de una u otra forma, al verse afectados por daño o pérdida, pueden poner en riesgo la continuidad del negocio.

En este caso se genera un formato de inventario, así de manera sencilla permite identificar los activos según su ubicación, responsable y tipo de amenaza que pueda afectar el activo:

Fig. 2. Inventario de activos y amenazas

INVENTARIO DE ACTIVOS Y AMENAZAS				
No.	Activo	Ubicación	Responsable	Posibles amenazas

Fuente: Elaboración propia

Para iniciar con la valoración del nivel de riesgo, se tendrá en cuenta la fórmula: Probabilidad X Impacto = Nivel de riesgo del activo. Por lo anterior, se presentan las siguientes tablas que permiten realizar la valoración de forma cualitativa y cuantitativa:

B) Probabilidad

Calcular la **Probabilidad** que la amenaza se presente o pueda ocurrir sobre el activo:

Fig. 3. Medida cualitativa de probabilidad

PROBABILIDAD	
Muy probable	Es altamente probable que la amenaza se presente o pueda ocurrir ante cualquier circunstancia, modo, tiempo o lugar.
Probable	Es probable que la amenaza se presente o pueda ocurrir ante alguna circunstancia, modo, tiempo o lugar.
Poco probable	Es muy poco probable la amenaza se presente o pueda ocurrir por favorables circunstancias, modo, tiempo o lugar.

Fuente: Elaboración propia

C) Impacto

Calcular el **nivel de impacto** sobre el activo:
Medida cualitativa de impacto:

Fig. 4. Impacto

IMPACTO	
Mayor	Si la amenaza se llegará a presentar o ocurrir puede ocasionar lesiones críticas, puede ocasionar lesiones muy graves, muerte al trabajador, pérdidas cuantiosas de activos o recursos, afectar la misión, cumplimiento o resultados del negocio.
Moderado	Si la amenaza se llegará a presentar o ocurrir puede ocasionar lesiones graves, psicológicas, incapacidades al trabajador, pérdidas de activos o recursos que requieren estudio para su recuperación, afecta considerablemente la misión, cumplimiento o resultados del negocio.
Menor	Si la amenaza se llegará a presentar o ocurrir puede ocasionar lesiones leves al trabajador, daños a los activos o recursos la que requiere inversión para su recuperación.

Fuente: Elaboración propia

D) Nivel de riesgos

Teniendo en cuenta los criterios de análisis de las tablas A y B, se procede hacer la valoración desde la presente Matriz de Nivel de **Riesgo**:

Fig. 5. Matriz para el análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos.

		IMPACTO		
		Mayor (30)	Moderado (20)	Menor (10)
		Rango 41-90	Rango 30-40	Rango 11-29
PROBABILIDAD	Muy probable (3)	Muy Alto 3 X 30 = 90	Alto 3 X 20 = 60	Medio 3 X 10 = 30
	Probable (2)	Alto 2 X 30 = 60	Medio 2 X 20 = 40	Bajo 2 X 10 = 20
	Poco probable (1)	Medio 1 X 30 = 30	Bajo 1 X 20 = 20	Muy bajo 1 X 10 = 10

Fuente: Elaboración propia

E) Árbol de amenazas.

Una vez calculados los valores se procede hacer la valoración sobre el método del Árbol de Amenazas, descrito a continuación:

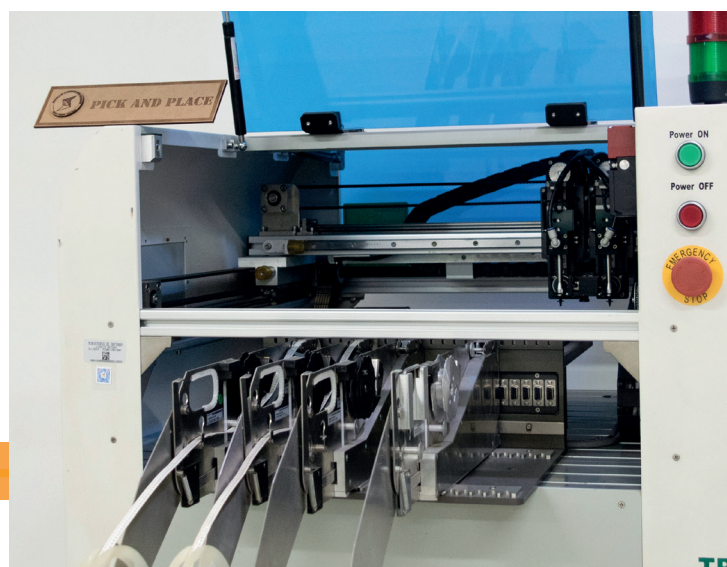


Fig. 6 : Matriz Árbol de amenazas

		Probabilidad	Impacto	Nivel de riesgo		
ACTIVO: 1. Estabilidad estructural y sísmica	Interior	Accidental	Marzo Intención			
			Prezido			
			Salvaje			
		Intencional	Dañar o paralizar	3	10	Medio (3x10=30)
			Atormentar			
			Terrorismo			
	Exterior	Accidental	Terrorismo			
			Terrorismo			
			Terrorismo			
		Intencional	Dañar o paralizar	3	10	Medio (3x10=30)
			Atormentar			
			Terrorismo			
Exterior	Accidental	Marzo Intención	3	10	Alto (3x10=30)	
		Prezido				
		Salvaje				
	Intencional	Dañar o paralizar	3	10	Medio (3x10=30)	
		Atormentar				
		Terrorismo				

Fuente: Elaboración propia

F. Matriz de nivel de riesgo alto

Como resultado de la anterior evaluación de Amenazas y Activos, se procede a realizar la priorización de los activos que marcaron con alto nivel de riesgos, los cuales se deben registrar en la siguiente matriz de nivel de alto riesgo:

Fig. 7 Matriz de nivel de riesgo alto

MATRIZ DE NIVEL DE ALTO RIESGO							
No	Activo	Tipo de Amenaza	Tipo de Amenaza		Probabilidad	Impacto	Nivel de Riesgo
			Accidental	Intencional			

Fuente: Elaboración propia

El resultado de valoración del nivel de riesgos de los activos aquí obtenido, se tendrá en cuenta en la propuesta del plan de mejoramiento que se presenta como resultado del presente estudio de seguridad física.

G. Lista de chequeo

Una vez identificados los activos críticos de la organización, se procede a realizar una Lista de

Chequeo, que consta en su inicio, de un encabezado con los datos de ubicación de las instalaciones físicas; se incluye un mapa de georreferenciación generado por la aplicación de google map, que facilita su reconocimiento satelital; así mismo, se describen las condiciones físicas de la infraestructura, como el entorno de las instalaciones. A continuación, se inspeccionan las áreas periféricas y perimetrales, los controles de acceso, las zonas intermedias e internas de operación, los sistemas de emergencia, la seguridad electrónica y la zona de informática.

Como resultado de la lista de chequeo, se establece el registro fotográfico, la descripción del riesgo y la posible amenaza, para los cuales, el mismo formato genera las recomendaciones específicas en seguridad física, con el fin de que posteriormente, sean incluidas en el plan de mejoramiento de seguridad física propuesto en el presente proyecto.



V. METODOLOGÍA BASADA EN EL “MÉTODO DE MOSLER”

Una de las metodologías utilizadas para el desarrollo de un estudio de seguridad física, es el método de Mosler, que según el referente [9], se aplica al análisis de los riesgos y tiene como objeto identificar, analizar y evaluar los factores que puedan influir en su manifestación, haciendo una evolución ajustada a los mismos. Así mismo, explica la metodología en cuatro fases [9]:

A) Fase: Definición del riesgo

Para llevar a cabo esta primera fase, se requiere



riesgos, cuya consecuencia tiene un puntaje asociado, del 1 al 5, que va desde “Muy fácilmente” a “Muy difícilmente”:

- Muy difícilmente (5)
- Difícilmente (4)
- Sin muchas dificultades (3)
- Fácilmente (2)
- Muy fácilmente (1)

Criterio de profundidad o perturbación (p)

Mide la perturbación y efectos psicológicos en función de alguno de los riesgos que se haga presente (Mide la imagen de la firma), cuya consecuencia tiene un puntaje asociado, del 1 al 5, que va desde “Muy leves” a “Muy graves”:

- Perturbaciones muy graves (5)
- Graves perturbaciones (4)
- Perturbaciones limitadas (3)
- Perturbaciones leves (2)
- Perturbaciones muy leves (1) (párr.9).

definir a qué riesgos está expuesta el área a proteger (riesgo de inversión, de la información, de accidentes, o cualquier otro riesgo que se pueda presentar), haciendo una lista en cada caso, la cual será tenida en cuenta mientras no cambien las condiciones (ciclo de vida).

B) Fase: Análisis del riesgo

Para este análisis, se utilizan una serie de coeficientes (criterios), que a continuación, se relacionan:

Criterio de función (f)

Mide cuál es la consecuencia negativa o daño que pueda alterar la actividad, cuya consecuencia tiene un puntaje asociado, del 1 al 5, que va desde:

“Muy levemente grave” a
“Muy grave”:

- Muy gravemente (5)
- Gravemente (4)
- Medianamente (3)
- Levemente (2)
- Muy levemente (1)

Criterio de sustitución (s)

Mide con qué facilidad pueden reponerse los bienes, en caso que se produzca alguno de los

Criterio de extensión (e)

Mide el alcance de los daños, en caso de que se produzca un riesgo a nivel geográfico, cuya consecuencia tiene un puntaje asociado, del 1 al 5, que va desde “Individual” a “Internacional”:

- De carácter internacional (5)
- De carácter nacional (4)
- De carácter regional (3)
- De carácter local (2)
- De carácter individual (1)

Criterio de agresión (a)

Mide la probabilidad de que el riesgo se manifieste, cuya consecuencia tiene un puntaje asociado, del 1 al 5, que va desde “Muy reducida” a “Muy elevada”:

- Muy alta (5)
- Alta (4)
- Normal (3)
- Baja (2)
- Muy baja (1) (párr.11).

Criterio de vulnerabilidad (v)

Mide y analiza la posibilidad de que, dado el riesgo, efectivamente tenga un daño y cuya consecuencia tiene un puntaje asociado, del 1 al 5, que va desde “Muy baja” a “Muy Alta”.

- Muy alta (5)
- Alta (4)
- Normal (3)
- Baja (2)
- Muy baja (1)

C) Fase 3: evaluación del riesgo

En función del análisis (fase 2), los resultados se calculan según las siguientes fórmulas:

Cálculo del carácter del riesgo "C".

Se parte de los datos obtenidos, aplicando:

I. Importancia del suceso

$$I = F \times S$$

D. Daños ocasionados

$$D = P \times E$$

$$\text{Riesgo } C = I + D$$

Cálculo de la Probabilidad "PR":

Se parte de los datos obtenidos en la 2ª fase, aplicando:

A. Criterio de agresión

V. Criterio de vulnerabilidad

Probabilidad PR = A x V

Cuantificación del riesgo considerado "ER":

Se obtendrá multiplicando los valores de "C" y "PR".

$$ER = C \times PR$$

D) Fase 4: Cálculo y clasificación del riesgo.

Es importante comprender que, aunque el resultado es numérico, esta escala es CUALITATIVA.

Cálculo de Base de Riesgo:

Una de las escalas utilizables, es la siguiente:

Fig. 8. Cálculo base de riesgo

Puntaje	Riesgo
Entre 1 y 250	Riesgo muy bajo
251 y 500	Riesgo Bajo
501 y 750	Riesgo Normal
751 y 1000	Riesgo Elevado
1001 y 1250	Riesgo muy elevado

Fuente: <http://www.forodeseguridad.com/artic/segcorp/7220.htm>.

En relación con la realización de la valoración de riesgos, en los activos identificados como críticos en la matriz de alto nivel de riesgo del método árboles de amenazas, por medio de la valoración exhaustiva en el método Mosler, se logra analizar y evaluar la cuantificación del riesgo expresado por la escala de clasificación según el nivel obtenido entre ellos.

Estos deben ser tratados según el valor de clasificación y priorizados, en cuanto a los controles que se deben llevar a cabo, para proteger los activos de la materialización de las amenazas en posibles riesgos potenciales por daño o pérdida. Es por tanto, que según los resultados obtenidos, se propone el plan de mejoramiento.



V. CONCLUSIONES

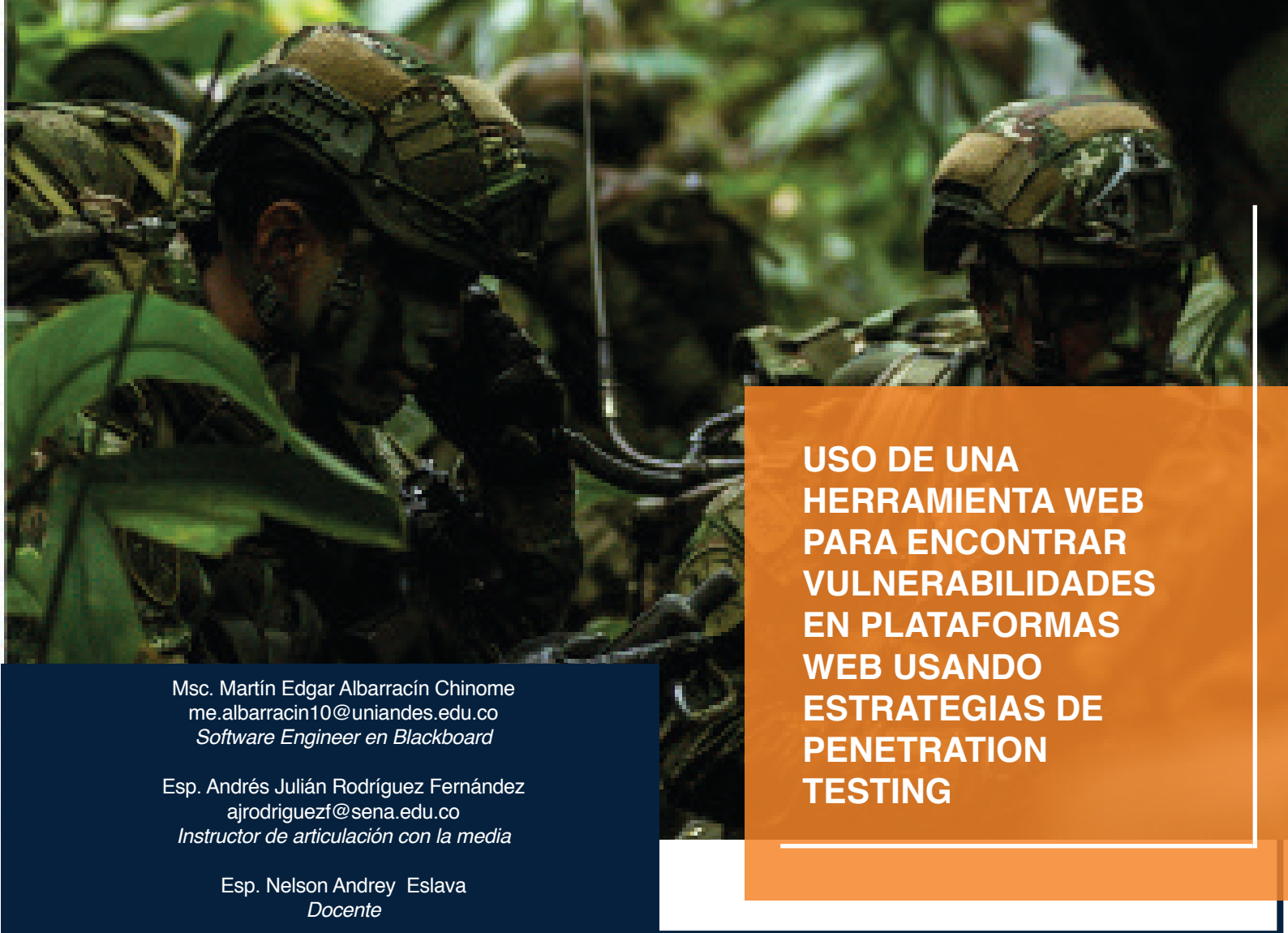
Después de la adaptación realizada en la seguridad física, de los métodos sugeridos sobre análisis y valoración de riesgos utilizados en la seguridad informática, se recomienda el uso de los mismos, debido a la efectividad que demuestran para permitir la identificación, valoración y análisis de los riesgos que se encuentren presentes y que pueden afectar cualquier tipo de activo en las empresas.

Un hito muy importante, fue la adaptación realizada del método OCTIVE, por lo que, para poder implementarlo en la seguridad física, fue necesario cambiar su metodología respecto a la valoración del nivel de los riesgos que pueden afectar los activos.

Los presentes métodos pueden ser implementados en cualquier tipo de empresa que requiera efectuar un estudio de seguridad física.

VI. REFERENCIAS

- [1] Mosquera (2009) Manual de Alta Gerencia en Seguridad y Vigilancia Privada ”.
- [2] Rodríguez, Carmona, Carrasco, Contreras (2013) “Evaluación de riesgos, aplicando la metodología Mosler en las pymes de Tlaxcala, México”
- [3] Paredes (2016) Plantea en su tesis “Sistema de seguridad física en la empresa Rojas y paredes Security Cia. Ltda., ubicada en el sector San Blas del Distrito Metropolitano de Quito
- [4] Reinoso (2015) con el tema “Plan de protección y seguridad física del puerto de malta para prevenir riesgos de origen natural y antrópico
- [5]. Mosquera (2009) Manual de Alta Gerencia en Seguridad y Vigilancia Privada ”.
- [6] Cohen y Felson (1979) Actividad rutinaria del delito
<https://lichectorberducido.files.wordpress.com/2017/01/31-teorc3ada-de-las-actividades-rutinarias.pdf>
- [7] Iso 31000 (2016) http://gestion-calidad.com/wp-content/uploads/2016/09/iso_31000_2009_gestion_de_riesgos.p
- [8] Alberts y Dorofe (s.f) La Evaluación de Amenaza, Activo y Vulnerabilidad Operacionalmente Crítico SM (OCTAVE SM).
- [9] González (s.f) análisis cuantitativo de riesgos método mosler.
<http://www.forodeseguridad.com/artic/segcorp/7220.htm>.



USO DE UNA HERRAMIENTA WEB PARA ENCONTRAR VULNERABILIDADES EN PLATAFORMAS WEB USANDO ESTRATEGIAS DE PENETRATION TESTING

Msc. Martín Edgar Albarracín Chinome
me.albarracin10@uniandes.edu.co
Software Engineer en Blackboard

Esp. Andrés Julián Rodríguez Fernández
ajrodriguez@sen.edu.co
Instructor de articulación con la media

Esp. Nelson Andrey Eslava
Docente

RESUMEN

En este artículo se presenta el resultado de una investigación realizada con el propósito de hacer pruebas de penetración de sistemas informáticos PENTEST, ejecutando diferentes herramientas que produzcan como resultado la detección de vulnerabilidades a la página donde se aloja el repositorio de la Escuela de Comunicaciones ESCOM. De esta forma, se pretenden realizar las pruebas de penetración. Como resultado de este instrumento, se generó un documento con los procesos realizados y las correspondientes respuestas obtenidas de la página.

Palabras clave – ataque de fuerza bruta, Django, Hacking ético, inyección SQL, Nmap, Python, repositorio, seguridad informática,

Abstract - This article presents the result of an investigation conducted with the purpose of generating different tests for penetration of computer systems, PENTEST, executing different tools that result in the detection of vulnerabilities to the page where the repository of the ESCOM School of Communications is housed. In this way, it is intended to know the results of performing the penetration tests. As a result of this instrument, a document is generated with the processes performed and the corresponding responses obtained from the page.

Keywords - Brute force attack, Django, ethical hacking, SQL injection, Nmap, bridges, Python, repository, computer security,

I. INTRODUCCIÓN

Con la llegada de la Internet y las nuevas tecnologías, cada vez son más comunes los ataques informáticos; en el año 2018, hubo un incremento del 60% en ataques cibernéticos con respecto al año anterior: lo equivalente a 9 por segundo de acuerdo con un reporte entregado por Kaspersky Lab en 2018 [1], estas cifras preocupan a las empresas, pues son estas las más afectadas [2]. Según una encuesta realizada en 2017, los ataques más comunes ejecutados a las empresas son: malware (90%), phishing (89%), ingeniería social (47%) y denegación de servicios (DoS) (28%) [3]; conocer estas cifras es un gran paso para actuar y mitigar este fenómeno.

Existen herramientas de detección de vulnerabilidad en entornos de servicios web, que las empresas pueden usar para identificar y gestionar a tiempo las amenazas y vulnerabilidades que contienen sus sistemas de información, y de esta manera, salvaguardar su activo más importante [4,5,6]. Este artículo muestra cómo un aplicativo desarrollado permite encontrar vulnerabilidades en plataformas web de forma controlada, para que el administrador de dichas plataformas pueda obtener los reportes y realice los ajustes necesarios, con el fin de contener los ataques en un ambiente productivo.

Es importante tomar conciencia de lo que es una vulnerabilidad, cómo surge y qué implicaciones tiene, puesto que puede llegar a comprometer la seguridad de la plataforma a analizar.



II. ESTADO DEL ARTE

Para entender la necesidad de la protección y seguridad con las tecnologías de la información, se debe referenciar a la cultura Hacker; quien desde los años setenta se encargó de generar el esplendor de optimización y desarrollo de sistemas más eficientes, pero al mismo tiempo, desencadenaron la motivación y el alcance que puede tener la explotación de las debilidades en un sistema informático, cambiando por completo el concepto original y la imagen de este prócer asociándolo a la actividad delictiva. [7] afirma que: El hacking no puede ser reducido a la simple dualidad maniquea del bien y del mal, ni tampoco debe ser constreñido a la actividad computacional, pues ha evolucionado a un ideal humano que abarca cualquier actividad creativa que conlleve una actitud vital motivada por

la curiosidad de explorar los límites de lo técnico y lo humano, y por desafíos y retos personales para la solución de problemas no resueltos.

Es de esta manera como la cultura Hacker, ha sido señalada con acciones criminales, cuando realmente quienes abordan esta temática y título, son artistas de la informática y la seguridad en sistemas.

Con lo anterior, poco tiempo después nace un concepto por parte de los expertos y promotores de seguridad en sistemas, que diferencia las actividades criminales informáticas con las de personas dedicadas al estudio y desarrollo de técnicas aplicadas a la seguridad de sistemas, con el objetivo encontrar fallas y vulnerabilidades, este concepto hasta hoy se conoce como hacking ético.

Algunas entidades también han determinado metodologías para realizar pruebas de penetración que permitan corregir factores que pueden ser

aprovechados con fines abusivos, lucrativos y criminales; este es caso de la Guía Técnica para Evaluaciones y pruebas de Seguridad de la Información NIST SP 800-115 del instituto nacional de estándares y tecnología (NIST) [8], que describe las pautas sobre cómo debe realizarse una evaluación de seguridad de la información; O el OSSTMM, Manual de la Metodología Abierta de Testeo de Seguridad, que de acuerdo con [9] “Es uno de los estándares profesionales más completos y comúnmente utilizados en Auditorías de seguridad para revisar la seguridad de los Sistemas desde internet. Incluye un marco de trabajo que describe las fases que habría que realizar para la ejecución de la auditoría. Se ha logrado gracias a un consenso entre más de 150 expertos internacionales sobre el tema, que colaboran entre sí mediante Internet”

A su vez, otro estándar con alta validez y referencias es el PTES (Penetration Testing Execution Standart) que de acuerdo con [10], es una metodología que “Pretende unir esfuerzos de analistas y expertos en seguridad para hacer un estándar que pueda completar una auditoría en todos sus procesos más habituales.”

En Colombia, organizaciones, empresas e instituciones de educación superior públicas y privadas, apoyan la realización de proyectos que involucren soluciones efectivas y de continuo estudio en temas de seguridad de la información y de las comunicaciones. Caso de ejemplo, es el ministerio de las TIC, entidad encargada de administrar esquemas de seguridad digital en Colombia y regular en algunos casos conforme a disposición de la constitución colombiana. Algunas entidades como por ejemplo, la Alcaldía de Bogotá, mediante su proyecto de estrategia de seguridad y privacidad de la información de la Alcaldía de Bogotá [11] pretende “Realizar evaluaciones estructuradas de la seguridad de la red y los sistemas de tecnologías de la información utilizando escenarios conocidos de ciberataques”, con el fin de apoyar a las entidades públicas anexas a la alcaldía, como objeto de estudio e identificación de las vulnerabilidades y controles de seguridad informática, dispuestos en los activos y servicios.

A partir de lo anteriormente expuesto, se sugiere la ejecución de pruebas de penetración como una estrategia estándar en el desarrollo de software. Es así, como se determina desarrollar una herramienta de pentesting para uso específico dentro de los procesos de análisis y gestión de riesgos con futuros aplicativos y plataformas web, incentivando así la constante actualización, desarrollo e innovación de herramientas de seguridad informática, además

que genere un precedente importante y valioso en propiedad de la Escuela de Comunicaciones Militares de Facatativá.



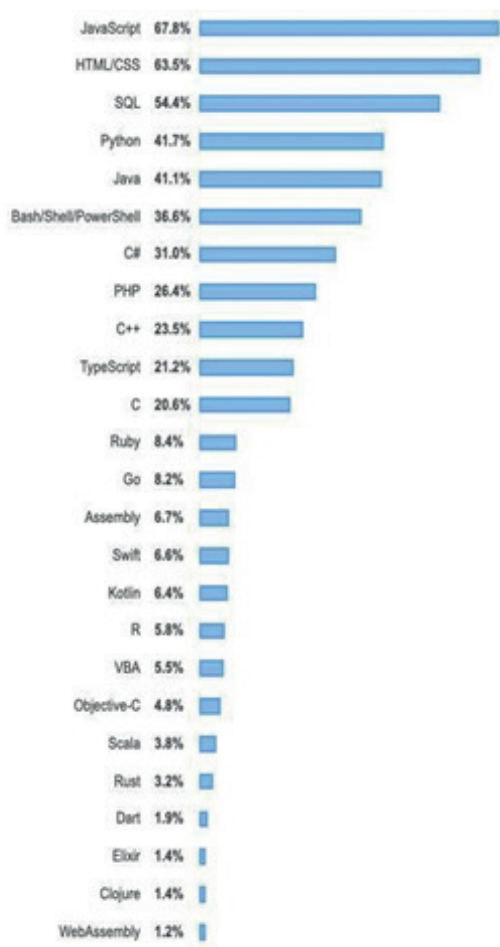
III. PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

A. CARACTERÍSTICAS DE LA HERRAMIENTA DESARROLLADA

Lenguaje de programación

En el mundo del desarrollo de software, existen un sinnúmero de lenguajes de programación, entre los cuales existen Java, Python, Ruby, Go, Javascript, Php, entre otros, los cuales ofrecen sus ventajas y desventajas; de ahí parte la decisión de cuál lenguaje cumple con los requerimientos del aplicativo a desarrollar [12], Python, es un lenguaje de programación creado por guido van Rossum en 1990 y fue el reemplazo del lenguaje ABC; su filosofía siempre hace énfasis en la sintaxis limpia, en su flexibilidad, en la capacidad de interactuar con el sistema operativo [13]. Python es considerado como el 4 lenguaje más popular de acuerdo con la encuesta anual de stackoverflow, comunidad de apoyo al desarrollo de software, y es el de más rápido crecimiento de acuerdo con la encuesta 2018 y encuesta 2019 [14]

Fig 1. Listado de lenguajes más populares según encuesta stackoverflow 2019



87,354 responses; select all that apply

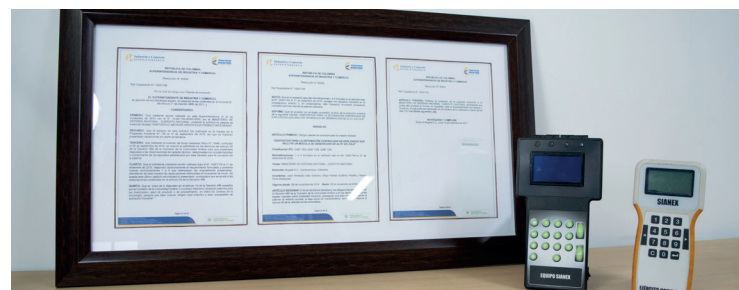
Soporte: se realizó un análisis exhaustivo acerca del soporte que se puede recibir de Python, encontrándose que en la página oficial² se muestra la sección de una comunidad de desarrolladores Python, con un canal de slack³ para todo tipo de preguntas. Adicionalmente, se hallaron varias comunidades de desarrolladores python en Suramérica, como lo son: Python Argentina⁴, Python Chile⁵, Python Colombia⁶, las cuales evidenciaron ser muy activas, ya que continuamente generan charlas y/o videoconferencias para tratar temas propios de python. A nivel Colombia, se encontró la comunidad de Python Cali⁷; en ella, se interactuó en varias conferencias, con excelentes resultados. Por tal motivo, se consideró que python tiene un excelente soporte de la comunidad, el cual se está manteniendo continuamente.

Seguridad: En el tema de seguridad, se realizó una investigación detallada acerca de los módulos de seguridad que dispone Python; se seleccionó Django como framework de desarrollo, ya que su Core viene integrado con un módulo de seguridad y gestión de usuarios. Dentro de sus principales

características, provee métodos contra ataques [15] como : **Cross Site Scripting XSS**, para evitar la inyección de código externo; **Cross site request forgery**, para evitar que un usuario pueda realizar acciones usando credenciales de un usuario válido; **SQL Injection protection**, para evitar la ejecución de código sql dentro de los formularios existentes; **Clickjacking protection**, para evitar que se incluyan banners que no pertenezcan a la página que permite al usuario abrir el vínculo del contenido malicioso; **SSL/HTTPS**, para evitar que usuarios maliciosos puedan interceptar los paquetes en la transmisión y obtener información sensible; **Host header validation**, para evitar que la peticiones provengan de sitios de host desconocido; **Secret key**, que provee autenticación criptográfica, para los datos expuestos a los usuarios, variables de sesión en cookies y tiempo de sesión.

De acuerdo con la documentación oficial de Django, este provee un conjunto de estrategias para evitar algunas de las vulnerabilidades más conocidas; sin embargo, el grupo de desarrollo de software, tiene la gran responsabilidad de analizar tanto los requerimientos de seguridad, como de proponer una arquitectura de la misma, que responda a todas las necesidades.

Licenciamiento: Es de gran importancia detallar el tipo de licencia del lenguaje de programación seleccionado, ya que de éste dependerán los propósitos comerciales que se tengan con el software desarrollado; en este caso, python proporciona la licencia para la versión 3.7.3, que consiste en reproducir, analizar, probar, realizar y/o mostrar públicamente, sin necesidad de otorgar regalías a python software foundation (PSF), ente encargado de la publicación y control de versiones de python. [16]



- 1<https://insights.stackoverflow.com/survey/2018>
- 2<https://www.python.org/>
- 3<https://pyslackers.com/slack/>
- 4<https://www.python.org.ar/>
- 5<https://pythonchile.cl/>
- 6 <https://www.python.org.co/>
- 7 <https://www.calidev.co/python-cali/>

Curva de aprendizaje: Otro de los factores importantes en el momento de seleccionar un lenguaje de desarrollo de software, es identificar qué librerías o framework pueden apoyar para el desarrollo del software. Python encontró un framework que se destaca por su simplicidad, además de promulgar el desarrollo ágil, gracias al proyecto base que presenta, el cual trae por defecto, configuraciones de todo sitio web: administrador incluido, gestor de urls, arquitectura de desarrollo, modelo vista controlador que permite separar la capa de presentación, de la capa lógica.

Por estos motivos, el framework seleccionado fue Django, el cual en su página oficial destaca 3 principales características: Desarrollo **“Ridículamente rápido”**, con la preconfiguración del proyecto base, el grupo de desarrollo se deberá centrar en el contenido de la plataforma y no en las configuraciones básicas de todo sitio web; **“Tranquilamente seguro”**, gracias a todas las estrategias de seguridad implementadas, que ayudan al desarrollador a gestionar los incidentes que se puedan llegar a presentar en el presente proyecto ; **“Altamente Escalable”**, por sus características, Django aprovecha al máximo los recursos asignados, al separar la capa lógica de la capa de presentación , podrá usar memoria de acceso rápido para disminuir el tiempo de respuesta de una petición.[17]

Herramientas de ambiente de Desarrollo

IDE (integrated development environment)

En el desarrollo de aplicaciones, es necesario seleccionar la herramienta(IDE), que permitirá escribir el código fuente. En el mercado, existen una gran cantidad de IDE de desarrollo, algunos de propósito específico, como visual studio, que se enfoca en las soluciones de software, bajo el lenguaje csharp de Microsoft; sin embargo, existen algunos con propósito genérico, como es el caso de Atom, un editor de texto liviano, gratuito que permite editar código fuente de cualquier lenguaje.

El IDE seleccionado para este proyecto, fue pycharm que consiste en un IDE de desarrollo para Python, que provee ciertas funcionalidades que pueden apoyar la potencialización del trabajo realizado. Dichas funcionalidades, son:

Debugging: Funcionalidad que permite detener controladamente la ejecución del código, para evidenciar más fácilmente los errores de la aplicación.



Unit tester: Permite ejecutar pruebas unitarias, para corroborar el funcionamiento de partes específicas del código.

Integración de control de versiones: Permite gestionar los cambios del código, así como sincronizarlos con el repositorio remoto.

Análisis de código: Permite evidenciar las métricas del código, por ejemplo, cobertura de pruebas unitarias, porcentaje de cohesión, errores no controlados en ejecución, entre otros.

Sistema de control de versiones

En el desarrollo de toda aplicación, se hace necesario el uso de herramientas que permitan llevar el ciclo de evolución y el control de cambios de la aplicación [18], esto con el fin de llevar un flujo organizado de funcionalidades que se integrarán a la aplicación. Dicha herramienta deberá estar en la capacidad de mantener todos los cambios que se han hecho a lo largo del desarrollo del software, con el objeto de llevar la trazabilidad de cada uno de los módulos desarrollados y a su vez, permitir que varios desarrolladores puedan hacer cambios de manera simultánea sin interferir con el flujo de trabajo de cada uno de ellos. El mercado ofrece algunos como TFS, SVN, Git. Entre estos, Git aparece como el más usado por la comunidad de desarrollo, a causa de sus características, que hacen la diferencia en relación con sus principales contendores [19].

Características diferenciadoras GIT

- *Facilita el trabajo colaborativo*

Debido a la característica de que cada uno de los desarrolladores, tiene una copia local de repositorio; cada uno de ellos, podrá hacer los

cambios respectivos. Cuando se tenga una versión estable de la funcionalidad, este podrá sincronizar la versión local con la versión remota, para así asegurar que todo el grupo de desarrollo, disponga de los cambios.

- Posibilidad de revisar cambios en el tiempo

Cada integrante del equipo, podrá ver cuáles fueron los cambios que se han hecho en el transcurso del ciclo de vida de desarrollo, así como la posibilidad de comparar las versiones de una funcionalidad.

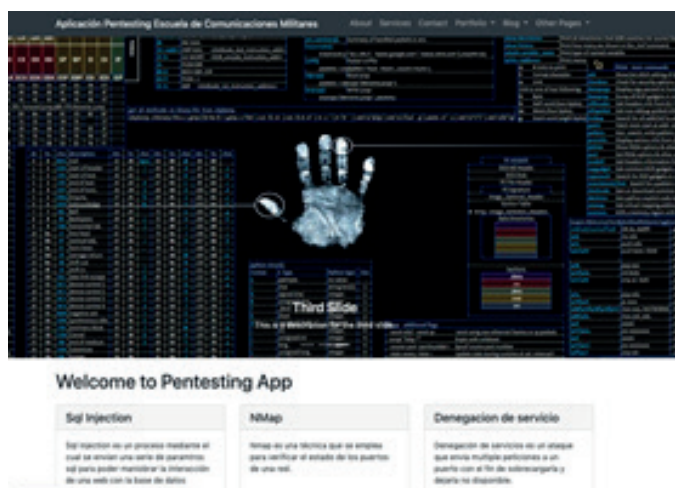
- Generación de ramas en el ambiente de código

Git permite crear ramas de código, para generar versiones de la aplicación; lo anterior, con el fin de integrar solo ciertas funcionalidades en las versiones de código.

Desarrollo del Aplicativo - Horus

Para el desarrollo del proyecto “herramienta de penetración de plataformas web”, se elaboró un software en Python, bajo el framework Django, el cual tendrá una interfaz de inicio; véase figura 2.

Fig 2. Interfaz de inicio del proyecto horus



Fuente: Elaboración propia

En la parte superior, dispone de opciones acerca del grupo de desarrollo, de la licencia del software, y de las características comerciales de la aplicación.

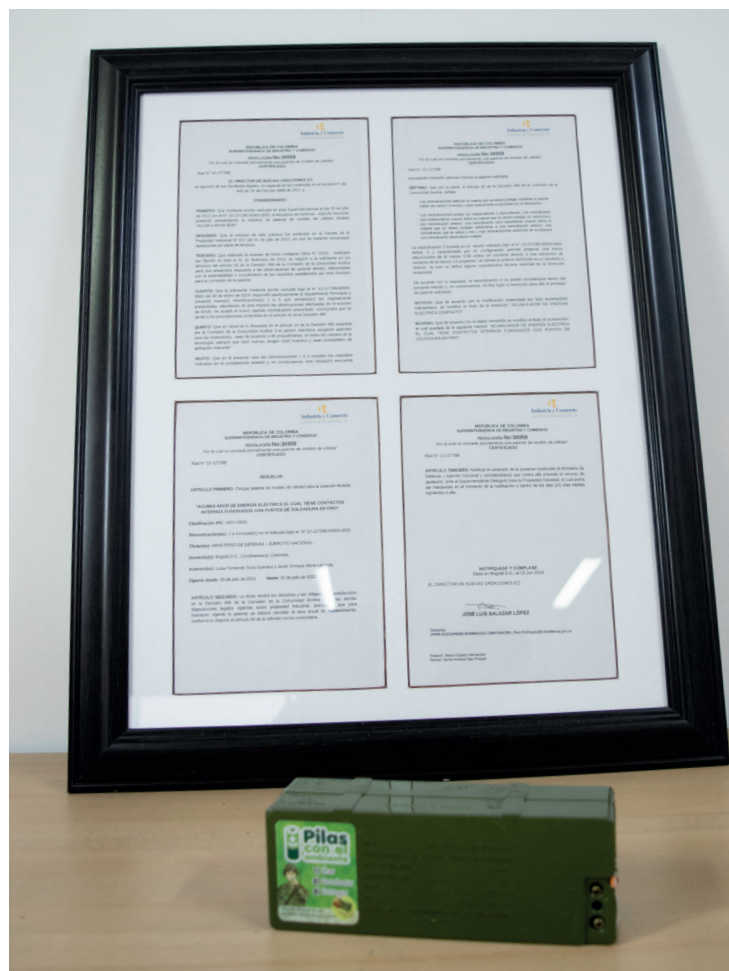
En la parte inferior, se encontrarán una serie de cuadros que permiten hallar las estrategias de ataque. Para el presente artículo, se detalla la denegación de servicios.

Cuando el usuario ingresa a la opción de denegación de servicios, éste encontrará un formulario que permite parametrizar los ajustes del ataque. Véase la figura 3.

Fig 3. Interfaz de ajustes de la denegación de servicios



Fuente: Elaboración propia



La URL, corresponde a la dirección a la cual se desea hacer el ataque; el campo puerto, corresponde al puerto en el cual se encuentra el aplicativo. El campo no es requerido, por defecto, y tomará el puerto 80; el campo threats, hace referencia a los hilos que se desplegarán para hacer las peticiones concurrentes.

Se desarrolló una plataforma web de víctima y se desplegó en un servidor gratuito heroku <https://education-security.herokuapp.com/#/>, en el cual se configuró un dyno, con 512 mb de memoria ram y una sola instancia web.



Fig 5. Respuesta de pageSpeed ante la carga completa de la página a analizar durante del ataque



Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta que el resultado de la carga es de 6.8 segundos, adicionalmente se evidenció que el proveedor de hosting bloqueó más de 3000 peticiones, porque supera el máximo permitido.

Adicionalmente, se usó una herramienta de análisis de performance new relic, la cual está monitoreando el comportamiento de la web analizada. Esta herramienta toma los datos de la carga sencilla ante una solicitud de tipo get.

Figura 6: tiempo de carga simple del aplicativo ante una petición get



Fuente: Elaboración propia

En la figura 6, se evidencia un incremento considerable en el tiempo de respuesta simple, pasando de 2ms a 26.3ms en el pico más alto; adicionalmente, se muestra la gráfica de la medida de transferencia de información. En este mismo segmento, se ve un incremento considerable.

Se espera que el administrador de cualquier plataforma detalle este tipo de gráficas y pueda evidenciar, que se está presentando un incremento inusual de recursos, en un determinado tiempo, por lo que deberá tomar las medidas necesarias para protegerse ante este tipo de ataques.

IV. RESULTADOS

Para el ejercicio, se usó PageSpeed Insights, una herramienta de google que permite analizar el tiempo de carga de un sitio, dando como resultado que la carga del mismo toma 1,4 segundos, para el primer renderizado. Véase figura 4.

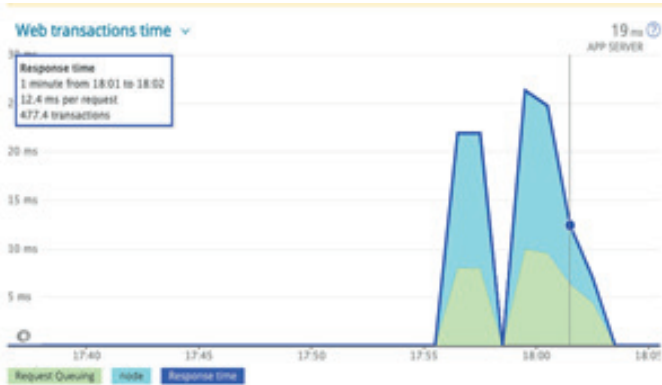
Fig 4. Respuesta de pageSpeed ante la carga completa de la página a analizar antes del ataque



Fuente: Elaboración propia

Posterior a ello, se realizó el ataque con 10.000 hilos concurrentes y se tomó la medida de carga de la web a analizar, como se observa en la figura 5.

Fig 7. Throughput de la aplicación ante el ataque enviado



Fuente: Elaboración propia

V. CONCLUSIONES

En el desarrollo del presente proyecto, se evidenciaron una serie de falencias en los aplicativos web y cómo mediante la codificación de un software, se pueden explotar dichas vulnerabilidades de seguridad, por lo que se recomienda que cuando se desarrollen aplicativos, existan pruebas de tipo penetration testing, que evidencien dichas falencias, con el fin de corregirlas antes de que lleguen a un ambiente productivo.

Los proveedores de soluciones cloud como Amazon, Azure, Google engine, proveen servicios de alerta ante incrementos inusuales de consumo de recursos; dichos servicios son adicionales a los planes adquiridos, pero en un evento de ataque, pueden alertar al administrador para que tome las medidas necesarias y contener el ataque.

La mayoría de los aplicativos web, desplegados en la nube, tendrán sistemas de alta disponibilidad, permitiendo que, en un momento dado, si se incrementan los usuarios transaccionales, éstos puedan levantar instancias del aplicativo y cargarlas al balanceador; sin embargo, se recomienda que desde el código se puedan evidenciar cuándo son usuarios reales y cuándo pueden llegar a ser ataques al aplicativo web.



VI. REFERENCIAS

- [1] (2019). [En línea]. Available: https://latam.kaspersky.com/about/press-releases/2018_panorama-de-amenazas-phishing
- [2] Ataques informáticos aumentan un 60% en Latinoamérica en 2018. (2019). [En línea]. Available: <https://www.elcomercio.com/tendencias/seguridadinformatica-ciberataques-latinoamerica-kaspersky-informe.html>
- Babahoyo. [En línea]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6031033>
- [3] ROSER, E. (2019). Leading cyber attack categories worldwide 2017 | Statistic. [En línea]. Available:
- [4] Fonseca, J., Vieira, M., & Madeira, H. (2007). Testing and Comparing Web Vulnerability Scanning Tools for SQL Injection and XSS Attacks. 13Th Pacific Rim International Symposium On Dependable Computing (PRDC 2007). doi: 10.1109/prdc.2007.55
- [5] Antunes, N., & Vieira, M. (2015). Assessing and comparing vulnerability detection tools for web services: Benchmarking approach and examples. *IEEE Transactions on Services Computing*, 8(2). doi:10.1109/TSC.2014.2310221
- [6] Antunes, N., & Vieira, M. (2016). Designing vulnerability testing tools for web services: approach, components, and tools. *International Journal Of Information Security*, 16(4), 435-457. doi: 10.1007/s10207-016-0334-0
- [7] A. Quian, Tesis doctoral, Impacto mediatico y politico del activismo Hacker en la sociedad red. Estudio de caso: Wikileaks, Getafe: Universidad Carlos III de Madrid, 2016. p. 70
- [8] H y R. Metodología de Pruebas de Intrusión en la NIST SP 800-115, 10 de mayo, 2017. [En línea]. Behique Digital. Recuperado de <https://henryraul.wordpress.com/2017/05/10/metodologia-de-pruebas-de-intrusion-en-la-nist-sp-800-115/>
- [9] Dragonjar, «Manual de la Tecnología Abierta de Testeo de Seguridad,» 23 agosto 2003. [En línea]. Available: <https://www.dragonjar.org/osstmm-manual-de-la-metodologia-abierta-de-testeo-de-seguridad.xhtml.p.1>
- [10] H. É. y. P. d. P. Auditoria de Seguridad, «PTES,» 8 septiembre 2017. [En línea]. Available: <http://blogdeauditoriadeseguridad.blogspot.com/2017/09/metodologia-ptes-penetration-testing.html>.
- [11] ADALID, Guardianes de la información - penetration testing, Bogotá: Alcaldía de Bogotá, 2018.
- [12] Ramírez, U. (2019). Lenguajes de programación para aprender en 2018 [En línea]. Available: <https://platzi.com/blog/lenguajes-de-programacion-2018/>
- [13] History and License — Python 3.7.3 documentation. (2019). [En línea]. Available: <https://docs.python.org/3/license.html>
- [14] Stack Overflow. (2019). [En línea]. Available: <https://insights.stackoverflow.com/survey/>
- [15] Security in Django | Django documentation | Django. (2019). [En línea]. Available: <https://docs.djangoproject.com/en/2.2/topics/security/>
- [16] History and License — Python 3.7.3 documentation. (2019). [En línea]. Available: <https://docs.python.org/3/license.html>
- [17] Django overview | Django. (2019). [En línea]. Available: <https://www.djangoproject.com/start/overview>
- [18] Durante Lerate, R. M., Pastrana González, L., Recio Quijano, P., & Sales Montes, N. (2010). *Sistemas para el Control de Versiones*.
- [19] Git. (2019). [En línea]. Available: <https://git-scm.com/>



PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN TECNOLÓGICA DE LA MÁQUINA DE INSPECCIÓN Y CONTROL DE LÁMINA ACRÍLICA EN LA EMPRESA FORMAPLAX S.A.S, BASADO EN LA NORMA TÉCNICA COLOMBIANA - NTC 1282

Esp. Jennifer Bulla Muñoz ; Jenniferbm@formaplax.com
Auditora Interna

Esp. Freddy. Martinez Bernal; mafre7@gmail.com
Docente investigador e Instructor SENA

RESUMEN

El presente artículo gira en torno a la propuesta de un modelo para el sistema de gestión integral basado en la norma NTC1282, en la empresa FORMAPLAX S.A.S, que garantice el mejoramiento de los procesos dentro de la producción. Es de carácter descriptivo con enfoque cuantitativo.

La investigación aborda los ejes teóricos modernos de la administración en innovación, la reingeniería, gestión de calidad y factores tan importantes como las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) para la gestión moderna de las organizaciones.

Los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación, se basaron en los datos analizados de los informes internos de la empresa para la codificación, categorización y luego el análisis de la información, evidenciando la necesidad de tecnificar los procesos directos de producción, y la voluntad por parte de gerencia, en repensar los mismos.

Palabras claves – competitividad, innovación, NTC 1282, pyme, sistema integrado de gestión,

Abstract-- This article revolves around the proposal of a model for the integral management system based on the NTC1282 standard, in the company FORMAPLAX S.A.S, which guarantees the improvement of the processes within the production. It is descriptive in nature with a quantitative approach.

The research addresses the modern theoretical axes of administration in innovation, reengineering, quality management and important factors such as information and communications technologies (ICT) for the modern management of organizations.

The results obtained in the development of the investigation, were based on the data analyzed from the internal reports of the company for the coding, categorization and then the analysis of the information, evidencing the need to technify the direct production processes, and the will by management, to rethink them.

Keywords – competitiveness, innovation, integrated management system, NTC 1282, SMEs.

I. INTRODUCCIÓN

La globalización implica que las industrias de los distintos sectores estén a la vanguardia en tecnología y en procesos técnicos, entendiéndolo como un sistema continuo que por ende, exige ser integrado bajo las normativas internacionales de calidad; esto genera que la competencia en el mercado sea cada día más compleja y cambiante.

Particularmente en Colombia, bajo las condiciones de los distintos tratados de libre comercio, realizados durante la última década, coloca a las distintas empresas nacionales en desventaja puesto que no estaban preparadas en aspectos técnicos ni tecnológicos, por lo que significa para cada una de ellas, el reto de romper estas brechas y alcanzar reconocimiento internacional, cumpliendo con las normas de calidad.

Dicho lo anterior, las organizaciones deben pensar en el futuro, por lo que reconocen actualmente el valor de la creatividad y la innovación, pues estos elementos son claves para el éxito; sin embargo, los factores como el desarrollo de la información y las comunicaciones (TIC), juegan un papel importante en la tendencia del mundo empresarial y esto requiere repensar procesos internos de la empresa, por lo que técnicas como la reingeniería, son oportunos.

En el siguiente documento, se propone un modelo para el sistema de gestión integral de la empresa FORMAPLAX S.A.S, basado en la NTC 1282 y la Innovación Tecnológica, basados en los datos de gestión históricos.

Planteamiento del problema

Día a día se innova en diferentes soluciones tecnológicas para el desarrollo operativo de las organizaciones, minimizando riesgos, costos, tiempos de entrega y aumentando capacidad productiva, excelencia en calidad, satisfacción del cliente y mejora continua. Unido a lo anterior, se generan estándares que certifiquen procesos operativos, calidad, buenas prácticas entre otras, mediante entidades que protegen al consumidor y brindan un soporte al productor o prestador de servicio.

En la actualidad, FORMAPLAX SAS, aún realiza un proceso de control de calidad de láminas



acrílicas manual, basándose superficialmente en la norma técnica colombiana 1282 “PLÁSTICOS. LÁMINAS DE PLÁSTICO ACRÍLICO. POLI (METIL METACRILATO)”, ocasionando que la entrega del producto final al cliente, en algunos momentos, no cumpla con dichos estándares de calidad, lo que repercute para la empresa en costos por garantía ó reposición de producto adicional, como bajar el índice de satisfacción del cliente y la confianza en próximas compras.

El presente documento tiene como objetivo principal, proponer la actualización tecnológica de la máquina de inspección y control de lámina acrílica en la empresa FORMAPLAX S.A.S, a partir de la norma NTC 1282, como un aporte de innovación tecnológica.

Además, en el desarrollo de la propuesta, también se pretende analizar la estructura del sistema de gestión DE LA NTC 1282, para identificar los aspectos compatibles y no compatibles; así mismo, diseñar la actualización tecnológica de la máquina de inspección y control de lámina acrílica en la empresa a partir de la NTC 1282, para la organización FORMAPLAX SAS. Finalmente, se determinan los componentes del sistema integrado de gestión, que permitan el desarrollo de la innovación de FORMAPLAX S.A.S.

El alcance del presente artículo, es el estudio de viabilidad y factibilidad sobre el modelo de gestión integral basado en la norma NTC 1282,

complementado con la innovación tecnológica, en el proceso de inspección y control de lámina acrílica, en la empresa Formaplast SAS.

Debido a que la inspección y control de lámina acrílica puede variar en las organizaciones por la cantidad de producción que cada una realiza, se busca evidenciar el modelo definido con análisis en los costos incurridos en garantías por inconformidad en la calidad del producto, cuyo objetivo es automatizar el proceso de inspección y control de lámina. Lo anterior con el fin de comprobar que el modelo de gestión integral contribuye a la estrategia de Formaplast SAS.

La innovación mediante las soluciones tecnológicas, cada día están llevando a las empresas a ser más y mejores competitivas en el mercado, permitiendo llegar a los clientes con certeza y generando que el personal trabaje orientado a cambiar los estereotipos organizacionales a nuevas formas de trabajo y de desarrollo de sus labores, concluyendo en agilidad, autonomía, capacidad y auto conocimiento. Lo anterior toma fuerza si el trabajo está enmarcado por estándares de calidad dentro de los cuáles se encuentra la NTC (Norma Técnica Colombiana) 1282- PLÁSTICOS. LÁMINAS DE PLÁSTICO ACRÍLICO. POLI (METIL METACRILATO).

La investigación se realiza con el fin de dar una solución a una problemática particular de la empresa FORMAPLAST SAS, la cual radica en las fallas que se presentan al desarrollar el proceso de inspección y control de lámina de forma manual y sin la seguridad de cumplir 100% con los estándares de la NTC 1282, implicando reclamaciones por parte de los clientes al encontrar inconformidades de calidad que en promedio representan el 1% de las ventas anual, es decir alrededor de \$ 55.972.572, sin embargo aparte de las inconformidades que manifiesta el cliente, se encuentran las novedades detectadas por el inspector de calidad, las cuales en los últimos años equivale en promedio al 6% de la producción anual, es decir alrededor de 1.980 unidades, los defectos que se presentan en la lámina acrílica son descalibre de la lámina, medidas que no corresponden, marcas en la superficie, entre otras, atribuyendo para la empresa un costo adicional por aceptación y mantener una buena relación con el cliente.

Por lo anterior, se define el modelo de sistema integral de gestión mediante innovación tecnológica, que permita mejorar el proceso de inspección y control de lámina bajo el marco de calidad NTC-1282.

Con la propuesta de este modelo al gerente de FORMAPLAST SAS, la organización se beneficiará con la reducción de costos por garantías, agilidad en el proceso de inspección y control de lámina, seguridad al garantizar en un 100% que el producto cumpla con estándares de calidad y oportunidad de mejora en el proceso de producción. Este proyecto está orientado hacia la Línea de Investigación en Gestión Tecnológica, para llevar a cabo la propuesta.



II. ESTADO DEL ARTE

Toda empresa que proyecte incremento en su posicionamiento en el mercado, requiere tener la seguridad de que la operación de la empresa siempre será óptima o por lo menos apta, para asumir los retos al incursionar en nuevas oportunidades.

Por lo anteriormente expuesto, y de acuerdo con estudios de investigación, en Colombia se trata un tema importante para toda organización y es lo relevante a la implementación de sistemas de gestión integrados, como lo enuncia la **“Propuesta para la implementación del sistema de gestión integrada de: calidad, salud ocupacional y gestión ambiental en la empresa EURO NETWORKS & TECHNOLOGIES bajo los lineamientos de la normas NTC ISO 9001: 2008, NTC ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:2007”** [1], aunque esta propuesta va orientada hacia un sistema de gestión integrado para certificación de calidad, es posible entender que sin importar cuál sea el objetivo, la proyección o el ámbito de trabajo de las organizaciones, en un sistema de gestión integrado, es una estrategia de competitividad.



III. PROCEDIMIENTO

Administración de la calidad

La administración de la calidad es un proceso de continua mejora que abarca a la organización como un ente integral, es decir, incluye al talento humano, equipos, clientes, proveedores y procedimientos.

En Latinoamérica, la administración de calidad tiene sus inicios en la década de los 80, con base en los trabajos de Isikawa, Crosby y Deming, sobre Total Quality Management (TQM), con lo cual se funda una filosofía administrativa de mejoramiento continuo; en este sentido, se destaca el compromiso de la administración por orientar en forma permanente a toda la organización hacia la excelencia; “el TQM, se focaliza en las necesidades del cliente y en la mejora continua de los procesos” [4]. Por otro lado, en Japón emplean el Kaizen para referirse al proceso de calidad y al compromiso sincero y continuo de toda la organización; “La esencia del Kaizen es sencilla y directa: Kaizen significa mejoramiento. Más aún, significa mejoramiento progresivo, continuo, que involucra a todos en la organización –alta administración, gerentes y trabajadores-. Kaizen es asunto de todos.” [5]

Sin embargo, en la actualidad se utilizan otras técnicas que hacen referencia a la gestión de calidad [6] como el Six sigma y Just in time, encaminados a la precisión, aumento en la competitividad y a la administración del tiempo. Estas son maneras de concebir la organización de manera exitosa, siendo ejemplos de ello, Toyota y Motorola.

De esta manera, la calidad afecta a la empresa en 4 aspectos:

1. Costos y participación de mercado
2. Prestigio de la organización
3. Responsabilidad por los productos
4. Implicaciones internacionales

Conceptos de calidad

De esta manera, el concepto de calidad implica en las organizaciones retos constantes; sin embargo, según posturas teóricas, se concibe de manera correlacional a los aportes de los distintos autores, que expresan lo siguiente:

Además de estar en un mercado local, en la actualidad el empresario debe apuntar a negocios fuera del país y entrar en el término de la globalización, como lo indica otra investigación colombiana **“Propuesta de un modelo de gestión integral para aporte a la estrategia de SIFER S.A, basado en la ISO 9001:2015 y la NTC 5801:2008.”** [2], que adicionalmente expone la **“Relación sistemas de gestión de calidad-innovación dentro del marco de la competitividad”** y **“Relación competitividad e innovación en PYMES”**.

Para apoyar la anterior investigación en lo relevante a visión global e innovación, orientada a la tecnología aplicada en los procesos de una organización, se analizó la **“Propuesta de gestión de innovación tecnológica para mejorar la competitividad de la pequeña y mediana empresa agroindustrial dedicada al procesamiento de frutas y hortalizas de El Salvador [3]”**; este estudio considera que el crecimiento no solo es para la organización, sino también para la economía del país, además de sumar al indicador de una cultura de innovación. Esto último también se puede ratificar en un estudio en México: **“Implementación de un sistema de innovación tecnológica en una microempresa”**.

“La calidad es el nivel de excelencia que la empresa ha escogido alcanzar para satisfacer a su clientela clave”. [7]

“Adecuación al uso satisfaciendo las necesidades del cliente” [7]“La calidad es satisfacer las necesidades de los clientes y sus expectativas razonables”. [7] “La calidad total, es una filosofía de gestión que supone el involucramiento de todos los miembros de la organización en la búsqueda constante de autosuperación y perfeccionamiento continuo” [7]

Calidad en la empresa actual

Sin duda, la competitividad del mundo actual empresarial, no se puede comparar con otras épocas. La llegada de la Internet y la tecnología, hacen que ciertos procesos se eliminen o se estandaricen; las relaciones con los clientes y los empleados son cada vez más cercanas, puesto que el empresario está entendiendo que estos roles no deben ser tomados como pasivos, sino por el contrario, como aliados para el éxito de la organización, es por eso que el Housekeeping, es quizás la filosofía de la calidad que actualmente se está imponiendo. La implantación del programa de las Cinco S, exige que todos los empleados sean responsables de las siguientes actividades dentro de la organización: Seiri: separar lo necesario de lo innecesario, lo esencial de lo accidental; Seiton: organizar, poner las cosas en el lugar apropiado; Seiso: asear, mantener el ambiente limpio y agradable; Seiketsu: estandarizar, simplificar las cosas; Shitsuke: disciplinar, mantener el orden y los compromisos.

Administración de la innovación

Durante mucho tiempo, la administración se ha limitado a estandarizar sus principales funciones (planear, organizar, dirigir y controlar), relacionando la creatividad e innovación o estilos de organización, distintas a la industrial o de manufactura; sin embargo, los grandes retos del mundo empresarial global y competitivo, permiten que grupos especialistas sean fundamentales para la nueva gerencia.

La innovación en el escenario empresarial, puede caer en dos extremos: el primero, es la necesidad de acaparar el mercado actual que es tan inestable, por lo que los cambios repentinos en los productos en algunos casos no pueden ser los mejores; y el segundo, consiste en adquirir tecnología...pero continúan haciendo los procesos de manera manual y en ambos casos, los costos que se asumen son muy altos con respecto a la optimización de los



recursos y por ende, en sus ganancias.

Sin embargo, estos errores están relacionados con el concepto que se entiende por innovación, como una condición necesaria pero no suficiente para la competitividad, ya que está relacionada con la creatividad, que es en síntesis, las nuevas ideas aplicadas en la reestructuración de actividades, que incluyen los servicios tecnológicos necesarios para incrementar la inversión . [8]

Partiendo de los diversos modelos del proceso innovador, en la actualidad se encuentran distintas perspectivas que aterrizan algunas construcciones teóricas que tienen relación con las siguientes características:

1. Generación de ideas
2. Testeo
3. Viabilidad
4. Implementación

La relación que tiene la innovación con la administración, está descrita en las 4 características, puesto que está vinculada con el proceso administrativo y guarda la complejidad propia de cualquier organización o unidad funcional; las organizaciones piensan en la necesidad de propiciar la innovación y la creatividad, a fin de enfrentar los retos de los nuevos ambientes. Estas relaciones se basen en: *El poder ayuda a resolver los conflictos surgidos del cambio, La implementación de la innovación trae como consecuencia cambios; el poder ayuda a implementar la innovación, el poder ayuda a implementar la innovación. Y el poder está directamente relacionado en la implementación de*

la práctica administrativa. [8]

Al ahondar sobre los antecedentes de la innovación y el valor en las organizaciones, se reconoce que, a finales del siglo XIX, la escuela neoclásica la cual tiene como premisas importantes: “las innovaciones siguen una secuencia temporal, que se inicia siempre en las actividades de investigación y desarrollo, para después arribar al ámbito de producción y comercialización” [9]. A partir de estas líneas teóricas, se ha empleado un enfoque lineal de la innovación, fundamentado en las áreas I (investigación), D (desarrollo), i (innovación); por eso se entiende como un orden secuencial necesario para la incorporación de los nuevos procesos.

La relación que existe entre la innovación y la administración, es la manera de adaptar las organizaciones a prácticas y estructuras que van a transformar el saber hacer; indudablemente, los retos que están presionados a aplicar, son:

1. Reformulación de sus modelos de negocios
2. Reformulación de la competencia
3. Reformulación en el diseño del producto/ servicio
4. Reformulación del liderazgo
5. Redefinir sus mercados

La innovación es un proceso integral y total de la misma compañía; quiere decir, que no solo implica los procesos, sino que debe incluir el personal como el más importante, junto a la aplicación de la tecnología; por esto “es un conjunto de materiales, habilidades, conocimientos y cultura” [8].

En la tercera edición del Manual de Oslo, se distinguen cuatro tipos de innovaciones: de productos, de proceso, de mercadotecnia y de organización.

Estrategias de innovación

Las fuentes de conocimiento interno o externo de la empresa constituyen una importante manera de obtener y/o desarrollar ideas innovadoras; ideas que se basan en actividades combinadas I+D (hacer y comprar, lo cual también permite aumentar la capacidad para identificar, asimilar, y explotar el conocimiento fuera de unos límites; así, las grandes

empresas con una mayor base de conocimiento, son más activas en la búsqueda y adquisición de tecnología externa. En esta perspectiva, hallaron una relación similar entre la I +D interna y la adquisición de tecnología mediante licencias [10], de igual forma, [10] indicó que las empresas que poseen un departamento de I+D tienden a usar más intensamente las fuentes externas de conocimiento.

La relación que hay entre estrategias I+D para la organización como practica en la adquisición externa de conocimiento orientados a nuevas soluciones tecnológicas, origina un significado entre las estrategias de hacer y comprar ó comprar y cooperar, coexistiendo en una estrategia global empresarial.

Por lo anterior, y según los análisis de estudios que han desarrollado varios autores, se evidencia la importancia de llevar a cabo estrategias I+D por cualquier empresa, llegando así a establecer medidas de competencia en el mercado, no solo por el producto o servicio ofrecido, sino por la capacidad de absorción para el cambio por medio de ideas innovadoras, incluyendo la tecnología para los diferentes procesos, logrando hacer la diferencia en la operación de las actividades de la empresa cotidiana.

PLC'S

Los PLC'S (Programming Logic Controllers) o también conocidos como autómatas industriales, ofrecen amplias posibilidades para la automatización, debido a que permiten controlar automáticamente cualquier proceso o desarrollo industrial. Estos procesos no solo son controlados por dispositivos de hardware, sino también por dispositivos de software y es allí donde entran a jugar un papel sumamente importante los SCADA (Supervisory Control And Data Adquisition) que como su nombre lo dice, son aplicaciones de software que ayudan y facilitan el control y la supervisión de esos mismos procesos.

Un PLC'S. Un PLC'S o controlador lógico programable, es un dispositivo electrónico utilizado para controlar de forma automática distintos procesos o máquinas. Estos PLC'S son computadoras capaces de automatizar procesos electromecánicos. Son muy utilizados en muchas industrias.



Para programar un PLC'S, se requieren tres elementos: primero, una computadora; segundo, el PLC'S y tercero, un software que permita desarrollar el diagrama escalera que después será enviado al PLC'S, para que éste lo ejecute de manera constante e independiente.

La programación del diagrama escalera, es el ciclo del programa; éste a su vez, trabaja de 4 formas: el primero, es donde el ciclo del programa, en este caso el PLC'S, toma la información conectada a las señales de campo y la manda a la memoria; en segunda medida, una vez que las informaciones de las señales de entrada están en la memoria, entonces se puede ejecutar el código en el diagrama escalera. El tercer paso, consiste en el proceso de enviar la información, resultado de la ejecución del programa que está almacenado en la memoria del programa, en las tarjetas de salida para que estas activen sensores, válvulas, motores o cualquier elemento de campo en el área de la industria; el último paso, es el proceso interno de mantenimiento, el cual le da lugar a las operaciones, como por

ejemplo, verificar los procesos de memoria, limpieza de variables y todo lo que necesite el PLC'S para mantener la integridad del sistema.

El diagrama escalera tiene varios elementos: uno de ellos, es el que se basa en renglones que son leídos durante la ejecución de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha, como se lee normalmente; esto se hace por módulos dedicados a su único propósito, que consiste en validar corriente o voltaje. De esta manera, se encuentran los modos de señales discretas, que son análogas o digitales.

Señales discretas

Para hablar de señales discretas, primero se debe hacer un estudio de lo que son las señales continuas y tener un entendimiento global de varios aspectos relacionados con las señales. Una señal es aquella que representa los cambios que sufre una cantidad (variable) física con respecto a una o varias variables independientes; tales como el tiempo, el espacio, la frecuencia, entre otras.

Conversión analógica digital.

La señal analógica puede tomar todos los valores posibles en un intervalo de tiempo definido, dado que los PLC'S toman una información a partir de la lectura de corriente y voltaje, como ya se mencionó anteriormente, donde cero (0) sería **continuar** y uno (1) **detenerse**. El Ingeniero Electrónico establecerá la secuencia, donde lo primero que se inicia es la válvula; el segundo, si son los motores y el tercero, los reactores y otros, finalmente todas las instrucciones serán programadas en cada línea.

Para definir un contexto, se hará la suposición de un proceso como tal, donde hay una máquina automática y un operario; entre estos dos, no hay como comunicarse porque el operario tiene un proceso mecánico y la computadora no piensa cómo el operario, lo que se hace entonces es la programación numérica, definir un flujo de información a través de unas funciones de proceso, donde el sistema realiza las operaciones respectivas. Finalmente, existe un protocolo de aislamiento por fallas, quiere decir esto, una vez el sistema presente alguna novedad, el técnico y el ingeniero evaluarán a través de diagnóstico de los sensores. Los últimos resultados de operación, son la base para la nueva calibración. Dado que los PLC'S son computadoras robustas y dedicadas a procesos específicos, estos contienen la información de la programación de éste para los módulos (sensores). En caso de un daño, se reemplaza y su configuración será inmediata gracias a que los perfiles quedan directamente guardados





por hoy existen un sinnúmero de compañías que desarrollan este tipo de aplicaciones y proveen al usuario, aparte de las funcionalidades mencionadas anteriormente que son comunes en la gran mayoría de SCADA, muchas otras como la compatibilidad con diferentes tecnologías, tales como ODBC, OPC, ActiveX, OLE, COM, DCOM, etcétera. Adicionalmente, tienen otras funcionalidades, que permiten enviar mensajes a través de Internet vía SMS, cuando una alarma se activa y notificar así al encargado de la planta de tal suceso.

Marco técnico del proyecto

La presente propuesta pretende dar conocimiento del posible desarrollo de integrar el sistema de gestión integral de calidad, mediante una innovación tecnológica en la máquina en que se realiza la inspección y control de la lámina acrílica, mediante sensores que determinen los parámetros dados por la NTC 1282, la cual se grafica en la pantalla de un computador, identificando si hay anomalías con las características físicas del producto, permitiendo después de la revisión automática, marcar por medio de un sticker el producto, para finalmente llevarlo al almacenamiento tanto físico como informativo en la nube.

Marco legal y normativo

Norma Técnica Colombiana NTC 1282 - **plásticos. Láminas de plástico acrílico. Poli (metil metacrilato)**

La NTC 1282, es equivalente al estándar internacional ASTM D4802 - **Especificación estándar para lámina de plástico acrílico de poli (metacrilato de metilo)** [11].

Fig. 1 Infograma producción FORMAPLAX SAS



Fuente: Elaboración propia

Enfoque

El enfoque para este proyecto es cuantitativo, ya que pretende a través del análisis de estadísticas

en el disco duro de la computadora y como respaldo BACKUP se guardan las programaciones en el servidor web de la empresa. Para esto se propone una estación de trabajo, (Work station), las estaciones de trabajo como servicio en la nube cuenta con el respaldo de encriptación de los datos y así salvaguarda la información que allí se cuelgue. Es necesario que también se tengan claros los pasos que estos siguen dentro de cualquier proceso de automatización industrial, para que el sistema funcione.

1. Alimentación principal del sistema
2. Entradas
3. Tratamiento de esos datos
4. Salidas
5. Variación real sobre la instalación o el proceso

Al mismo tiempo existe una interacción hombre-máquina que permite modificar el proceso si este así lo requiere.

En el área de software de supervisión, ya se han hecho importantes avances a escala mundial, hoy

el diseño de la hipótesis a desarrollar y probar con la recolección de datos y análisis el problema planteado.

Los datos recolectados, permitieron establecer mediante un análisis de las estadísticas por reclamaciones presentadas en los últimos 2 años del área comercial, al área de inspección y empaque y al área de producción, la falencia de la calidad del producto entregado al cliente, como consecuencia de una manipulación de la información reportada a las áreas de logística y producción, por parte de inspección y empaque.

Teniendo en cuenta la estrategia comercial que en la actualidad se presenta en cualquier mercado de producto o servicio de óptima calidad, adicionando la entrada de producto importado al país, con mejores beneficios económicos para la inversión extranjera, la empresa colombiana debe ser estricta y apoyarse en el marco normativo de procesos de calidad o de certificación de que el producto y/o servicio que se está entregando, cumple con un mínimo de estándares óptimos para su comercialización.

Por lo anterior y teniendo en cuenta la información de las estadísticas analizadas, se podría afirmar que un modelo de gestión integral enmarcado en la NTC 1282, brindará seguridad y soporte de la calidad de la lámina acrílica, disminuyendo el costo adicional como garantía del producto.

Diseño de investigación

Es no experimental, mediante el tipo descriptivo-explicativo y está orientado bajo las líneas teóricas administrativas; la innovación, calidad total y la reingeniería de procesos, que se relacionan con el caso de la empresa FORMAPLAX SAS, además de la necesidad que se encontró para proponer un sistema de gestión integral que contribuya con la estrategia basada en la norma NTC 1282 y la innovación tecnológica.

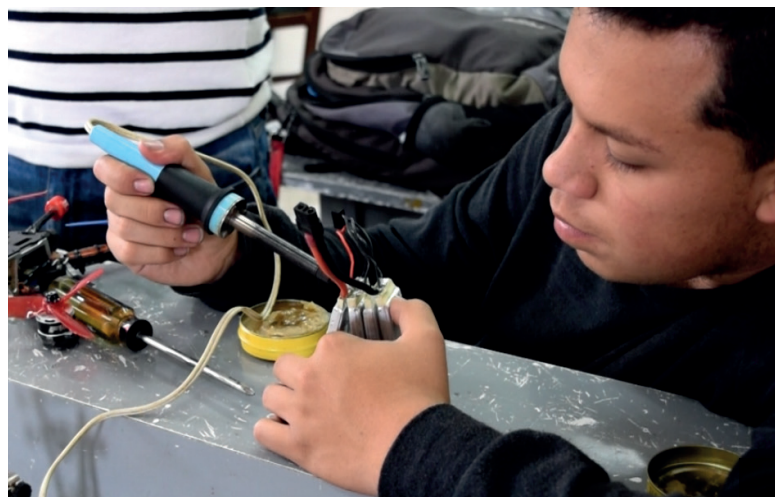
El análisis también se centra en la recolección de datos históricos con respecto a los indicadores de producción en cuanto a la calidad y los indicadores de reclamaciones presentadas por los clientes al área comercial.

Instrumentos de investigación

Para esta investigación, se utilizaron los siguientes instrumentos de investigación de naturaleza cuantitativa:

a) Análisis de contenido: se hizo análisis de los indicadores de los años 2016, 2017 y parte de 2018, de la cantidad de láminas por reclamaciones presentadas y las causas que dieron origen a las mismas; así mismo, en estos periodos se analizó la cantidad de láminas que presentaron novedades de calidad vs producción total de láminas.

b) Observación: mediante la observación del proceso de control de inspección y empaque de lámina, se define la manualidad con la que se lleva a cabo este proceso y el alto riesgo de falla humana, dejando a un lado el alcance de un desarrollo tecnológico para esta labor.



IV. RESULTADOS

Análisis de la información

El proceso de producción de lámina acrílica, que lleva a cabo como se indicó, es de forma artesanal, ya que como tal no cuenta con equipos de última tecnología para hacer las labores operativas de forma continua y automática, a diferencia de otras empresas con el mismo objeto social. El proceso cuenta con la supervisión de una persona que empíricamente aprendió la fabricación de láminas acrílicas por gusto y por capacidad receptora durante diferentes labores que le fueron asignadas y que durante más de diez años consolidó para comprender y liderar el proceso; a la fecha, cuenta con 10 personas que desarrollan las diferentes labores operativas, de laboratorio, de ensamble y envasado, corte y pegado de PVC, inspección y empaque de lámina.

Como acción de estrategia comercial y para seguir avanzando, ofreciendo un óptimo producto al cliente, se observa que el filtro entre la producción de la lámina y el control que realiza la labor de

inspección del producto final, tiene una importancia significativa, ya que es un punto del proceso que permite apoyar la detección de inconformidades en la calidad de la lámina acrílica, tomando así con mayor agilidad acciones correctivas y/o preventivas en la labor respectiva.

Lo anterior se ha evidenciado en el análisis que presenta el área comercial sobre las reclamaciones que los clientes interponen. Reclamaciones que hacen referencia a inconformidades que pudieron ser detectadas en el momento de realizar la inspección de la lámina, pero que como consecuencia de ser este proceso a criterio de una persona que no cuenta con herramientas tecnológicas y que por el contrario debe ser realizada utilizando los sentidos del tacto, el olfato y el esfuerzo de la vista, generando un alto índice de riesgo, al no ser detectadas por distracción, rotación de personal y/o manipulación del criterio.

Algunas de las reclamaciones presentadas, que fueron materia de análisis, se ocasionaron por fallas en la labor de inspección y que para tomar acciones por parte del coordinador es tardía, permitiendo que a otros clientes se les presente la misma situación; consecuentemente, se hizo un análisis de los años 2016 y 2017; a continuación, se detalla lo enunciado:

Año 2016, durante la operación de este año, se detectaron problemas con el descalibre de lámina, lo cual como acción correctiva se ajustaron temas de control y apoyo en la labor de ensamble y envasado, mejorando la calidad de los clamps o prensas que dan el calibre de la lámina, marcándolos de colores y con el calibre correspondiente; así mismo, en el área de corte y pegado de PVC, se hicieron patrones de medidas para que el responsable tuviera una medida estándar según lo requerido. Sin embargo, a la fecha sigue a criterio del inspector de calidad, si la lámina cumple o no, con el parámetro de acuerdo con la Norma Técnica 1282.

Tabla I. Número de reclamaciones por defecto entre enero y diciembre de 2016

Defecto	No. Reclamos
Descalibre	30
Variación de Color	14
Inspección de Calidad	6
Tamaño de Garantía	4
Desempeño	2
Pelo de Conejo	3
Burbujas bordes PVC	2
Mancha	2
Rayas	3
Fecha de entrega	1
Migración	1
Cantidad	58

Fuente: Elaboración propia

Estas reclamaciones presentaron una valorización de \$ **38.862.601**, lo cual equivale en promedio al 1% del total de las ventas del año 2016 de la compañía, en la siguiente tabla se detalla el valor por defecto:

Tabla II. Precio de las reclamaciones presentadas en el año 2016

Defecto	Monto \$
Descalibre	\$ 6.060.198,00
Variación de Color	\$ 13.265.827,00
Migración	\$ 5.520.220,00
Tamaño de Garantía	\$ 2.641.530,00
Inspección de Calidad	\$ 1.982.105,00
Burbujas bordes PVC	\$ 2.787.308,00
Desempeño	\$ 1.404.986,00
Mancha	\$ 3.141.653,00
Rayas	\$ 907.482,00
Pelo de Conejo	\$ 1.086.205,00
Fecha de entrega	\$ 65.087,00
Total	\$ 38.862.601,00

Fuente: Elaboración propia

Así mismo las láminas que se detectaron con inconformidad durante la inspección del total de la producción del año 2016, tuvieron un indicador promedio del 5,72% y las reclamaciones presentadas por los clientes frente a la producción representaron aproximadamente el 2,43%.

Año 2017, en este año se tomaron las acciones necesarias para mejorar el proceso de producción mitigando significativamente el indicador de reclamaciones, logrando estabilizar la calidad de la lámina y el tiempo de respuesta a los clientes soportando si la reclamación era aceptada por fallas en producción o por el contrario, había sido una deficiente manipulación por parte del cliente, como se observa en la tabla 3:

Tabla III. Precio de las reclamaciones presentadas en el año 2017

Defecto	Monto \$
Escarchada	\$ 1.500.863,00
Variación de Color	\$ 2.121.730,00
Descalibre	\$ 1.797.926,00
Pandeo	\$ 512.030,00
Rayadura	\$ 705.753,00
Arbol	\$ 426.255,00
Crazing	\$ 421.344,00
Manchas	\$ 292.383,00
Insp. de Cal. (Identif)	\$ 171.067,00
Borde rosa	\$ 120.842,00
Cantidad Total	\$ 8.070.193,00

Fuente: Elaboración propia

Las inconformidades reportadas durante la labor de inspección, equivalen sobre la producción total del año 2017 aproximadamente, el **6,09%**.

Propuesta de innovación tecnológica

Hoy en día, los procesos industriales nos permiten tener mejor desempeño técnico dentro de la organización. Inicialmente lo que parece complejo, se hace fácil cuando hablamos de verificar una lámina acrílica, el sensor óptico es una de las grandes opciones en las líneas de producción ya que de esta manera nos permite ver y estudiar en tiempo real características de producción. Un sensor óptico se basa en el aprovechamiento de la interacción entre la luz y la materia para determinar las propiedades de ésta. Una mejora de los dispositivos sensores, comprende la utilización de la fibra óptica como elemento de transmisión de la luz.

De lo anterior se deduce la importancia de automatizar el proceso de inspección y empaque de lámina, por medio de un sistema de cámara superior de contraste que precise la ubicación de imperfecciones, ya que al no ser detectadas y ser expuestas en algunos procesos de corte a láser, puede generar conflagraciones y al mismo tiempo, reclamos de garantía aumentando nuevamente el costo de producción.

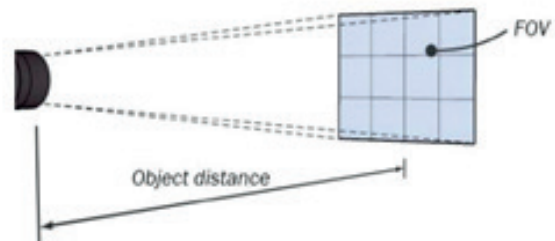
Fig. 2. Mesa de inspección



Fuente: Mesa de inspección y empaque Formaplast SAS en la actualidad

Para esta parte del proceso, se sugiere automatizar la inspección por medio de un escáner óptico que muestre cambios en la recepción de la luz visible estableciendo la coordenada en los ejes x - y.

Fig. 2. Mesa de inspección

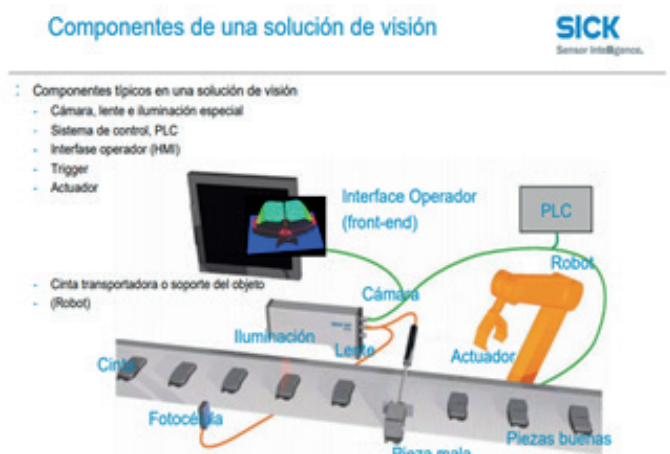


Fuente: Mesa de inspección y empaque Formaplast SAS en la actualidad

Evaluación del espesor de la lámina, dentro de la NTC 1282 Norma técnica Colombiana, con la cual se establecen unos perfiles que están dados con la variación permisible para la definición de calibres o espesores para la lámina acrílica.

Evaluación del espesor de la lámina, dentro de la NTC 1282 Norma técnica Colombiana, con la cual se establecen unos perfiles que están dados con la variación permisible para la definición de calibres o espesores para la lámina acrílica.

Fig. 4. Línea de producción implementada en la empresa SICK con el sistema óptico de inspección Sensor intelligence.



Fuente: http://www.crit.upc.edu/JCEE2010/pdf_ponencias/PDFs/09_12_10/Vision%20Artificial%20UNI%20TERRASSA%202010.pdf



Como en cualquier proceso de automatización, el sistema tomará los datos ya definidos en la norma y se genera la información al programa de control, para el actuar de los sensores; este procedimiento se hará por muestreo, es decir, en este momento la empresa cuenta con cinco (5) hornos los cuales cada uno es para diferentes medidas y calibres; aproximadamente de cada uno de ellos salen en promedio 23 láminas, luego entonces no son el mismo número de placas a las que se les realiza la inspección. De la producción de cada horno, se tomará una muestra y se realizará la evaluación técnica.

Con la información y utilidad que brindan los sensores, se tendrá el espesor de la lámina en tiempo real. Este paso es fundamental, ya que permite evaluar si el producto cumple con la programación de producción; como en cualquier proceso de automatización, el sistema tomará los datos ya definidos en la norma y se generará la información al programa de control para el actuar de los sensores. Este procedimiento se hará por muestreo, es decir, en este momento la empresa cuenta con cinco (5) hornos los cuales cada uno es para diferentes medidas y calibres; aproximadamente de cada uno de ellos, salen en promedio 23 láminas, luego entonces no son el mismo número de placas a las que se les realiza la inspección. De la producción de cada horno, se tomará una muestra y se realizará la evaluación técnica.

Evaluación de las dimensiones de la lámina.
Al igual que los parámetros dados a los sensores de la información sobre los espesores, las tolerancias de las medidas podrán ser predeterminadas en la programación de los sensores, complementando así la precisión en el resultado de la inspección de la lámina.

Lo anterior reconoce que el tiempo y la eficacia, se integran en este punto aportando flexibilidad, facilidad y ergonomía, a la hora de diagnosticar el producto.

Fig.5. Tabla de espesores de la Lámina acrílica

Espesor nominal (mm)	Variación permitida en el espesor		
	Valor inferior	Tolerancia	Valor superior
0,75	-0,175	NA*	NA*
1,0	+0,225	NA*	NA*
1,25	+0,284	NA*	NA*
1,5	+0,343	+0,610	NA*
2,0	+0,398	+0,559	NA*
2,5	+0,453	+0,711	NA*
3,0	+0,508	+0,533	+0,508
4,0	+0,626	+0,792	+0,626
4,5	+0,702	+0,559	+0,702
5,0	+0,778	+0,365	+0,778
5,5	+0,854	+0,630	+0,854
6,0	+0,929	+1,14	+0,929
6,5	+1,005	+0,696	+1,005
7,0	+1,081	+1,35	+1,081
8,0	+1,157	+0,782	+1,157
9,0	+1,233	+1,52	+1,233
10,0	+1,309	+0,782	+1,309
12,0	+1,551	+1,75	+1,551
14,0	+1,793	+0,838	+1,793

Fuente: Elaboración propia



Evaluación de estabilidad térmica. La propuesta de innovación tecnológica, plantea un horno industrial con la capacidad de almacenar un determinado número de placas o láminas, que en el último caso, irían desde la medida más pequeña 1.20 mts x 1.80 mts, hasta la más grande de 1.80 mts x 3.00 mts de longitud, de acuerdo con los perfiles de temperatura que establece la norma técnica NTC 1282.

Fig.6. Horno industrial



Fuente: Empresa Backoffen Industrial Colombia.

El sistema de medición de polvo, es ligero y lo hace muy útil, a la hora de realizar control de calidad; es por eso que se encuentran dentro de la propuesta como herramienta eficaz.

Los medidores de partículas de polvo se usan cada vez más, además de las mediciones en el medioambiente, en fábricas y oficinas para



detectar la concentración de partículas a las que están sometidos los trabajadores. Estos medidores de partículas de polvo también se usan en la investigación y el desarrollo industrial.

Fig. 7. Sistemas de medición de polvo



Fuente: Diapositiva presentada por la empresa SICK Sensor intelligence, que muestra los sistemas de medición de polvo.

La dispersión de la luz por las partículas de polvo, es un principio de medición que permite detectar incluso concentraciones muy bajas de polvo.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO BAJO EL ESTÁNDAR DE LA NTC 1282

La propuesta tecnológica pretende que el aporte a la estrategia de la empresa FORMAPLAX SAS, según los parámetros de la NTC 1282, optimice el resultado de la lámina en los siguientes requisitos:

La propuesta tecnológica pretende que el aporte a la estrategia de la empresa FORMAPLAX SAS, según los parámetros de la NTC 1282 optimice el resultado de la lámina, de acuerdo con los siguientes requisitos:

Numeral 7, tabla 3- Variaciones permisibles en los espesores (calibres) para las láminas plásticas vaciadas de metacrilato de categoría A-1, permitiendo entregar un producto conforme con los diferentes espesores ofrecidos, llegando a cero las reclamaciones de los clientes y los costos por

garantías.

Numeral 5, nota tabla 2, Requisitos detallados para las láminas plásticas moldeadas en metacrilato, que consisten en: Tolerancia de longitud, certificar los valores permisibles en el largo y ancho de las láminas, logrando entregar al cliente material con las medidas requeridas.

Numeral 8.1.8, Estabilidad térmica, certificar un óptimo curado de la lámina permitiendo al cliente un termoformado seguro y flexible. Lograr certificar el cumplimiento de los anteriores requisitos en la entrega de la lámina acrílica al cliente, con seguridad de una producción óptima y el respaldo del estándar de la NTC 1282, permitirá a la empresa tomar medidas de prevención, corrección y mejoramiento continuo en el proceso de producción y de inspección.

Fig 8. Infograma de la propuesta para el proceso de inspección de lámina.



Fuente: Elaboración propia

Fig 9. Cotización general para la empresa FORMAPLAX

Perfiles requeridos para el desarrollo de la propuesta

Para la propuesta de innovación tecnológica, no se contemplan nuevos perfiles para el manejo y control de la máquina y de los elementos que se le adecuarán; por el contrario, los diferentes proveedores de los sensores brindan la capacitación y acompañamiento en el manejo y programación de los sensores, originando de esta forma la maximización del recurso humano actual, que lleva a cabo esta labor desarrollando nuevas competencias que faciliten la adaptación con la implementación de la propuesta y a su vez no se incurran en costos y gastos adicionales en la contratación o capacitación técnica o tecnológica para dicha labor.

Disminución de indicadores de lámina con inconformidad

La propuesta de innovación tecnológica comprende en su implementación, el aporte a la toma de acciones preventivas y correctivas de los diferentes procesos en la fabricación de lámina acrílica, reduciendo las posibles causas de inconformidades en el producto final, permitiendo que con el seguimiento y la atención requerida a las evidencias obtenidas en el momento de la inspección y empaque de lámina, el indicador baje en promedio al 3% y por ende, el costo de materias primas y demás costes de fabricación reduzcan en igual factor.

Por lo anterior y de acuerdo con la información brindada sobre los indicadores del años 2016 y 2017, la propuesta no solo permitirá mitigar la salida de lámina con inconformidad para los clientes, sino maximizar el uso de los materiales de fabricación, seguridad en las fechas de entrega del producto al cliente y paralelamente, reducción del 6.7% al 3.7% en promedio del indicador de inconformidad.

Presupuesto de la propuesta

Para la propuesta de innovación tecnológica como aporte de la estrategia FORMAPLAX SAS, se tienen en cuenta los elementos básicos de inversión, como son, los materiales de la adecuación, equipo tecnológico y mano de obra de asesoría, de adecuación e instalación. De acuerdo con información de los posibles proveedores tecnológicos y precios actuales del mercado, en la figura 9 se presenta dicho presupuesto, el cual tendría una variación al momento de la aprobación y ejecución de la propuesta.

COTIZACION GENERAL DE PRESUPUESTO DE LA PROPUESTA PARA LA EMPRESA FORMAPLAX SAS	
MANO DE OBRA	40.000.000,00
MATERIALES E INSUMOS	97.000.000,00
OTROS	15.000.000,00
TOTAL DE LA PROPUESTA	152.000.000,00

Fuente: Elaboración propia



V. CONCLUSIONES

Las siguientes, son las conclusiones derivadas de la propuesta:

Se analiza la estructura del sistema de gestión de la NTC 1282, identificando que los aspectos compatibles para aplicación en la innovación de la fase de gestión de calidad, de lámina acrílica, hace referencia a los Numerales **7, 5 y 8.1.8** de espesor, tamaño y estabilidad térmica. Que los aspectos NO compatibles, hacen referencia al Numeral **8.1.6**; absorción de agua, Numeral **8.1.13.4**; resistencia al mar, Numeral **8.1.13.5**; adhesión del revestimiento, numeral **8.1.13.3**, y resistencia a la abrasión. Estos aspectos no compatibles se orientan a las reacciones químicas del material en situaciones de exposición a materiales y ambientes que pueden ser invasivos dependiendo de su aplicabilidad o uso.

El sistema de gestión integral diseñado a partir del modelo de integración propuesto, se orienta al

seguimiento y medición del cumplimiento de los parámetros de la Norma Técnica Colombiana NTC 1282, permitiendo la documentación y el respaldo de la innovación tecnológica para la toma de decisiones de alineación, eficiencia, eficacia y de mejora del SGI.

Los componentes que conforman el sistema integrado de gestión que permitirán el desarrollo de la innovación de FORMAPLAX S.A.S, son el cumplimiento de los aspectos compatibles, seguimiento de las acciones preventivas, correctivas y de mejora, determinación del nivel de alineación, eficiencia y eficacia.



VI. RECOMENDACIONES

Dentro de la investigación y la visita realizada a la empresa FORMAPLAX S.A.S, se observa la necesidad de la incorporación de tecnologías que automaticen el proceso de producción de lámina acrílica en sus diferentes fases; es notable la insuficiencia de recursos sistematizados que ayuden a promover las buenas prácticas laborales y la tecnificación del procedimiento aplicado para la fabricación de lámina acrílica. A continuación, se hacen las recomendaciones susceptibles y compatibles de tecnificación para la fabricación de lámina acrílica:

A. Control de flujo de ingreso de producto al reactor [12]

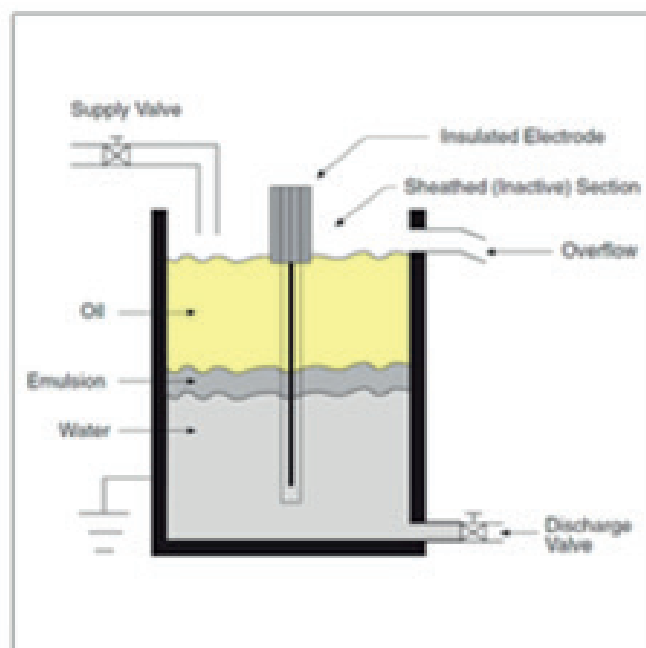
Por medio de una válvula automática de control de caudal, tanto del monómero como de los catalizadores presentes en la reacción química, esto permitirá un control más preciso de los insumos a utilizar en la fabricación de las láminas de acrílico, disminuyendo el desperdicio de material lo cual influirá posteriormente en las ganancias generales de producción.

Válvula automática de control flujo de la marca GRAT sugerida.

B. Medidor de cantidad ó dosificador

El Sensor de nivel, es un dispositivo electrónico que mide la altura del material, generalmente líquido, dentro de un tanque u otro recipiente.

Fig. 10. Medidor electrónico de nivel de líquido



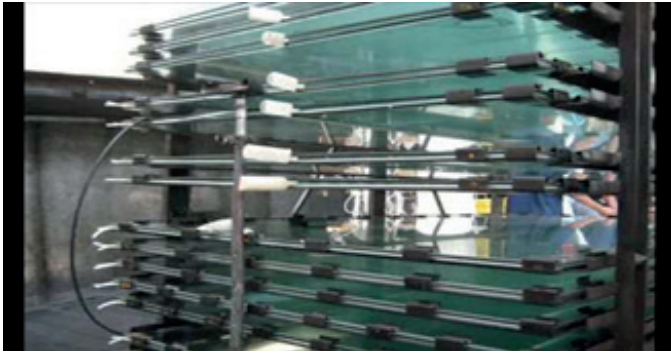
Fuente: <https://es.omega.com/prodinfo/sondas-de-nivel-medicion.html>

C. Sistema de boquillas antiretorno por medio del uso de un Controlador lógico

Programable (PLC).

Inyección de la resina dentro del molde de manera periférica sin tener ningún tipo de contacto con el sello de PVC y su inyección se haga de manera uniforme y no por gravedad.

Fig. 11. Ubicación de las boquillas de inyección propuestas para la aplicación de la resina al molde de vidrios templados.



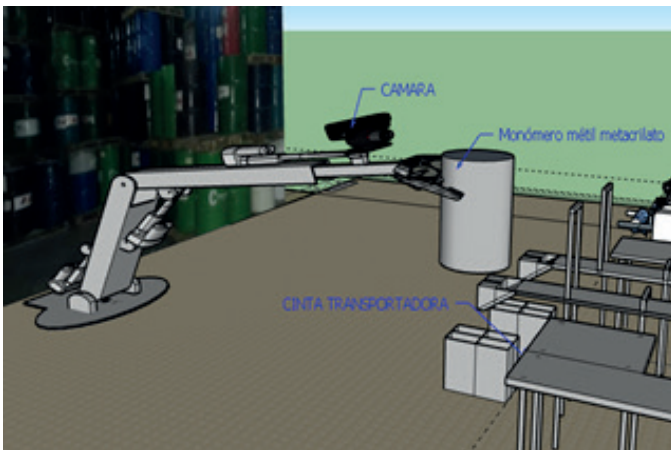
Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=Ln7bL7uFAAM>

Brazo robótico de carga por medio de succión [13] [14]

Transporte tanto de ingreso de los moldes como también el proceso de extracción de los mismos, una vez haya terminado el curado dentro de los hornos, minimizando el riesgo de un accidente por deslizamiento o pérdida de tracción de alguno de los operarios.

Una vez capturada la caneca, ésta pasa al sistema de bandas, para el posterior cargue al tanque dosificador MMA y luego al rector y suministro del material.

Fig. 12. Brazo robótico movimiento de canecas



Fuente: elaboración propia, diseño sugerido para Formaplast SAS



VII. REFERENCIAS

[1] L. C. S. & G. J. T. U. Arias, «Propuesta para la implementación del sistema de gestión integrado de: calidad, salud ocupacional y gestión ambiental en la empresa Euro Networks & Technologies bajo los lineamientos de la normas NTC ISO 9001:», 2014. [En línea].

[2] S. L. Díaz, «bdigital.uexternado.edu.co,» 2017. [En línea]. Available: https://bdigital.uexternado.edu.co/bitstream/001/300/1/AKA-spa-2017-Propuesta_de_un_modelo_de_gesti%C3%B3n_integral_para_aporte_a_la_estrategia_de_SIFER_S.A%2C_basado_en_la_ISO_9001%3A2015_y_la_NTC_5801%3A2008.pdf.

[3] R. M. C. R. V. D. & R. L. B. O. Alfaro López, «Propuesta de gestión de innovación tecnológica para mejorar la competitividad de la pequeña y mediana empresa agroindustrial dedicada al procesamiento de frutas y hortalizas de El,» 2007. [En línea].

[4] D. G. Gómez, «nulan.mdp.edu.ar,» [En línea].



Available: http://nulan.mdp.edu.ar/1614/1/09_administracion_calidad.pdf.

[5] B. M. F. Suárez, «Encontrando al Kaizen: Un análisis teórico de la Mejora Continua».

[6] E. & O. A. W. J. Guevara Guevara, «Propuesta de implementación de un sistema de gestión de calidad para Alarmas Multiservicios Ltda. Caso de estudio.» 2017. [En línea].

[7] M. Rosas Peña, «Aplicación de manuales de calidad en las organizaciones,» Aletheia IEU Universidad, vol. 4, 2018.

[8] C. A. Mejía Reátiga, «La innovación en la administración... una relación de elementos olvidados,» Innovar, vol. 17, nº 29, 2007.

[9] M. M. Formichella. [En línea]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/48031881.pdf>.

[10] J. Vega Jurado, A. Gutierrez Garcia y I. Fernandez de Lucio, «La Relación entre las Estrategias de Innovación: Coexistencia o Complementariedad,» Journal of Technology Management & Innovation, vol. 4, nº 3.

[11] A. D4802-16, «Standard Specification for Poly(Methyl Methacrylate) Acrylic Plastic Sheet, ASTM International,» 2016. [En línea]. Available: www.astm.org.

[12] B. Cruz Jiménez, «Control por linealización de un reactor de polimerización,» 23 Febrero 2011. [En línea]. Available: <http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen15/control.pdf>. [Último acceso: 16 12 2019].

[13] K. M. B. Mundaca, «SCRIBD,» 2016. [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/document/365459199/INFORME-2->

AUTOMATIZACION. [Último acceso: 15 12 2019].

[14] L. (. A. V. F. M. B. V. M. E. Caiza, «repositorio.usfq.edu.ec,» 12 2014. [En línea]. Available: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/3840>.

[15] P. West Conshohocken, «Especificación estándar para lámina de plástico acrílico de poli (metacrilato de metilo),» 2016. [En línea]. Available: <https://www.astm.org/Standards/D4802.htm>.

[16] A. E. Correa Díaz, «Propuesta para la implementación de un sistema de gestión integral de la energía en la planta de Colombates S.A. Maestría thesis, Universidad Nacional de Colombia.,» 2016. [En línea].

[17] A. F. Hatre, «Sistemas integrados de gestión. Instituto de Desarrollo Económico del Principado de Asturias, Llanera-España.,» 2003. [En línea].

[18] M. F. Pérez Amador, «Propuesta para la automatización del Sistema de Gestión De Calidad (SGC) en la empresa Mundo Uniforms, mediante el uso del software informático ISONIC.,» 2017. [En línea].

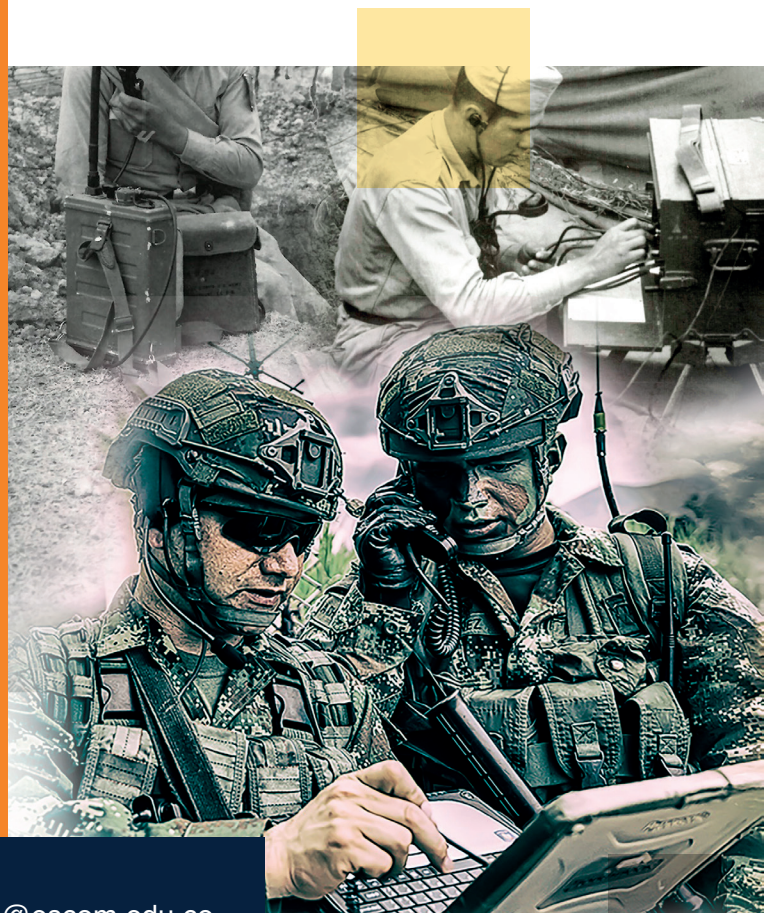
[19] C. Martner, «Innovación tecnológica y fragmentación territorial. Revista EURE-Revista de Estudios Urbano Regionales,» 1995. [En línea].

[20] C. H. H. I Murcia, «Creatividad e innovación para el desarrollo empresarial, Ediciones de la U. ProQuest Ebook Central.,» 2017. [En línea].

[21] J. T. U. G. Lady Caterine Suárez Arias, «udistrital.edu.co,» 2014. [En línea]. Available: <http://udistrital.edu.co:8080/documents/138588/2871004/Proyecto.pdf>.



PROYECTO EDUCATIVO ESCUELA DE COMUNICACIONES MILITARES “PE - ESCOM”.



MBA. Ing. Javier Enrique Tavera Guzmán; Javier.tavera@escom.edu.co
Asesor Educación Militar ESCOM

RESUMEN

En este artículo se presenta el proceso efectuado para desarrollar el proyecto de los libros concernientes a los cursos de educación militar de la Escuela de Comunicaciones; proyecto de gran importancia durante el año 2019, que tiene como propósito, demostrar las temáticas ofrecidas en dichos cursos, para lograr la excelencia académica de los alumnos, en los Cursos de Ley.

Palabras clave – Control, estadística, gestión de calidad, mejora continua, producción, variables.

Abstract - This article presents the explanation of the development of the project of the books concerning the military education courses of the School of Communications, a project of great importance in the year 2019, with the aim of showing the subjects taught in these courses in order to achieve the academic excellence of students in these disciplines.



I. INTRODUCCIÓN

La Escuela de Comunicaciones Militares, busca cualificar y potenciar el Modelo de Clasificación por Especialidades, teniendo como base las necesidades de la Fuerza y el plan de carrera, para asegurar que el soldado del futuro ocupe el cargo indicado en el tiempo preciso, creando así un Ejército

de especialistas que permita el cumplimiento de los diferentes objetivos trazados para cada uno de los niveles de la guerra: estratégico, operacional y táctico.

En este contexto y con ocasión de la proyección de la Universidad del Ejército, el presente artículo se expone el desarrollo del proyecto realizado para presentar los programas de educación militar que adelanta actualmente la Institución, por medio de 14 libros que corresponden a cada uno de los cursos ofertados por ésta, estructurados en tres partes: información general de la ESCOM, información relevante al curso y el contenido temático de cada uno.

Para lograr este objetivo, se contó con la participación del equipo coordinador del proyecto “Libros de Educación Militar ESCOM”, conformado por la dirección, la inspección de estudios, docentes civiles y militares que forman parte de la Escuela de Comunicaciones, quienes con sentido de pertenencia aportaron su conocimiento, experticia e idoneidad, para llevar a cabo el desarrollo de la siguiente propuesta pedagógica:

En primer lugar, se presentan los **Cursos de Ley para ascenso**, que permiten al personal de comunicaciones afrontar las responsabilidades y retos del nuevo grado; están constituidos por las fases de fundamentación y profundización en las capacidades del arma, que a continuación se enumeran:

1. Especialización del Arma Curso Comando.
2. Especialización del Arma del Curso Intermedio.
3. Curso de Capacitación Avanzada.
4. Curso de Capacitación Intermedia.

En segunda instancia, los Cursos de **Fundamentos Básicos del Arma**, en los cuales tanto el personal de oficiales como de suboficiales, reciben formación en los diferentes sistemas de comando, control y comunicaciones; adicionalmente, conocimientos básicos en las especialidades del arma de comunicaciones, necesarios para el cumplimiento de sus funciones en las diferentes unidades del Ejército. Están compuestos de la siguiente manera:

5. Curso Básico de Comunicaciones para Oficiales y Suboficiales.
6. Curso Básico del Arma de Comunicaciones para Cadetes.
7. Curso Básico del Arma de Comunicaciones para Dragoneantes.

Continúan en su orden, los **Cursos de las Especialidades del Arma**, que tienen como propósito optimizar las capacidades del personal de comunicaciones en el Ejército, de acuerdo con su perfil para empoderarlo en los cargos que requiera determinada especialidad. Están organizados de la siguiente forma:

8. Curso de Logística de Comunicaciones.
9. Curso de Ciberdefensa.
10. Curso de Comando y Control.
11. Guerra Electrónica en defensa y protección.
12. Computación.

Los soldados profesionales, a su vez, se capacitan en los Cursos de Fundamentación del Arma, formándose como Operadores de Equipos de Comunicaciones y apoyo a la gestión Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, de las diferentes unidades del Ejército Nacional, los cuales se mencionan a continuación:

13. Curso Operador de Equipos de Comunicaciones.
14. Curso Gestión TIC.

Por último, los cursos virtuales que tienen como objetivo principal, ofrecer las herramientas básicas y necesarias, para que sus participantes administren de manera eficaz los servidores de Ejército, así como el uso eficiente de las aplicaciones que este posee; son estos:

15. Curso Virtual de Fundamentos en Ciberdefensa y Ciberseguridad
16. Curso Virtual de Fundamentos en Computación

De esta manera, la Escuela de Comunicaciones busca cumplir con su misión institucional, consistente en la formación y capacitación del personal de oficiales y suboficiales de las Fuerzas Militares nacionales y extranjeras, en temas referentes a comando, control, comunicaciones, computación y ciberdefensa investigación, innovación y desarrollo tecnológico, para suplir sus requerimientos y necesidades en donde los requieran las Fuerzas.

Con este este proyecto, la Escuela de Comunicaciones Militares, busca dejar sus puertas abiertas a todo el personal militar que requiera capacitarse o profundizar en las diferentes áreas anteriormente descritas.



II. DESARROLLO

1 PROYECTO LIBROS CURSOS MILITARES ESCUELA DE COMUNICACIONES ESCOM

El origen del nombre del proyecto PE – ESCOM “PROYECTO EDUCATIVO ESCUELA DE COMUNICACIONES MILITARES” surge de la idea de consolidar la información sobre los cursos militares que se adelantan actualmente en la Escuela de Comunicaciones; igualmente con el propósito de dar a conocer a la comunidad militar y civil, temas como la historia de la Escuela de Comunicaciones ESCOM, el proyecto institucional, propósito de curso y la temática aplicada en los diferentes cursos militares que desarrolla la ESCOM.

A continuación, se realiza una descripción del proceso llevado para realizar el proyecto de los libros de los 14 cursos, así como los integrantes del equipo coordinador del proyecto y los integrantes de la

Escuela que aportaron en su realización.

El libro Número 15, tiene como nombre TRUENO, ya que es imagen emblema del arma de comunicaciones, dado que el rayo es luz y el trueno sonido, el cual es justamente el que nuestras transmisiones realizan con alta rapidez y confiabilidad. En este libro 15 se explica el proceso de realización del proyecto de los libros PE-ESCOM, donde se presenta el grupo de trabajo, los pasos realizados y los libros que contemplan el proyecto.

1.1. Equipo de Trabajo

A continuación, se presentan los integrantes del grupo coordinador de este proyecto, el cual, bajo la premisa de realizar un trabajo consciente, con calidad y que aporte a los estudiantes e interesados, desarrolló las siguientes funciones para lograr el objetivo propuesto:

- Definiciones de directrices.
- Aprobación plan del proyecto.
- Facilitar medios y recursos.
- Coordinación con personal en la ejecución.
- Seguimiento para aplicación de las directrices.
- Estructuración de documentos: Generar, validar, implementar.
- Diseño y puesta en marcha del plan del proyecto: Diseñar, implementar, controlar.
- Seguimiento equipo de trabajo.
- Consolidación y revisión de documentos.
- Escritura documentos correspondientes.
- Gestionar diseño e impresión.
- Validación estructura documentos ante el CEDOC.
- Seguimiento equipo de trabajo.
- Consolidación y revisión documentos.
- Gestionar diseño e impresión.

Teniente Coronel OSCAR MAURICIO ORTIZ
GUZMÁN
Director Escuela de Comunicaciones Militares
Gerente de proyecto libros PE ESCOM

Mayor JUAN CARLOS ORTÍZ PAVA
Inspector de Educación Escuela de Comunicaciones
Militares
Líder Proyecto Libros PE ESCOM

Sargento Segundo JAIME ARTURO COLORADO
RAMÍREZ
Suboficial Educación Militar Escuela de
Comunicaciones Militares
Coordinador Militar Proyecto Libros PE ESCOM

MBA. Ingeniero JAVIER ENRIQUE TAVERA
GUZMÁN
Asesor Educación Militar Escuela de
Comunicaciones Militares
Coordinador profesional proyecto libros PE ESCOM

1.2. Grupo docentes militares, civiles y asesor

El grupo de docentes militares y civiles de la ESCOM, tuvo el compromiso de lograr la escritura de los saberes dictados en la Escuela de Comunicaciones para cada uno de los 14 cursos militares, en los libros que se consignan en este proyecto.

Mayor Samira Andrea Ramos Rodríguez
Capitán Jorge Andrés Meneses Góngora
Capitán Óscar Eduardo Forero Ariza
Capitán Andrés Felipe Aguilera Acosta
Capitán Hernández Sepúlveda José David
Capitán Francisco Leonardo Patarroyo Benavides
Capitán Wilfrido Torres Jaramillo
Teniente Hebert Fabian Ríos Malaver
Subteniente Nathaly Contreras
Subteniente Daniela Alejandra Villalba Rodríguez
Sargento Primero Elkin Barajas Ibáñez
Sargento Viceprimero Nilso Naveros Gómez
Sargento Viceprimero Emiliano Perilla Aguilar
Sargento Viceprimero Ricardo Vallejo Arévalo
Sargento Viceprimero Carlos Gómez Cardozo
Sargento Segundo Hans Buendía Salazar
Sargento Segundo Yeison Yesid Bertel López
Sargento Segundo Alexis David Torres Sánchez
Sargento Segundo Juan Gabriel Díaz Calle
Sargento Segundo Fabián Leonidas Martínez
Quinchanegua
Sargento Segundo José Narvèez Cruz
Sargento Segundo Fabio Ortiz Córdoba
Sargento Segundo Sandra Liliana Riaño Díaz
Sargento Segundo Yesid Manuel Jiménez Chaves
Sargento Segundo Edwin Fabián Ortiz Castañeda
Cabo Primero Wilkinson Guisao Martínez
Cabo Primero Gley Deibis González Martínez
Cabo Primero Cristian Camilo Henao
Cabo Primero Mauricio Celis Ramos
Cabo Primero Diego Armando Callejas Quintero
Docente Adriana B. González Guerrero

Se hace un especial agradecimiento a:

- OPS. César Augusto Moreno Ortiz, profesional asesor del Centro Histórico de Estudios CEDOC, quien revisó y asesoró, el cumplimiento de los parámetros de forma y contenido de los libros.

- OPS César Augusto Baquero Mendoza, diseñador gráfico, quien realizó el diseño y la diagramación del paquete de los libros

1.3. Proceso del proyecto Libros Educación Militar

El proceso del proyecto de libros, se diseñó inicialmente, para que las persona concedoras de los temas, fueran quienes realizaran la escritura de los mismos; por eso se realizaron diferentes análisis de los perfiles de los profesores de la Escuela, así como de las materias dictadas, para escoger el personal idóneo teniendo en cuenta factores como: que estén o hayan dictado la materia, que tengan estudios o experiencia en el saber a desarrollar, en donde se encontró la suficiencia de idoneidad para realizar la escritura de los libros.

El proceso de realización del proyecto de libros, se definió en diferentes procesos que permitieran la consecución del objetivo planteado, de una manera ordenada, con calidad y a tiempo.



Gráfica: Proceso de desarrollo del proyecto Libros.

1.3.1. Inicio

En el proceso inicial se definió la necesidad a desarrollar y las causas de la misma, teniendo claridad en las fechas de entrega, así como el equipo de coordinación del proyecto.



Gráfica: Diagnóstico cursos.

1.3.2. Planificación

En esta etapa se definieron las alternativas a escoger

para la realización del proyecto, seleccionando la más adecuada para el mismo. Se reconocieron los recursos con los que se contaba para la realización del proyecto, tanto de personas como financiero y tecnológico. Con esta información, se estructuró un plan de trabajo de manera que se tuvieran en cuenta todos los aspectos de recursos, logísticos y financieros necesarios para su realización, definiendo 3 aspectos principales a desarrollar, tales como: diseño visual, estructura y escritura de los libros y finalmente, la impresión de éstos.



Gráfica: Estructura de composición del trabajo.

1.3.3. Ejecución

En el desarrollo de esta etapa, se debieron tomar en cuenta diferentes variables para su realización, ya que en este momento se definía el personal con el que finalmente se contaba, así como las asignaturas a escribir para hacer la repartición más adecuada.

- Los aspectos analizados del personal a escribir los documentos, además de los de conocimiento y experiencia, anteriormente mencionados, fueron: permisos, vacaciones, cursos, comisiones y Semana Santa; esto con el fin de reconocer el personal con que se podía contar.
- Temáticas generales desarrolladas en los cursos militares.

1.3.4. Control

Esta etapa fue clave para generar un resultado de calidad, que se alinee con la realidad expuesta en los salones de clase. Fue una etapa que generó varios ciclos de revisión y correcciones de los documentos, los cuales se realizaron con la mejor disposición de los profesores escritores de los mismos, así como también fue un escenario de revisión y cuestionamiento de los contenidos ofertados.

1.3.5. Cierre

El cierre, fue el balance del resultado del proyecto, ya que se analizó lo alcanzado a partir de su planteamiento inicial, a partir del logro de la ejecución exitosa del mismo, que permitió recolectar las experiencias, y de esta forma, aplicar oportunidades de mejora, no solo en este propósito, sino también en la gestión curricular diaria que realiza la ESCOM, para actualizar currículos, así como cambiar el enfoque de algunos y tener en cuenta otras situaciones puntuales, que aportarán a una mejor calidad para el desarrollo curricular de la institución.

III. RESULTADOS

1 LIBROS CURSOS EDUCACIÓN MILITAR ESCUELA DE COMUNICACIONES MILITARES



A continuación, se presenta el resultado del proyecto, materializado en cada uno de los 14 libros desarrollados en el proyecto, con el ánimo de conocer los cursos militares y generar la curiosidad suficiente para que sean consultados cada uno de ellos.

ESPECIALIZACIÓN DEL ARMA CURSO COMANDO



ESPECIALIZACIÓN DEL ARMA CURSO INTERMEDIO



ESPECIALIZACIÓN DEL ARMA CURSO CAPAVAN



CURSO CAPACITACIÓN INTERMEDIA



CURSO BÁSICO DEL ARMA COMU. PARA DRAGONEANTES



CURSO BÁSICO DE COM. PARA OFICIALES Y SUBOFICIALES.



CURSO DE COMANDO Y CONTROL



CURSO BÁSICO DEL ARMA COMU. PARA CADETES



CURSO DE CIBERDEFENSA



CURSO DE LOGÍSTICA DE COMUNICACIONES



FUNDAMENTOS DE CIBERDEFENSA Y CIBERSEGURIDAD



OPERADOR EQUIPOS DE COMUNICACIÓN



FUNDAMENTOS DE COMPUTACIÓN



CURSO GESTIÓN DE TIC



ESCOM
PROYECTO EDUCATIVO

2. LANZAMIENTO DE LIBROS EN EL DÍA DE LAS COMUNICACIONES

Se realizó la presentación del proyecto el Día de las Comunicaciones, haciendo de esta manera partícipes de este logro, a los mandos del Arma de Comunicaciones, con el fin de que conozcan los programas educativos que ofrece la Escuela.



IV. CONCLUSIONES

Con el proyecto PE-ESCOM realizado, finalmente la Escuela de Comunicaciones Militares, presenta de manera clara y completa, los programas de Educación Militar que adelanta actualmente, por medio de 14 libros que corresponden a cada uno de

los cursos ofertados con los que está cumpliendo su misión institucional, consistente en la formación y capacitación del personal de oficiales, suboficiales, Soldados y personal civil, perteneciente a las Fuerzas Militares de Colombia y extranjeras, en temas referentes a comando, control, comunicaciones, computación y ciberdefensa.



ESCOM

ESCUELA DE COMUNICACIONES MILITARES

INSTITUCION UNIVERSITARIA



PREGRADOS

INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

Registro Calificado: N 11294 // Julio 16 de 2014-2021
SNIES: 103510

TECNOLOGÍA EN SUPERVISIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN E INFORMÁTICA

Registro Calificado: N 14274 // Septiembre 7 de 2015-2022
SNIES: 104950



Vigilado MinEducación

Registro calificado 1777 / 29 de Julio de 2003.



ESCOM

ESCUELA DE COMUNICACIONES MILITARES

INSTITUCION UNIVERSITARIA



POSGRADOS

ESPECIALIZACIÓN EN SEGURIDAD FÍSICA Y DE LA INFORMÁTICA

Registro Calificado: N 9706 // Julio 29 de 2013 - 2020
SNIES: 102697

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA INTEGRAL EN LAS TELECOMUNICACIONES

Registro Calificado: N 11228 // Agosto 26 de 2013 - 2020
SNIES: 10972



📍 Facatativá, Calle 5 con carrera 15 ✉️ admisiones@escom.edu.co ☎️ 313 300 3799

Visítanos en:  www.escom.mil.co   [@escomfacatativa](https://twitter.com/escomfacatativa)



