

REVISTA ODIGOS



CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
Y CIENCIAS EXACTAS

Vol. 2 Num. 2

2021

JUNIO SEPTIEMBRE



Universidad
Israel

CONTENIDO

5 Página legal

7 EDITORIAL
Mg. Renato Toasa Guachi
Editor de la Revista ODIGOS

9 Sistema de captación de datos del funcionamiento de motores para la toma de decisiones en empresas de producción
Ángel Arturo Flores Lescano

25 App móvil para el registro de sismos en Ecuador mediante la geolocalización
Josselyn Silvana Rodríguez Mejía

41 Configuración de un servicio de correos electrónicos institucionales para el Cuerpo de Agentes de Control Metropolitano de Quito
Luis Ricardo Jácome Iema

63 Estimación de parámetros eléctricos transitorios de un transformador utilizando ajuste de curvas con optimización no lineal
Víctor Hugo Tibanlombo Timbila
Andrés Alfredo Guevara Betancourt
Juan David Ramírez Guasgua



81

Riesgos laborales por ruido e iluminación: caso de estudio de una empresa de calzado

Mauricio Xavier López Flores

Elvis Román López Flores

Cristhian Eduardo Oñate Flores

100

NORMAS DE PUBLICACIÓN REVISTA ODIGOS



PÁGINA LEGAL

DIRECTOR CIENTÍFICO	PhD. Fidel David Parra Balza Universidad Tecnológica Israel, Ecuador
EDITOR GENERAL	Mg. Paúl Francisco Baldeón Egas Universidad Tecnológica Israel, Ecuador
EDITOR REVISTA ODIGOS	Mg. Renato Mauricio Toasa Guachi Universidad Tecnológica Israel, Ecuador
COMITÉ EDITORIAL	PhD. Victor Hugo Andaluz Ortiz Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador PhD. David Raimundo Rivas Lalaleo Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador PhD(c). César Leonardo Guevara Gordillo Universidad Técnica Federico Santa María, Chile PhD(c). John Reyes Vasquez Universidad Técnica de Ambato, Ecuador PhD(c). José Luis Varela Aldás Universidad Tecnológica Indoamerica, Ecuador PhD(c) . Fernando A. Chicaiza Universidad Nacional de San Juan, Argentina PhD(c). Christian Carvajal Universidad Nacional de San Juan, Argentina. PhD(c). Javier Santiago Vargas Paredes Universidad de Chile, Chile Mg. David Omar Guevara Aulestia Universidad Técnica de Ambato, Ecuador MSc. Nataly Pozo Viera Universidad San Francisco de Quito, Ecuador MSc. Juan Pablo Guevara Gordillo Universidad Central del Ecuador, Ecuador MSc. Carlos Alfredo Silva Villafuerte Universidad Técnica de Manabí , Ecuador M.Sc. Christhel Alejandra Andrade Díaz Universidad Técnica de Manabí, Ecuador MSc. Darwin Stalin Ramirez Supe Universidad Internacional de la Rioja, España Mg. Estefanía de las Mercedes Zurita Meza Instituto Tecnológico Superior Pelileo, Ecuador Mg. Edison Andrés Gómez Reyes Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, Ecuador Mg. Alex Vladimir Núñez Ramires Essex County College, Newark, New Jersey, United States MSc. Francisco Javier Galora Silva Universidad Internacional de la Rioja, España MSc. Juan Carlos Barrera León Instituto Politécnico de Leiria, Portugal



**GESTIÓN DE LA REVISTA
ELECTRÓNICA
RESPONSABLE DE ESTILO**

Mg. Paúl Francisco Baldeón Egas
Universidad Tecnológica Israel, Ecuador
Lcda. Carla Cristina Florez
Universidad Tecnológica Israel, Ecuador

**RESPONSABLE DE DISEÑO,
MAQUETACIÓN Y
DIAGRAMACIÓN**

Mg. José Alejandro Vergelín Almeida
Universidad Tecnológica Israel, Ecuador

**RESPONSABLE
PROGRAMADOR**

Ing. Carlos Alberto Rivadeneira Proaño
Universidad Tecnológica Israel, Ecuador

PERIODICIDAD DE PUBLICACIÓN - TRIANUAL

ENTIDAD EDITORA

Universidad Tecnológica Israel
Dirección: Marieta de Veintimilla E4-142 y Pizarro, Quito
Código postal EC-170522
editorial@uisrael.edu.ec - Teléfono: (02) 255-5741 ext. 113



EDITORIAL

Nos complace compartir con toda la comunidad académica y científica el segundo número del volumen 2 de la Revista ODIGOS. En esta oportunidad ponemos al servicio cinco artículos de interés, como resultado de los productos investigativos y elaborados con alta rigurosidad científica y metodológica, de acuerdo con las políticas de nuestra entidad editorial: Universidad Tecnológica Israel.

Como primer artículo se presenta **“Sistema de captación de datos del funcionamiento de motores para la toma de decisiones en empresas de producción”**, cuyo objetivo es proponer un sistema para la captación, procesado y almacenamiento de datos en la monitorización del estado de funcionamiento de motores eléctricos para la toma de decisiones en el departamento de manufactura en empresas de producción.

La segunda publicación está titulada **“App móvil para el registro de sismos en Ecuador mediante la geolocalización”**. Este trabajo investigativo describe la creación de una aplicación móvil que como resultado agiliza el registro de haber sentido el movimiento telúrico tomando la ubicación exacta mediante geolocalización, además de datos relevantes como fecha, hora y qué tan fuerte se sintió el sismo.

“Configuración de un servicio de correos electrónicos institucionales para el Cuerpo de Agentes de Control Metropolitano de Quito” es el nombre del tercer artículo, donde se propone implementar un servicio de correos electrónicos institucionales bajo la metodología EDER, este servicio permitirá que cada servidor del CACMQ utilice una cuenta de correo electrónico en la que puede intercambiar mensajes e información interna y externa con otras entidades públicas y privadas.

El cuarto trabajo lleva por nombre **“Estimación de parámetros eléctricos transitorios de un transformador utilizando ajuste de curvas con optimización no lineal”**. Este estudio plantea una alternativa de consecución de los parámetros eléctricos en modelos de transformadores trifásicos mediante registros obtenidos con lecturas de aparatos de medición en sistemas de protección y monitoreo asociados al transformador eléctrico.

Y para finalizar, se publica el trabajo **“Riesgos laborales por ruido e iluminación: caso de estudio de una empresa de calzado”**. Este artículo presenta una serie de medidas de control para la atenuación de niveles peligrosos de ruido e iluminación identificados mediante la evaluación de riesgos.



El impacto de estas investigaciones, dentro de la comunidad científica, permitirá replantear modelos y herramientas para generar propuestas de intervención que contribuyan con la solución de ciertos problemas existentes en la sociedad, relacionados con los temas aquí tratados.

De esta manera dejamos a disposición de los lectores este material de transferencia y difusión del conocimiento.

Mg. Renato Toasa Guachi
Editor de la Revista ODIGOS



Sistema de captación de datos del funcionamiento de motores para la toma de decisiones en empresas de producción

Fecha de recepción: 18-12-2020 • Fecha de aceptación: 15-02-2021 • Fecha de publicación: 10-06-2021

Ángel Arturo Flores Lescano

Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador

angelflow.lp@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2151-4740>

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo proponer un sistema para la captación, procesado y almacenamiento de datos en la monitorización del estado de funcionamiento de motores eléctricos para la toma de decisiones en el departamento de manufactura en empresas de producción. Se realiza un análisis de lo existente y se sintetiza verificando la mejor opción para monitorear el funcionamiento de motores. Se utilizaron placas electrónicas con sensores, microcontrolador, comunicación Bluetooth y almacenamiento de datos en una aplicación móvil. Se ha proporcionado a la aplicación la posibilidad de realizar estadística con los datos para anticiparse a fallos que produzcan paros en la producción. El sistema desarrollado (Sistema de Adquisición de Datos de motores, o sus siglas SADAM) en este trabajo tiene la ventaja frente a los sistemas comerciales existentes de ser fácilmente instalado sin parar la producción, no necesitar de ningún sistema previo y ser reconfigurable. Los subsistemas desarrollados se pueden modificar para adaptarse a la monitorización del estado de otros equipos que necesiten medir distintas variables mediante sensores.

PALABRAS CLAVE: captación de datos, funcionamiento de motores eléctricos, toma de decisiones, supervisión.

ABSTRACT

The objective of this work is to propose a system for the collection, processing and storage of data in the monitoring of the operating status of electric motors for decision making in the manufacturing department in production companies. An analysis of the existing system is carried out and synthesized to verify the best option to monitor the operation of motors. Electronic boards with sensors, microcontroller, Bluetooth communication and data storage in a mobile application were used. The application has been provided with the possibility of performing statistics with the data to anticipate failures that produce production stoppages. The system developed (Engine Data Acquisition System, or its acronym SADAM) in this work has the advantage over existing commercial systems of being easily installed without stopping production, not needing any previous system and being reconfigurable. The developed subsystems can be modified to adapt to the monitoring of the status of other equipment that needs to measure different variables by means of sensors.

KEYWORDS: data capture, operation of electric motors, decision making, supervision

Introducción

La captación de datos del funcionamiento de elementos en los procesos de producción es también una parte integral de la industria 4.0 y el Internet de las cosas (IOT), esto se ha hecho una necesidad en las empresas tales como petroquímicas, papeleras, metalúrgicas, centrales de generación, plantas de tratamiento de aguas, incineradoras o la industria farmacéutica, así mejorando la identificación de fallos, tomando decisiones sobre cambio o mantenimiento de dichos elementos partes de la producción, con lo cual realizar mejores trabajos productivos con más eficiencia y mayor eficacia, por ejemplo, Kimberly Clark Costa Rica, en su planta de Belén, se dedica a la elaboración de productos de papel utilizando como base papel de reciclaje. Los procesos de fabricación de papel son complejos y delicados, por esa razón la firma decidió automatizar algunos de los principales, utilizando productos de la línea de Foxboro. En Kimberly Clark se ha llegado con ellos hasta el nivel de uso del SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) Supervisión, Control y Adquisición de Datos. Este sistema es una interfaz que le permite al operador no solo observar distintas variables, sino hacerlas interactuar con el proceso, introduciendo ajustes desde el computador en su cuarto de control (Pérez-López, 2015).

El principal problema que solucionan los sistemas de adquisición de datos y presentación de los mismos al jefe técnico es la inmediatez de la información y la rapidez para detectar inconvenientes que pueden provocar a largo tiempo problemas más serios en cuanto a producción y/o cambios de maquinaria por estado defectuoso. Hoy en día existe mucho interés en utilizar y aplicar técnicas de monitorización de estado (Condition Monitoring) a equipos eléctricos de potencia como transformadores, generadores y motores, utilizando dichas técnicas se consigue reducir los costes de operación y mantenimiento, incrementando la fiabilidad de los equipos (Mariño, Poza, Ubeira, & Machado, 2004).

El avance tecnológico no puede quedar de lado en ningún tipo de empresa, el desarrollo informático, tanto en el software y hardware, hace que cada vez los sistemas queden obsoletos, s los procesos de adquisición de datos se los realizaba en MS-DOS. En la actualidad, es de imperiosa importancia la renovación tecnológica para que sea una prelación competitiva con el resto de empresas. Tanto es así que, la empresa Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB), se tomó como referencia los sistemas viejos y mejoraron las limitantes que presentaban estos. Los nuevos sistemas, desde su fecha de concepción, hasta el presente, se han actualizado anualmente en cuanto a versión del software SCADA, versión del sistema operativo y reemplazo de nuevas interfaces, monitoreo de nuevos equipos, inclusión de nuevas variables, entre otros (Martell, Paneque & Cuesta, 2016).

En empresas de producción se recomienda proceder a la instalación de un sistema móvil que capte datos del funcionamiento de las máquinas y poder tomar decisiones por parte del jefe técnico. En la actualidad, comúnmente las empresas se encuentran experimentando una serie de cambios importantes como: mejoramiento continuo, certificación ISO, implementación de un ERP (*Enterprise Resource Planning*); los mismos que abren a la compañía nuevas posibilidades de mejorar su eficiencia y competitividad en el mercado, para alcanzar su meta, contar con un sistema de información para monitorear máquinas en el área de producción, lo que es una amplia

evidencia de la importancia de la tecnología como mecanismo de competitividad empresarial. Las organizaciones que son conscientes y adoptan las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), cuentan con personal especializado, tienen un cierto grado de sistematización y generan planes de contingencia, son más proclives a ser competitivas a escala no solo nacional sino internacional (Ibarra Cisneros et al., 2017).

El control y monitoreo de procesos es fundamental en las industrias, los sistemas SCADA facilitan este trabajo, pero en su mayoría están ligados a un único proveedor de hardware y con software propietario limitando la oferta. Las soluciones actuales funcionan en una PC de escritorio, brindan interface móvil, pero necesitan el sistema de adquisición y control completo ya instalado, con los altos costos y paros largos en la producción en su instalación, provocan la decepción de empresas de mediana producción (Gálvez, 2018).

Cuando se trata de toma de decisiones sobre repuestos e insumos, es de primordial importancia saber que ha ocurrido en cuanto al funcionamiento de cada elemento del área en la cual se trabaja, en esto no sirve documentación estadística externa o tiempo de vida de la máquina estimada por el fabricante, ya que no todas las áreas de producción de todas las empresas son las mismas, y peor aún, el laboratorio de pruebas del fabricante es esencial para registrar todos los datos en un historiador para futuras referencias en una ubicación centralizada para mantener al operador actualizado a través de la interfaz hombre - máquina, y esto brinde verdaderas capacidades de control estadístico remoto en la toma de decisiones. Los sistemas de apoyo a la toma de decisiones son las herramientas que usan los directivos para tomar disposiciones eficaces, basándose en la teoría de la decisión. Por su parte, se puede considerar a las herramientas de captación de datos como tipos especiales de herramientas de apoyo a esta toma, cuando estos datos se procesen y sean información (Marcano & Talavera, 2007).

LabView es un lenguaje de programación que ha sido completamente adoptado en la industria, la academia y laboratorios de investigación, como el estándar para la adquisición de datos y el software de control de instrumentos. Conjuntamente con el estándar de comunicaciones OPC (OLE for Process Control) de National Instruments, basados en una tecnología Microsoft, lo que permitiría además de la adquisición de datos en la industria el control de esas variables (Salazar & Arango, 2017).

Arduino es una plataforma electrónica de código abierto basada en hardware y software. Permite leer entradas, tanto analógicas, como digitales provenientes de sensores, procesar esa información y realizar acciones como encender luces, activar motores, enviar información al Internet, etc. A través de sus pines que también pueden comportarse como salidas (Thompson, 2019).

Hoy día, Arduino está presente en todo tipo de dispositivos tecnológicos, impresoras 3D, dispositivos médicos, aplicaciones domóticas, robots, drones y toda clase de proyectos electrónicos. Basándose en el alto costo de la instalación de un SCADA, Arduino se trata de placas económicas, además, tanto su software y hardware se distribuyen de forma libre, lo que permite abaratar costos y competir con las grandes empresas a nivel mundial (Millahual, 2017).

Para la programación del Arduino se utiliza el IDE (*Integrated Development Environment*), que es el entorno de desarrollo o software que interactúa con la placa programable, el cual está basado en la programación de propósito general “C”, por lo que se hace sencilla la manipulación de entradas y salidas de la placa (Hernández Mendoza, Serrano Rubio, & De los Reyes Quiroz, 2019).

Los proyectos electrónicos, cuando se trata de distancias cortas, actualmente usan comunicación inalámbrica Bluetooth, que es una especificación industrial para redes inalámbricas de área personal creado por *Bluetooth Special Interest Group* y posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM (*Industrial, Scientific and Medical*) de los 2.4 GHz. En el presente, para la comunicación con un celular se usa el módulo Bluetooth HC-06 que se conecta mediante comunicación serial con la placa controladora (Silva Cruz et al., 2018).

La programación de aplicaciones móviles de manera muy sencilla se realiza utilizando *MIT App Inventor*, que es una plataforma para crear aplicaciones móviles en un navegador web (Annherys et al., 2015). Pero cuando se trata de hacer aplicaciones móviles mucho más robustas se utiliza el lenguaje Java y el entorno de desarrollo integrado *Android Studio*, entorno oficial para el desarrollo de aplicaciones para Android. Además del potente editor de códigos y las herramientas para desarrolladores, ofrece aún más funciones que aumentan su productividad durante la compilación de aplicaciones (Villarrubia et al., 2018).

SQLite es un sistema de gestión de base de datos optimizada, más no ser un cliente-servidor, siendo una biblioteca que permite ser integrada en el programa. Por su funcionamiento, es más usada en los móviles para las aplicaciones que requieran un almacén de datos al no tener conectividad al Internet en su funcionamiento (Arboleda & Loyaga, 2018).

El científico de Londres Faraday (1791-1867), en 1831 descubrió el fenómeno de inducción magnética, a una bobina puede inducirse corriente eléctrica cuando los flujos magnéticos son variantes cerca de ella, situación que permite acercar una bobina a un motor eléctrico, el cual genera inducción magnética a su alrededor cuando esta alimentado, para verificar en qué momento inicia el funcionamiento del motor y en qué momento se detiene. Si esta corriente inducida se la conecta a un pin analógico del microcontrolador Arduino, podemos detectar el funcionamiento del motor por más pequeña que sea dicha corriente. El detector Bobina Rogowski puede detectar magnetismo a su alrededor dependiendo si es variante generar corriente en sus terminales, cosa que permitiría detectar el flujo magnético que genera un motor en movimiento. Si la bobina Rogowski forma un circuito cerrado en torno al flujo a ser medida, inducirá una tensión en los terminales de ésta, permitiendo que se conecten al microcontrolador y procesar dichos datos (Campos Montiel et al., 2009).

A su vez, el sensor LM35 es un sensor de temperatura de precisión en circuito integrado de tres terminales que posee un rango de temperatura de -55 a 155 grados centígrados. Cuando este es conectado, el pin de salida envía al microcontrolador una señal analógica en milivoltios. El valor que se obtiene se almacena en una variable binaria que puede ser de 8 o 10 bits, según la

configuración del controlador. Posteriormente, este valor se convierte a grados Celsius mediante la siguiente fórmula:

$$C = (5 * \text{analogRead}(\text{PinLm35}) * 100) / 1023$$

Donde el 5 representa el voltaje máximo que envía el sensor, el 100 representa la conversión de 10 mV/(°C) a 1 mV/(°C). El 1023 representa el valor máximo con 10 bits en decimal. El LM35 fue colocado dentro o cerca del estator de cada motor, dependiendo del tipo de motor, para detectar la temperatura de funcionamiento del mismo (Zavala, 2015).

En varias empresas visitadas se pudo apreciar dificultades en la toma de decisiones con respecto a motores eléctricos de máquinas de producción, por ejemplo, no se tiene periodos determinados de mantenimiento, se tienen fallos de motores inesperados que detienen la producción y las empresas que poseen un sistema de captación tuvieron una inversión exagerada.

Para solucionar esta problemática, se propone el presente trabajo investigativo cuyo objetivo general es proponer un sistema para la captación de datos del funcionamiento de motores para la toma de decisiones en el departamento de producción en empresas del centro del país.

Metodología

El enfoque de la investigación fue mixto, ya que en parte del estudio se utilizó conteo numérico, tanto en la parte de la encuesta, como en el análisis de captación de datos y parte del estudio de métodos de recolección de datos es de tipo descriptivo para referir categorías conceptuales.

De acuerdo con el objetivo establecido se inició identificando el impacto que tuvo un sistema de captación de datos en las empresas de producción. Se detalló la realidad de situaciones y eventos en la captación de datos, por lo que, según el alcance, la investigación también fue descriptiva.

En la zona centro del país (Ecuador), una de las principales actividades económicas empresariales es la producción de prendas de vestir, calzado y carrocerías.

De acuerdo a lo anterior, las empresas objetivo fueron Plasticaucho, Calzado Jhon's, Vecachi, que producen calzado, IMPA, que produce carrocerías, y Curtiduría Promepell S.A., que produce cuero. Al ser preguntas técnicas, se realizó una entrevista a los 5 jefes técnicos de empresas de producción en el centro del país.

Los métodos científicos utilizados fueron la observación para verificar los problemas en las empresas de producción y el analítico sintético para realizar inferencias de datos estadísticos mediante la aplicación de la técnica de la entrevista. En la *Tabla 1* se muestra el resumen de la misma.

Tabla 1.
Resumen de la entrevista

Número	Pregunta	Si	No
1	¿Conoce usted las características técnicas del funcionamiento de motores en su industria?	5	0
2	¿Realiza usted pruebas periódicas del funcionamiento de los motores en su industria?	2	3
3	¿En su empresa disponen de algún sistema de captación de datos de motores eléctricos para verificar su funcionamiento?	1	4
4	¿El sistema aportó a la toma de decisiones sobre motores eléctricos en su industria?	1	4
5	¿Usted cree conveniente invertir en un nuevo sistema para captar datos técnicos de motores en su industria?	5	0

Fuente: elaboración propia

En la pregunta número 1 se muestra el conocimiento de los jefes sobre las características técnicas que pueden afectar al funcionamiento de un motor.

La pregunta 2 evalúa si se realiza pruebas de funcionamiento de motores en las empresas de producción.

La pregunta 3 determina si en las empresas de producción tienen algún sistema de captación de datos para realizar los mantenimientos oportunamente a los motores eléctricos. La 4 es exclusiva para las personas que respondieron sí en la pregunta anterior, ya que evalúa si el sistema que poseen apporto en algo a la toma de decisiones.

Y la 5 valora si las empresas están dispuestas a invertir en un nuevo sistema que facilite tomar decisiones sobre el funcionamiento de motores eléctricos en sus industrias. La encuesta una vez realizada arrojó los siguientes resultados resumidos en la *Figura 1*.

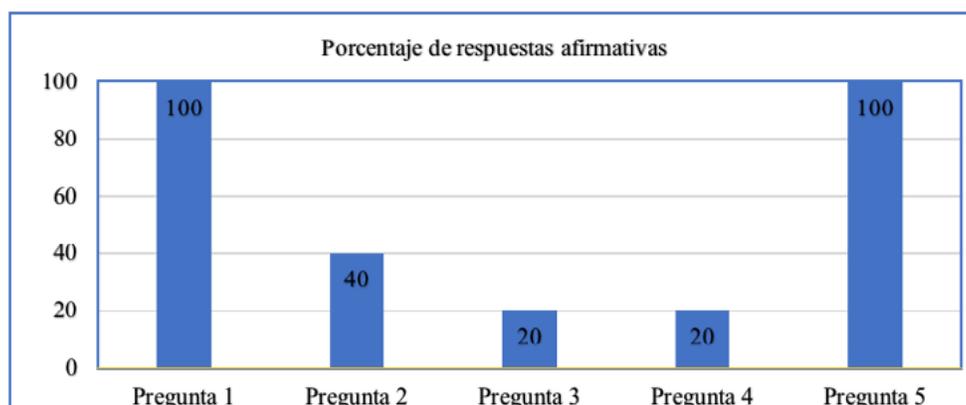


Figura 1. *Resultados resumen entrevista.*

Fuente: elaboración propia

Analizando los resultados de la encuesta y entrevistas, se puede considerar que en las empresas que cuentan con al menos 3 motores en su planta de producción, el jefe técnico conoce los fallos inesperados que pueden detectarse en un motor censando sus variables, y que esto puede adelantar mantenimientos correctivos en los mismos, y que ellos consideran que, sería una buena inversión instalar un sistema que no dependa de las grandes empresas con costos elevados, que permita realizar el proceso de verificación en tiempo real, hacer comparaciones con datos anteriores y tener datos concretos sobre el funcionamiento de los mismos.

Resultados

En base a los resultados anteriores, se tiene la siguiente propuesta de solución. El sistema SADAM ayudará a los jefes técnicos a tomar decisiones en base a estadística con monitoreo, involucrando tres etapas plenamente marcadas, la primera que corresponde a la toma de datos desde los motores eléctricos en la industria utilizando bobinas y sensores de temperatura, la segunda que recibe los datos en un microcontrolador Arduino por conversor análogo - digital y su fácil programación para la captación y envío de datos mediante comunicación Bluetooth, comunicación que se utiliza, ya que los datos a enviar no son muy grandes y no se necesita mucha velocidad, ya que se hace muestreo cada cierto tiempo. Los datos son recibidos en una aplicación móvil en un dispositivo inteligente, la cual los muestra y almacena, además, también los procesa para tomar decisiones sobre el funcionamiento de los motores en la industria. La *Figura 2* muestra la interacción de cada una de las etapas.

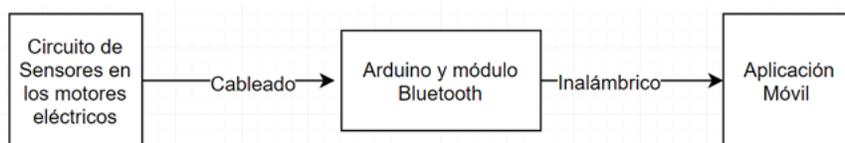


Figura 2. Diagrama de bloques del sistema SADAM

Fuente: elaboración propia

Para la toma de datos de los motores eléctricos se puede trabajar con varios sensores, para el prototipo planteado se consideran dos, el tiempo de funcionamiento (Bobina detectora) y otro de temperatura de trabajo (LM35).

Los diferentes sensores utilizados están interconectados en una misma placa, la cual con cable no mayor a 5 metros llega al Arduino que posteriormente mediante comunicación Bluetooth llega a la aplicación creada para Android.

En la *Figura 3* se observa el circuito realizado como prototipo, en el cual se tiene la conexión de seis bobinas y seis sensores de temperatura, con sus respectivas alimentaciones y conexiones.

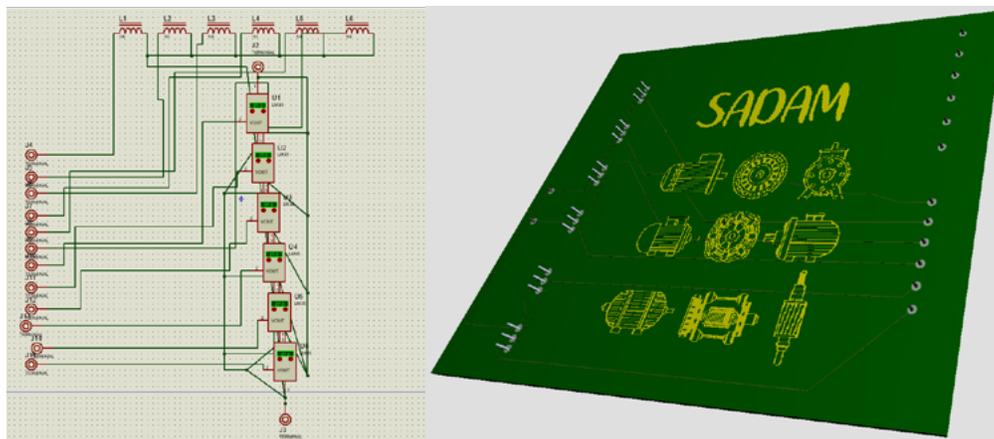


Figura 3. Circuito Simulado y placa de los sensores

Fuente: elaboración propia

La unidad de control utilizada en el prototipo es el Arduino Mega, el cual permite en sus pines analógicos recibir los datos desde los sensores, los procesa y los envía a la aplicación móvil a través del módulo Bluetooth por sus pines de comunicación Serial. Para la implementación del prototipo se utilizó el módulo HC-06 junto con una placa Arduino Mega, por la cantidad de entradas analógicas que se necesitan, a su vez, se implementó el entorno de desarrollo de Arduino para configurar el módulo Bluetooth como servidor y también los parámetros necesarios para su identificación y funcionamiento: velocidad de ciclo de reloj, nombre del dispositivo Bluetooth y contraseña de acceso, las conexiones realizadas del circuito son las que se muestra en la *Figura 4*.

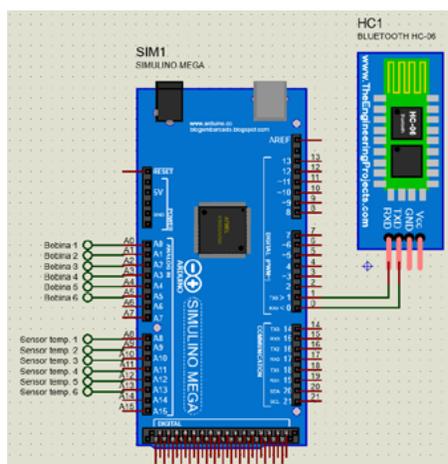


Figura 4. Conexiones del Arduino y módulo Bluetooth

Fuente: Elaboración propia

La aplicación móvil desarrollada se llama “SADAM” por las siglas de Sistema de Adquisición de Datos de Motores. Esta recibe los datos tomados por los sensores desde el Arduino a través de la comunicación Bluetooth, en la *Figura 5* se muestra la pantalla principal de la aplicación desarrollada en el software Android Studio.



Figura 5. Pantalla principal del SADAM

Fuente: elaboración propia

En la pantalla principal se tiene dos botones llamados datos y estadística. El primero abre una ventana donde se muestran datos al instante con una frecuencia para la toma de sesenta segundos, los cuales se los toma como referencia, ya que el cambio de las variables censadas no es tan repentino, y con un periodo de muestreo de 1 minuto es suficiente para el correcto funcionamiento el sistema. En la Figura 6 se muestra la pantalla cuando se activa el botón datos, donde se evidencian los datos sin proceso estadístico, y el botón estadística, donde se muestran los resultados del funcionamiento de los motores, para poder tomar decisiones sobre los mismos.

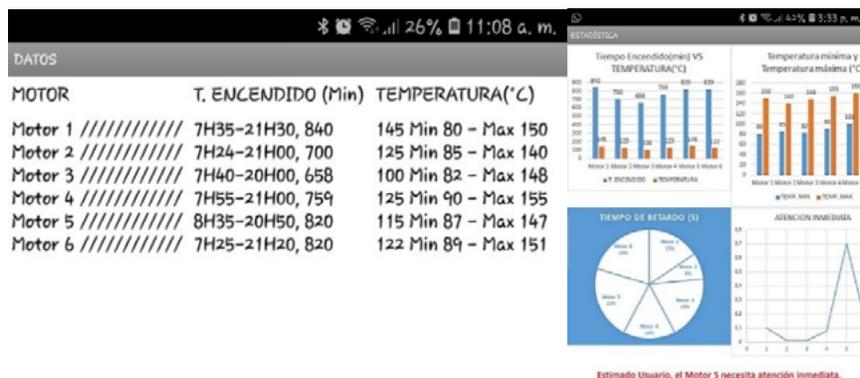


Figura 6. Pantalla de datos y estadística del sistema SADAM

Fuente: elaboración propia

En la *Figura 6* se pueden ver los datos de tiempo de encendido, tiempo de retardo al arranque y la estadística de los 6 motores evaluados con el prototipo.

En la parte de datos como se muestran, no permiten tener un criterio muy considerable sobre algún valor erróneo o alarmante de los motores, ya que son datos crudos, los cuales no representan información útil para el operador. Pero en la parte de estadística tenemos ya un análisis comparativo y estadístico de los datos iniciales, la primera gráfica de barras de doble entrada de tiempo de encendido versus temperatura, la cual nos puede dar a conocer valores precisos sobre el tema que un motor se calienta mientras más se utiliza, además, depende de la carga que se le coloque. Un segundo gráfico de barras de doble entrada de temperatura mínima y temperatura máxima, que está evaluado por semanas, que comparando con valores antiguos o preestablecidos según el fabricante pueden darnos ya a conocer sobre un problema en un motor que exceda la temperatura máxima o disminuya demasiado la temperatura mínima.

Además, tenemos un gráfico tipo pastel, que evalúa el tiempo de retardo al arranque desde el momento que se enciende el motor, qué tiempo tarda en arrancar, claro, considerando la carga a la que este expuesto, y el tipo de arranque que modificará los datos a los cuales serán comparados, esto nos puede igualmente mostrar datos de algún inconveniente en el funcionamiento regular de un motor.

Y, por último, tenemos un gráfico lineal, que evidencia un resumen total, ya que evalúa y compara todos los datos tomados y los muestra en una sola gráfica, la cual manifiesta qué motor debería ser atendido de inmediato, prácticamente sigue funcionando, pero ya presenta varios valores anormales en su funcionamiento, esta gráfica también tiene una alerta que se muestra en la parte inferior de la misma. Las representaciones pueden ser modificadas según los requerimientos del usuario y las variables normales de funcionamiento provistas por el fabricante o valores modificados por experiencia del jefe técnico, para realizar mejor las comparaciones y presentar los datos de mejor manera.

En las pruebas realizadas se utilizaron distintos tipos de motores eléctricos para poder usar todas las características de nuestro sistema, en el Motor 5 se colocó intencionalmente uno que tiene inconvenientes en cuanto al funcionamiento. Por tal razón en la *Figura 6*, en la parte correspondiente, nos muestra que el motor 5 necesita atención inmediata. Todas las gráficas y alarmas se pueden modificar de acuerdo a los requerimientos.

El resultado del presente artículo es el correcto funcionamiento del prototipo de un sistema de adquisición de datos del funcionamiento de motores eléctricos en la industria (SADAM), el cual será una gran competencia bajando costos y siendo más específicos a los requerimientos deseados, a los grandes sistemas de adquisición de datos (SCADA) ofertados por grandes empresas a nivel mundial como *Labview, Siemens, Bosch*, etc.

Al sistema implementado se le puede añadir más sensores para tomar datos específicos, como se muestra en la *Figura 4*, podemos utilizar los pines digitales y de comunicación I2C del Arduino, pero el prototipo creado toma tiempo y temperatura de funcionamiento, y los compara con criterios de funcionamiento preestablecidos en cuanto a marcas, antigüedad, carga, etc. Para verificar su

funcionalidad, el sistema permite verificar datos al instante con una frecuencia de un minuto, y además brinda estadística del funcionamiento por semanas.

El uso del sistema en el proceso de captación de datos de motores en empresas de producción supone una gran ventaja frente a las demás empresas. Sobre todo, por la propuesta de un sistema que tome datos específicos de los motores sin afectar a la fabricación continua, ya que no se necesita parar la producción para su instalación.

Empresas como TRIMAX, IGNITION, SIEMENS o MYSCADA dan solución a través de una conexión WIFI con la central SCADA. Pero para esto se necesita primero la instalación completa del sistema SCADA, cuestión que para empresas de mediana producción no es accesible, es ahí donde entra la propuesta del sistema SADAM, ya que dicho sistema puede o no tener algún sistema previo instalado y funcionar perfectamente, ya que se lo instala sin modificar los servicios previos en la planta de producción (TRIMAX, 2013).

Comparando resultados con los mostrados en el estudio de Fernández de Córdoba Álvarez y Vanegas (2018), se puede apreciar una similitud considerando que en ese caso se toma datos de humedad del suelo y los envía a un dispositivo móvil para poder tomar decisiones acerca de la humedad del suelo.

Así también en el artículo de Ruiz-Ayala, Vides-Herrera, & Pardo-García (2018) se monitorea variables meteorológicas a través de un sistema de adquisición de datos, lo que permite realizar estadística y pronosticar cambios climáticos como en nuestro sistema al pronosticar fallos de motores. Además, el trabajo de Pontes, Gavilán, Obrero y Flores (2006) realizó captación de datos para realizar una plataforma educativa, y en el estudio de Amador-Álvarez (2017) se toma datos para la toma de decisiones en un sistema hidropónico de lechuga en un invernadero.

Como se puede evidenciar, existe una relación directa en la captación de datos y toma de decisiones, lo que permitiría expandir el sistema a diferentes empresas de producción y no solo evaluar motores eléctricos, sino las distintas variables en sensores y actuadores en la etapa de producción de las empresas.

Además, podría trasladarse el sistema SADAM a sistemas domóticos que brinden seguridad, confort, ahorro energético y comunicaciones simplemente modificando la placa de sensores y utilizando salidas digitales del microcontrolador para utilizar actuadores, dependiendo del tipo de variables que se deseen controlar.

Conclusiones

En el presente trabajo se generó un sistema integral de software y hardware para la captación de datos el cual permite al gerente o jefe técnico tomar decisiones sobre el cambio de motores eléctricos o mantenimiento de los mismos.

Los sistemas SCADA móviles actuales permiten liberar a los operadores de sus estaciones de trabajo ya que pueden acceder a SCADA desde cualquier dispositivo móvil, ya sea en el sitio o incluso desde una ubicación remota para acelerar la notificación de alarmas, reducir el tiempo

de inactividad y mantener su sistema funcionando sin problemas. Pero estos necesitan tener el sistema SCADA completo para usar la herramienta móvil.

El sistema SADAM, tanto en hardware y software, utiliza comunicación alámbrica y Bluetooth conjuntamente, se puede modificar según los requerimientos solicitados, además, no es necesario tener SCADA instalado, ya que es un sistema independiente.

Este es un método que alerta problemas, más no los corrige; es decir, es un sistema de adquisición de datos, más no de control, pero claro, además de adquirir datos, realiza una estadística de funcionamiento para presentarlo como posibles pronósticos de fallos en los motores eléctricos y en sí correcciones, cambios o mantenimiento de los mismos que se deban realizar con la brevedad del caso dependiendo de los datos mostrados.

Para proyectos posteriores se puede pensar en diseñar e implementar un dispositivo similar pero que funcione mediante la tecnología Wifi, también podemos pensar en modificaciones que integren inteligencia artificial al diseño actual o un software para programar efectos mediante una interfaz gráfica sin necesidad de utilizar estadística.

El sistema SADAM puede ser utilizado en la industria farmacéutica, supermercados, alimenticia, textiles, petrolífera, etc., simplemente modificando sus sensores, para medir distintas variables físicas en los distintos equipos o elementos en las plantas de producción.



Referencias

- Amador-Álvarez, A. (2017). Diseño de un sistema electrónico inalámbrico de adquisición de datos para la toma de decisiones en un sistema hidropónico de lechuga en un invernadero del TEC sede San Carlos. <https://hdl.handle.net/2238/9857>
- Annherys, P., & Jaiham, H & García, J. (2015). Toma de decisiones: reto para crear ventajas competitivas en las distribuidoras de alimentos gourmet. *Desarrollo Gerencial*. 7(2), 100–118. <https://doi.org/10.17081/dege.7.2.1183>
- Arboleda, J., & Loyaga, W. (2018). Análisis, diseño y construcción de un sistema web para realizar cotizaciones de acero en la empresa Novacero SA y una aplicación android dirigida para los asesores de ventas en la ciudad de Quito-Ecuador. Tesis. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16033>
- Campos Montiel, S., Carranza López, R & González Parada, A. (2009). Bobina Rogowski como sensor de corriente para monitoreo de transformadores de distribución. *Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica 2009*. https://www.cenam.mx/dme/pdf/EXT_T1-Jue-2.pdf
- Gálvez, C. (2018). Solución móvil para el monitoreo de plantas mineras en tiempo real. <http://repositorio.usil.edu.pe/handle/USIL/3095>
- Fernández de Córdova Álvarez, C. P., & Vanegas Verdugo, D. H. (2018). *Diseño e implementación de un sistema SCADA para el control de riego mediante un dispositivo móvil* (Bachelor's thesis, Universidad del Azuay). <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7911/2/13651.pdf>
- Hernández Mendoza, C. M., Serrano Rubio, J. P., & De los Reyes Quiroz, F. (2019). Conectividad en redes inalámbricas de área personal utilizando Arduino y componentes electrónicos / Connectivity in Personal Área Wireless Networks Using Arduino and Electronic Components. *RECI Revista Iberoamericana de Las Ciencias Computacionales e Informática*, 8(15), 45. <https://doi.org/10.23913/reci.v8i15.93>
- Ibarra Cisneros, M., González Torres, L & Demuner Flores, M. (2017). Competitividad empresarial de las pequeñas y medianas empresas manufactureras de Baja California. *Estudios Fronterizos*, 18(35), 107–130. <https://doi.org/10.21670/ref.2017.35.a06>
- Marcano Aular, J & Talavera Pereira, R. (2007). Minería de Datos como soporte a la toma de decisiones empresariales. *Opción*, 23(52), 104–118. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-15872007000100008
- Mariño, P., Poza, F., Ubeira, M., & Machado, F. (2004). Sistema de Adquisición y Almacenamiento de Datos para Monitorización del Estado de Transformadores de Potencia. *Información Tecnológica*, 15(2), 95–100. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642004000200017>

- Martell, L. B., Paneque, R. C. M., & Cuesta, B. V. (2016). Sistemas SCADA para la automatización de los procesos productivos del CIGB. *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, 1, 20–37. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59282016000100003
- Millahual, C. P. (2017). *Arduino - De Cero a Experto: Proyectos Prácticos - Electrónica, hardware y programación*. RedUsers. <https://books.google.com.ec/books?id=8PiEDwAAQBAJ>
- Pérez-López, E. (2015). Los sistemas SCADA en la automatización industrial. *Revista Tecnología En Marcha*, 28(4), 3–14. <https://doi.org/10.18845/tm.v28i4.2438>
- Pontes, A., Gavilán, J., Obrero, M & Flores, A. (2006). Diseño y aplicación educativa de un programa de simulación para el aprendizaje de técnicas experimentales con sistemas de adquisición de datos. *Revista Eureka*, 3(2) <https://www.redalyc.org/pdf/920/92030207.pdf>
- Ruiz-Ayala, D. C., Vides-Herrera, C. A., & Pardo-García, A. (2018). Monitoreo de variables meteorológicas a través de un sistema inalámbrico de adquisición de datos. *Revista De Investigación, Desarrollo e Innovación*, 8(2), 333. <https://doi.org/10.19053/20278306.v8.n2.2018.7971>
- Salazar, J. Á., & Arango, J. G. M. (2017). TIA Portal. Aplicaciones de PLC. *Textos Académicos*. <https://books.google.com.ec/books?id=a0UzDwAAQBAJ>
- Silva Cruz, F., Caballero Julián, F., Silva, M., Huerta, C & Velásquez Cruz, I. (2018). Caracterización de la función de transferencia del llenado de un tanque, aplicando un sistema IOT, conformado por un sensor ultrasónico, la plataforma arduino y una aplicación móvil (characterization of the transfer function of the filling of a tank, applying a system IOT, conformed by an ultrasonic sensor, the arduino platform and a mobile application). *Pistas educativas*. 40 (130). <http://itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/1648>
- Thompson, S. (2019). *Arduino: 8 proyectos divertidos para aprender sin darte cuenta*. Steadman Thompson. <https://books.google.com.ec/books?id=UJqNDwAAQBAJ>
- TRIMAX. (2013). SCADA/HMI. <http://www.trimaxsystems.com/solutions/mobile-scada.html>
- Villarrubia, Z. A., Gracia, C. F., Núñez, R. P., Martínez, C. H., Aparicio, R. P., Hierro, A. S., & García, D. F. (2018). Radiación en Medicina: Aplicación para dispositivos Android. *Revista de Física Médica*, 19(1), 55–60.
- Zavala, J & Márquez, J. (2015). Sistema integral de software y hardware para el aprendizaje del funcionamiento y manejo de los sensores. *Pistas Educativas*, 36 (112), 895–917. <http://itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/414>

Copyright (c) 2021 Angel Arturo Flores Lescano



Este texto está protegido bajo una licencia internacional [Creative Commons](#) 4.0.

Usted es libre para Compartir—copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato — y Adaptar el documento — remezclar, transformar y crear a partir del material—para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla las condiciones de Atribución. Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios.

Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) – [Texto completo de la licencia](#)

App móvil para el registro de sismos en Ecuador mediante la geolocalización

Fecha de recepción: 11-01-2021 • Fecha de aceptación: 15-03-2021 • Fecha de publicación: 10-06-2021

Josselyn Silvana Rodríguez Mejía

Investigador independiente, Ecuador

joss_silvana1995@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-4535-8084>

RESUMEN

El Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional menciona que el Ecuador está cerca de la zona donde convergen las placas Nazca y Sudamericana, lo que determina una importante actividad sísmica. Este trabajo investigativo describe la creación de una aplicación móvil que como resultado agiliza el registro de haber sentido el movimiento telúrico tomando la ubicación exacta mediante geolocalización, además de datos relevantes como fecha, hora y qué tan fuerte se sintió el sismo. Para llevar a cabo el sistema planteado se utilizó la metodología Scrum, en la cual definieron roles, historias de usuario y producto. Para probar el correcto funcionamiento se realizaron pruebas en dispositivos móviles físicos para la aplicación móvil y la página de administración de sismos.

PALABRAS CLAVE: sismos, instituto geofísico, sistema móvil, geolocalización.

ABSTRACT

The Geophysical Institute of the National Polytechnic School mentions that Ecuador is close to the area where the Nazca and South American plates converge, which determines an important seismic activity. This research work describes the creation of a mobile application that as a result speeds up the registration of having felt the telluric movement by taking the exact location through geolocation, in addition to relevant data such as date, time and how strong the earthquake was felt. To carry out the proposed system, the Scrum methodology was used, in which roles, user stories and product

were defined. To test the correct operation, tests were performed on physical mobile devices for the mobile application and the earthquake management page.

KEYWORDS: earthquakes, geophysical institute, mobile development, geolocation.

Introducción

En los últimos años el uso de sistemas móviles (teléfonos móviles, tablets, cámaras digitales, etc.) se ha incrementado de manera considerable, y por ende, el desarrollo de aplicaciones que faciliten la vida diaria de las personas, aplicaciones como apoyo al uso de energía eléctrica (Toasa et al., 2017), aplicaciones móviles para la gestión de procesos industriales (Reyes et al., 2019), para potenciar el turismo (Silva et al., 2018), y se puede enumerar un sinnúmero más de apps.

En el contexto europeo se desarrollan aplicaciones móviles (Mascort-Albea et al., 2019) para las cuales se proporciona un conjunto de protocolos a seguir en la ocurrencia de un desastre natural, contando con el apoyo de distintas aplicaciones móviles referentes a desastres como los sismos que muestran información, en González et al. (2016) se mencionan dos sistemas, uno web, que es un visualizador, y uno móvil para el envío de notificaciones. Esto sirvió como base para poder desarrollar este trabajo: el desarrollo de una app móvil que permita gestionar los sismos en el contexto ecuatoriano.

Luego de una gran catástrofe originada por la naturaleza, se genera graves consecuencias en la sociedad que puede demorar meses, e incluso años en recuperarse y volver a la normalidad, una de las principales acciones que se hace es atender a las personas heridas o fallecidas, el restablecimiento de las actividades en los lugares afectados en la sociedad, entre otras. Para esto se necesita registros de las personas y lugares donde sintieron el movimiento telúrico, lo cual ayudaría a los rescatistas a llegar a las zonas realmente más afectadas por dicho evento.

Actualmente el Instituto Geofísico de Ecuador (2021) cuenta con un formulario para registrar si se sintió el sismo en un determinado lugar, las personas lo pueden llenar utilizando un computador o dispositivo móvil completando varias preguntas como: el código generado por el instituto geofísico, el lugar, hora, provincia, intensidad del sismo, entre otras, esto lo hace un formulario extenso, considerando que una de las recomendaciones para la creación de estos es solicitar datos indispensables, lo que conlleva a la reducción de los campos solicitados en un formulario, con lo planteado se conseguirá ahorrar tiempo a los usuarios e incrementar la tasa de éxito de finalización de la tarea, y la conversión, si se trata de un formulario transaccional.

Al contar con este sistema móvil se tendrán registros de los usuarios en las zonas más afectadas, lo cual permitirá al Estado o instituciones encargadas de los rescates llegar a las zonas realmente afectadas de manera oportuna, teniendo así la posibilidad de salvar más vidas, ya que los registros se harán al instante en un tiempo mínimo. Para agilizar dicho registro se pretende incorporar el API de geolocalización (APIs de Geolocalización, s.f), permitiendo de esta manera obtener el lugar exacto del usuario, así como también la hora y fecha que se tomará del dispositivo que el usuario este utilizando, además de incorporar también las notificaciones para que el usuario se entere de cuando sucede un movimiento telúrico.

Metodología

El proceso en el desarrollo de este trabajo se realizó inicialmente con la definición del proceso actual, el cual se pretende automatizar.

La *Figura 1* muestra el proceso con el cual trabaja el Instituto Geofísico – Escuela Politécnica Nacional en el área de registro de los usuarios que sintieron un sismo, lo cual se quiere simplificar con la implementación del sistema.

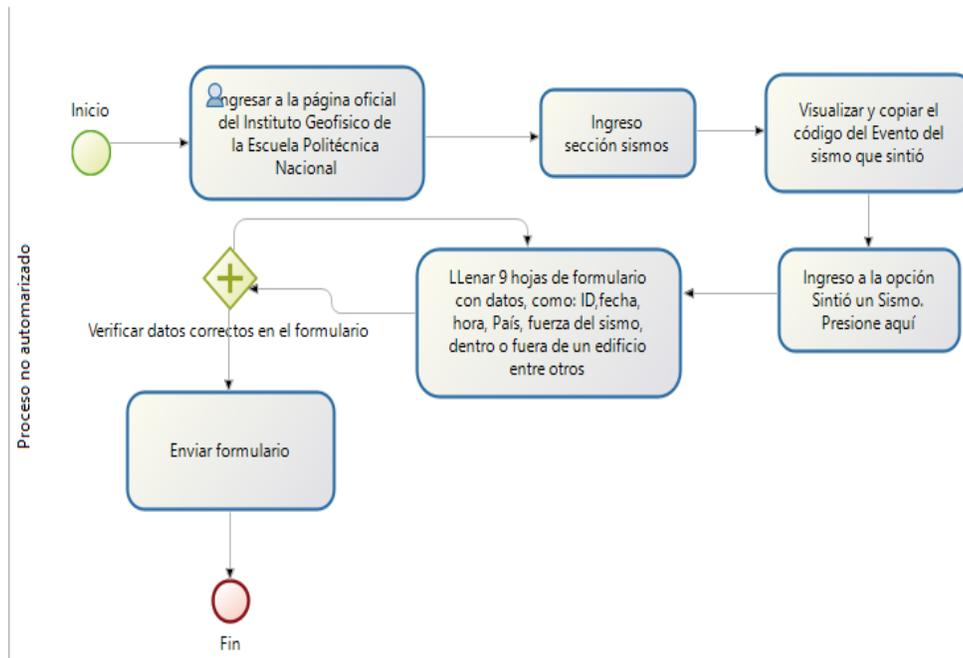


Figura 1. Proceso Actual – No automatizado

Fuente: elaboración propia

En la *Figura 2* se describe la forma que se va a seguir para automatizar el proceso, cabe resaltar que se toman en cuenta los departamentos involucrados en cada fase del proceso.

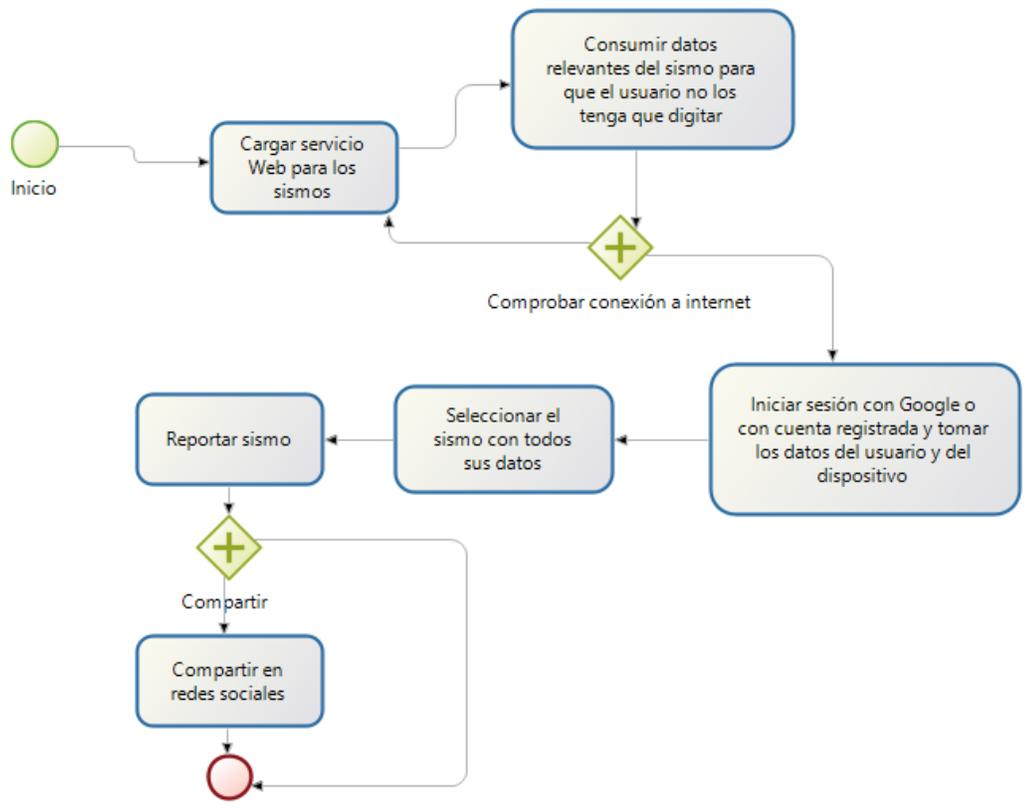


Figura 2. Proceso Automatizado
Fuente: elaboración propia

Para llevar a cabo el sistema se utilizó la metodología Scrum (*proyectos ágiles*, s.f), en la cual se ha definido roles, historias de usuario y producto *backlog* y *sprint backlog*.

En la siguiente *Tabla 1* se evidencian los roles para el desarrollo de este trabajo.

Tabla 1.
Equipo de trabajo y roles

Personas / Entidad	Rol
Universidad Tecnológica Israel	Product Owner
Mg. Renato Toasa	Scrum Master
Josselyn Rodríguez	Development Team

Fuente: *elaboración propia*

En la *Tabla 2* se muestra cómo será la historia de usuario para reportar un sismo.

Tabla 2.
Historia de usuario para reportar sismo sentido

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 8	Nombre: Reportar sismo sentido
Usuario: Usuario final	Riesgo en Desarrollo: Alta
Prioridad en negocio: Alta	Iteración asignada: 1
<p>Descripción: Los usuarios registrados podrán reportar si sintió un sismo en la aplicación móvil.</p> <p>Debe seleccionar un sismo de la lista y colocar datos como que tan fuerte sintió el sismo, si se encuentra dentro o fuera de un inmueble y los demás serán tomados del dispositivo móvil.</p>	
<p>Observación: El dispositivo móvil debe tener acceso a Internet, caso contrario se mostrará un mensaje al usuario para que se conecte a una red.</p>	

Fuente: *elaboración propia*

En la siguiente *Tabla 3* se observa el *product backlog*.

Tabla 3.
Producto Backlog

N. Historia	Enunciado Product Backlog	Sprint	Estado
1	Iniciar sesión en la página web del servicio web	1	Terminado
2	Insertar sismos en la página del servicio web	1	Terminado
3	Modificar sismos en la página del servicio web	1	Terminado
4	Eliminar sismos en la página del servicio web	1	Terminado
5	Iniciar sesión en la aplicación móvil	1	Terminado
6	Registrar usuarios finales	1	Terminado
7	Modificar datos de usuarios finales	1	Terminado
8	Reportar sismo sentido	1	Terminado
9	Compartir en redes sociales el sismo sentido	1	Terminado
10	Notificar nuevo registro de sismo	1	Terminado

Fuente: *elaboración propia*

Mientras que en la *Tabla 4* se puede ver el *sprint backlog*

Tabla 4.
Sprint backlog

Entregable: Acceder a la aplicación móvil para registrar usuarios con un formulario en el cual solicita: email, nombre, apellido y contraseña del usuario.			
Identificador del product backlog	Enunciado de product backlog	Tareas	Tiempo estimado (Horas)
6	Registrar usuarios finales	Diseño de la interfaz de usuario para registrar usuarios.	30
		Definición de función para registrar usuarios.	
		Integración de firebase para uso de Database RealTime.	
		Elaboración de validaciones de los campos de registro.	
		Pruebas con el usuario	

Fuente: *elaboración propia*

Luego de la recolección de la información, se obtuvo los requisitos para plantear los requerimientos funcionales y no funcionales (López, 2001) de la aplicación móvil y de la página web que se muestran a continuación:

2.1 Funcionales para la página web

Considerando que solo es un prototipo de la aplicación móvil, se implementó un propio servicio de consumo de información, considerando que los datos serán tomados de la página oficial del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional para fines académicos.

- RF01: el usuario debe iniciar sesión con las credenciales dadas por el desarrollador, ya que será un único usuario administrador.
- RF02: se permitirá el registro, al igual que su modificación de información y borrado de los mismos.
- RF03: la página listará los sismos registrados al igual que los usuarios que reporten que sintieron un sismo.

2.2 Funcionales para la aplicación móvil

- RF04: se permitirá el registro de usuarios con un formulario dado o mediante el uso de la cuenta del Google.
- RF05: el inicio de sesión será mediante correo y contraseña o Google, con la validación de dichas credenciales.

- RF06: la aplicación móvil permitirá que el usuario actualice sus datos, tales como el nombre, apellido y contraseña.
- RF07: se listará los sismos registrados en la página web y el usuario podrá reportar si ha sentido el sismo seleccionado donde se registra la ubicación actual del usuario, hora y fecha, qué tan fuerte lo sintió y si se encuentra dentro o fuera de una edificación.
- RF08: se mostrará una lista de los sismos reportados por el usuario.
- F09: podrá compartir el sismo en redes sociales como WhatsApp, Twitter o Facebook.
- RF10: se notificará al usuario mediante su dispositivo móvil si se ha registrado algún sismo en la página web.

2.3 No funcionales

- RNF01: tanto la página web como la aplicación móvil deben tener interfaces graficas bien formadas y legibles.
- RNF02: la página web de administración debe poseer un diseño adaptativo para la adecuada visualización en múltiples computadores.
- RNF03: diseñar de manera simple y funcional, con variables legibles y claros, carpetas ordenadas donde se acumule los contenidos siguiendo la modelo vista controlador.
- RNF04: facilitar el mantenimiento en cuanto al cumplimiento de estándares, uso de guías y patrones, documentación y de navegabilidad intuitiva.
- RNF05: el tiempo de respuesta para los usuarios de la aplicación móvil inmediata no debe superar los 3 segundos.
- RNF06: la contraseña de los usuarios se guarda encriptada en la base de datos.
- RNF07: usar navegadores web como Google Chrome y Mozilla Firefox para la página web y sistema operativo Android para la aplicación móvil.
- RNF08: utilizar base de datos no relacional.

Para el almacenamiento de control de la versión del código fuente se utilizó GitHub (Blischak et al., 2016) que está creada para que los desarrolladores suban el código de sus aplicaciones y herramientas, y que como usuario, pueda descargar la aplicación, sino también entrar a su perfil para leer sobre la contribución que hizo en el proyecto, por otro lado, Git diseñado por Linus Torvalds.

2.4 Estándares de programación

Los estándares de programación que se utilizaron fueron:

- Estilo de escritura: lowerCamelCase (Binkley et al., 2009), para todo el desarrollo del proyecto.
- Lenguaje de programación: Java para la aplicación móvil y TypeScript para la página web.
- Herramienta de desarrollo: Android Studio (Android Developers, 2020) para la aplicación móvil y Angular con Bootstrapc (Angular Directives for Bootstrap, s.f.) para la página web.
- Base de datos no relacional: Firebase (Moroney, 2017), las tablas son en plural y comienzan con minúsculas.
- Metodología: Scrum

Resultados

El resultado de este proyecto se validará mediante las pruebas al sistema, con estas se verificará qué tanto la aplicación móvil y la página web cumple con las especificaciones planteadas en el estudio, para considerar aprobado las funcionales de cada módulo. A continuación, en la *Tabla 5* se coloca un ejemplo de las pruebas funcionales:

Tabla 5.
Prueba de aceptación de notificaciones de sismos

Título	Contexto	Evento	Resultado	Evaluación
Notificación de nuevo sismo	En el caso que el administrador registre un nuevo sismo	Cuando el administrador registre un sismo nuevo	La aplicación móvil mostrará una notificación con los datos del sismo nuevo	Aprobada

Fuente: *elaboración propia*

Finalmente, se muestra en las siguientes figuras que la aplicación móvil fue probada y usada por usuarios en dispositivos reales, dando por hecho que no se reportó ningún inconveniente en el uso de la misma.



Figura 3. Inicio de sesión
Fuente: elaboración propia



Figura 4. Inicio de sesión con Google
Fuente: elaboración propia



Figura 5. Registro de usuario
Fuente: elaboración propia

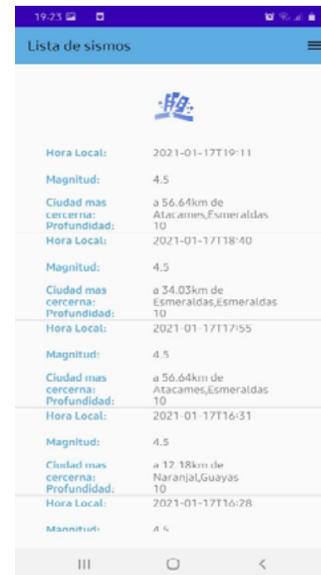


Figura 6. Lista de sismos
Fuente: elaboración propia



Figura 7. Pantalla de inicio
Fuente: elaboración propia

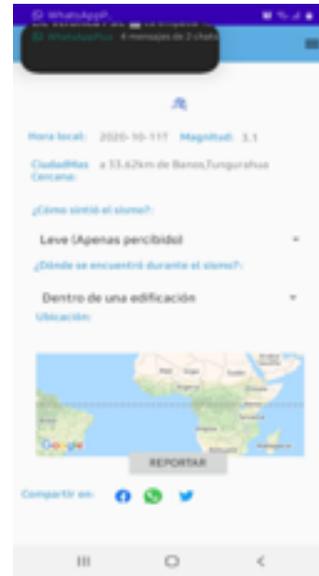


Figura 8. Reportar sismo
Fuente: elaboración propia

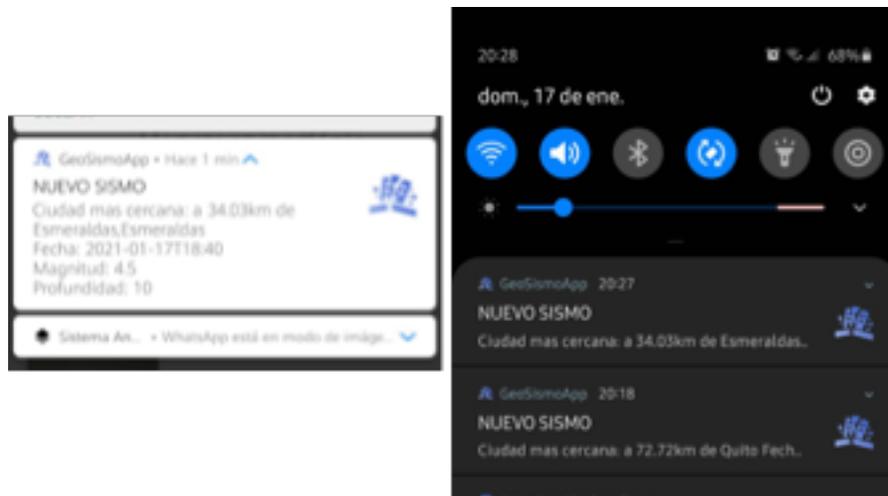


Figura 9. Notificaciones de registro de nuevo sismo
Fuente: elaboración propia



Figura 10. Compartir en redes sociales de WhatsApp, Twitter y Facebook

Fuente: elaboración propia

Conclusiones

Como parte de conclusiones se evidenció que si bien el Instituto Geofísico – EPN brinda el servicio de reportar si se ha sentido un sismo en el momento que ocurra dicho movimiento telúrico, se determinó que el mismo es muy largo, incluyendo entre 12 y 17 preguntas, esto invalida el reportar catástrofe natural.

La utilización de AngularJS junto con Nodejs y Firebase como servidor para la aplicación móvil y página web administrativa proporciona una capa de abstracción en el consumo de información y los procesos CRUD.

La aplicación móvil que fue desarrollada en el artículo con Android Studio, utilizando el lenguaje Java, permite una reducción de tiempo en el desarrollo ya que se trabajó de forma nativa para el sistema operativo Android. La utilización de estas herramientas facilitó a su vez el alcance de los objetivos propuestos en el proyecto, además, con la metodología ágil Scrum se facilitó el llevar a cabo entregas del proyecto en los tiempos establecidos.

Para probar el correcto funcionamiento se realizaron pruebas en dispositivos móviles físicos para la aplicación móvil y la página de administración de sismos, también se realizaron pruebas de aceptación de software para comprobar que se cumplió con todos los requisitos propuestos en las historias de usuario.

Referencias

- Angular directives for Bootstrap. (s.f). <https://angular-ui.github.io/bootstrap/>
- Android Developers. (2020). *Developer*. <https://developer.android.com/?hl=es>
- APIs de geolocalización (s.f). Google Maps Platform | Google Cloud. <https://cloud.google.com/maps-platform?hl=es>
- Binkley, D., Davis, M., Lawrie, D., & Morrell, C. (2009). To camelcase or under-score. *IEEE 17th International Conference on Program Comprehension*, 158–167. <https://doi.org/10.1109/ICPC.2009.5090039>
- Blischak, J. D., Davenport, E. R., & Wilson, G. (2016). A Quick Introduction to Version Control with Git and GitHub. *PLoS Computational Biology*, 12(1), e1004668. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1004668>
- González, C., Martín, E., Antón, R., & Zomoza, J. F. V. (2016). Información sobre terremotos: visualizador y APP de sismología. *Topografía y cartografía: Revista del Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía*, 34(172), 37–40. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7446498>
- Instituto Geofísico. (2021). Informes de los últimos sismos. *IGEPN* <https://www.igepn.edu.ec/ultimos-sismos>
- López, O., Laguna, M. Á., & Marqués, J. M. (2001). Reutilización del Software a partir de Requisitos Funcionales en el Modelo de Mecano: Comparación de Escenarios. *Actas de IDEAS 2001*.
- Mascort-Albea, Canivell, Jaramillo-Morilla, Romero-Hernández, Ruiz-Jaramillo, & Soriano-Cuesta. (2019). Action protocols for seismic evaluation of structures and damage restoration of residential buildings in Andalusia (Spain): “IT-Sismo” APP. *Buildings*, 9(5), 104. <https://doi.org/10.3390/buildings9050104>
- Moroney, L. (2017). Firebase Cloud Messaging. In *The Definitive Guide to Firebase* (pp. 163–188). Apress. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2943-9_9
- Reyes, J., Morales, L., Aldas, D., Reyes, R., & Toasa, R. (2019). Real Time Automatic Andon Alerts for Android Platforms Applied in Footwear Manufacturing. In *International Conference on Computer and Communication Engineering*, pp. 43–56. https://doi.org/10.1007/978-3-030-12018-4_4
- proyectosagiles. (s.f). <https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/>
- Silva, C. A., Toasa, R., Guevara, J., Martinez, H. D., & Vargas, J. (2018). Mobile application to encourage local tourism with context-Aware computing. In *International Conference on Information Technology & Systems, ICITS'18*, 796–803. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73450-7_75

Toasa, R., Silva, C., Silva, C., Goncalves, D., Neves, L., & Marcelino, L. (2017). Energy consumption behaviour characterization with mobile gamification. In *2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1-6). <https://doi.org/10.23919/CISTI.2017.7975900>

Copyright (c) 2021 Josselyn Silvana Rodríguez Mejía



Este texto está protegido bajo una licencia internacional [Creative Commons](#) 4.0.

Usted es libre para Compartir—copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato — y Adaptar el documento — remezclar, transformar y crear a partir del material—para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla las condiciones de Atribución. Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios.

Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) – [Texto completo de la licencia](#)



Configuración de un servicio de correos electrónicos institucionales para el Cuerpo de Agentes de Control Metropolitano de Quito

fecha de recepción: 24-02-2021 • Fecha de aceptación: 19-04-2021 • Fecha de publicación: 10-06-2021

Luis Ricardo Jácome lema

Cuerpo de Agentes de Control Metropolitano de Quito, Ecuador

ricardolrjl@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1354-6136>

RESUMEN

El entorno de trabajo hace que cada día se busquen nuevas y mejores formas para enviar y recibir información, el uso de una cuenta de correo electrónico institucional permite mejorar la forma de comunicación entre el personal de esta entidad municipal, por lo que la presente investigación apunta a atender estas necesidades. El Cuerpo de Agentes de Control Metropolitano de Quito (CACMQ) es una institución pública adscrita al Municipio de Quito que cuenta con 1369 servidores municipales. Esta institución no posee un servicio de correos electrónicos como medio de comunicación oficial, por lo que es necesario que se implemente este sistema acorde a la normativa legal vigente establecida para las entidades públicas. En este contexto, este trabajo propone implementar un servicio de correos electrónicos institucionales bajo la metodología EDER, este servicio permitirá que cada servidor del CACMQ utilice una cuenta de correo electrónico en la que puede intercambiar mensajes e información interna y externa con otras entidades públicas y privadas.

PALABRAS CLAVE: agentes, comunicación, correo, normativa.

ABSTRACT

The work environment means that every day new and better ways to send and receive information are sought, the use of an institutional e-mail account allows to improve the form of communication between the staff of this municipal entity, so this research aims to meet these needs. The Corps of Metropolitan Control Agents of Quito (CACMQ) is a public institution attached to the Municipality of Quito and has 1,369 municipal employees. This institution does not have an e-mail service as a means of official communication, so it is necessary to implement this system according to the current legal regulations established for public entities. In this context, this work proposes to implement an institutional e-mail service under the EDER methodology, this service will allow each server of the CACMQ to use an e-mail account in which they can exchange messages and information internally and externally with other public and private entities.

KEYWORDS: agents, communication, institutional mail, normative.

Introducción

El Cuerpo de Agentes de Control Metropolitano de Quito (CACMQ) (Cuerpo de Agentes de Control Metropolitano Quito, 2021) al momento depende de la Dirección Metropolitana de Informática (DMI) para la creación y administración de cuentas de correos electrónicos institucionales, actualmente la institución cuenta aproximadamente con 207 cuentas institucionales, pero el total de servidores municipales que laboran en el CACMQ es de 1350, lo que ha conllevado a que se creen cuentas de correos no institucionales, donde los servidores quieren o no recibir o acatar disposiciones, asumiendo que este medio no es oficial ni autorizado para recibir información.

La DMI menciona que se encuentra con falta de licenciamiento para la creación de cuentas nuevas y existe una limitación en infraestructura actual, lo que no permitiría la creación de correos Electrónicos institucionales para todo el personal del CACMQ.

De igual forma, la institución no cuenta con horarios fijos establecidos, ya que se mantiene una jornada de trabajo especial como se menciona en el Art. 25 de la LOSEP, teniendo turnos especiales de labores, lo que ha provocado que las disposiciones sean emitidas por cuentas de correos electrónicos personales o WhatsApp, medios no oficiales para recibir disposiciones, ocasionando a que no sean cumplidas.

De acuerdo a las Políticas de Tecnología de la Información del Gobierno Autónomo Descentralizado del Distrito Metropolitano de Quito en el apartado 3.7 Política de Uso de Correo Electrónico, Art. 20 Generales: “El correo electrónico institucional es un recurso que el GAD del Distrito Metropolitano de Quito pone a disposición de las y los funcionarios, servidores y trabajadores del GAD DMAQ, como una herramienta de comunicación, colaboración e intercambio de información oficial (...)”, por lo que mediante Memorando Nro. GADDMQ-CACMQ-2020-0100-M, emitido por Director General del Cuerpo de Agentes de Control Metropolitano de Quito, se solicita a la Dirección Metropolitana de Informática (DMI) del Municipio de Quito “(...) la creación de los correos electrónicos para todo el personal del Cuerpo de Agentes de Control Metropolitano Quito (...)”. A lo cual mediante memorando Nro. GADDMQ-DMI-2020-00046-M, el Director Metropolitano de Informática indica que; “(...) deberá realizarse con un proyecto específico para el efecto, con presupuesto de la entidad requirente y la DMI estará presta a brindar el apoyo para garantizar la integración y compatibilidad del mencionado servicio con la infraestructura existente en la entidad”.

Con lo expuesto, la Unidad de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) del CACMQ ha decidido mejorar sus procesos, entre ellos se encuentra el medio de comunicación oficial, medio por el cual los funcionarios públicos que laboran en esta entidad envían y reciben información. Es importante establecer los requerimientos para que se implemente este servicio y este acorde a las necesidades demandadas por la institución enmarcadas dentro del ámbito legal.

En este sentido, este trabajo propone implementar un servicio de correos electrónicos institucionales para el Cuerpo de Agentes de Control Metropolitano de Quito, para lo cual se van a desarrollar las siguientes actividades:

- Levantar los requerimientos necesarios de acuerdo a las directrices y necesidades institucionales.
- Configurar un servidor para correos electrónicos.
- Configurar el Software Zimbra como herramienta Open Source para el servicio de correos institucionales.
- Realizar las pruebas de administración y utilización del sistema de correos electrónicos institucionales del CACMQ.

Metodología

Según Morales Carrillo & Cedeño Valarezo (2017) “(...) al no encontrar metodologías para la implementación de infraestructura tecnológica, regularmente se recurre a la adaptación de un modelo. La propuesta de la Metodología EDER (Estudio, diseño, ejecución y revisión) es una alternativa metodológica sencilla y fácil de adaptar a proyectos de infraestructura tecnológica o afines (...)”.

De tal manera, la metodología aplicable a este proyecto es “EDER” (Morales et al., 2018), que contempla cuatro fases: estudio, diseño, ejecución y revisión. Para la aplicación de esta se evidenció la problemática existente en el Cuerpo de Agentes de Control Metropolitano Quito, detectando deficiencias en la infraestructura tecnológica, como la falta de servidores funcionales para la implementación y funcionamiento de un servicio de correos electrónicos institucionales.

Cabe mencionar que las metodologías (Rodríguez, 2017) orientan las diferentes fases y actividades que se deben realizar en los proyectos investigativos, determinando claramente lo que debemos realizar, a pesar de aquello y de las múltiples metodologías (Mesh, 2020) ágiles aplicadas desarrollo de software, auditorias, entre otras, la más adaptable a este estudio en la mencionada anteriormente, debido a su adaptabilidad.

2.1 Análisis de la organización

El Cuerpo de Agentes de Control Metropolitano Quito (CACMQ) es una empresa pública adscrita al Municipio de Quito. De acuerdo a las políticas de tecnología de la información del Gobierno autónomo descentralizado del Distrito Metropolitano de Quito, la Dirección Metropolitana de Informática (DMI) es el ente encargado de crear cuentas de correos electrónicos institucionales a todos los empleados municipales; sin embargo, por falta de infraestructura mediante memorando al CACMQ, se ha indicado que se debe realizar un proyecto para que la institución cuente y administre este servicio.

La Unidad de TIC del CACMQ, como unidad encargada en el ámbito tecnológico a nivel interno, se encuentra a cargo de la implementación de este servicio, mismo que será utilizado por todos los empleados, considerando la normativa legal vigente en temas de adquisición de bienes,

contratación de servicios e implementación de sistemas informáticos en empresas públicas.

En la siguiente *Figura 1* se muestra una representación de la institución.

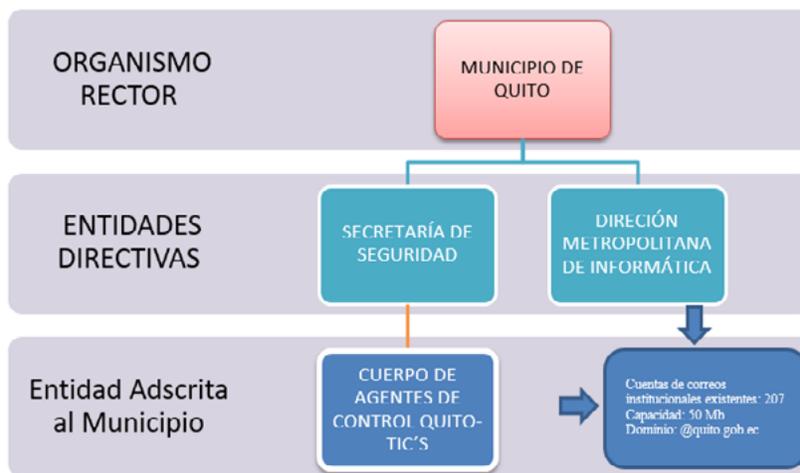


Figura 1. Análisis de la institución

Fuente: elaboración propia

La institución caso de estudio requiere un servicio de correos electrónicos institucionales que gestione la creación de cuentas de correos electrónicos para todo el personal que permita el envío y recepción de información.

Al momento, el número de cuentas institucionales de correos electrónicos debería ser de 1369, pero si consideramos que anualmente ingresan 50 nuevos aspirantes, en 5 años, el número de cuentas de correos electrónicos ascendería a 1619. La DMI ha creado 207 cuentas de correos electrónicos institucionales para los funcionarios del CACMQ, lo cual no satisface a las necesidades requeridas.

A continuación, se presenta en la Tabla 1 un resumen de las cuentas de correos electrónico con una descripción de lo se tiene actualmente, y lo necesario a 5 años, entre lo funcional y lo óptimo.

Tabla 1.
Resumen de Cuentas de Correos Electrónicos del CACMQ

Detalle	ACTUAL NO FUNCIONAL	FUNCIONAL		ÓPTIMO	
	DMI-Cuentas creadas	NECESIDAD ACTUAL	5 AÑOS	NECESIDAD ACTUAL	5 AÑOS
Cuentas	207	1369	1619	1369	1619
Megabytes	50 Mb /cada cuenta	5000 Mb/cada cuenta	5000 Mb/cada cuenta	10000 Mb/cada cuenta	10000 Mb/cada cuenta
TOTAL	12,500 Mb 2.5 Gb	6´845,000 Mb 6,845 Gb 6.845 Tb	8´095,000 Mb 8,095 Gb 8.095 Tb	13´690,000 Mb 13,690 Gb 13.69 Tb	16´190,000 Mb 16,190 Gb 16.19 Tb

Fuente: elaboración propia

Existe muy poco espacio en las cuentas actuales, cada funcionario tiene 50Mb (Figura 2) para el almacenamiento de correos electrónicos, realizando el análisis respectivo se concluye que lo óptimo sería que cada empleado tenga un espacio en almacenamiento de 10 Gb, lo que significaría que, para un total de 1619 empleados, se necesitaría un espacio de almacenamiento aproximado de 16 Tb.

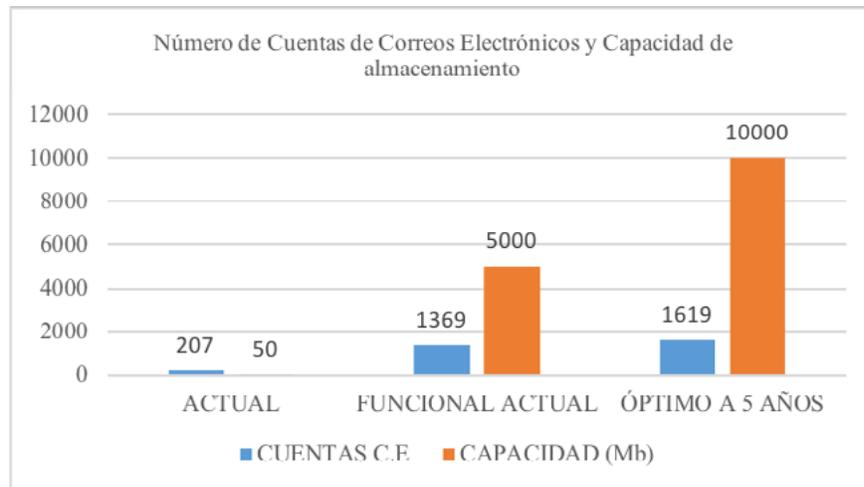


Figura 2. Cuentas de correos electrónicos y capacidad de almacenamiento

Fuente: elaboración propia

Con la implementación del servicio habría un incremento del 648% en el número de cuentas existentes de correos y con respecto al espacio asignado al buzón de correos, con 5 Gb por cuenta, se mejoraría en un 10,000% funcionalmente; sin embargo, si las cuentas tuvieran 10Gb de espacio, habrá una mejora del 20,000%.

2.2 Diseño

- **Hardware**

Servidor de pruebas. - El que se utilizó para el servicio de correos electrónicos tiene las siguientes características generales:

- Procesador: Intel(R) Xeon(R) CPU E31220 @ 3.10GHz, 4 cores
- RAM: 4GB
- Almacenamiento: 250 Gb

- **Software**

- Centos

Se podrá utilizar CENTOS (Membrey et al., 2009) debido a que es un sistema operativo *Open Source*, de tipo Unix con código abierto basado en el kernel de Linux cuya versión a utilizar puede ser la 7, debido a que el soporte técnico del sistema en esta versión es hasta el año 2024; sin embargo, se puede utilizar la versión 8 para el ámbito de pruebas, ya que de acuerdo a su página oficial se desconoce aún el año máximo de soporte.

- Webmin

De manera opcional, pero si se requiere tener un mejor manejo del servidor, de manera remota y mediante web, se ha decidido utilizar la herramienta Webmin (2021), que mediante su página oficial menciona que, “(...) es una interfaz basada en web para la administración de sistemas para Unix. (...) y le permite administrar un sistema desde la consola o de forma remota”.

- Zimbra

Utilizaremos Zimbra (s.f) como herramienta gestionaora de correos electrónicos con su última versión estable Open Source 8.8.15, como indican “(...) es una plataforma de mensajería y colaboración que permite enviar y recibir correo electrónico, agendar citas y reuniones, crear contactos, organizar tareas y compartir documentos y archivos (...)”.

- Apache JMater

Utilizaremos Apache JMeter (s.f), herramienta para realizar las pruebas de estrés del servidor de correos, que de acuerdo a su sitio web esta “es un software de código abierto, una aplicación Java 100% pura diseñada para cargar el comportamiento funcional de prueba y medir el rendimiento (...)”.

- Putty

Para realizar la conexión SSH del usuario administrador con el servidor se lo hará mediante la herramienta Putty, con el fin de verificar y realizar configuraciones mediante la consola de

comandos. “PuTTY es un emulador gratuito de terminal que soporta SSH y muchos otros protocolos. (...) lo encuentran muy útil a la hora de conectar a un servidor Unix o Linux a través de SSH” (Actualidad.es, 2020).

A su vez, se considera que la IP debe ser pública, de acuerdo a lo solicitado a CNT por el Cuerpo de Agentes de Control.

En cuanto al dominio, el que se va a utilizar para la etapa de pruebas es uno gratuito adquirido en la Plataforma Freenom (s.f), el primer proveedor de dominios gratuitos del mundo.

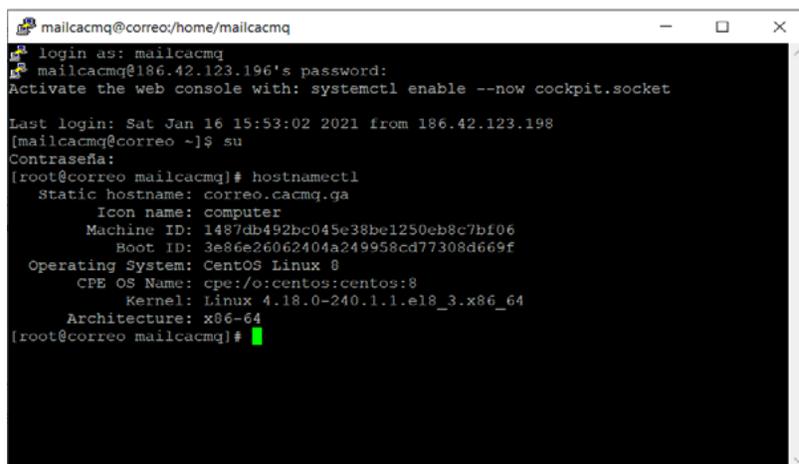
Para la fase de producción se deberá contratar un dominio de tercer nivel (dominio.gob.ec), mediante un proceso de contratación pública.

Para la etapa de pruebas se puede hacer con un certificado gratuito adquirido en la Autoridad Certificadora *Let's Encrypt* (s.f), misma que menciona en su página oficial “(...) es una autoridad de certificación gratuita, automatizada, y abierta traída a ustedes por la organización sin ánimos de lucro”.

Para la fase de producción se deberá contratar un certificado SSL, mediante un proceso de contratación pública.

2.3 Ejecución

La siguiente *Figura 3* se muestra como se realizó la instalación de Centos en modo consola.



```
mailcacmq@correo:/home/mailcacmq
login as: mailcacmq
mailcacmq@186.42.123.196's password:
Activate the web console with: systemctl enable --now cockpit.socket

Last login: Sat Jan 16 15:53:02 2021 from 186.42.123.198
[mailcacmq@correo ~]$ su
Contraseña:
[root@correo mailcacmq]# hostnamectl
  static hostname: correo.cacmq.ga
           Icon name: computer
           Machine ID: 1487db492bc045e38be1250eb8c7bf06
           Boot ID: 3e86e26062404a249958cd77308d669f
           Operating System: CentOS Linux 8
           CPE OS Name: cpe:/o:centos:centos:8
           Kernel: Linux 4.18.0-240.1.1.el8_3.x86_64
           Architecture: x86_64
[root@correo mailcacmq]#
```

Figura 3. *Instalación de Centos*

Fuente: *elaboración propia*

En la siguiente *Figura 4* se observa la instalación de Webmin para la administración y verificación del servidor.

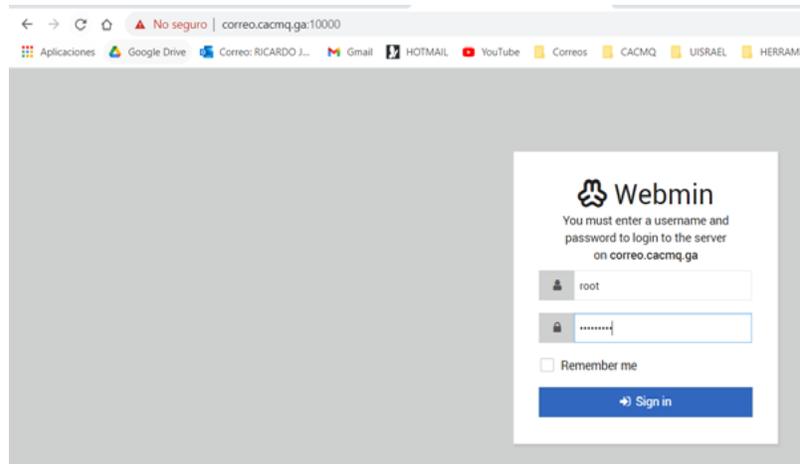


Figura 4. *Instalación de Webmin*

Fuente: *elaboración propia*

Puertos abiertos del Firewall del Servidor que se utilizaron fueron: 25, 80, 110, , 143, 443, 465, 587, 993, 3443, 9071, 7071.

La configuración del dominio fue DNS (A y MX), tal como se ve en la *Figura 5*.

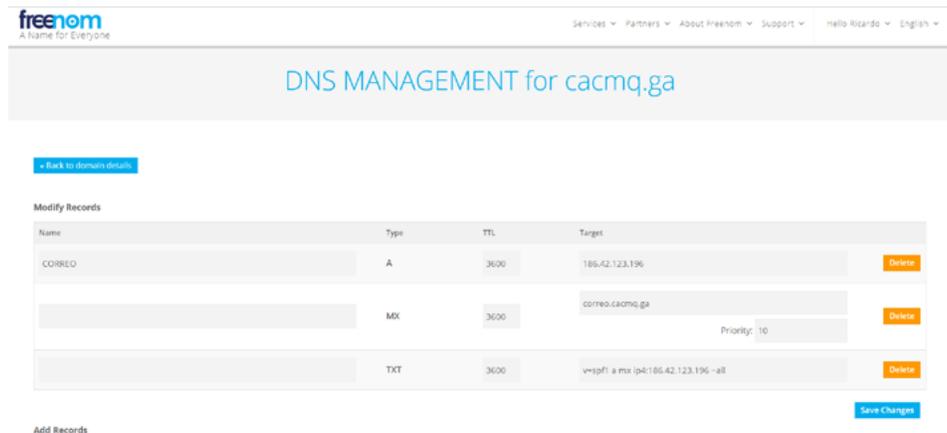


Figura 5. *Configuración del dominio*

Fuente: *elaboración propia*

La instalación de Zimbra 8.8.15 se observa en la *Figura 6*.

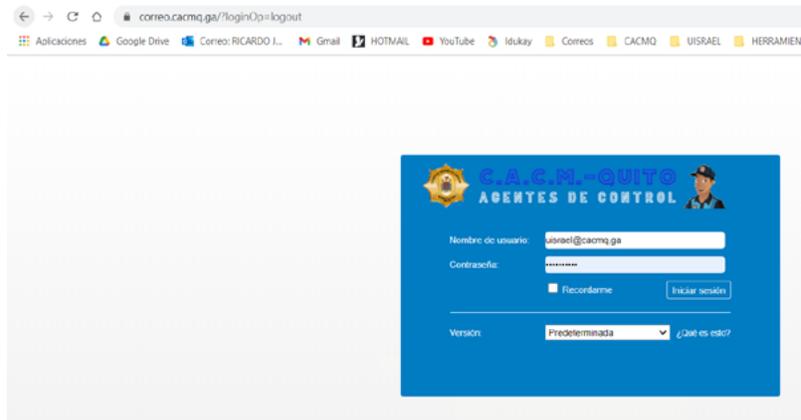


Figura 6. Instalación de Zimbra
Fuente: elaboración propia

Mientras que la configuración de Apache JMeter con pruebas de estrés y concurrencia de usuarios se ve la siguiente *Figura 7*.

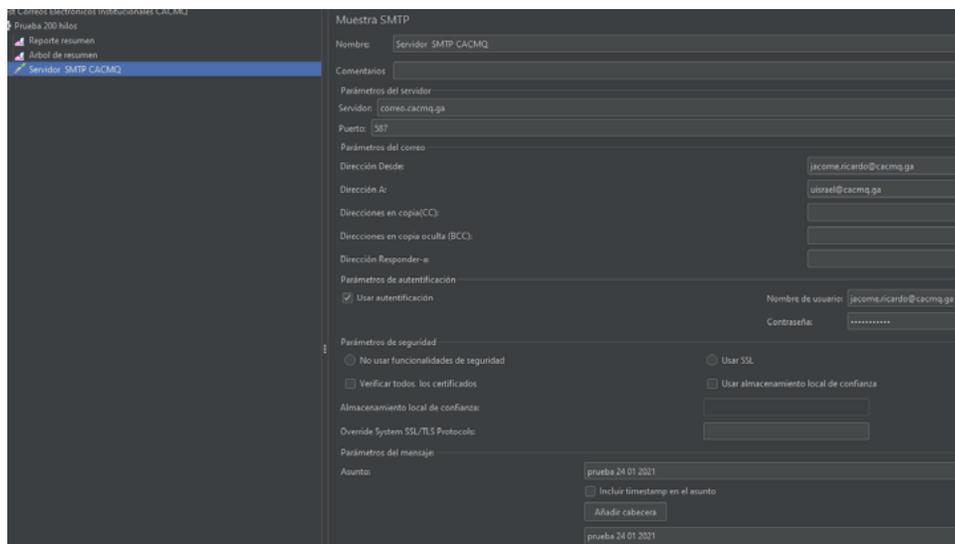


Figura 7. Configuración de Apache JMeter
Fuente: elaboración propia

En cuanto a la revisión, se muestran las siguientes representaciones. Estas se realizaron en la página IPDatabase.com

En la siguiente *Figura 8* se muestra la verificación de la IP.



Figura 8. Verificación de la IP
Fuente: elaboración propia

A su vez, la verificación del DNS Address se muestra en la Figura 9.

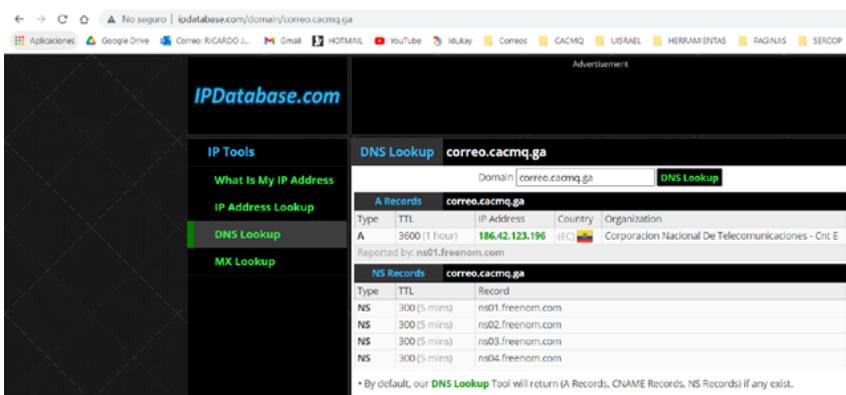


Figura 9. Verificación del DNS Address
Fuente: elaboración propia

En cuanto a la verificación del DNS MX, se muestra a continuación en la Figura 10.

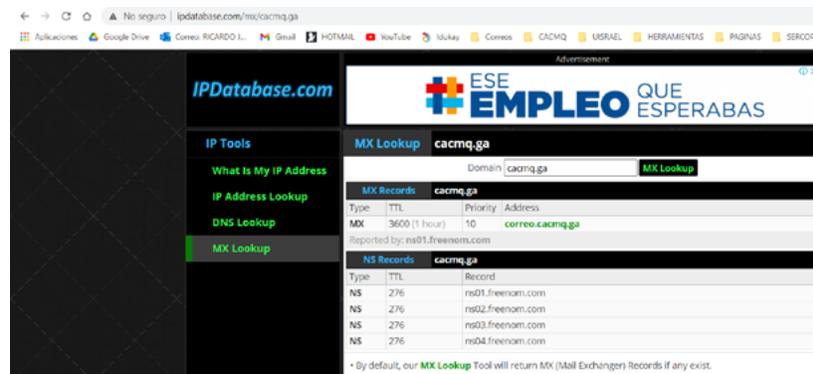


Figura 10. Verificación del DNS MX
Fuente: elaboración propia

En la *Figura 11* se muestra la verificación de los puertos abiertos en el Firewall del servidor. Mediante Webmin se puede evidenciar qué puertos se encuentran abiertos para conectarse con los servicios.

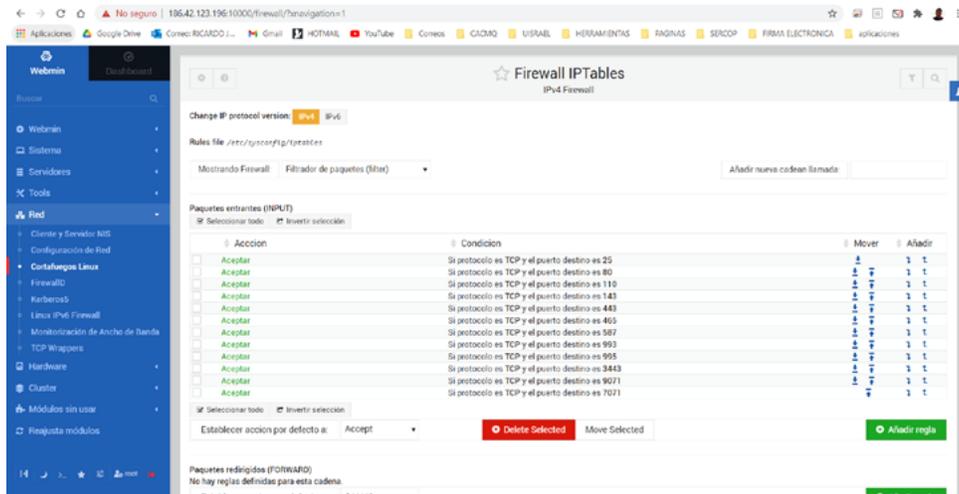


Figura 11. Verificación de los puertos

Fuente: elaboración propia

La verificación de estado de los servicios del Sistema Zimbra se ejecutaron normalmente, como se observa en la *Figura 12*.

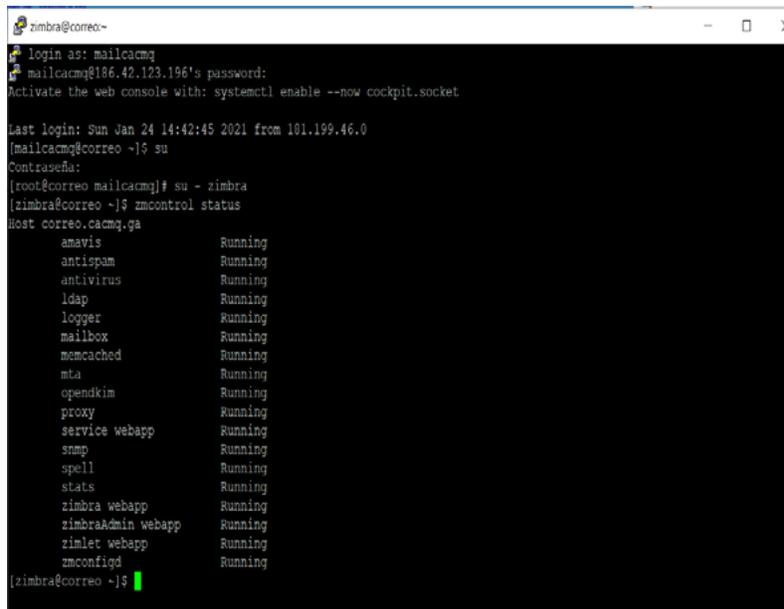


Figura 12. Verificación de estado de los servicios de Zimbra

Fuente: elaboración propia

Se realizó el envío de correo a una cuenta externa (*Figura 13*).

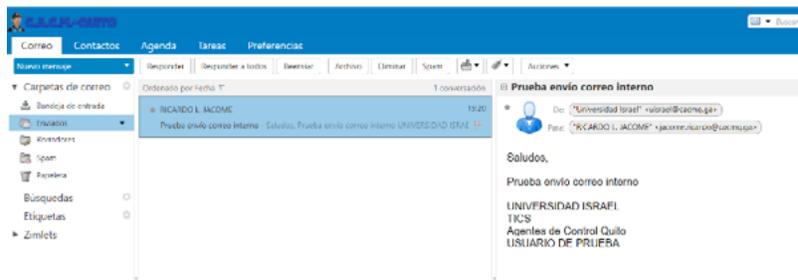


Figura 13. Envío de correo

Fuente: elaboración propia

Y se evidenció como sería la recepción de este mediante Gmail (*Figura 14*).

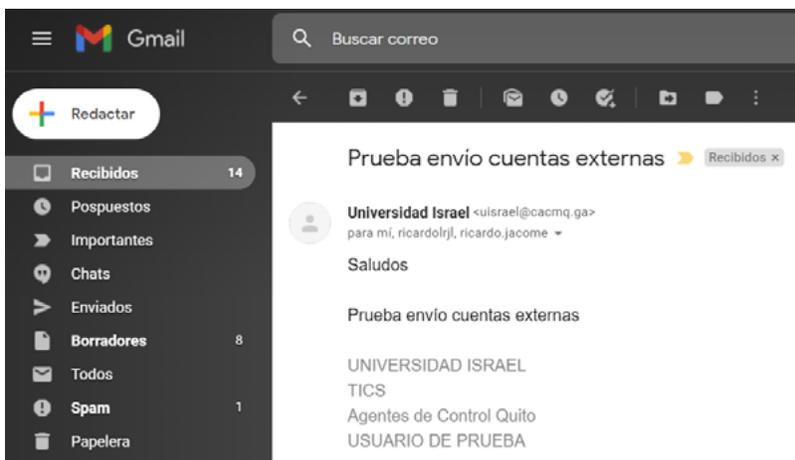


Figura 14. Recepción de correo

Fuente: elaboración propia

Además, se registró que en el chat institucional (*Figura 15*) este se encuentra funcional y se puede incluir más usuarios del sistema.

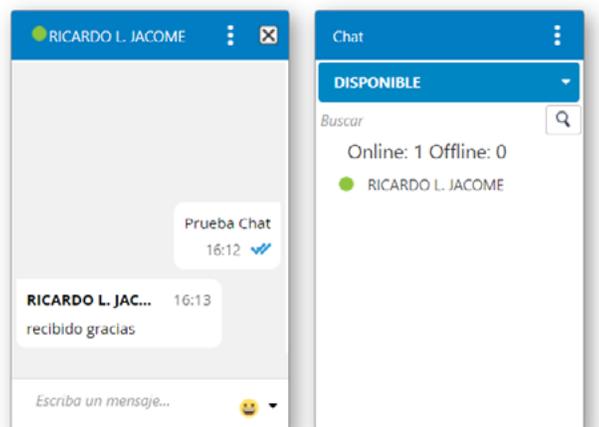


Figura 15. Chat institucional
Fuente: elaboración propia

Resultados

De acuerdo a la *Figura 16*, se evidencia que la memoria de nuestro servidor es de 4 GB de RAM, se muestra en estado rojo y al 86% en uso, por lo que el servidor está usando la memoria virtual, lo cual no es muy recomendable. Cabe añadir que al momento se tienen 35 cuentas creadas para la etapa de prueba realizada con usuarios de la Central de Radio y Telecomunicaciones del CACMQ. Por tal motivo es necesario que el servidor que se vaya adquirir para la etapa de producción tenga una memoria RAM de mayor capacidad para un mejor rendimiento.

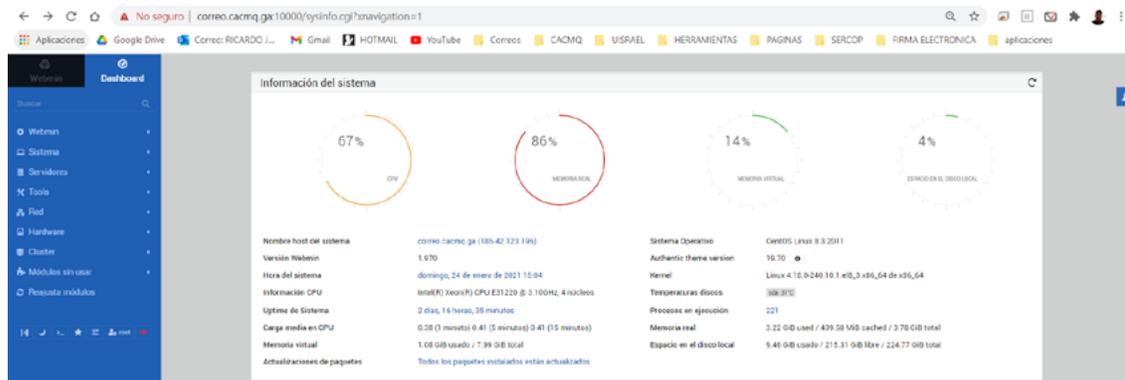


Figura 16. Estado del servidor desde Webmin
Fuente: elaboración propia

Los registros DNS del dominio ADDRESS (A) apuntan correctamente a nuestra IP pública y el registro *Mail exchange record* (MX) del dominio cacmq.ga apunta correctamente al host del servidor correo.cacmq.ga. Por lo cual no hay conflicto en el dominio con el servidor y el servicio funciona correctamente, tal como se evidencia en la *Figura 17*.

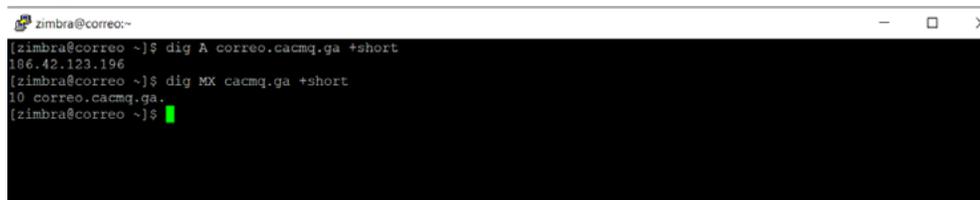


Figura 17. Estado de los DNS del Dominio

Fuente: elaboración propia

El certificado configurado (Figura 18) tiene una fecha de validez desde el 02 de enero del 2021 y una fecha de caducidad del 02 de abril del 2021.

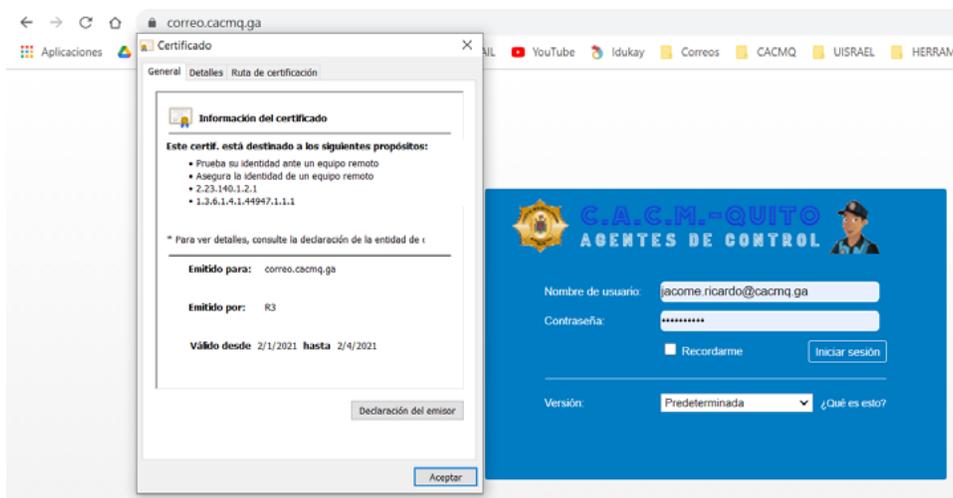


Figura 18. Certificado de Seguridad SSL

Fuente: elaboración propia

En la siguiente Figura 19 se puede ver la prueba 1: Concurrencia de 200 Hilos en Apache JMeter.



Figura 19. JMeter-Prueba de Concurrencia de 200 Hilos

Fuente: elaboración propia

Se entregaron 200 correos en una duración de 3 minutos de los 200 enviados, no hubo errores (Figura 20).

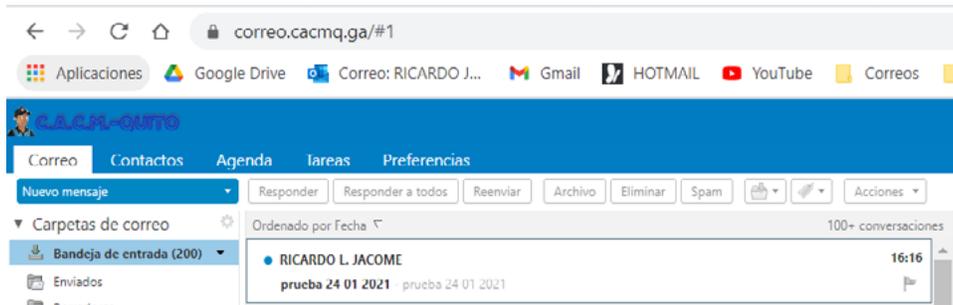


Figura 20. Sistema Zimbra- Prueba de 200 hilos
Fuente: elaboración propia

En la *Figura 21* se observa la prueba 2: Concurrencia de 400 correos electrónicos en Apache JMeter.

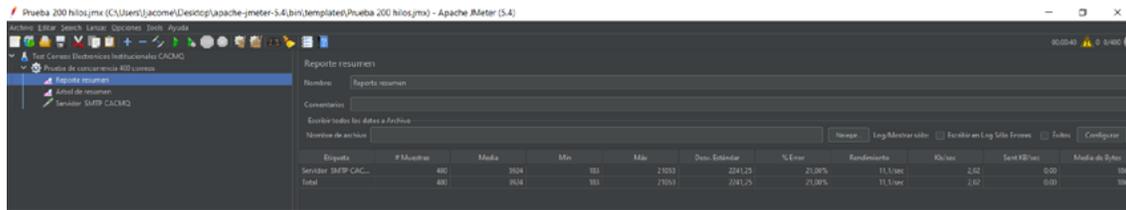


Figura 21. JMeter-Prueba de Concurrencia de 400 Hilos
Fuente: elaboración propia

Se entregaron 316 correos en una duración de 3 minutos de los 400 enviados, con un error del 21% (*Figura 22*).

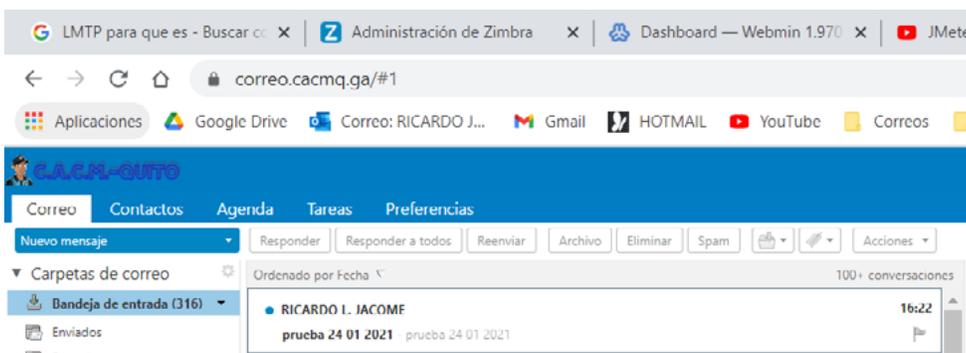


Figura 22. Sistema Zimbra- Prueba de 400 hilos
Fuente: elaboración propia

La prueba 3: Concurrencia de 600 correos electrónicos en Apache JMeter se muestra en la *Figura 23*.

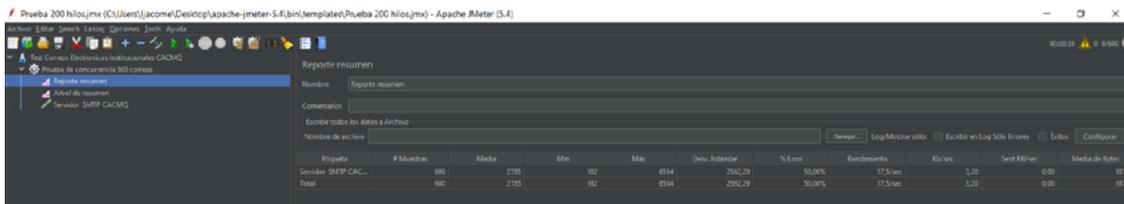


Figura 23. JMeter-Prueba de Concurrencia de 600 Hilos

Fuente: elaboración propia

Se entregaron 300 correos en una duración de 3 minutos de los 600 enviados, con un error del 50% (Figura 24).

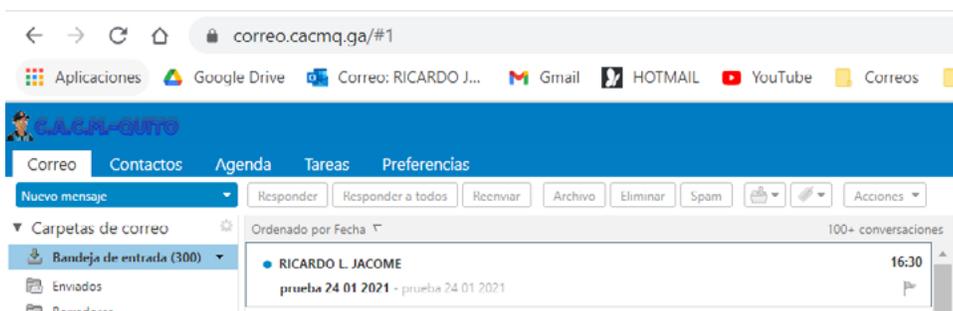


Figura 24. Sistema Zimbra- Prueba de 600 hilos

Fuente: elaboración propia

En la Figura 25 se muestra cómo fue la prueba 4: concurrencia de 1000 correos electrónicos en Apache JMeter



Figura 25. JMeter-Prueba de Concurrencia de 1000 Hilos

Fuente: elaboración propia

Como se puede ver en la Figura 26, se entregaron 306 correos en una duración de 3 minutos de los 1000 enviados, con un error del 69.4%.

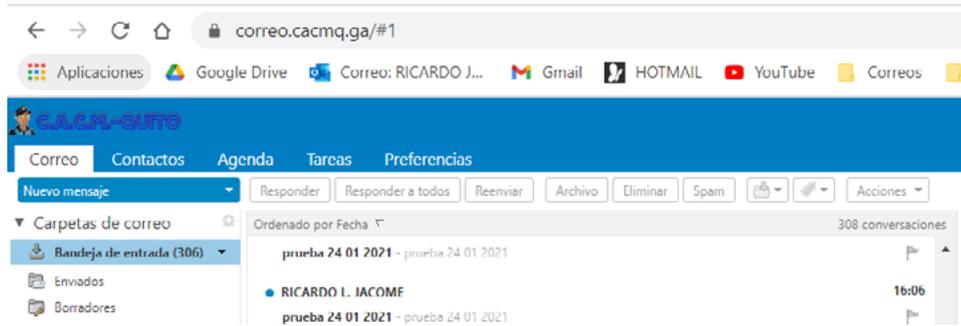


Figura 26. Sistema Zimbra- Prueba de 1000 hilos

Fuente: elaboración propia

En la siguiente *Figura 27* se muestran los resultados de las pruebas realizadas en Apache JMeter

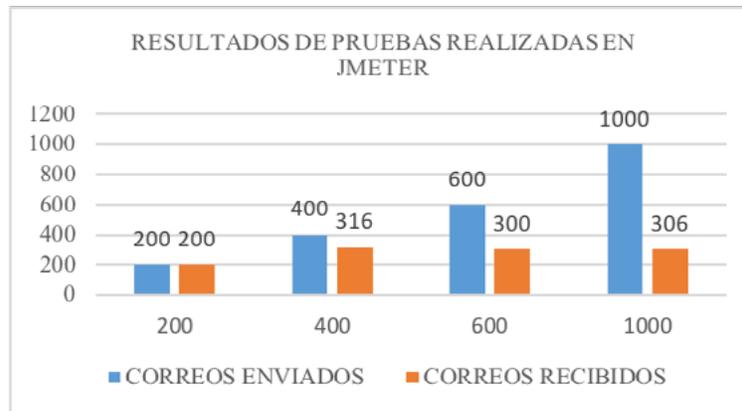


Figura 27. Resultados de las Pruebas realizadas en JMeter

Fuente: elaboración propia

Hay que considerar varios aspectos a la hora de levantar el servicio de correos electrónicos tales como la conexión a internet, concurrencia, especificaciones técnicas del servidor entre otras. Con los resultados obtenidos podemos concluir que de acuerdo a las recomendaciones de “Zimbra Collaborations” para una buena gestión del servicio con 200 usuarios concurrentes se debe trabajar con una memoria RAM mínima de 4 GB e ir incrementándola de acuerdo al número de usuarios. Según las pruebas realizadas es correcto, ya que con una concurrencia de 200 usuarios no hubo errores, pero con la concurrencia de 400, 600 y 1000 únicamente se pudieron enviar hasta un aproximado de 300 correos electrónicos sin error, por lo cual se debería aumentar la memoria al servidor, ya que este es un factor importante para brindar un buen servicio.

Conclusiones

El proceso de levantar los requerimientos permitió conocer la problemática y necesidades actuales en lo referente a la comunicación, estableciendo que el servicio de correos institucionales es uno de los medios legales para emitir y recibir información institucional.

La correcta configuración del servidor y de las herramientas instaladas permitió la implementación del servicio de correos electrónicos institucionales en su fase de pruebas; sin embargo, para la etapa de producción las especificaciones técnicas del servidor deben cumplir otros parámetros especificados en el documento.

La plataforma “Zimbra” en la versión 8.8.15, última estable, cumple con las necesidades y requerimientos del CACMQ como herramienta oficial para el intercambio de información institucional e interinstitucional mediante el uso correos electrónicos.

Se concluye a su vez que la utilización del software gratuito contribuye en la automatización de procesos enmarcándonos en la normativa legal vigente para instituciones públicas, reduciendo los costos sin afectar el rendimiento, adaptándose a las necesidades, por lo cual el uso de este software no es un limitante.



Referencias

- Actualidad.es. (29 de diciembre de 2020). ¿Qué es PuTTY y para qué sirve? Ciencia y Tecnología. <https://www.actualidad.es/ciencia-y-tecnologia/2020/04/04/que-es-putty-y-para-que-sirve/>
- Cuerpo de Agentes de Control Metropolitano Quito. (2021). <https://cuerpodeagentesdecontrolquito.gob.ec/>
- Encrypt, L. (s.f.). Let's Encrypt. <https://letsencrypt.org/es/>
- Freenom. (s.f.). Empresa. <https://www.freenom.com/es/aboutfreenom.html>
- JMeter, A. (s.f.). Apache JMeter. Obtenido de <https://jmeter.apache.org/>
- Mesh, J. (29 de marzo de 2020). Metodología Kanban: revoluciona tu manera de trabajar más ágil. Blog Trello. <https://blog.trello.com/es/metodologia-kanban>
- Membrey, P., Verhoeven, T., Angenendt, R., de Bruijn, B., & Singh, K. (2009). *The definitive guide to CentOS*. Apress. <https://doi.org/10.1007/978-1-4302-1931-6>
- Morales Carrillo, J. J., & Cedeño Valarezo, L. C. (2017). Propuesta de una metodología para el desarrollo de proyectos de infraestructura tecnológica. Manabi.
- Morales, J. J., Cedeño, L. C., Parraga-Alava, J. A., & Molina, B. A. (2018). Propuesta Metodológica para Proyectos de Infraestructura Tecnológica en Trabajos de Titulación. *Información Tecnológica*, 29(4), 249–258. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000400249>
- Rodríguez, M. (2017). *Scrum desde cero*. Madrid: Mc. Graw-Hill.
- Webmin. (2021). What is Webmin? <https://www.webmin.com/>
- Zimbra. (s.f.). ¿Qué es zimbra? Zimbra support. <https://www.zimbra-support.net/index.php/es/>
- Zimbra. (2020). System Requirements for Zimbra Collaboration. https://zimbra.github.io/installguides/latest/single.html#System_Requirements

Copyright (c) 2021 Luis Ricardo Jácome lema



Este texto está protegido bajo una licencia internacional [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 4.0.

Usted es libre para Compartir—copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato — y Adaptar el documento — remezclar, transformar y crear a partir del material—para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla las condiciones de Atribución. Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios.

Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) – [Texto completo de la licencia](#)



Estimación de parámetros eléctricos transitorios de un transformador utilizando ajuste de curvas con optimización no lineal

Fecha de recepción: 26-02-2021 • Fecha de aceptación: 22-04-2021 • Fecha de publicación: 10-06-2021

Víctor Hugo Tibanlombo Timbila¹
Escuela Politécnica Nacional, Ecuador
victor.tibanlombo@epn.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-9463-7587>

Andrés Alfredo Guevara Betancourt²
Escuela Politécnica Nacional, Ecuador
andres.guevara@epn.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-2657-6441>

Juan David Ramírez Guasgua³
Escuela Politécnica Nacional, Ecuador
juan.ramirez@epn.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-9855-9835>

RESUMEN

Este estudio plantea una alternativa de consecución de los parámetros eléctricos en modelos de transformadores trifásicos mediante registros obtenidos con lecturas de aparatos de medición en sistemas de protección y monitoreo asociados al transformador eléctrico. El posible uso de este procedimiento se focaliza en la estimación del modelo eléctrico en transformadores trifásicos durante su operación y funcionamiento en un sistema eléctrico y su respuesta frente a eventos transitorios. Esta propuesta permitirá aminorar recursos y uso de tiempo en comparación con metodologías existentes; puesto que, éstas usualmente necesitan que el transformador este fuera de servicio para la conexión

de equipo especializado de alto costo, siendo muchas veces necesario trasladar el transformador a un laboratorio especializado.

Los trabajos existentes proporcionan modelos completos del transformador para simulación de eventos transitorios, estos se usaron como datos de partida para sintonizar los parámetros en MATLAB-SIMULINK. Evaluada la efectividad y confiabilidad del estudio, éste será de gran ayuda en la determinación de parámetros eléctricos transitorios en transformadores nuevos o con un tiempo considerable de funcionamiento, pues debido al uso del equipo y las condiciones de operación, los parámetros eléctricos pueden variar con respecto a sus registros de fábrica.

KEYWORDS: transformador, alta frecuencia, función de transferencia, parámetros eléctricos transitorios

ABSTRACT

This study proposes an alternative to obtain the electrical parameters in three-phase transformer models by means of records obtained with readings from measuring devices in protection and monitoring systems associated with the electrical transformer. The possible use of this procedure focuses on the estimation of the electrical model in three-phase transformers during their operation and functioning in an electrical system and their response to transient events. This proposal will reduce resources and time use in comparison with existing methodologies, since these usually require the transformer to be out of service for the connection of high-cost specialized equipment, being often necessary to move the transformer to a specialized laboratory.

Existing works provide complete transformer models for simulation of transient events, these were used as starting data to tune the parameters in MATLAB-SIMULINK. Evaluated the effectiveness and reliability of the study, it will be of great help in the determination of transient electrical parameters in new transformers or with a considerable time of operation, because due to the use of the equipment and the operating conditions, the electrical parameters may vary with respect to their factory records.

PALABRAS CLAVE: transformer, high voltage, transfer function, electric transient parameters

Introducción

Los transformadores eléctricos han ejercido un papel fundamental en la evolución de los sistemas eléctricos de potencia y distribución. Al operar ininterrumpidamente, estos están expuestos a diferentes eventos o anomalías que pueden afectar su desempeño y vida útil, dentro de estos eventos se pueden nombrar a los eventos transitorios.

Los que se presentan en los sistemas eléctricos se encuentran en el rango de 0.1 Hz hasta alrededor de 50 MHz, es decir, hay eventos de baja, media y alta frecuencia (Galván, 2012), las ondas de alta frecuencia generalmente se generan por la incidencia de eventos atmosféricos en algún punto del sistema, y son transferidas a través de las líneas de transporte de energía, pudiendo alcanzar a equipos vitales en la transmisión y distribución de energía eléctrica como los transformadores (Abed, N.Y et al, 2010).

Por ello, es importante conocer el comportamiento de los transformadores mediante estudios y simulaciones de sobrevoltajes en redes eléctricas, por lo que la representación o modelación es un hito importante para la finalidad de estos estudios. Generalmente los parámetros en los modelos transitorios no son provistos en la documentación general de los equipos, y para su obtención se necesita realizar una serie de pruebas con equipos y elementos de medida especializados, que, según su precisión, proporcionarán unos valores con errores máximos permitidos. También, se debe considerar el alto costo generado por realizar estas pruebas en laboratorios especializados, pues los equipos de medida pueden variar sus lecturas de acuerdo a las condiciones climáticas y geográficas de la instalación (NMX-J-169-ANCE, 2004).

Como solución a esta problemática, se propone evaluar el performance de un transformador frente a un evento transitorio, simulando una descarga atmosférica en un laboratorio de alto voltaje. El evento se encuentra en el rango de las altas frecuencias desde los 10 kHz hasta los 3 MHz (Galván, 2012). Se busca obtener los datos medidos de entrada y salida en el transformador bajo prueba y posteriormente determinar los parámetros eléctricos transitorios mediante la modelación del transformador en MATLAB-SIMULINK y el uso de herramientas para ajuste de curvas con optimización no lineal.

Metodología

A partir de esta sección se detalla el proceso desarrollado para conseguir el objetivo de este artículo que es el de encontrar los parámetros eléctricos transitorios de un transformador.

2.1 Modelo de transformador de alta frecuencia utilizado

Para este estudio se utilizó un modelo Black-Box (Mork et al., 2007) para calcular los parámetros del transformador, para ello se ingresa la señal por el lado de alto voltaje obteniendo una curva de respuesta en el lado secundario o de bajo voltaje. Con el software MATLAB-SIMULINK y la herramienta *System Identification Toolbox* podemos resolver las ecuaciones que representan al modelo, esto mediante las curvas antes mencionadas, pudiendo así sintonizar los parámetros

eléctricos.

El modelo Black-Box del transformador en alta frecuencia Two-Port de Biernacki y Czarkowski (2001) se utilizó en el presente estudio, pues este modelo es utilizado en varios estudios publicados en la IEEE, además de ser sencillo de entender, como se puede observar en la *Figura 1*, este modelo nos sirve en la metodología presentada, pues se pueden representar los parámetros eléctricos de un transformador trifásico en su modelo T por fase equivalente.

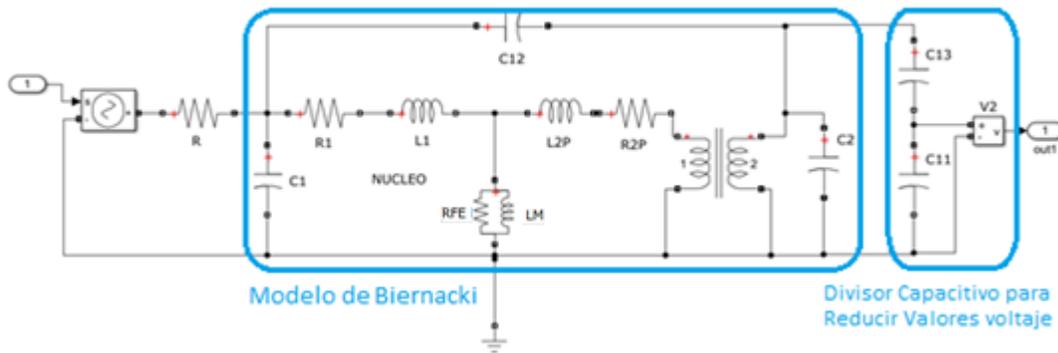


Figura 1. Modelo matemático de transformador utilizado para la simulación en MATLAB-SIMULINK.

Fuente: Matlab-Simulink

De la *Figura 1*:

- C_1 Capacitor entre devanado primario y tierra.
- C_2 Capacitor entre devanado secundario a tierra.
- C_{12} Capacitor entre devanados.
- C_{13} C_{11} Divisor capacitivo
- L_1, L_2 Inductancia del devanado primario y secundario.
- R_1, R_2 Resistencia del devanado primario y secundario.
- L_M Inductancia de magnetización del núcleo.
- R_{FE} Resistencia equivalente de pérdidas en el núcleo.

Las capacitancias C_1 , C_2 y C_{12} se presentan cuando en el transformador circulan magnitudes de voltaje y corriente con alta frecuencia; las capacitancias C_{13} y C_{11} representan un divisor capacitivo acoplado para medir la curva de salida o respuesta en el lado de bajo voltaje del transformador y poder visualizar la misma en un osciloscopio digital.

2.2 Simulación de descarga atmosférica

En la *Figura 2* se observan los elementos y su distribución para la generación de impulsos estándar que representen una descarga atmosférica en el laboratorio de alto voltaje.

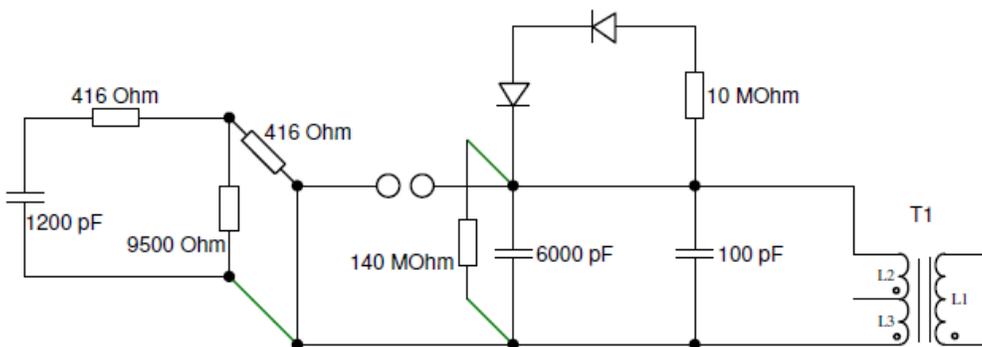


Figura 2. Arreglo de generador de impulsos de alto voltaje
Fuente: Tibanlombo (2018)

De acuerdo a la *Figura 2*, se utilizó un generador de impulsos que produce ondas de voltaje de frente rápido normalizadas según la IEC 60060-1, el circuito genera ondas como la de la *Figura 4*. Esta señal de impulso ingresa por el lado de alto voltaje al transformador y su respuesta se obtiene en su lado secundario, ambas señales son medidas mediante el canal del osciloscopio, esto se puede ver en la *Figura 3*.

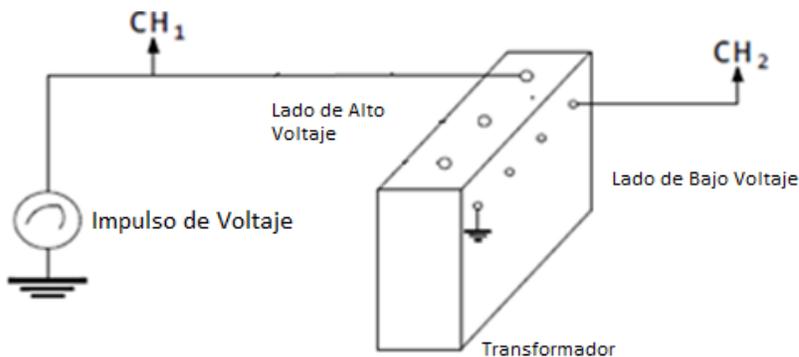


Figura 3. Arreglo de conexión de los canales del osciloscopio
Fuente: elaboración propia

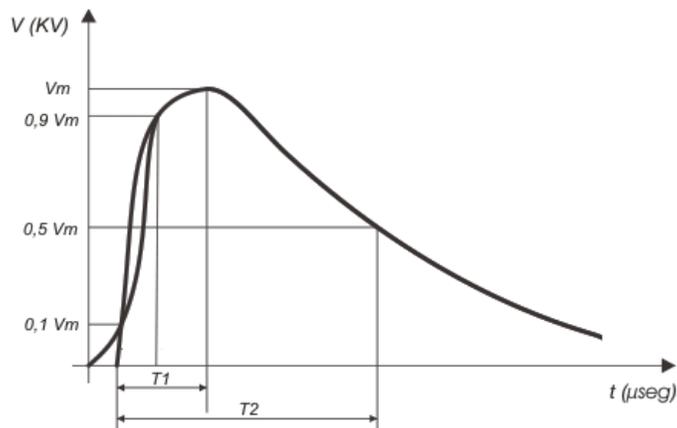


Figura 4. Forma de onda del impulso generado según IEC60-1.

Fuente: elaboración propia.

2.3 Estimación de parámetros forma tradicional

Para iniciar la estimación se requieren los parámetros base o de partida. Los parámetros de la *Tabla 1* fueron calculados a partir de las pruebas de cortocircuito y circuito abierto practicadas al transformador de 50 kVA acorde a la norma IEEE Std C57.12.90.

Tabla 1.
Parámetros Calculados

R1	8.87 Ω
R2P	8.87 Ω
R2	13.11 m Ω
RFE	360 k Ω
L1	34.06 mH
L2P	34.06 mH
L2	50.38 μ H
LM	90.21 H
R2P, L2P son parámetros referidos al lado primario	

Fuente: elaboración propia

Además de los datos obtenidos mediante pruebas estándar, se tiene de referencia la placa del transformador de 50 kVA que muestra los valores de fábrica del mismo, esto se observa en la *Tabla 2*.

Tabla 2.
Datos de Placa

TRANSFORMADOR TRIFÁSICO								
Marca		ELIN		Año		1965		
Tipo		OD 51/10		N° serie		1077117		
Frecuencia		60 Hz		Conexión		DY5		
Potencia		50 kVA		Impedancia		3.95 %		
Primario				Secundario				
1	6300	V	4.82	A	231.133	V	125.2	A
2	6150							
3	6000							
4	5700							

Fuente: Tibanlombo (2018)

2.4 Estimación de capacitancias

Para estimar las capacitancias iniciales se les calculó en base al modelo de Moziful para bajas frecuencias expuesto en la *Figura 5* y con su función de transferencia correspondiente empleando la ecuación (1) y también el modelo para medias frecuencias de la *Figura 6* y su función de transferencia que se describe en la ecuación (2), las cuales se exponen a continuación (Moziful et al., 1997):

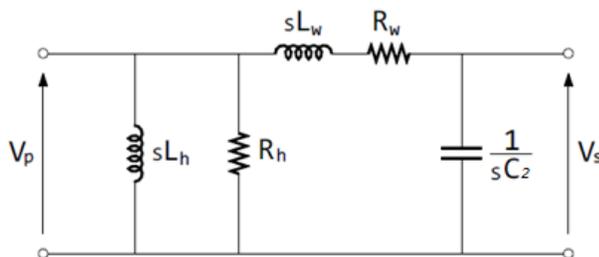


Figura 5. Modelo en baja frecuencia equivalente de Moziful.

Fuente: Moziful et al (1997)

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{1}{s C_2 L_w} \frac{1}{s^3 + s^2 \left(\frac{R_w}{L_w} + \frac{1}{C_2 R_h} \right) + s \left(\frac{1}{C_2 L_w} + \frac{R_w}{C_2 R_h L_w} + \frac{1}{L_h C_2} \right) + \left(\frac{R_w}{C_2 L_w L_h} \right)} \quad (2)$$

Función de Transferencia del modelo en media frecuencia de Moziful

Donde:

- V_s Voltaje de secundario o de bajo voltaje.
- V_p Voltaje de primario o de alto voltaje.
- C_2 Capacitor entre devanado secundario a tierra.
- R_w Resistencia del devanado.
- L_w Inductancia del devanado.
- R_h Resistencia del núcleo.
- L_h Inductancia del núcleo.

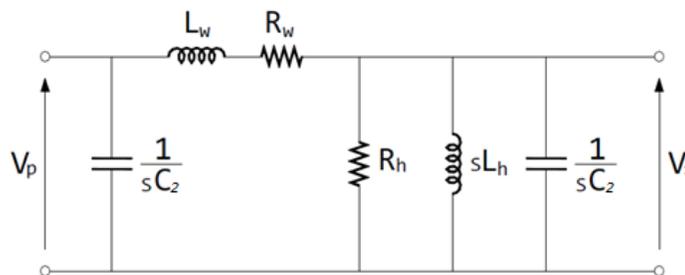


Figura 6. Modelo de Moziful equivalente para el transformador de media frecuencia.

Fuente: Moziful et al (1997)

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{1}{s^2 + s \frac{R_w}{L_w} + \frac{1}{C_2 L_w}} \quad (1)$$

Función de Transferencia en baja frecuencia del modelo de Moziful.

Donde:

- V_s Voltaje de secundario o de bajo voltaje.
- V_p Voltaje de primario o de alto voltaje.
- C_2 Capacitor entre devanado secundario a tierra.
- R_w Resistencia del devanado.
- L_w Inductancia del devanado.
- R_h Resistencia del núcleo.
- L_h Inductancia del núcleo.

Con la herramienta *System Identification Toolbox* (Ident) de MATLAB-SIMULINK se procedió a resolver las funciones de transferencia y así poder obtener los valores de las capacitancias iniciales de la *Tabla 3*.

Tabla 3.
Capacitancias Estimadas en MATLAB-SIMULINK

Capacitancias	Estimación inicial con las funciones de transferencia
C1	7.15 uF
C2	7.08 uF
C12	4.02 uF

Fuente: elaboración propia

2.5 Estimación de parámetros en MATLAB-SIMULINK

Obtenidos todos los valores iniciales para realizar la estimación de parámetros se procede a ingresar todos los datos en SIMULINK para poder obtener los valores y curvas de voltaje simuladas. En la *Figura 7* se puede observar el circuito en el entorno de trabajo de SIMULINK y en la *Figura 8* se aprecia el resultado de las curvas simuladas y experimentales realizadas.

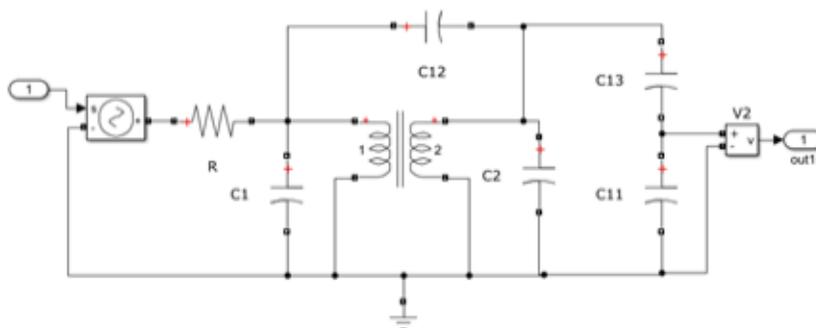


Figura 7. Modelo utilizado en la simulación de MATLAB-SIMULINK

Fuente: elaboración propia

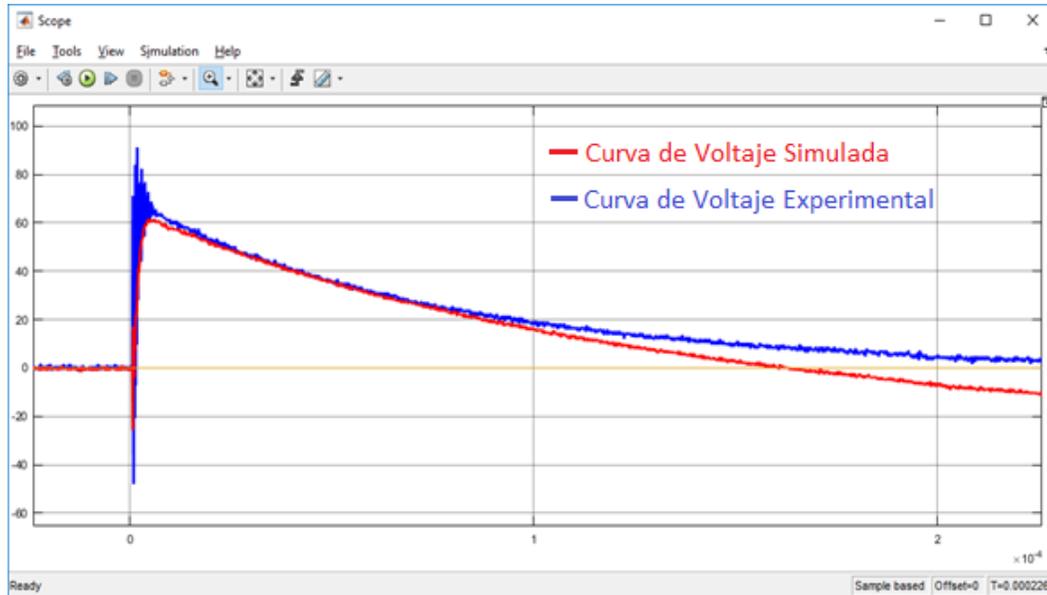


Figura 8. Curvas de voltaje obtenidas a la salida del transformador (Curva azul-forma experimental vs Curva roja-Simulación) utilizado en la simulación de MATLAB-SIMULINK

Fuente: elaboración propia

Se emplea la herramienta *System Identification Toolbox* para la estimación o sintonización de parámetros del modelo, esta herramienta está incluida en MATLAB-SIMULINK; se seleccionaron las curvas a comparar y los parámetros a sintonizar, en la *Figura 9* se observa una captura de la interfaz del programa, el uso de esta herramienta se puede encontrar a detalle en la referencia citada (Chiguano, 2018).

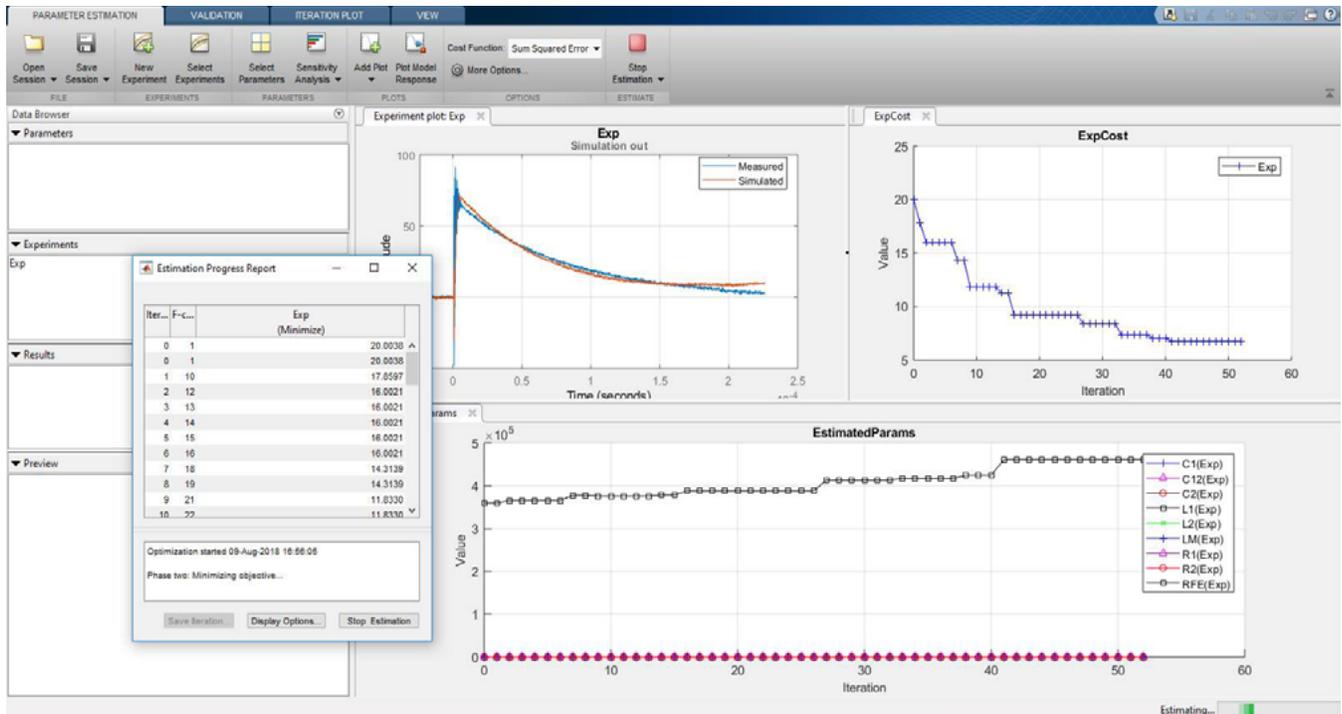


Figura 9. Estimación parámetros eléctricos transformador 50kVA en MATLAB-SIMULINK

Fuente: elaboración propia

La optimización de parámetros consiste en obtener una función objetivo o función del costo, la cual calcula una diferencia entre la respuesta simulada y la respuesta medida del transformador, esto mediante la variación de las variables de diseño del modelo que en este trabajo serían los parámetros del modelo utilizado (MathWorks, 2019).

La formulación en el proceso de optimización con la herramienta de Simulink depende del método que se desee utilizar. Los métodos de optimización no lineales minimizan la función objetivo, es decir, minimizan la diferencia entre las curvas medidas y las simuladas, variando los parámetros de su modelo.

Los métodos que se pueden utilizar son: búsqueda simple y patrones de búsqueda; con los algoritmos de Levenberg-Marquadt, punto interior, conjunto activo, región de confianza reflexiva, Programación Cuadrática Secuencial (SQP); mínimos cuadrados no lineales, gradiente descendente (Chiguano, 2018).

A continuación, en la *Figura 10* se presenta un diagrama de flujo como resumen de la metodología descrita:

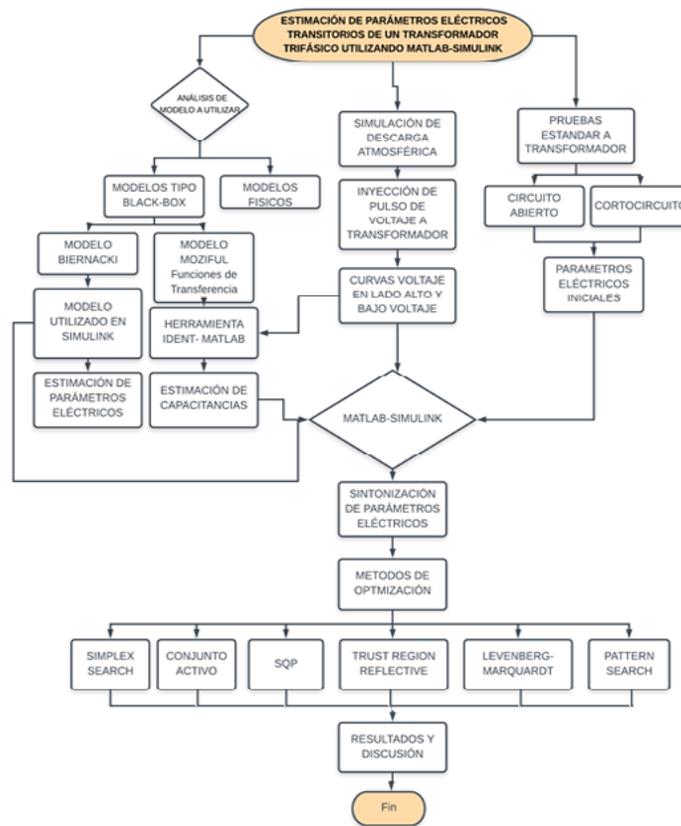


Figura 10. Diagrama de flujo de la metodología.

Fuente: elaboración propia

Resultados

Los resultados finales y valores iniciales fueron comparados mediante el cálculo del error relativo porcentual para observar la diferencia entre los valores obtenidos en simulación con los valores calculados con las pruebas estándar de cortocircuito y circuito abierto al transformador.

Una vez que la herramienta optimiza los parámetros se obtiene una curva aproximada. En la Figura 11 se presentan las curvas medida y estimada luego de la estimación de parámetros.

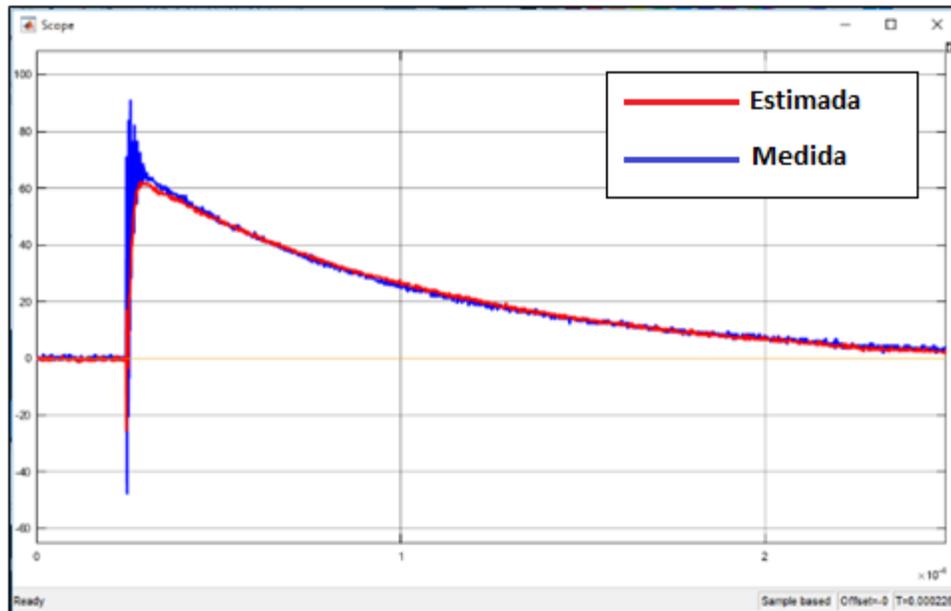


Figura 11. Curvas resultantes luego de la estimación de parámetros en MATLAB-SIMULINK

Fuente: elaboración propia

En la *Tabla 4* se presentan los valores iniciales comparados con los valores estimados por MATLAB-SIMULINK, se observa que el error relativo porcentual entre los parámetros estimados y los parámetros medidos referenciales están alrededor del 20% en sus valores más elevados, estos resultados serían aceptables pues son valores pequeños, se debe tomar en cuenta también que un transformador opera continuamente en una red eléctrica, por lo que se puede presentar un deterioro no solamente en parámetros eléctricos, sino también en parámetros físicos como es el aislamiento que protege a los devanados y que inciden en el valor de las capacitancias que se presentan en el modelo.

La estimación se realizó por todos los métodos disponibles en la herramienta estimador de parámetros de MATLAB-SIMULINK, siendo el mejor método Levenberg-Marquardt pues los resultados presentan un error relativo porcentual menor con respecto a los demás métodos computacionales, por otra parte, el método con una variación más alta en el cálculo del error porcentual fue el método *Simplex Search*, esto se puede apreciar en la *Figura 12*.

Tabla 4.
Parámetros resultantes promediados de todos los métodos de estimación

		Método Simplex Search		Método Conjunto Activo		Método SQP	
Parámetros Cálculados		Estimado	Error _{RP} %	Estimado	Error _{RP} %	Estimado	Error _{RP} %
R ₁	8.87 Ω	10.59 Ω	16.27%	10.63 Ω	16.54%	9.87 Ω	10.12%
R _{2P}	8.87 Ω	11.15 Ω	20.47%	10.51 Ω	15.60%	9.99 Ω	11.22%
R _{FE}	360 kΩ	405 kΩ	11.18%	407 kΩ	11.47%	397 kΩ	9.21%
L ₁	34.06 mH	34.57 mH	1.48%	35.25 mH	3.37%	37.08 mH	8.14%
L _{2P}	34.06 mH	41.70 mH	18.32%	33.48 mH	1.74%	37.60 mH	9.42%
L _M	90.21 H	95.33 H	5.37%	98.38 H	8.30%	95.49 H	5.53%
C ₁	7.15 uF	7.88 uF	9.30%	7.69 uF	7.06%	7.79 uF	8.16%
C ₂	7.08 uF	7.86 uF	9.91%	7.55 uF	6.25%	7.73 uF	8.42%
C ₁₂	4.02 uF	4.28 uF	6.05%	4.34 uF	7.42%	4.20 uF	4.29%
		Método Trust Region Reflective		Método Levenberg-Marquardt		Método Pattern Search	
Parámetros Cálculados		Estimado	Error _{RP} %	Estimado	Error _{RP} %	Estimado	Error _{RP} %
R ₁	8.87 Ω	9.70 Ω	8.57%	9.75 Ω	9.05%	10.74 Ω	17.39%
R _{2P}	8.87 Ω	10.30 Ω	13.90%	9.90 Ω	10.43%	10.90 Ω	18.60%
R _{FE}	360 kΩ	385 kΩ	6.38%	373 kΩ	3.56%	392 kΩ	8.26%
L ₁	34.06 mH	36.84 mH	7.54%	36.90 mH	7.71%	37.08 mH	8.16%
L _{2P}	34.06 mH	37.51 mH	9.21%	34.86 mH	2.29%	39.12 mH	12.94%
L _M	90.21 H	98.30 H	8.23%	93.67 H	3.69%	99.79 H	9.60%
C ₁	7.15 uF	7.46 uF	4.16%	7.29 uF	1.98%	7.54 uF	5.23%
C ₂	7.08 uF	7.25 uF	2.33%	7.32 uF	3.25%	7.65 uF	7.42%
C ₁₂	4.02 uF	4.28 uF	6.15%	4.21 uF	4.46%	4.23 uF	4.94%

Fuente: elaboración propia

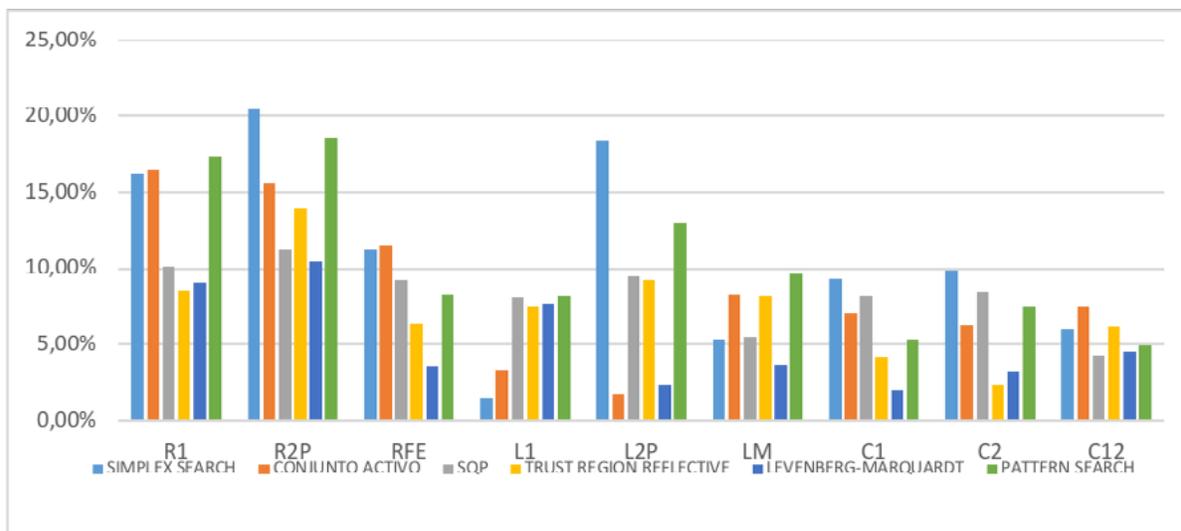


Figura 12. Error relativo porcentual entre los parámetros calculados y estimado por los diferentes métodos de estimación

Fuente: elaboración propia

Conclusiones

La estimación o sintonización de parámetros mediante señales de entrada y respuesta ante eventos transitorios es una buena alternativa a cálculos tradicionales mediante pruebas estándar; sin embargo, cuando se trabaja en altas frecuencias se presentan capacitancias parásitas en el equipo, lo cual puede ser una limitante para obtener un correcto resultado, pese a esto, en el presente trabajo se cumplió con el objetivo de estimar los parámetros del modelo, teniendo una diferencia porcentual con valores máximos de alrededor del 20% como se menciona en la sección de resultados.

Las herramientas que presenta el software MATLAB-SIMULINK son de gran ayuda en la resolución de modelos matemáticos y ecuaciones diferenciales, en este estudio permitió conseguir la sintonización de los parámetros eléctricos transitorios del transformador de 50 kVA, datos que generalmente para su obtención sería necesario el uso de equipos especializados y un uso del tiempo considerable.

Los resultados con menor error porcentual fueron los obtenidos mediante el método Levenberg-Marquardt como se presentaron en la Tabla 4 y en la Figura 12, por lo cual es el método recomendado para obtener los mejores resultados.

Referencias

- Abed, N.Y., Mohammed, O.A. (2010). Physics-Based High-Frequency Transformer Modeling by Finite Elements. *Magnetics, IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 46, no. 8, 3249-3252. <https://doi.org/10.1109/TMAG.2010.2048017>
- Biernacki, J., Czarkowski, D. (2001). High frequency transformer modeling. In *ISCAS 2001 - 2001 IEEE International Symposium on Circuits and Systems, The 2001 IEEE International Symposium on Circuits and Systems (Cat. No. 01CH37196)*, (Vol. 3, pp. 676-679). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISCAS.2001.921401>
- Chiguano, B., Ramírez, J., Quilumba, F., & Gallardo, C. (2018). Estimación de los Parámetros Eléctricos de un Generador Síncrono basada en Mediciones de Laboratorio usando Métodos de Optimización No Lineal. *Revista Técnica Energía*. 15(1), 30-43. <https://doi.org/10.37116/revistaenergia.v15.n1.2018.321>
- Galván, V., Gutiérrez, J., Ortiz, V., Sánchez, R. (2012). Modelado del transformador para eventos de alta frecuencia. *Ingeniería Energética*, 33(2), 122-132. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012012000200005&lng=es&tlng=es
- Xexplore, I. (2015). C57.12.00-2015 - IEEE Standard for General Requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers. IEEE <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2016.7469278>
- MathWorks. (2019). How the Software Formulates Parameter Estimation as an Optimization Problem—MATLAB & Simulink—MathWorks América Latina. <https://la.mathworks.com/help/sldo/ug/optimization-problem-formulation-for-parameter-estimation.html#d117e4545>
- Mork, B. A., Gonzalez, F., Ishchenko, D., Stuehm, D. L., & Mitra, J. (2007). Hybrid transformer model for transient simulation—Part I: Development and parameters. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 22(1), 248-255.
- Moziful Islam, S., Coates, K. M., & Ledwich, G. (1997, October). Identification of high frequency transformer equivalent circuit using Matlab from frequency domain data. In *IAS'97. Conference Record of the 1997 IEEE Industry Applications Conference Thirty-Second IAS Annual Meeting* (Vol. 1, pp. 357-364). IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/643049>
- NMX-J-169-ANCE-2004. (2004). Transformadores y Autotransformadores de Distribución y Potencia”, Métodos de Prueba.
- Tibanlombo, V. (2018). Estudio de la respuesta en frecuencia mediante pruebas de impulso para la evaluación del estado del aislamiento en transformadores. EPN <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19719>

Copyright (c) 2021 Víctor Hugo Tibanlombo Timbila, Andrés Alfredo Guevara Betancourt y Juan David Ramírez Guasgua.



Este texto está protegido bajo una licencia internacional [Creative Commons](#) 4.0.

Usted es libre para Compartir—copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato — y Adaptar el documento — remezclar, transformar y crear a partir del material—para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla las condiciones de Atribución. Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) – [Texto completo de la licencia](#)



Riesgos laborales por ruido e iluminación: caso de estudio de una empresa de calzado

Fecha de recepción: 02-03-2021 • Fecha de aceptación: 03-05-2021 • Fecha de publicación: 10-06-2021

Mauricio Xavier López Flores¹

Universidad Internacional de La Rioja en Ecuador

mauricioxavier.lopez040@comunidadunir.net

<https://orcid.org/0000-0002-8973-2915>

Elvis Román López Flores²

Universidad Internacional de La Rioja en Ecuador

elvis.lopez044@comunidadunir.net

<https://orcid.org/0000-0003-0749-6048>

Cristhian Eduardo Oñate Flores³

Fundación Enseña Ecuador

conate2019@ensenaecuador.org

<https://orcid.org/0000-0002-1237-7660>

RESUMEN

Este artículo presenta una serie de medidas de control para la atenuación de niveles peligrosos de ruido e iluminación identificados mediante la evaluación de riesgos. La valoración comprende 61 puestos de trabajo con igual número de trabajadores e incluye las fases de: identificación de fuentes de peligro, estimación del riesgo, medición de niveles de ruido e iluminación y la comparación de estos datos con límites permisibles, para establecer medidas de prevención adecuadas para el personal de la empresa. Los resultados encontrados permiten demostrar que el 7 % de los trabajadores sobrepasan los 85 dB(A), categorizados como noveles críticos de exposición; ubicados en puestos de trabajo como troquelado, asentado y terminado; un 44 % expuesto a un nivel de iluminación insu-

ficiente para el tipo de tarea realizada en las secciones de armado, aparado y pulido; y finalmente un 54 % expuesto a iluminación excesiva en secciones como corte, montaje, inyectado, bodega entre otras.

PALABRAS CLAVE: evaluación de riesgos, límite de exposición permisible (LEP), relación señal a ruido (SNR), desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS).

ABSTRACT

This article presents a series of control measures for the mitigation of hazardous noise and lighting levels identified through risk assessment. The assessment comprises 61 workplaces with an equal number of workers and includes the phases of: identification of sources of danger, risk estimation, measurement of noise and lighting levels and comparison of these data with permissible limits, in order to establish appropriate prevention measures for the company's personnel. The results found show that 7 % of the workers exceed 85 dB(A), categorized as critical exposure novices; located in workstations such as die-cutting, seating and finishing; 44 % exposed to an insufficient level of lighting for the type of task performed in the assembly, trimming and polishing sections; and finally 54 % exposed to excessive lighting in sections such as cutting, assembly, injection, warehouse, among others.

KEYWORDS: risk assessment, permissible exposure limit (LEP), signal to noise ratio (SNR), temporary hearing threshold shift TTS

Introducción

El trabajo es la actividad del hombre que ocupa la mayor parte en tiempo y espacio a lo largo de su vida, la salud e integridad psicofísica de los trabajadores es un axioma insustituible dentro del ambiente laboral. Las condiciones presentes en los lugares de trabajo son influenciadas directamente por la actividad productiva que realiza, si estas condiciones son extremadamente desfavorables los trabajadores pueden enfermar o accidentarse como consecuencia del trabajo realizado (Rodríguez, Pattini, & Villaruel, 2013) (Cabeza & Cabeza, 2011). La exposición a contaminantes físicos como ruido e iluminación en el lugar de trabajo puede influir en la salud y la seguridad de los trabajadores. Conocer los niveles de exposición de cada trabajador contribuye al desarrollo de métodos para monitorear y controlar el riesgo existente (Medina & Velásquez, 2013).

El impacto del ruido industrial sobre la salud ocupacional de los trabajadores es un aspecto que no se ha tomado muy en serio por parte de las empresas ya que pueden generar distintos tipos de afecciones denominadas enfermedades ocupacionales, que afecta considerablemente a la población expuesta y más en países de desarrollo donde el número de personas en riesgo es considerablemente alto (Cabeza & Cabeza, 2011) (Jarramillo & Luna, 2012). En Estados Unidos se ha calculado que el 19,3 % de los trabajadores se encuentran en entornos de fabricación y empresas afines se ven expuestas diariamente a niveles medios de ruido de 90 dB(A) o más, el 34,4 % a niveles superiores a 85 dB(A), y el 53,1 % a niveles superiores a 80 dB(A). En países en desarrollo estos niveles de ruido son mayores debido al escaso control y baja utilización de medidas técnicas para atenuarlos (Suter, 2010).

La información sensorial que reciben las personas es de tipo visual, es decir que tienen como origen primario la luz. Los niveles de iluminación dentro de parámetros adecuados permiten desarrollar la actividad laboral de forma eficaz y en confort (Medina & Velásquez, 2013) (Guasch Farrás, 2012). Los aspectos visuales que pueden afectar al trabajador son los sistemas de monitoreo de tareas, como ejemplo el sistema andon que tienen una serie de colores para monitoreo de actividades (Reyes et al., 2019), otro factor que afecta al trabajador son las posturas corporales de una persona durante las actividades laborales diarias conocidas como riesgo de posturas incorrectas en el trabajo (Marino et al., 2018).

La salud física de los trabajadores es uno de los aspectos más importantes que deben ser analizados, las empresas deben encaminarse a mejorar el ambiente laboral y el desempeño de los trabajadores, es por ello que este artículo presenta la evaluación de riesgos por ruido e iluminación en los puestos de trabajo de la empresa Calzado Marcia – Buffalo Industrial, (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2005) (Ministerio de empleo y seguridad social, 2000) (Valenzuela, 2012).

El resto del trabajo está dividido en cinco secciones, incluida la Introducción; la segunda sección muestra la metodología que se utiliza para el levantamiento de la información, estrategias de medición y equipo a utilizarse; mientras que la sección tres presenta los resultados obtenidos; posteriormente en la sección cuatro se muestra el análisis y discusión en base a los resultados obtenidos; finalmente las conclusiones se exponen en la sección cinco.



Metodología

La metodología utilizada en este trabajo se basa en la gestión de riesgos, propuesta por el ministerio de trabajo español (Ministerio de trabajo y asuntos sociales España, 2003), según lo describe la *Figura 1*.

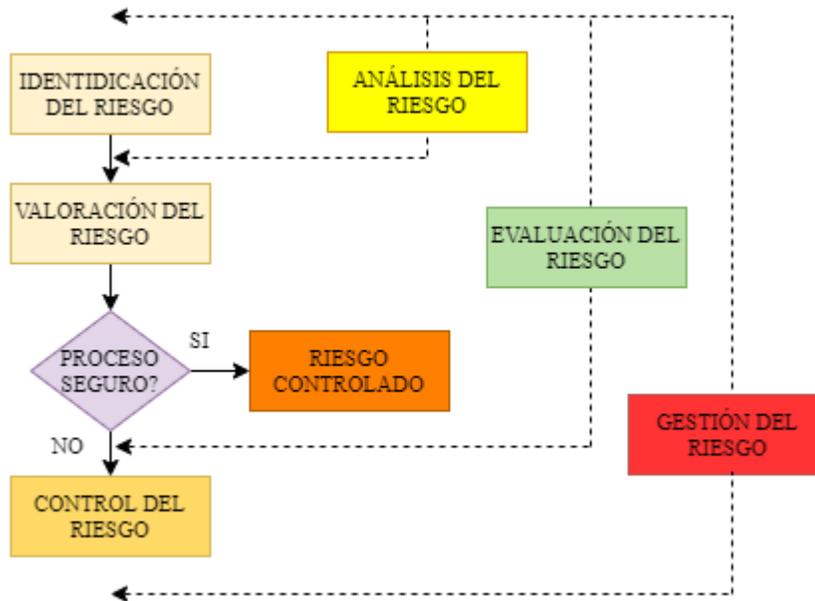


Figura 1. Fases de la gestión de riesgos

Fuente: Ministerio de trabajo y asuntos sociales España (2003)

De acuerdo a lo evidenciado se puede determinar que la identificación del peligro determina actos y condiciones inseguras y se cumple mediante un análisis inicial del ambiente de trabajo; la valoración del riesgo define el nivel de peligro e intervención, se efectúan con la selección de estrategia, equipo, plan de mediciones, tratamiento de resultados y comparación con los Límites de Exposición Permisibles (LEP); el proceso seguro estipula los trabajadores y los puestos donde existen niveles peligrosos de ruido e iluminación y el control del riesgo responde a las medidas preventivas sujetas a evitar y atenuar el riesgo presente en la empresa.

En este contexto, la *Figura 2* y *Figura 3* representan la estrategia de evaluación de riesgos por ruido e iluminación.

2.1 Medición de ruido

En la *Figura 2* se ilustra que la estrategia de medición a utilizar para ruido es basada en la tarea, debido a la categoría fija de los puestos de trabajo en la empresa. A continuación, se presenta el protocolo de medición con los parámetros necesarios para la adquisición de niveles de ruido según su tipo:

- Ruido estable. - se utiliza una escala de ponderación “A” con un tiempo de respuesta lento (Ministerio de empleo y seguridad social, 2000), y una duración de 3 minutos por medición.
- Ruido fluctuante. - se maneja una escala de ponderación “A” con un tiempo de respuesta lento, y la medición debe durar el tiempo de la tarea.
- Ruido de impacto. - se maneja una escala de ponderación “C” con un tiempo de respuesta rápido, y con una duración de 6 segundos por medición (Ministerio de empleo y seguridad social, 2000) (Valenzuela, 2012).

Es importante mencionar que, para todos los casos se realizan 6 mediciones por tarea o sub-tarea efectuada y el equipo se ubica en la posición que ocupa la cabeza del trabajador a la altura y orientación del oído más expuesto.

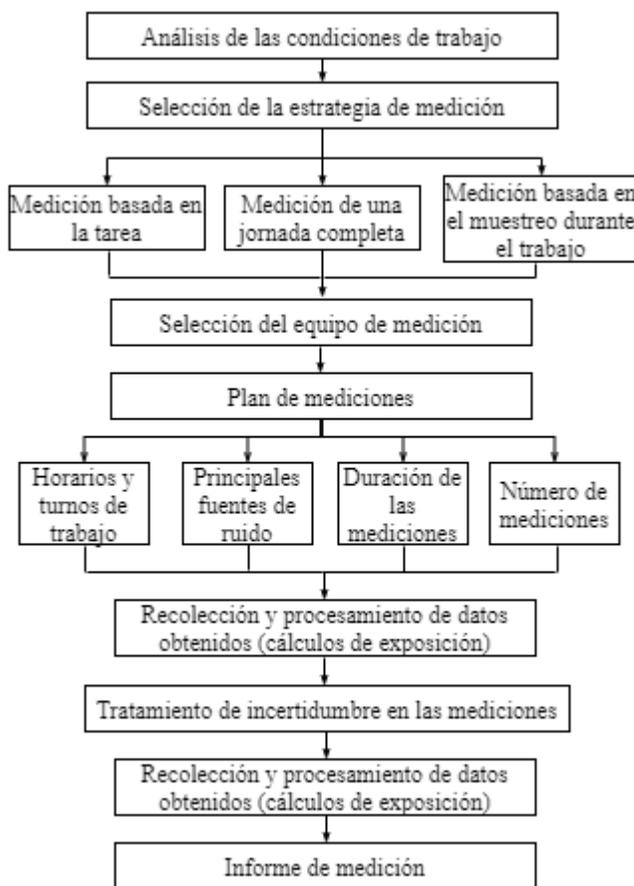


Figura 2. Metodología para la evaluación de ruido

Fuente: elaboración propia

El cálculo de atenuación de los protectores auditivos se realiza en base a la NTP 638 “Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos”, utilizando el método “SNR” (Ministerio de trabajo y asuntos sociales España, 2003).

Se considera para el tratamiento de incertidumbre en los datos obtenidos la “Guía práctica para el análisis y la gestión del ruido industrial” (Robert, 2013).

Y para la adquisición de datos de ruido se utiliza un sonómetro marca EXTECH modelo 447050 de categoría tipo 2, sus características técnicas se presentan en la *Tabla 1*.

Tabla 1.
Características sonómetro

Equipo	EXTECH 407750	Imagen Referencial
Escala de ponderación	“A” de (30 a 130) dB “C” de (35 a 130) dB	
Tiempo de respuesta	Lento (1 s) Rápido (125 ms)	
Precisión	±1,5 dB	
Norma que cumple	ANSI/IEC Tipo 2	
Calibración vigente	Si	
Condición de operación	(0 a 50) °C y de (10 a 90) % RH	

Fuente: Manual de operación Extech 407750

2.2 Estrategia de medición de iluminación

Las fases para la evaluación de riesgos por iluminación se exponen en la *Figura 3* y la estrategia de medición a utilizar son por puesto de trabajo y cuadrícula.



Figura 3. Metodología para la evaluación de iluminación

Fuente: elaboración propia

Los parámetros necesarios para la adquisición de niveles de iluminación se establecen según su tipo en el método basado en la tarea. La escala depende del nivel de iluminación existente, se realizan diez mediciones a diferentes horas del día en cada uno de los planos de trabajo utilizados, con una duración de un minuto por medición. La célula fotosensible del luxómetro debe situarse en el plano de trabajo a la altura e inclinación correspondiente

Además del método de la cuadrícula, donde la escala de medición depende del nivel de medición depende del nivel lumínico de la zona, los datos se toman en un tiempo de un minuto. La célula fotosensible del luxómetro se sitúa en forma horizontal en el centro de la cuadrícula trazada y a una altura de 80 cm del suelo.

2.3 Recolección de información

El registro y recolección de información se efectuó mediante el registro de actividades, registro técnico de maquinaria, listas de chequeo, encuestas y estudios de caso. Además, se evalúa las condiciones ambientales de cada puesto de trabajo mediante un anemómetro marca Sper Scientific modelo 850068/.

2.4 Procesamiento de datos

El análisis y la gestión de los datos, así como los cálculos necesarios para determinar la exposición de los trabajadores al Nivel de Ruido Promedio Equivalente Diario, Leq.D se efectúan mediante la Guía Práctica para el Análisis y Gestión del Ruido Industrial, como ejemplo en la *Tabla 2* y *Tabla 3* se muestran los registros de medición y exposición respectivamente.

Tabla 2.

Registro de medición en el puesto de rayado - asentado

Tarea	Tiempo (min)	Ciclos prom.	Sonometría						Temp. (°C)	Humedad (% vapor)	
			dB máx	dB min	dB máx	dB min	dB máx	dB min			
Ruido de fondo	262,98	-	dB máx	82,4	82,5	86,7	82,3	84,6	83,0	21,0	58,5
			dB min	81,6	82,4	82,3	81,7	81,9	82,6		
Activación de la maquinaria	0,4667	465	dB máx	94,9	95,1	94,3	94,5	94,5	94,7		
			dB min	82,8	83,5	83,7	84,2	84,0	83,8		

Fuente: elaboración propia

Tabla 3.

Registro de exposición en el puesto de rayado - asentado

Tarea	Leq. dB(A)						Promedio	Leq. D	Leq. D	Incertidumbre expandida
	Leq. dB(A)									
Ruido de fondo	82,0	82,5	85,0	82,0	83,5	82,8	83,1	80,5	89,2	± 2,611
Activación de la maquinaria	92,1	92,4	91,7	91,9	91,9	92,0	92,0	88,55		

Fuente: elaboración propia

Resultados

Los resultados de la evaluación de riesgos por ruido e iluminación se presentan teniendo en cuenta los límites permisibles establecidos en la Guía Técnica de Exposición de los Trabajadores al Ruido del INSHT.

3.1 Valoración de riesgos por ruido

El resultado de la medición de niveles de ruido se presenta en forma general, tomándose en cuenta la atenuación de los protectores auditivos utilizados en la empresa.

La *Figura 4*, muestra el $L_{aeq, D}$, donde se destaca que en veinte y siete puestos de trabajo el ruido posee un nivel menor a 80 dB. Se identifica también que treinta y cuatro puestos de trabajo presentan un nivel de ruido mayor a los 80 dB, situación que puede provocar en los trabajadores expuestos un Desplazamiento Temporal del Umbral de Audición TTS con sus siglas en inglés, y debido a la continua exposición se puede generar un Desplazamiento Permanente del Umbral de Audición (PTS), efecto agravado del TTS que dependiendo de los años de trabajo provoca que la recuperación del umbral de audición sea cada vez más lenta y dificultosa, hasta volverse irreversible (FEAPS Castilla y León, 2007).

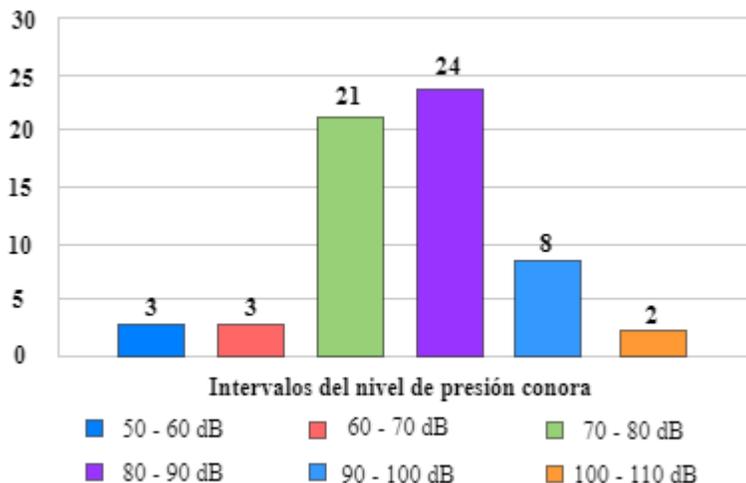


Figura 4. Resultado medición de niveles de ruido

Fuente: elaboración propia

En el gráfico anterior se destaca que veinte y cuatro puestos de trabajo presentan un nivel de ruido entre los (80 a 90) dB, ubicados en las secciones de corte, pulido, montaje, inyectado y terminado, donde la maquinaria utilizada principalmente es troqueladoras, destalladoras, cardadoras, entre otras. Por otra parte, los puestos de trabajo que presentan mayor nivel de ruido son las arregladoras, donde se utilizan rectificadoras neumáticas para efectuar su trabajo y la exposición es continua durante 8 horas que dura la jornada laboral.

La atenuación de protectores auditivos responde a la mayor parte de trabajadores en la empresa que utilizan protectores auditivos, es así que los trabajadores expuestos a un nivel de ruido superior al límite permisible se ubican en los puestos que muestra la *Tabla 4*.

Tabla 4.
Puestos de trabajo críticos

Puesto de trabajo	L aeq. D	LEP
Troquelado	90 dB(A)	85 dB(A)
Rayado - asentado	89 dB(A)	
Arreglado 1	91 dB(A)	
Arreglado 2	91 dB(A)	

Fuente: elaboración propia

Cuatro trabajadores se exponen a un nivel de ruido L aeq. D mayor al límite permisible, éstos pertenecen a los puestos de trabajo de troquelador de complementos con 90 dB(A), señalador - asentador con 89 dB(A) y arregladoras con 91 dB(A). El factor común identificado en éstos trabajadores es el esporádico uso del equipo de protección personal suministrado, dispositivos que no fueron seleccionados adecuadamente, además no se imparte capacitación necesaria sobre su uso, mantenimiento y ajuste, sumado a la falta de inducción sobre seguridad y salud ocupacional al ingresar a la empresa.

3.2 Valoración de riesgos por iluminación

El 69% de 61 puestos de trabajo en la empresa reciben iluminación natural por ventanas y lucernarios, lo que permite un flujo luminoso que depende de las condiciones ambientales del día. Mientras que el 31% de 61 puestos de trabajo debido a su ubicación difícilmente reciben iluminación natural, por lo que se mantienen encendido el sistema de iluminación artificial durante toda la jornada laboral, la *Figura 5* muestra el porcentaje de puestos que cuentan con iluminación natural.

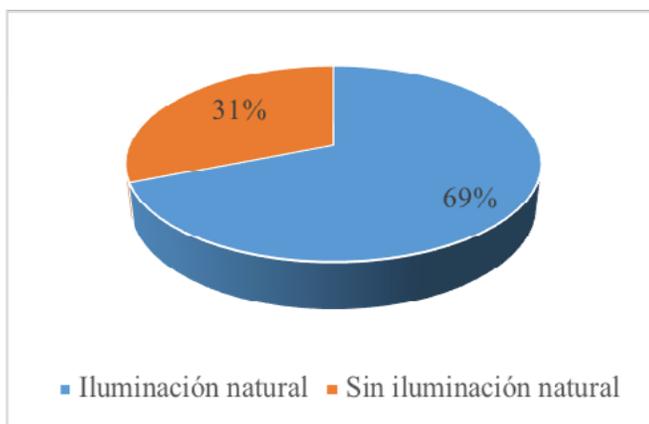


Figura 5. Tipo de iluminación en los puestos de la empresa

Fuente: elaboración propia

Al realizar la medición de niveles de iluminación en varios momentos de la jornada laboral se obtiene la gráfica de luminosidad en cada puesto de trabajo, como ejemplo se muestra el nivel de iluminación en arreglado 1 *Figura 6* y *Figura 7*.

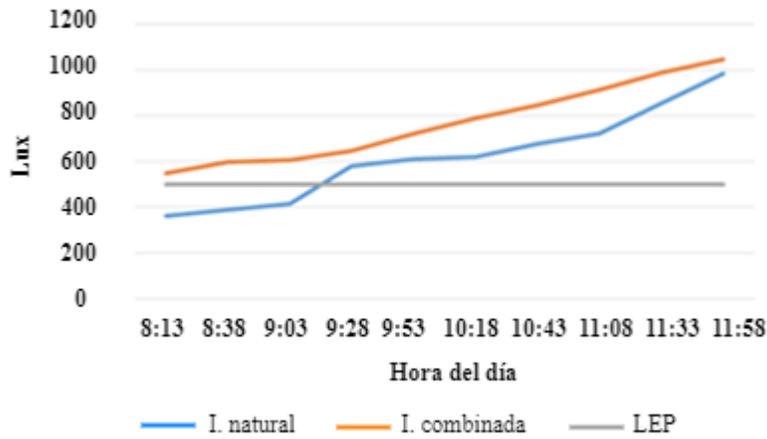


Figura 6. Iluminación en la mañana – arreglado
 Fuente: elaboración propia

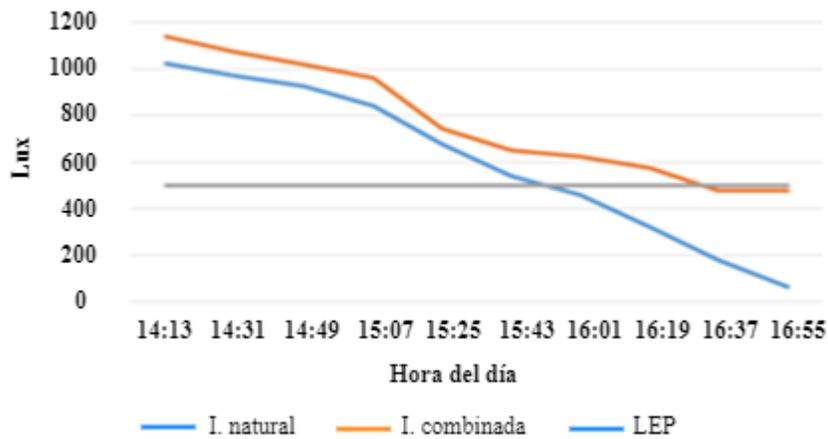


Figura 7. Iluminación en la tarde – arreglado
 Fuente: elaboración propia

El nivel de iluminación en el 69 % de puestos es variable por la luz natural que reciben estas zonas, determinando que al inicio de la jornada laboral la iluminación es baja en relación al LEP, debido a la ubicación de ventanas en partes altas y lucernarios en el techo; al medio día el nivel de iluminación asciende y presenta su nivel más alto, lo que provoca una iluminación excesiva y deslumbramientos en los trabajadores ubicados bajo éstos lucernarios principalmente en secciones como: corte, montaje, terminado e inyectado; y al finiquitar la jornada laboral el nivel de iluminación desciende a un nivel bajo exponiendo a trabajadores a una insuficiente iluminación y obligando a encender el sistema de iluminación artificial.

En la Figura 8 se muestran los puestos que poseen problemas por excesiva o insuficiente iluminación acorde al tiempo de exposición.

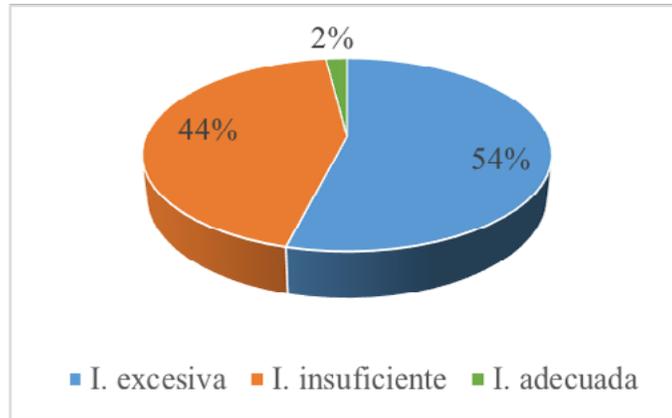


Figura 8. Resultado iluminación

Fuente: elaboración propia

Por lo que el 54% 33 puestos de trabajo presentan iluminación excesiva al ejecutar sus tareas, circunstancia que se debe a la ubicación de ventanas y lucernarios que permiten una incidencia de luz natural directa sobre el plano de trabajo utilizado, los puestos más críticos pertenecen a las secciones de corte y montaje; mientras que el 44 % es decir 27 puestos no cuentan con niveles de iluminación adecuados para realizar apropiadamente las tareas, problema que se debe a la insuficiente luz natural que se obtiene y a la baja reproducción de color junto con averías que presentan las lámparas existentes en los puestos. Doce de ellos son los más críticos, ya que poseen tareas con categoría muy difícil y un requisito visual especial, puestos que pertenecen a la sección de aparado; finalmente un solo puesto de trabajo correspondiente al 2 %, presenta un nivel de iluminación adecuado durante toda la jornada laboral, pulidor de suelas I; sin embargo, para mantener esta iluminación permanece encendida durante toda la jornada laboral las lámparas fluorescentes de enfoque general localizado ubicadas sobre el puesto, además, de la bombilla que permite una iluminación focalizada, situación que eleva costos por el consumo de energía eléctrica, mantenimiento y cambio de bombillas.

En la *Figura 9* se ilustran los problemas existentes por iluminación en los diferentes puestos de trabajo. Es así que:

- En la mañana se tiene un porcentaje equilibrado entre puestos con iluminación excesiva (38%), aceptable (33 %) e insuficiente (29 %); sin embargo, se mantienen encendido el sistema de iluminación artificial en el 62% de los puestos de la empresa-
- Al medio día la luz natural ilumina la mayor parte de las zonas de la empresa, éste nivel de iluminación es elevado y produce una excesiva iluminación en el 69% de los puestos, en cambio, en las secciones de armado, montaje y pulido la luz natural es escasa y existe insuficiente iluminación en puestos correspondientes a un 30 % del total, y únicamente cardado de suelas, cuenta con iluminación general-localizada y focalizada logra un nivel de iluminación adecuada para la tarea que realiza el trabajador.
- En la tarde se presenta el mayor número de problemas, la iluminación natural es baja e

insuficiente para cumplir de forma adecuada con las tareas en el 72% de puestos de trabajo en la empresa, por tal motivo se enciende el sistema de iluminación artificial que consta de bombillas fluorescentes y de mercurio; de enfoque localizado y general respectivamente, estas lámparas brindan un nivel de flujo luminoso semejante en todos los puestos, pero los requerimientos lumínicos son diferentes conforme la tarea realizada, provocando que exista un nivel de iluminación excesivo en el 25 % de puestos, aceptable en el 36 % e insuficiente en un 39 %, como muestra la *Figura 10*, porcentajes que demuestran una mejoría en la calidad de iluminación pero que no son adecuados para un ambiente de trabajo cómodo y seguro.

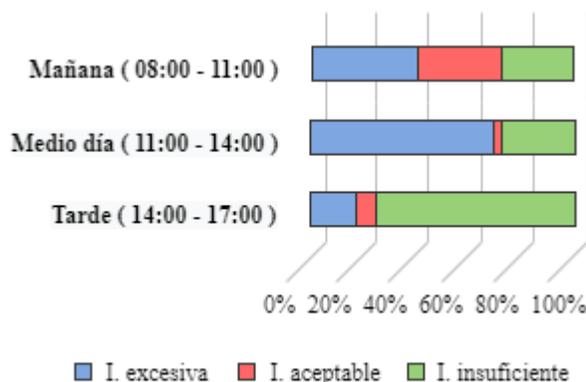


Figura 9. Calificación de iluminación en la jornada laboral

Fuente: elaboración propia

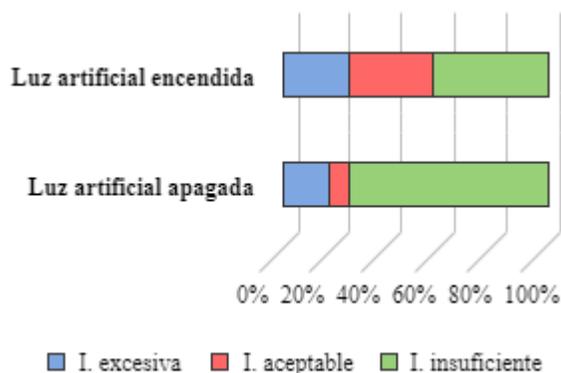


Figura 10. Calificación de iluminación en la tarde

Fuente: elaboración propia

Discusión

Se puede definir que el 7% de trabajadores en la empresa puede presentar un PTS, debido al paso de tiempo y a la exposición continua a niveles de ruido excesivos, la recuperación de este efecto va siendo cada vez más lenta y dificultosa, hasta volverse irreversible. No hay tratamiento médico ni quirúrgico para prevenir o corregir una pérdida auditiva inducida por exposición a ruido; educar e instruir al trabajador sobre los riesgos de la contaminación sonora es el principal tratamiento de esta afección (Denisov & Suvorov, 2010) (Sanchez, 1999) (Moreno, Martinez, & Rivero, 2006).

Por otra parte, la mayor cantidad de trabajadores se exponen a efectos psicológicos que se presentan con niveles de contaminación acústica menores a los límites permisibles, afecciones como: fatiga y estrés, que pueden desembocar en bajo rendimiento laboral (Ministerio de la presidencia, 2005). Las principales fuentes de ruido identificadas son: maquinaria de funcionamiento eléctrico, neumático e hidráulico, transmisión de potencia por banda y cadena, fuentes de aire comprimido, circuitos neumáticos con fugas y descargas sin silenciadores, falta de mantenimiento preventivo de los equipos utilizados y tiempos de funcionamiento prolongados.

Los trabajadores expuestos a un nivel inadecuado de iluminación como el 98% de los empleados de la empresa Calzado Marcia – Buffalo Industrial se someten a efectos y molestias que relacionados con la intensidad del riesgo y el tiempo de exposición, pueden causar bajo rendimiento laboral; incremento de errores asociados a la falta de visión por parte de la persona afectada e incidencia negativa sobre su estado de ánimo; tensión ocular, donde los músculos ciliares del ojo humano regulan la abertura de la pupila de acuerdo con el brillo promedio del campo visual; fatiga ocular, tanto por iluminación excesiva e insuficiente (Cabeza & Cabeza, 2011). Las principales fuentes de peligro que generan riesgo por iluminación son la inadecuada ubicación de puestos en relación con ventanas y lucernarios. lámparas fluorescentes con averías y obstáculos que evitan el flujo luminoso natural sobre el plano de trabajo utilizado.

Los riesgos físicos por ruido e iluminación siempre han sido un problema ambiental importante para el ser humano. Sin embargo, la forma en que el problema es tratado difiere considerablemente dependiendo del país, de su cultura, economía y política. Aun así, el problema persiste incluso en áreas donde se han utilizado numerosos recursos para regular, evaluar y controlar fuentes de peligro (Echeverri & González, 2011) (Ramos & Hernández, 2010).

Las medidas de control tendientes a eliminar o disminuir el nivel de ruido en los puestos críticos de la empresa son la selección de equipos silenciosos, mantenimiento preventivo de la maquinaria utilizada, reubicación de fuentes de ruido, limitación del tiempo de exposición de trabajadores, suministro de equipos de protección auditiva acorde a las necesidades de atenuación y capacitación continua a los trabajadores en temas de seguridad industrial. El control de niveles de iluminación se realiza mediante la colocación de persianas o cortinas en ventanas, cambio de vidrio transparente por traslucido en lucernarios, reubicación de puestos de trabajo respecto a ventanas y lucernarios, selección de lámparas adecuadas acorde a las necesidades lumínicas de cada puesto, además del mantenimiento preventivo y limpieza periódica de lámparas y ventanas.

Conclusiones

La evaluación de riesgos por ruido e iluminación determina las condiciones laborales en cada puesto de trabajo además de los empleados que se exponen a niveles peligrosos de ruido e iluminación, procurando mejorar este ambiente laboral mediante controles técnicos adecuados.

El estudio realizado establece el Nivel Promedio de Ruido Diario ($L_{aeq, D}$) con ponderación “A” tomando en cuenta el ruido de fondo, además del ruido propio de cada puesto de trabajo, información que finalmente se analiza con la atenuación de los EPP utilizados.

Suministrar a los trabajadores equipo de protección auditiva es uno de los controles más económicos para el sector empresarial, además de proporcionar un nivel de atenuación importante que combinado con una selección adecuada del dispositivo y capacitación sobre su utilización, mantenimiento y almacenamiento permite un mejor ambiente laboral para el trabajador.

Un ambiente de confort acústico y lumínico, acorde a las necesidades de las tareas en el lugar de trabajo consigue que el empleado realice sus actividades de forma apropiada y segura, mejorando el rendimiento, evitando distracciones y futuras enfermedades profesionales. Conseguir las condiciones laborales mencionadas demanda un íntegro diseño de puestos de trabajo, debiendo cumplir con un manual de ergonomía.

A fin de dar continuidad al presente artículo y su correspondiente investigación, tomando en cuenta las complementarias líneas de desarrollo futuro abiertas y la posible implementación de medidas de corrección propuestas. Se plantea a continuación algunos trabajos futuros que pueden desarrollarse como resultado de esta investigación o que, por exceder el alcance de la misma, no han podido ser tratados con la suficiente profundidad. Además, se sugieren algunas propuestas específicas para integrar medidas preventivas y correctivas e implementar soluciones a la evaluación de riesgos realizada:

- Realizar una evaluación de ruido específica posterior utilizando un sonómetro integrador - promediador que permita analizar ruido y sus bandas de octava, con lo cual se podrá valorar de mejor manera la atenuación de protectores auditivos y proponer controles dependiendo a la frecuencia del ruido existente.
- Efectuar audiometrías a los trabajadores expuestos a niveles de ruido mayores que el límite permisible y posteriormente a todo el personal de la empresa, información que permitirá conocer posibles afecciones acústicas y llevar un control médico de los trabajadores. Toda medida de control deberá enfocarse en los trabajadores mayormente expuestos, buscando mejorar sus condiciones de trabajo de forma inmediata y evitar así complicaciones aún más graves con su salud.
- Realizar una medición de iluminación siguiendo la estrategia de la “cuadrícula” en todas las secciones de la empresa, datos que complementan la presente investigación y obtienen un nivel de iluminación promedio por zona, lo que permite proponer medidas de control más específicas mejorando y corrigiendo la iluminación por puesto de trabajo o sección existente.
- Efectuar planes de acción preventivos y correctivos para disminuir los niveles de ruido e iluminación inadecuados en los puestos de trabajo, evaluando como mínimo anualmente riesgos en las instalaciones de la empresa, siguiendo los procedimientos establecidos y enfocándose en los puestos de trabajo catalogados como críticos.

Así también es necesario un estudio de tiempos por actividad y modelo de calzado fabricado en la empresa, información que permitirá medir y procesar de mejor manera los datos obtenidos, alcanzando niveles de exposición equivalentes diario más representativos. Entre las medidas preventivas y correctivas propuestas y más destacadas se detalla:



- Realizar el mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipos utilizados, logrando evitar el aumento del nivel de ruido nominal que éstos producen, llevar a cabo esta medida de control no representa excesivos costos, además extiende el tiempo de servicio de los elementos y de la misma maquinaria, reduciendo paros en la producción normal de la empresa.
- Efectuar una limpieza periódica de ventanas y lucernarios para evitar la acumulación de polvo, además llevar un control sobre el tiempo de servicio de las luminarias utilizadas lo que impedirá exponer a los trabajadores a niveles de iluminación bajos o parpadeos molestos que pueden presentar las bombillas.
- Instalar un mayor número de ventanas en las instalaciones, acción que permitirá la incidencia de iluminación natural y reducirá costos de energía eléctrica y consumo de bombillas.
- Efectuar e implementar un programa de capacitación para informar y formar a los trabajadores sobre riesgos presentes en sus puestos de trabajo, así también instruirles sobre el equipo de protección personal a suministrarles, enfatizando el nivel de atenuación que brinda, como debe realizarse el mantenimiento, ajuste y almacenamiento del dispositivo. Igualmente vigilar la efectividad de las medidas de control planteadas para ruido e iluminación, evidenciando su utilidad y beneficio, buscando mejorarlas e investigando controles más apropiados.

Referencias

- Cabeza, M. A., & Cabeza, M. E. (2011). Evaluación de los Riesgos por Iluminación en los Puestos de Trabajo de Oficinas PDVSA a través de un Programa de Computación. *SABER. Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*. 22(1), 63-69. <https://www.redalyc.org/pdf/4277/427739443009.pdf>
- Denisov, E., & Suvorov, G. (2010). Medición de ruido y evaluación. En Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Madrid: OIT.
- Echeverri, C. A., & González, A. E. (2011). Protocolo para medir la emisión de ruido generado por fuentes fijas. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 10(18), pp. 51-60 <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v10n18/v10n18a06.pdf?fbclid=IwAR1kY8azdCmv>
- EXTECH. (s.f). Manual del usuario. Medidor digital de nivel de sonido Modelo 407750. http://www.extech.com/products/resources/407750_UM-es.pdf
- FEAPS Castilla y León. (2007). Guía didáctica sobre ruido. CA Gráfica.
- Guasch Farrás, J. (2012). Iluminación. En Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo (pág. 20). Madrid: Ministerio de trabajo y asuntos sociales.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2005). Evaluación de riesgos laborales. Madrid, España.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2006). Exposición de los Trabajadores al Ruido. En Guía Técnica - Real Decreto 286/2006 (pág. 102). Madrid: Ministerio de Trabajo e Inmigración.
- Jarramillo, M., & Luna, Y. (2012). Ruido industrial: efectos en la salud de trabajadores expuestos. *Revista CES Salud Pública*, 3(2), 174-183. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4163349>
- Medina, A., & Velásquez, G. (2013). Sordera Ocupacional: revisión de su etimología y estrategias de prevención. *CES*, 4(2), 1-8.
- Ministerio de empleo y seguridad social. (2000). Aspectos ergonómicos del ruido: Evaluación. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Ministerio de la presidencia. (2005). Real Decreto 1513/2005 (Evaluación y gestión del ruido ambiental). Madrid: Gobierno de España.
- Ministerio de trabajo y asuntos sociales España. (2003). Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. En NTP 638 Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos (págs. 1 - 8). Madrid.

- Marino, C., Vargas, J., Aldas, C., Morales, L., & Toasa, R. (2018). Non-invasive monitoring environment: Toward solutions for assessing postures at work. *2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, 1–4. <https://doi.org/10.23919/CISTI.2018.8399204>
- Moreno, R. E., Martínez, A., & Rivero, D. (2006). Pesquisa auditiva en trabajadores expuestos al ruido industrial. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 22(3), 1-10. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21252006000300003&script=sci_arttext&tlng=en
- Ramos, F., & Hernández, A. (2010). Condiciones necesarias para el confort visual. En *Iluminación* (pág. 46.7). Madrid: OIT.
- Reyes, J., Morales, L., Aldas, D., Reyes, R., & Toasa, R. (2019). Real Time Automatic Andon Alerts for Android Platforms Applied in Footwear Manufacturing. In *International Conference on Computer and Communication Engineering* (pp. 43-56). https://doi.org/10.1007/978-3-030-12018-4_4
- Robert, N. (2013). Guía práctica para el análisis y la gestión del ruido industrial. Madrid: Imagen Artes Gráficas, S.A.
- Rodríguez, R., Pattini, A., & Villaruel, C. (2013). Protocolo para la iluminación en el ambiente laboral. *ASADES*, 1(5), 1-9.
- Sánchez, R. (1999). ¿Qué puede hacer el médico en relación al daño auditivo por exposición crónica al ruido? *Bolsa Médica. Medicina y Salud en Noticias.*, 17, 1-2.
- Suter, A. H. (2010). Ruido. En *Enciclopedia de la salud y seguridad en el trabajo* (págs. 47.1- 47.19). España: OIT.
- Valenzuela, J. C. (2012). Protocolo para la medición de ruido impulsivo en los lugares de trabajo. Santiago de Chile.

Copyright (c) 2021 Mauricio Xavier López Flores, Elvis Román López Flores y Cristhian Eduardo Oñate Flores.



Este texto está protegido bajo una licencia internacional [Creative Commons](#) 4.0.

Usted es libre para Compartir—copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato — y Adaptar el documento — remezclar, transformar y crear a partir del material—para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla las condiciones de Atribución. Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) – [Texto completo de la licencia](#)

NORMAS DE PUBLICACIÓN REVISTA ODIGOS

La **REVISTA ODIGOS** es una publicación científica de la Universidad Tecnológica Israel, cuya difusión es trianual: febrero, junio y octubre.

El propósito es publicar, en español e inglés, trabajos de investigación científica y desarrollo tecnológico vinculados a las Ciencias de la Ingeniería y Exactas (ciencia y tecnología, computación, física, matemática, telecomunicaciones, electrónica).

Está dirigida a docentes, investigadores y profesionales que estén interesados en la actualización y el seguimiento de los procesos de investigación científico-tecnológica en esta área del conocimiento. Es de acceso abierto y gratuito, e incluye artículos originales de investigación, ensayos y reseñas.

Es importante acotar que las evaluaciones se hacen con pares a doble ciego para garantizar la objetividad y la calidad de las publicaciones.

1. ALCANCE Y POLÍTICA

Las aportaciones tienen que ser originales y no haber sido publicados previamente o estar en proceso de revisión de otro medio.

Estas pueden ser mediante:

- **Artículos:** trabajos de naturaleza teórica y empírica con una extensión de entre 12 y 16 páginas, incluyendo título, resúmenes, descriptores, tablas y referencias.

La estructura a seguir es la siguiente: título, autor (es), institución, correo electrónico de cada autor, código Orcid (<https://orcid.org/>), resumen, palabras clave, abstract (no se aceptarán traducciones provenientes de traductores automáticos), keywords, introducción, metodología, resultados, conclusiones y referencias bibliográficas.

- **Ensayos:** son revisiones exhaustivas del estado de la cuestión de un tema de investigación reciente y actual justificado mediante la búsqueda sistemática de autores que traten sobre esa problemática. Para esta sección se aceptan trabajos con un máximo de entre 12 y 16 páginas, incluyendo título, resúmenes, descriptores, tablas y referencias.

La estructura a seguir es la siguiente: título, autor (es), institución, correo electrónico de cada autor, código Orcid (<https://orcid.org/>), resumen, palabras clave, abstract (no se aceptarán traducciones provenientes de traductores automáticos), keywords, introducción, desarrollo,

debate/discusión/conclusiones y referencias bibliográficas.

- **Reseñas:** consiste en la valoración crítica de un autor, un libro u obra artística en la que se realice una evaluación o crítica constructiva. Tiene una extensión de máximo 12 páginas incluyendo título, resúmenes, descriptores, tablas y referencias.

La estructura a seguir es la siguiente: título, autor (es), correo electrónico de cada autor, código Orcid (<https://orcid.org/>), resumen, palabras clave, abstract (no se aceptarán traducciones provenientes de traductores automáticos debido a su baja calidad), keywords, introducción, desarrollo, debate/discusión/conclusiones y referencias bibliográficas.

2. PROCESO EDITORIAL

Se informa a los autores que los trabajos que se publicaran deben respetar el formato de la plantilla establecida y ser enviados exclusivamente por el OJS (Open Journal System): <https://revista.uisrael.edu.ec/index.php/ro>, por esa vía se manejará el proceso de estimación/desestimación y de aceptación/rechazo, así como en caso de aceptación, el proceso de revisión.

En el período máximo de 30 días, a partir de la recepción de cada trabajo, los autores recibirán una notificación. En caso de que el manuscrito presente deficiencias formales o no se incluya en el focus temático de la publicación, el Editor principal o Director Científico desestimarán formal o temáticamente el trabajo sin opción de reclamo por parte del autor. Por el contrario, si presenta carencias formales superficiales, se devolverá al autor para su corrección antes del inicio del proceso de evaluación. Para ello se establecen las siguientes categorías: **aceptado, aceptado con cambios menores, aceptado con cambios mayores, rechazado.**

Se solicita a los autores que una vez recibida la resolución por parte del Editor de la Revista o del Director Científico envíen el documento corregido en no más de 30 días para una segunda revisión, salvo a aquellos autores a quienes se ha notificado su documento como rechazado.

Los manuscritos serán evaluados científicamente, de forma anónima por pares expertos en la temática, con el fin de garantizar la objetividad e independencia de la Revista.

Los criterios de valoración para la aceptación/rechazo de los trabajos por parte del Consejo Editor son los siguientes:

- Actualidad y novedad.
- Relevancia y significación: avance del conocimiento científico.
- Originalidad.
- Fiabilidad y validez científica: calidad metodológica contrastada.
- Organización (coherencia lógica y presentación formal).



- Coautorías y grado de internacionalización de la propuesta y del equipo.
- Presentación: buena redacción.

3. PRESENTACIÓN Y ESTRUCTURA DE ORIGINALES

Los trabajos se presentarán en tipo de letra Times New Roman 12, interlineado simple, con alineación a la izquierda y sin tabuladores ni retornos de carros entre párrafos. Solo se separan con un retorno los grandes bloques (autor, título, resúmenes, descriptores, créditos y epígrafes). Los trabajos se presentan en Word para PC. Las normas de citas y bibliografía se basan en APA 6ta edición.

A continuación, se detalla en profundidad como debe desarrollarse el texto académico:

- Nombre y apellidos completos de cada uno de los autores por orden de prelación, el número deberá estar justificado por el tema, su complejidad y su extensión, siendo 4 el máximo. Junto a los nombres ha de seguir la institución, correo electrónico de cada autor y código ORCID.
- Resumen en español con un máximo de 200 palabras, donde se describirá de forma concisa el motivo y el objetivo de la investigación, la metodología empleada, los resultados más destacados y principales conclusiones, con la siguiente estructura: justificación del tema, objetivos, metodología del estudio, resultados y conclusiones. Ha de estar escrito de manera impersonal en tercera persona: “El presente trabajo se analizó...”.
- Abstract en inglés con un máximo de 200 palabras. Para su elaboración, al igual que para el título y los keywords, no se admite el empleo de traductores automáticos. Los revisores analizan también este factor al valorar el trabajo
- De 4-6 palabras clave en español/ 4-6 keywords en inglés.
- Introducción: debe incluir los fundamentos y el propósito del estudio, utilizando citas bibliográficas, así como la revisión de la literatura más significativa proveniente de fuentes válidas y de calidad académica.
- Metodología: Será presentado con la precisión que sea conveniente para que el lector comprenda y confirme el desarrollo de la investigación. Se describirá el enfoque metodológico adoptado, la población y muestra, así como las técnicas seleccionadas.
- Resultados: se realizará una exposición de la información recabada durante el proceso de investigación. En caso de ser necesario los resultados se expondrán en figuras o/y tablas (**Ver plantilla de estilo**).
- Conclusiones: resumirá los hallazgos, relacionando las propias observaciones con otros estudios de interés, señalando aportaciones y limitaciones sin reiterar datos ya comentados en otros apartados.

- Referencias bibliográficas: Las citas bibliográficas deben reseñarse en forma de referencias al texto. No debe incluirse bibliografía no citada en el texto. El número de referencias bibliográficas deben ser como mínimo 12 y máximo 20, cantidad necesaria para contextualizar el marco teórico, la metodología usada y los resultados de investigación. Se presentarán alfabéticamente por el apellido primero del autor (agregando el segundo solo en caso de que el primero sea de uso muy común, y unido con guion). Debe usarse la norma APA 6ta edición.
- Apoyo financiero (opcional): El Council Science Editors recomienda a los autor/es especificar la fuente de financiación de la investigación. Se considerarán prioritarios los trabajos con aval de proyectos competitivos nacionales e internacionales. En todo caso, para la valoración científica del manuscrito, este debe ir anonimizado con XXXX solo para su evaluación inicial, a fin de no identificar autores y equipos de investigación, que deben ser explicitados posteriormente en el manuscrito final.

4. DERECHOS DE AUTOR

Los autores que participen de los procesos de evaluación y publicación de sus ediciones conservan sus derechos de autor, cediendo a la revista el derecho a la primera publicación, tal como establecen las condiciones de reconocimiento en la licencia [Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional](#) (CC BY), donde los autores autorizan el libre acceso a sus obras, permitiendo que los lectores copien, distribuyan y transmitan por diversos medios, garantizando una amplia difusión del conocimiento científico publicado.

5. LISTA DE COMPROBACIÓN PARA ENVÍOS

Los investigadores deberán llenar en el OJS la lista de comprobación para envíos. En caso de que no cumpla uno de los requisitos, el autor no podrá subir el archivo. Por ello es necesario que se revisen los siguientes parámetros antes de enviar el documento.

- El envío no ha sido publicado previamente ni se ha sometido a consideración por ninguna otra revista (o se ha proporcionado una explicación al respecto en los comentarios al editor/a).
- El archivo de envío está en formato Microsoft Word.
- Siempre que sea posible, se proporcionan direcciones URL para las referencias.
- El texto alineado a la izquierda con tiene interlineado sencillo; letra Times New Roman, 12 puntos de tamaño de fuente.
- El texto se adhiere a los requisitos estilísticos y bibliográficos resumidos en las [Directrices para autores](#).
- Si se envía a una sección evaluada por pares de la revista, deben seguirse las instrucciones en asegurar una evaluación anónima.



6. PRÁCTICAS DESHONESTAS: PLAGIO Y FRAUDE CIENTÍFICO

En el caso de que haya algún tipo de infracción contra los derechos de la propiedad intelectual, las acciones y procedimientos que se deriven de esa situación serán responsabilidad de los autores/as. En tal sentido, cabe mencionar las siguientes infracciones graves:

- Plagio: consiste en copiar ideas u obras de otros y presentarlas como propias, como por ejemplo el adoptar palabras o ideas de otros autores sin el debido reconocimiento, no emplear las comillas en una cita literal, dar información errónea sobre la verdadera fuente de la cita, el parafraseo de una fuente sin mencionarla, el parafraseo abusivo, incluso si se menciona la fuente.
- Fraude científico: consiste en la elaboración, falsificación u omisión de información, datos, así como la publicación duplicada de una misma obra y los conflictos de autoría. CITACIÓN Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS el sistema de citación y referencias bibliográficas se ajustarán a las American Psychological Association (Normas APA, 6ta. edición).
- Se respetará de forma tácita el orden de los autores que figure en el documento original enviado.





Uisrael - 2021

Francisco Pizarro E4-142 y Marieta de Veintimilla

Teléfono: (593) 2 255-5741

rodigos@uisrael.edu.ec

Quito - Ecuador