

Compartiendo conocimientos

FEGLININ

VOLUMEN 4.3

Año 7, N°27 diciembre 2023

REVISTA OFICIAL
DE LA

F.G.D.P.
**FEDERACIÓN
GLOBAL
DE PROFESIONES**



CONTENIDO

ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO DE UNA MÁQUINA CNC USANDO INTEGRACIÓN TRAPEZOIDAL	5
INTEGRACIÓN DE TIC'S PARA LA CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES FERROSOS Y LA VALIDACIÓN DE PARÁMETROS TÉCNICOS	13
EVALUACIÓN DE LA VIDA DE ANAQUEL DE UNA SALSA TIPO MARISQUERA.....	19
DISEÑO DE UNIÓN SOLDADA BARRA-RODILLO DE UNA MÁQUINA DESHEBRADORA DE CARNE.....	26
LABORATORIO DE REALIDAD VIRTUAL (LRV) PARA MÓDULOS DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS TELETERNIK.....	33
ANÁLISIS DE TENSIÓN TERMOELÉCTRICA DE ESTADO ESTACIONARIO DE UN FUSIBLE	40
IMPORTANCIA DE LOS INSECTOS COMO FUENTE DE PROTEÍNA	47

Comisión Editorial F.G.D.P.

Directorio

Directora editorial:

Lic. Sandra Patricia Vázquez Hernández
Federación Global de Profesiones AC
administracion@federacionglobal.com

Secretario Técnico:

Dr. Lorenzo Sánchez Vásquez
Abbott Laboratories de México
lorenzo.sanchez1@abbott.com

Consejeros Técnicos:

Dra. Minerva Cristina García Vargas
Tecnológico Nacional de México Campus
Zitácuaro
minerva.gv@zitacuaro.tecnm.mx

Dr. Ramsés Flores Gama
Universidad Loyola del Pacífico
ramses.flores@loyola.edu.mx

Editor Responsable:

Mtro. Juan Pablo Díaz Moreno
Federación Global de Profesiones AC
congreso@federacionglobal.com

FEGLININ, año 7, No. 27, volumen 4.3, agosto – diciembre 2023, es una publicación trimestral editada por la Federación Global de Profesiones AC, calle Juan de Dios Bonilla, 11-c, Col. Alta Costa Azul, Acapulco de Juárez, Guerrero, México, C.P. 39850, TEL (744) 43-35-677,

<https://www.federacionglobal.com>,

federacionglobal@gmail.com, editor

responsable: Juan Pablo Díaz Moreno. Reserva de Derecho al Uso Exclusivo No -en trámite-, ISSN: 2594-2298, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, secretaria general de la Federación Global de Profesiones A.C., Lic. Sandra Patricia Vázquez Hernández, calle Juan de Dios Bonilla, 11-c, Col. Alta Costa Azul, Acapulco de Juárez, Guerrero, México, C.P. 39850, fecha de la última modificación, 20 de diciembre de 2023.

Queda prohibida la reproducción total o parcial del contenido publicado en esta revista, mismo que es propiedad y queda registrado a nombre de los autores; su reproducción no autorizada constituye una infracción y un delito de conformidad con las leyes aplicables

EDITORIAL

En la Federación Global de Profesiones hemos podido corroborar que el desarrollo tecnológico, industrial, administrativo y/o en los sistemas computacionales se da sí, y solo sí, se logra impactar positivamente en la sociedad con los que se está realizando. En estos siete años de publicaciones trimestrales ininterrumpidas de la revista FEGLININ y dados los artículos que en cada una de las ediciones se han publicado, es que podemos afirmar lo anterior.

Es de reconocer el esfuerzo que en este sentido realiza La Red de Cuerpos Académicos "Optimización de procesos con la industria 4.0" que preside Dr. Aaron Guerrero Campanur pues constantemente se encuentran motivando a la investigación a docentes y alumnos que pertenecen a las instituciones y/o cuerpos académicos que la integran, además el resultado de sus investigaciones lo comparten abiertamente y sin restricciones para beneficio de todos. De ahí que, cualquiera que tenga interés por lograr desarrollar su empresa, proyecto, proceso y/o equipo de trabajo pueda echar mano de estas publicaciones que han sido debidamente arbitradas y que ahora se comparten por este medio.

A todos los autores que ahora participan, agradecemos enormemente su colaboración los instamos a proseguir en su labor docente y de investigación, sabemos que esta es una manera muy efectiva de salir adelante como personas, como profesionistas, pero sobre todo como sociedad, ya que la aplicación del método científico es garantía segura de salir adelante, más aún, cuando se realiza en forma conjunta entre diversas instituciones y entre diversos investigadores de distintas especialidades y por si esto fuera poco, integran además en sus investigaciones a sus alumnos, lo que a su vez es la preparación de una nueva generación de investigadores que por lo visto requiere tanto nuestro país.

Por nuestra parte, seguiremos atentos a lo que nos compartan para hacer las evaluaciones correspondientes y/o en su caso apoyar en los proyectos que deseen poner en marcha, por ello les invitamos a revisar nuestra página web (<https://federacionglobal.com/>) y a ponerse en contacto con nosotros ya que aún hay mucho que podemos hacer juntos.

Sandra Patricia Vázquez Hernández
Secretaria General
Federación Global De Profesiones AC

COMITÉ DE ARBITRAJE

El cuerpo arbitral que participó en la revisión de todos y cada uno de los artículos publicados en este número 27 de la revista FEGLININ está conformado por las siguientes personas:

Aarón Guerrero Campanur..Instituto Tecnológico Superior de Uruapan	Javier Montoya Ponce ..Instituto Tecnológico de Ciudad Jiménez
Alan García Arreola ..Instituto Tecnológico de Zitácuaro	Jesús Amparo Morales Guzmán..Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato
Alejandro Villalobos Aragón..Universidad Autónoma de Chihuahua Facultad de Ingeniería	Jesús Ignacio Castro Salazar..Instituto Tecnológico Superior de Abasolo
Ángel Adad Franco Baltazar ..Instituto Tecnológico de San Juan del Río	José Carlos Pérez Mora ..Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Hidalgo
Ángel Custodio Navarrete..Instituto Tecnológico de San Juan del Río	José Gabriel Ayala Landeros..Instituto Tecnológico de San Juan del Río
Angélica González Paramo ..Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato	José Martín Gutiérrez Arriaga ..Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Hidalgo
Araceli Moreno González..Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato	Juan Emigdio Soto Osornio ..Instituto Tecnológico de San Juan del Río
Armida González Lorence ..Instituto Tecnológico de San Juan del Río	Juan Hernández Paredes..Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato
Bertha Ivonne Sánchez Luján..Instituto Tecnológico de Ciudad Jiménez	Juan José Maldonado García..Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Hidalgo
Brisa Berenice Villegas Malagón..Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Hidalgo	Juan Pablo Díaz Moreno ..Federación Global de Profesiones
César Primero Huerta ..Tecnológico de Estudios Superiores de Valle de Bravo	Luis Alberto León Bañuelos..Tecnológico de Estudios Superiores de Valle de Bravo
Cristina Orozco Trujillo Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato	Luis Armando García de la Rosa ..Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato
Daphne Espejel García ..Universidad Autónoma de Chihuahua Facultad de Ingeniería	María Guadalupe de Lourdes Acosta Castillo..Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato
Demetrio Castelan Urquiza..Tecnológico de Estudios Superiores de Valle de Bravo	María Teresa Martínez Acosta ..Instituto Tecnológico de Ciudad Jiménez
Emma Yesenia Rivera Ruiz ..Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Hidalgo	Mariana Carolyn Cruz Mendoza..Tecnológico de Estudios Superiores de Valle de Bravo
Erick Rodolfo López Almanza..Instituto Tecnológico Superior de Abasolo	Mayra Victoria Campos..Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato
Esteban García Ramírez Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Hidalgo	Natanael Vargas Pimentel..Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Hidalgo
Francisco Jesús Arévalo Carrasco ..Instituto Tecnológico Superior de Uruapan	Óscar Jesús Ortiz Arrazola..Instituto Tecnológico Superior de Abasolo
Gabriela González Vázquez ..Tecnológico de Estudios Superiores de Valle de Bravo	René García Martínez..Tecnológico de Estudios Superiores de Valle de Bravo
Gilberto Chávez Esquivel..Instituto Tecnológico Superior de Uruapan	Vanessa Verónica Espejel García ..Universidad Autónoma de Chihuahua Facultad de Ingeniería
Guadalupe Jiménez Hidalgo..Instituto Tecnológico de Ciudad Jiménez	Wendoly Julieta Guadalupe Romero Rodríguez..Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato
Isabel Ernestina López Navarro ..Instituto Tecnológico de San Juan del Río	Yasmin Elizabeth Reyes Martínez..Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Hidalgo
Jaime Navarrete Damián..Instituto Tecnológico de San Juan del Río	Zinthia Moreno Ruiz ..Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Hidalgo

ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO DE UNA MÁQUINA CNC USANDO INTEGRACIÓN TRAPEZOIDAL

STUDY AND ANALYSIS OF THE ENERGY CONSUMPTION OF A CNC MACHINE USING TRAPEZOIDAL INTEGRATION

P. de Ing. Jonatan Jiménez Cristóbal¹

Dr. Carlos Juárez toledo²

Dra. Irma Martínez Carrillo³

Dr. Ulices Camacho Altamirano⁴

Dr. Miguel Angel Hernández Epigmenio⁵

RESUMEN

El estudio del ahorro de energía en los procesos industriales es una prioridad en cualquier organización, reducir el uso de los recursos energéticos propicia que las empresas sean más rentables, competitivas y amigables con el medio ambiente. Dentro de la industria metal mecánica, se han desarrollado diferentes investigaciones con la finalidad de maximizar el uso de los recursos, como el de monitorear la temperatura de los metales mientras se realiza el maquinado, además de la temperatura factores como la velocidad del husillo, avance de corte y los sonidos que produce el herramienta durante el proceso de corte determinan la calidad del maquinado, en este trabajo se propone un estudio y análisis del consumo energético de una máquina de control numérico computarizado (CNC) a través de integración trapezoidal para determinar la velocidad óptima de corte.

ABSTRAC

The study of energy savings in industrial processes is a priority in any organization; reducing the use of energy resources makes companies more profitable, competitive and environmentally friendly. Within the metal mechanics industry, different investigations have been developed with the aim of maximizing the use of resources, such as monitoring the temperature of the metals while machining is carried out, in addition to temperature factors such as spindle speed, feed. The cutting speed and the sounds produced by the tooling during the cutting process determine the quality of the machining. In this work, in this work a study and analysis of the energy consumption of a computer numerical control (CNC) machine is proposed through trapezoidal integration to determine the optimal cutting speed.

Palabras clave: Consumo energético, máquina CNC, velocidad óptima, integral numérica.

Key words: Energy consumption, CNC machine, optimal speed, numerical integral.

INTRODUCCIÓN

Los pronósticos de consumo y demanda eléctrica son el insumo inicial para la elaboración del PRIIRCE y del Programa de Ampliación y Modernización de la Red Nacional de Transmisión, que llevan a cabo tanto la Secretaría de Energía (SENER) como el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE).

¹ P. de Ing. Jonatan Jiménez Cristóbal del Programa de Ingeniería en Producción Industrial de la Unidad Académica Profesional Tianguistenco de la Universidad Autónoma del Estado de México, jhonathan_19711@hotmail.com

² Dr. Carlos Juárez Toledo es Profesor de la Unidad Académica Profesional Tianguistenco de la Universidad Autónoma del Estado de México, cjuarez@uaemex.mx

³ Dra. Irma Martínez Carrillo es Profesora de la Unidad Académica Profesional Tianguistenco de la Universidad Autónoma del Estado de México, imartinezca@uaemex.mx

⁴ Dr. Ulices Camacho Altamirano es becario del programa Cátedras COMECYT 2023 en la Unidad Académica Profesional Tianguistenco de la Universidad Autónoma del Estado de México, ucamachoa@uaemex.mx

⁵ Dr. Miguel Ángel Hernández Epigmenio es becario del programa Cátedras COMECYT 2023 en la Unidad Académica Profesional Tianguistenco de la Universidad Autónoma del Estado de México, mahernadeze001@profesor.uaemex.mx

Como parte del proceso general para la elaboración del Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN), la SENER proporciona al CENACE los escenarios de crecimiento económico y los pronósticos de los precios de consumibles para la generación eléctrica. El CENACE obtiene los pronósticos de consumo de energía eléctrica por medio de la agregación de variables que determinan dicho consumo. Con estas variables y con el apoyo de métodos de suavización de series de tiempo y modelos de regresión lineal, proyecta el consumo de energía eléctrica de las regiones [1].

Con base en las estimaciones del escenario de planeación de la demanda máxima integrada se proyecta un crecimiento medio anual de 3.7% entre el 2016 y 2030. Las regiones de control con mayor crecimiento en su demanda máxima serán baja california sur, noroeste y peninsular, con tasas superiores al crecimiento medio de todo el sistema o como se muestran como se observa en la Figura 1 [2].



Figura 1 crecimiento medio anual de la demanda máxima integrada por región de control 2016-2030 [3].

Derivado de la búsqueda para optimizar el consumo de energía eléctrica dentro de la industria manufacturera, se han buscado alternativas puntuales en cada uno de los equipos de forma individual y/o colectiva para tener un consumo eficiente con la finalidad de maximizar el uso de los recursos, como el de monitorear la temperatura de los metales mientras se realiza el maquinado, además de la temperatura hay otros factores que desempeñan roles muy importantes como son la velocidad del husillo, avances de corte, alteraciones metalúrgicas en la superficie maquinada [4], el uso de sonidos que produce la herramienta de corte para determinar su estado, la vida útil de una herramienta de corte también estará en función de la cantidad de material que esta renueve [5,6].

En particular máquina fresadora vertical CNC requiere de un consumo excesivo de energía eléctrica, si esta no trabaja en condiciones óptimas propicia todavía un consumo de energía innecesario reflejándose en altos costos de facturación para las empresas, el objetivo de este trabajo es determinar un estudio y análisis del consumo energético de una máquina CNC a través de un sensor de efecto hall para medir la corriente consumida durante un proceso de maquinado y posteriormente procesar la información utilizando integral numérica para determinar el consumo de energía dependiente de la velocidad de corte.

La implementación de estrategias para optimizar el suministro de energía eléctrica a las diferentes máquinas herramientas que comúnmente se utilizan en la industria manufacturera, son un tema que ocupa.

En este trabajo, ante el análisis de pruebas experimentales y comparación de las técnicas de corte a distintas velocidades se podrá determinar el consumo energético generado por la máquina CNC.

METODOLOGÍA

Las máquinas CNC modernas son controladas por una computadora a comparación de las convencionales o manuales, normalmente este tipo de control se ejerce a través de un programa computacional por el cual la máquina CNC está diseñada para ejecutar las instrucciones de un software, el cual además controla la posición y velocidad de los motores que accionan los ejes de la máquina, con la precisión que brindan este tipo de artefactos se pueden realizar movimientos que no se pueden lograr fácilmente con un control manual como lo son círculos, líneas diagonales y figuras con geometría compleja o tridimensionales. La metodología para la realización de un estudio y análisis del consumo energético de una máquina CNC son los siguientes:

1. Programación: generación de Código G del proyecto a maquinar.
2. Carga: subir el programa a la consola del CNC con las características requeridas.
3. Interfaz: sistema de medición de corriente a través de un sensor de efecto Hall.
4. Procesamiento de información: análisis de la corriente usando el método de integral numérica.

El diagrama de la Figura 2, ilustra la metodología empleada para el procesamiento de la información.

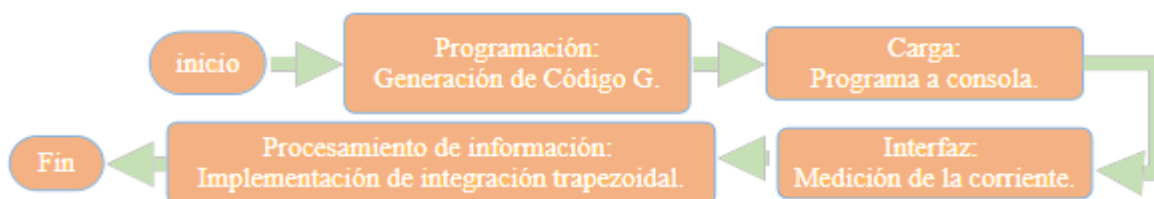


Figura 2 Metodología empleada para el desarrollo del proceso.

A continuación, se describen a detalle los puntos involucrados en el proceso de la figura 2.

Programación: el lenguaje de programación más empleado es el código G (G-code) o códigos preparatorios y se caracterizan por iniciar con la letra G, F para la velocidad de avance y D y R indican diámetro o radio respectivamente [7], en la Tabla 1 se indican los comandos básicos de corte para la pieza de la Figura 3.

Tabla 1. Funciones G para CNC [8]

Instrucción	Función
G00	Movimiento rápido sin corte
G01	Interpolación lineal (avance de maquinado)
G02	Interpolación circular en sentido de las manecillas del reloj
G03	Interpolación circular en sentido contrario a las manecillas del reloj
G21	Entrada de datos en milímetros

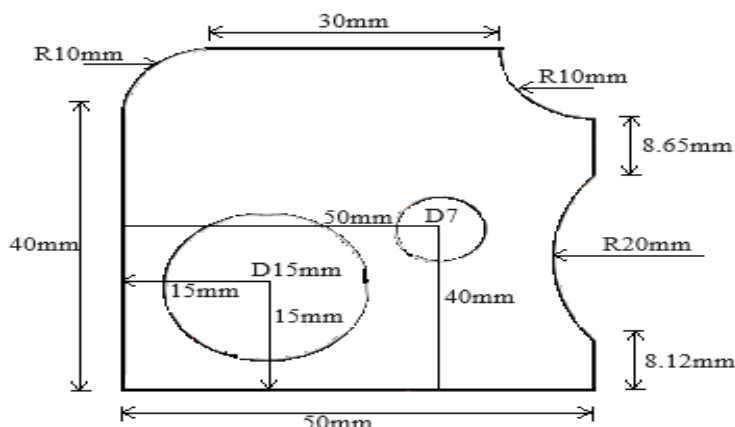
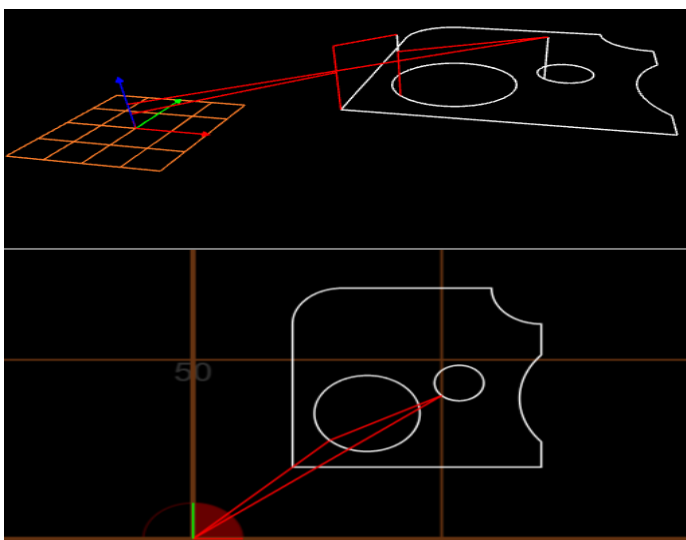


Figura 3 Perfil de corte.

A continuación, se describe el código G generado para la Figura 3 con su respectiva vista en G-code simulator.

```
%
G00 X0 Y0 Z3 F120;
G00 X20 Y20;
G01 X20 Y20 Z-6;
X20 Y60;
G02 X30 Y70 R10;
G01 X60 Y70;
G03 X70 Y60 I10;
G01 X70 Y51.34;
G03 Y27.12 R19;
G01 X70 Y20;
X20 Y20;
G00 Z9;
G00 X27.5 Y27.5;
G01 Z-6;
G02 X27.5 Y27.5 I7.5 J7.5;
G00 Z5
G00 X50.0 Y40.0;
G01 Z-6.0;
G02 X50.0 Y40.0 I3.5 J3.5;
G01 Z5;
G00 X0 Y0;
%
```

Código G



(b) Vista preliminar de programación código G

Figura 4 Programación para código G y vista preliminar de diseño en G-code.

Carga: Una vez diseñado el programa en código G del inciso anterior, se procede a guardar el programa en la consola del software de corte.

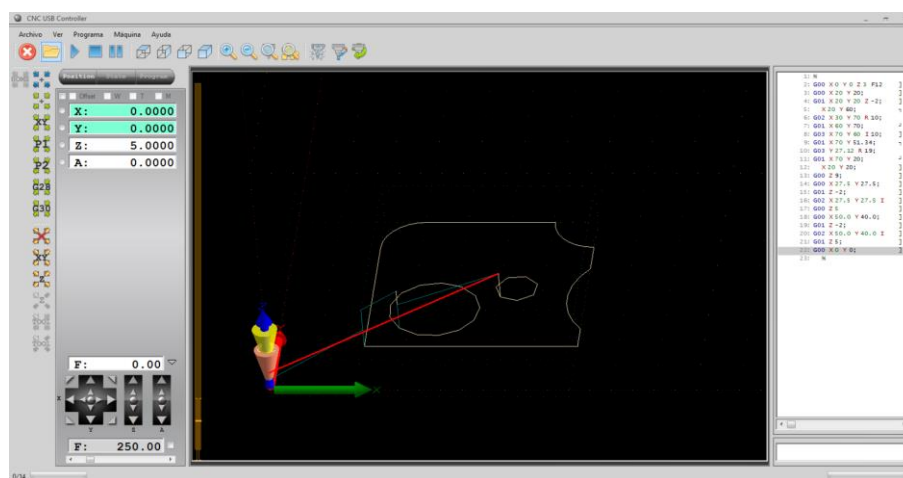


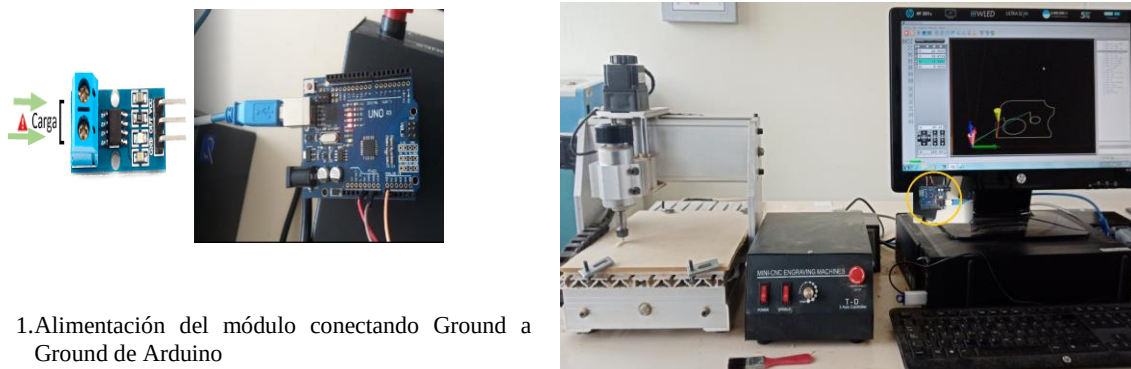
Figura 5 Carga de código G en consola.

Interfaz: para medir la corriente consumida durante el proceso de corte se utiliza un sensor Hall tipo ACS712 el cual permite medir la intensidad eléctrica que atraviesa un conductor. La salida del sensor es una tensión proporcional a la corriente, y altamente independiente de la temperatura. El sensor viene calibrado desde fábrica, aunque para una medición de precisión hará falta un ajuste de la calibración. En la Tabla 2 se detallan las características del sensor Hall.

Tabla 2. Especificaciones técnicas del sensor ACS712

Capacidad (Amp)	Sensibilidad (mV/Amp)	Tensión de salida (V)	Resolución (mAmp)
±5	185	1,575-3,425	26

Para la interfaz del sensor con la cortadora CNC, se abre el circuito que conecta el CNC con la fuente de voltaje y posteriormente se inserta el sensor conectando a las terminales de entrada de la máquina, como se muestra en la Figura 6.



1. Alimentación del módulo conectando Ground a Ground de Arduino
2. Alimentación del módulo conectando Vcc, a 5V en Arduino
3. Conexión de la salida del sensor a una entrada analógica de Arduino

Figura 6 Interfaz sensor Hall-CNC.

Procesamiento de la información: Para un estudio y análisis de consumo energético y desgaste de las herramientas de corte cuando están sometidas a trabajo de mecanizado se distinguen tres zonas diferenciadas como se observa en la Figura 7.

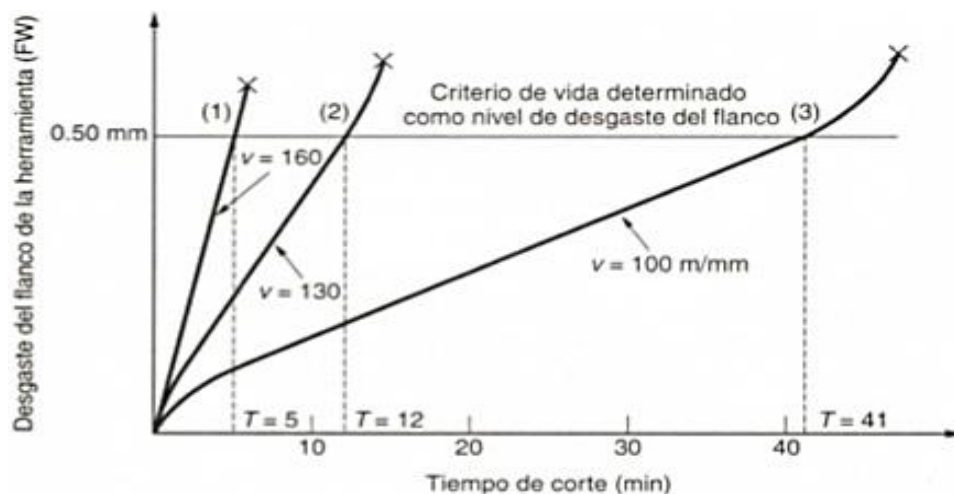


Figura 7 grafica del desgaste gradual [9].

En la figura 7 se observa que la vida útil de la herramienta se puede definir como el tiempo que tarda en llegar al fallo estructural o bien al tiempo requerido para alcanzar la amplitud de la zona de desgaste en la cara de incidencia predeterminada por un criterio de desgaste definido. Son diferentes factores que afectan al desgaste de la herramienta, entre los más destacados se encuentra: la velocidad de corte, el avance, la profundidad de corte, los materiales de la herramienta y la pieza, etc. [10]. Para el análisis de consumo energético se utilizará el método de Integración trapezoidal como a continuación se describe.

Integración trapezoidal

Para discretizar un conjunto de puntos generados por una función $f(x)$ para una función discreta $f_n(t)$ en un intervalo de interés $[t_0, t_1] = [a, b]$ [11] es decir:

$$\int_a^b f(x)dt \approx \int_b^a f(x)dt \quad (1)$$

Es decir, una aproximación de área bajo la curva se obtiene dividiendo en n franjas de ancho la abscisa de la curva generada por los puntos de interés y aproximando cada una a un trapecio como se muestra en la figura 8.

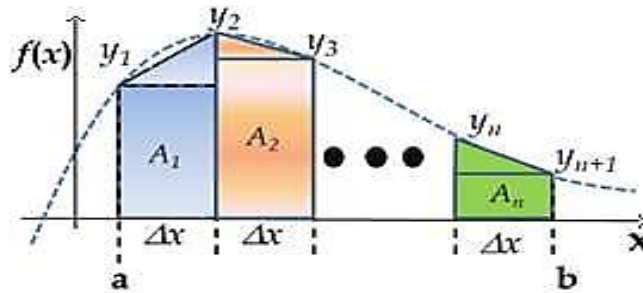


Figura 8 Función discreta $f_n(t)$ en n intervalos iguales [12].

En la Figura 8, $f(x)$ cada área A_n se descompone en un área rectangular y otra triangular, siendo $\sum_{i=1}^n A_i$ aproximadamente el área de la integral algebraica, es decir:

$$\text{Para } n = 1, \quad A_1 = y_1 \Delta x + \frac{(y_2 - y_1)}{2} \Delta x = \Delta x \frac{(y_1 + y_2)}{2} \quad (2)$$

 Área rectangular  Área triangular

De forma similar para las áreas siguientes:

$$n = 2, \quad A_2 = \Delta x \frac{(y_2 + y_3)}{2}$$

$$n = 3, \quad A_3 = \Delta x \frac{(y_3 + y_4)}{2}$$

$$\vdots$$

$$n, \quad A_n = \Delta x \frac{(y_n + y_{n+1})}{2}$$

Sumando las áreas individuales resulta el área total de la curva de la Figura 8.

$$\int_a^b f(x) dt = \frac{\Delta x}{2} (y_1 + 2y_2 + 2y_3 + \dots + 2y_n + y_{n+1}) \quad (3)$$

RESULTADOS

Para la obtención de la medición de la corriente a través del sensor descrito tipo Hall, se utilizó una cortadora CNC con las características de la Tabla 3.

Tabla 3. Datos nominales de la cortadora CNC utilizada

Modelo	57HD0401 15SB	
NEMA	23/57mm	
Step	Angle 1.8 °	
Voltaje nominal	6 V	
Peso del motor	0.45 Kg	

Mini CNC Modelo 57HD0401 15SB

Para comparar el consumo energético se consideramos los siguientes casos durante un solo proceso con una velocidad de 180 RPM:

1. Trabajo en vacío: broca elevada para no cortar

2. Broca nueva

3. Broca desgastada

La Tabla 4, muestra las lecturas del sensor tipo Hall para el caso 1, 2 y 3.

Tabla 4. Medición de corriente en las tres etapas de prueba

Trabajo en vacío		Broca nueva		Broca desgastada	
Medición	Corriente (Amp)	Medición	Corriente (Amp)	Medición	Corriente (Amp)
1	0.72	11	8.313	21	8.007
2	0.73	12	8.266	22	7.963
3	0.74	13	7.854	23	7.79
4	0.75	14	7.563	24	7.78
5	0.76	15	7.752	25	7.77
6	0.77	16	7.497	26	7.76
7	0.78	17	7.539	27	7.75
8	0.79	18	7.483	28	7.73
9	0.80	19	7.482	29	7.71
10	0.81	20	7.561	30	7.67

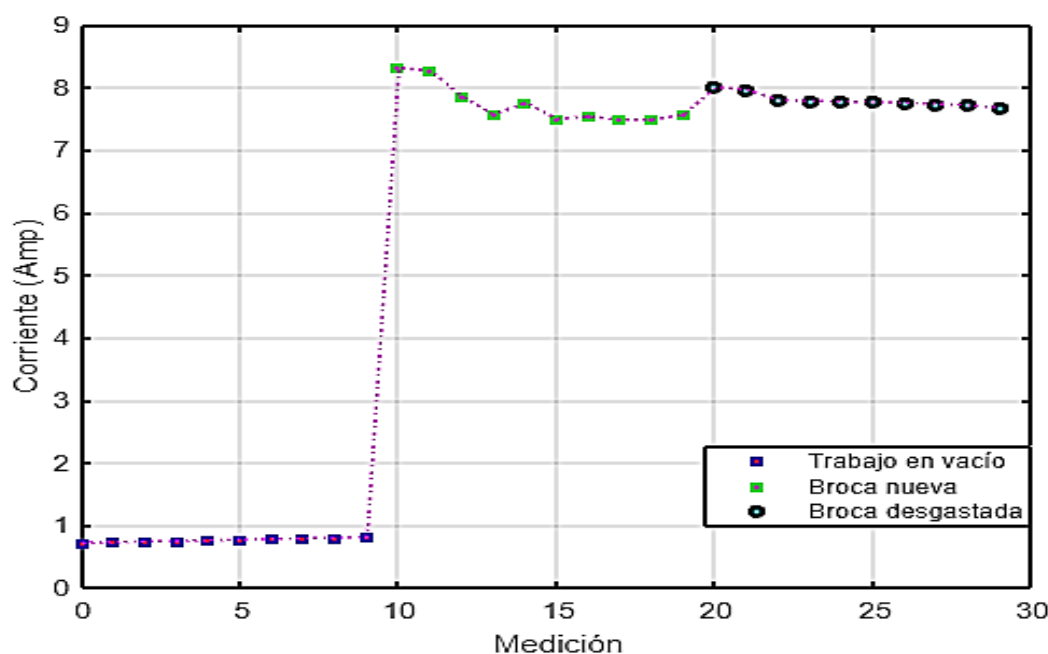


Figura 9 Grafica de la corriente en las tres etapas de estudio.

Usando las ecuaciones 1-3 para las A1 conformada por la corriente en vacío, A2 broca nueva y A3 broca desgastada se obtuvieron las mediciones de la Tabla 5.

Tabla 5. Gasto energético en las tres etapas de estudio

Gasto energético Potencia en (Amp/seg)		
Trabajo en vacío	Broca nueva	Broca desgastada
41.31	416.01	420.51

CONCLUSIONES

Con la finalidad de reducir el uso de recursos energéticos, aumentar la competitividad y tener mejor sostenibilidad ambiental, el ahorro de energía en los procesos industriales es un tema de suma importancia en las organizaciones.

La metodología del estudio se divide en varias etapas, que incluyen la programación del proyecto, la carga del programa en la máquina CNC y la medición de la corriente a través de un sensor de efecto Hall. Se utiliza el método de la integral numérica para analizar la corriente y calcular el consumo energético en diferentes etapas, como el trabajo en vacío, con una broca nueva y con una broca desgastada. El objetivo es ayudar al operario a determinar cuándo es necesario cambiar la herramienta de penetración.

Las mediciones obtenidas muestran que el consumo energético varía significativamente entre estas tres etapas, con valores del consumo energético de la Tabla 5 que indican el aumento con la broca desgastada. Este análisis proporciona información valiosa para optimizar el uso de energía en la industria metal mecánica, lo que puede contribuir a la eficiencia y la reducción de costos operativos.

Trabajos futuros estarán encaminados al desarrollo de un prototipo independiente que analice el gasto energético y, que tenga la capacidad de determinar cuando la broca debe de ser cambiada sin necesidad que el operario tenga que realizar los procesos adicionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SENER Capitulo 1: Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2023-2037, <https://www.gob.mx/sener/articulos/programa-de-desarrollo-del-sistema-electrico-nacional-2023-2037>
2. SENER Capitulo 3, Demanda y consumo 2013-2037, <https://www.fide.org.mx/wp-content/uploads/2023/05/PRODESEN2023-2037/CAPITULO3.pdf>
3. Programa de desarrollo del sistema eléctrico nacional 2016-2030 PRODESEN, SENER. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/98308/PRODESEN-2016-2030_1.pdf
4. Ajay Goyal, S. D. (2014). A Study of Experimental Temperature Measuring Techniques. Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering, 82 - 93.
5. Kai-feng Zhang, H.-q. Y. (2015). A method for tool condition monitoring based on sensor fusion. Springer Science+Business Media New York, 1011-1026.
6. Luis W. Hernández González, R. P. (2011). Efecto del volumen de metal cortado y de la velocidad de corte en el desgaste de la herramienta durante el torneado de alta velocidad del acero AISI 1045. Ingeniería & Desarrollo. Universidad del Norte, 61-83.
7. M. R. Perea, Elaboración de programas de CNC para la fabricación de piezas por corte y conformado. IC Editorial, 2023.
8. Felipe Casado, Mecanizado CNC 4.0, Marcombo, 2020, ISBN: 9788426731401
9. Antonio Guarnido Barrera, Determinación de duración de herramientas de torno bajo diferentes condiciones de corte, e-Reding.
10. Rafael Marin Marin, Carlos Juárez Toledo, Irma Martínez Carrillo, Análisis del consumo energético a través de la medición de corriente en un torno usando, Pistas educativas, Vol. 40, Núm. 130 (2018), ISSN: ISSN: 2448-847X
11. Martínez Carrillo Irma, Juárez-Toledo Carlos y Camacho Altamirano Ulices. Diseño y modelado de un motor de cd con variación de resistencia de campo para regular la velocidad. Revista ECORFAN- Taiwan, 2019 3-9: 1-7, ISSN 2523-6822.
12. Chapra, S. C., & Canale, R. P. (2007). Métodos numéricos para ingenieros. México: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

INTEGRACIÓN DE TIC'S PARA LA CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES FERROSOS Y LA VALIDACIÓN DE PARÁMETROS TÉCNICOS

INTEGRATION OF ICT FOR THE CHARACTERIZATION OF FERROUS MATERIALS AND THE VALIDATION OF TECHNICAL PARAMETERS

Dr. José Rubén Aguilar Sánchez¹
Ana María Martínez Valencia²

RESUMEN

El rediseño y actualización de los programas de estudio de la licenciatura en ingeniería mecánica del Instituto Politécnico Nacional (IPN), específicamente de la unidad de aprendizaje de ciencia de materiales II, misma que caracteriza materiales ferrosos a través de ensayos destructivos de tensión, doblez e impacto, basados en las normas de ingeniería vigentes nacionales e internacionales los cuales se realizan en el laboratorio de ciencia de materiales, hace necesario la utilización de las tecnologías de la información y comunicación (TICs), así como softwares para la formación de recursos humanos de alto nivel enfocado a la industria 4.0. Se propone el uso de softwares de ingeniería, la modelación de los ensayos y uso de este tipo de herramientas digitales para la validación y comprobación de parámetros técnicos obtenidos físicamente, asimismo, la familiarización y uso de este tipo de tecnologías para el desarrollo de sus actividades profesionales creando nuevos egresados capaces de reducir costos y eficientizar procesos.

ABSTRACT

At the National Polytechnic Institute, the mechanical engineering degree curriculum has undergone an update, with special emphasis on the materials science II learning unit. This unit focuses on the characterization of ferrous materials through destructive tests, following current engineering regulations at a national and international level. These tests, carried out in the materials science laboratory, require the integration of information and communication technologies (ICTs) and specialized software to adapt to the demands of Industry 4.0. The use of these software allows the modeling of tests and the digital verification of technical parameters previously obtained physically.

Palabras claves: Actualización, Industria 4.0, Ingeniería mecánica, Materiales Ferrosos, TIC's

Key words: Update, Industry 4.0, mechanical Engineering, Ferrous materials, ICT's

INTRODUCCIÓN

La ingeniería, en especial en el campo de la mecánica, enfrenta retos y desafíos constantes que demandan soluciones cada vez más sofisticadas y precisas [1,2]. Una de las herramientas más atractivas y efectivas en la actualidad para abordar estos problemas es el enfoque desde las ciencias de los materiales. La selección y caracterización de materiales adecuados para procesos mecánicos es una tarea crítica, ya que esto influye directamente un cambio en la eficiencia, seguridad y durabilidad de los sistemas y productos. Hay autores que señalan que “Una sociedad en la que el acceso a la información y, en su caso, al conocimiento, se realiza a través de circuitos más abiertos, accesibles y democráticos de lo que eran posibles hasta hace algunos años” [3].

¹Dr. en Ingeniería Mecánica. José Rubén Aguilar Sánchez. raguilarsmaster@gmail.com

²Estudiante en Ingeniería Mecánica. Ana María Martínez Valencia. amartinezv2004@alumno.ipn.mx

Fernández [4] menciona que: “El estudio de los materiales para procesos productivos en la industria requiere una caracterización rigurosa tanto del material en sí como de las condiciones a las que estará expuesto”. Es un campo que combina la ciencia, la tecnología y la ingeniería de manera íntima, y que exige un enfoque multidisciplinario. Este trabajo se centra en la exploración de modelos prácticos y teóricos que pueden utilizarse en el estudio de materiales sometidos a procesos de deformación, un aspecto clave en aplicaciones mecánicas y metalúrgicas.

La motivación principal detrás de esta metodología es introducir la tecnología como una herramienta poderosa para mejorar la caracterización y comprensión de los materiales. Al combinar la parte física y teórica con soluciones tecnológicas, podemos obtener dimensiones de perfiles de materiales con un alto nivel de precisión, lo que es esencial en un entorno donde la calidad y la eficiencia son cruciales.

Además, la rápida evolución de la tecnología, con la emergencia de la Industria 4.0, ha revolucionado la manera en que abordamos las diversas disciplinas de la ingeniería. En este contexto de cambio constante, la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) se encuentra ante el desafío de modernizar y adaptar sus programas de estudio. Este proceso de actualización es vital para garantizar que los estudiantes reciban una educación de vanguardia que los prepare para las demandas de la industria contemporánea.

En particular, la unidad de aprendizaje de Ciencia de Materiales II, fundamental en la formación de los futuros ingenieros mecánicos, se centra en la caracterización de materiales ferrosos mediante ensayos de tensión, doblez, impacto y otros, todos realizados bajo las normativas nacionales e internacionales vigentes. Sin embargo, en una era donde la digitalización y las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) son ubicuas, simplemente llevar a cabo pruebas en un laboratorio físico ya no es suficiente.

La integración de las TICs se convierte en un imperativo. No solo se trata de simular y validar experimentos en un entorno virtual, sino también de equipar a los futuros profesionales con las habilidades y herramientas que la industria moderna exige. Esta metodología propone un enfoque completo que no solo abarca la actualización de las prácticas de laboratorio, sino que también impulsa la integración de tecnología en el proceso educativo, la formación docente y la investigación.

Los resultados esperados son ambiciosos y orientados a formar ingenieros altamente competentes que estén preparados para los desafíos y oportunidades de la Industria 4.0. Esto incluye la adquisición de una comprensión profunda de los materiales, capacidades avanzadas de caracterización, habilidades en modelos de deformación, un uso efectivo de las TICs, y una integración exitosa de teoría y práctica. Además, se espera que esta metodología promueva la colaboración con la industria, eleve los estándares de calidad en la educación, fomente la investigación y la publicación, y facilite la difusión y extensión de los logros alcanzados.

La conclusión es clara: en un mundo en constante evolución, la integración de la tecnología en la educación es esencial, y esta metodología representa un enfoque sólido para lograrlo. La ESIME del IPN no solo mantendrá su relevancia y excelencia académica en el estudio de los materiales, sino que también preparará a sus estudiantes para liderar en un mundo donde la ciencia de los materiales y la tecnología avanzan a un ritmo sin precedentes.

METODOLOGÍA

A continuación, se presentan y definen las diferentes etapas en las que consiste el rediseño de la unidad de aprendizaje Ciencia de Materiales II, del IPN.

Definición del Objetivo: Establecer las metas de aprendizaje y habilidades que se desean desarrollar en los estudiantes, considerando tanto el estudio teórico-práctico de los materiales como el dominio de herramientas tecnológicas avanzadas.

Selección de herramientas tecnológicas: Seleccionar softwares de simulación y modelado para ensayos destructivos en este caso dobles, tensión e impacto. Plataformas de aprendizaje en línea y sistemas de gestión de aprendizaje para proporcionar acceso a recursos, experimentos virtuales y foros de discusión. Equipos de laboratorio digitalizados que permitan la recopilación automática de datos y la integración con herramientas de análisis y simulación.

Desarrollo de Contenido Digital: Creación de tutoriales y módulos de aprendizaje en línea. Desarrollo de simulaciones interactivas que permitan a los estudiantes explorar diferentes escenarios y comprender mejor los fenómenos involucrados. Crear bases de datos de materiales y procesos, accesibles para investigaciones y comparativas.

Formación Docente: Capacitar a los profesores en las nuevas herramientas tecnológicas y metodologías pedagógicas adaptadas al uso de TICs.

Prácticas de Laboratorio Avanzadas: Integración de equipos de laboratorio con sistemas de simulación, permitiendo la validación cruzada de resultados experimentales y simulados. Uso de realidad virtual o aumentada para visualizar y comprender mejor los procesos de deformación y las propiedades de los materiales.

Evaluación y Retroalimentación: Desarrollar sistemas de evaluación en línea que permitan medir el progreso del estudiante en tiempo real. Implementar sistemas de retroalimentación automática basados en el rendimiento del estudiante, proporcionando recomendaciones y recursos adicionales según sea necesario.

Actualización Continua: Establecer un protocolo de revisión periódica de la metodología, adaptándose a las nuevas tendencias tecnológicas y necesidades de la industria. Fomentar la investigación y participación de los docentes en conferencias y seminarios internacionales, para mantenerse al día con los avances más recientes.

Difusión y Extensión: Promover la nueva metodología y los logros alcanzados a través de publicaciones, seminarios y talleres. Establecer programas de extensión y formación continua dirigidos a profesionales en ejercicio, aprovechando las nuevas herramientas y metodologías desarrolladas.

Evaluación Final y Mejora Continua: Una vez implementado el programa, realizar una evaluación integral que considere tanto los resultados académicos como la satisfacción de los estudiantes y docentes. Establecer un sistema de mejora continua, basado en la retroalimentación (*feedback*) obtenida y las tendencias emergentes en educación y tecnología. Con esta metodología, la ESIME del IPN no solo mantendrá su relevancia y excelencia académica en el estudio de los materiales, sino que también preparará a sus estudiantes para los desafíos y oportunidades de la Industria 4.0.

Con la metodología propuesta se debe de tomar en cuenta lo siguiente: como muestra se seleccionaron a los 5 grupos del turno matutino de la materia de ciencia de los materiales, cada grupo está conformado por un profesor y 35 alumnos en promedio.

Resultados de las prácticas reales: Se obtienen diferentes resultados dependiendo del material y del ensayo que se está realizando, asimismo se debe de conocer que cada práctica tiene un rango de desviación, y es por eso por lo que se comparan los resultados reales con los resultados en el programa y en las tablas ya establecidas.

Validación de parámetros técnicos: Los datos obtenidos a través de las simulaciones deben ser validados. Esto generalmente se hace a través de una combinación de experimentación real y comparación con datos empíricos conocidos. Una vez validados, estos parámetros técnicos pueden ser utilizados con confianza en el diseño y la fabricación.

RESULTADOS

Los resultados esperados representan una visión ideal de lo que la institución aspira a lograr al integrar la tecnología moderna en su currículo y prácticas educativas. Es esencial que estos resultados se monitoreen y evalúen periódicamente para asegurar que la institución se mantenga en el camino deseado.

Marcelo [5] en su artículo comenta lo siguiente: “En la gestión de la innovación se pueden emplear diversas metodologías y técnicas en las distintas fases que constituyen el proceso innovador con el fin de hacer frente al riesgo asociado y gestionar el proceso de manera apropiada para obtener una mejor eficiencia”. Con base a esto, se propone que los estudiantes adquieran una sólida base teórica complementada con aplicaciones prácticas que les permita una mejor comprensión y aplicación de los materiales tomando decisiones claras sobre la selección de materiales para diversos procesos mecánicos.

Con la combinación de técnicas tradicionales y herramientas digitales, los estudiantes se vuelven capaces de dar un mejor rendimiento en la parte real y teórica de cada ensayo, esto da pauta a que los estudiantes puedan realizar una caracterización más detallada y precisa de los materiales, considerando tanto sus propiedades inherentes como las condiciones de trabajo.

Los estudiantes dominan y desarrollan tanto los modelos teóricos como los prácticos para analizar y predecir el comportamiento de los materiales sometidos a procesos de deformación con la ayuda de las herramientas digitales los estudiantes comienzan a familiarizarse más con el tema y esto los vuelve más autodidactas.

Los estudiantes se vuelven proficientes en el uso de software de simulación y las TICs esto les permite modelar piezas sin tener que hacer un gasto de tiempo y de recursos, estas herramientas de análisis y otras tecnologías emergentes se vuelven parte de su equipo de trabajo y esto nos permite equiparlos para las demandas de la industria moderna.

Con el apoyo de la tecnología, la integración se vuelve exitosa y eso nos da pauta de que los estudiantes pueden correlacionar los resultados teóricos con los datos experimentales, logrando un nivel de precisión más alto en la determinación de perfiles y propiedades de materiales.

Los graduados de la ESIME estarán bien posicionados para ingresar a la industria y preparados para la Industria 4.0 con una formación que abarca tanto la teoría como las aplicaciones prácticas en el contexto de una industria cada vez más digitalizada.

Debido a su formación de vanguardia, los estudiantes tienen mayores oportunidades de pasantías, colaboraciones y empleo en empresas líderes en el campo de la ingeniería mecánica y metalúrgica, la ESIME, al adaptarse proactivamente a las demandas del siglo XXI, mantiene o mejora su reputación como una institución líder en la educación en ingeniería y esto nos permite seguir formando docentes capaces de resolver y optimizar problemas en la industria.

El enfoque en tecnología y métodos avanzados impulsa a docentes y estudiantes a llevar a cabo investigaciones de vanguardia, resultando en un aumento en publicaciones y contribuciones al campo de la ciencia de materiales y gracias a esas divulgaciones científicas nos permite abrirnos a nuevos entornos y conocimientos de diferentes ámbitos lo cual es importante porque eso nos permite ir de la mano con los nuevos avances tecnológicos creando métodos de estudio que puedan emparejarse con los cambios.

TABLA 1: Tabla de Resultados que esperamos obtener con la Metodología de Integración de Tecnología en el Estudio de Materiales

Indicador	Resultados en un semestre utilizando la metodología
Tasa de participación de docentes en la formación en TICs	75% de docentes capacitados en el uso de las nuevas herramientas tecnológicas.
Disponibilidad de contenido en línea	100% de los módulos de aprendizaje y simulaciones en línea están disponibles para los estudiantes.
Uso de simulaciones por parte de los estudiantes	El 67% de los estudiantes utiliza regularmente las simulaciones en línea para complementar su aprendizaje.
Calidad de la formación en Ciencia de Materiales	Un aumento del 8% en las calificaciones promedio de los estudiantes en comparación con años anteriores.
Publicaciones y participación en conferencias	Los docentes han presentado 2 trabajos en conferencias nacionales e internacionales.
Satisfacción de los estudiantes con la metodología	Una calificación promedio de satisfacción de los estudiantes de 4.2/5 en encuestas de retroalimentación.
Adaptación a las tendencias tecnológicas	Se han incorporado nuevas tecnologías emergentes en el programa, como realidad aumentada y analítica de datos.

CONCLUSIONES

El campo de la ingeniería, y en particular los sectores mecánicos y metalúrgicos, está experimentando una transformación impulsada por los avances en las ciencias de los materiales. Estos avances no solo ofrecen soluciones a problemas actuales, como la determinación precisa de materiales para procesos específicos, sino que también abren puertas a nuevas oportunidades y desafíos. La rigurosa caracterización de materiales y la comprensión de sus comportamientos bajo diferentes condiciones de trabajo son esenciales, y los modelos teóricos y prácticos presentados en este trabajo ofrecen herramientas valiosas para ese propósito. Sin embargo, lo que distingue a este enfoque es la integración audaz de tecnologías avanzadas para complementar y, en muchos casos, mejorar los métodos tradicionales.

Con la Industria 4.0, no solo estamos presenciando una revolución industrial, sino también una revolución educativa. Las instituciones académicas, como la ESIME del IPN, reconocen la imperativa necesidad de evolucionar y adaptar sus programas educativos para estar a la par con los rápidos cambios en la industria. Esto va más allá de simplemente adoptar herramientas digitales; implica una reconfiguración de cómo se enseña y cómo se aprende, preparando a los estudiantes no solo con conocimientos teóricos, sino también con habilidades prácticas que son esenciales en el mundo real.

Al final, el objetivo es claro: formar ingenieros competentes, versátiles y preparados para liderar en un mundo donde la tecnología y la ciencia de materiales avanzan a un ritmo vertiginoso. Integrar las TICs en la educación no es simplemente una opción, sino una necesidad. Solo al abrazar completamente estas herramientas y metodologías, y al infundir en los estudiantes una pasión por la innovación y el

descubrimiento, podemos esperar mantenernos a la vanguardia y contribuir de manera significativa al campo en constante evolución de la ingeniería.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. A. A. E. MARKS, Manual Del Ingeniero Mecánico, Marks, 2 Tomos. McGraw Hill, 1995.
2. F. Betz, Managing Technological Innovation: Competitive Advantage from Change. Wiley Sons, Inc. John, 2011.
3. Cámara de comercio de España. “Herramientas de innovación | Cámara de España”. Cámara de España. Accedido el 18 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.camara.es/innovacion-y-competitividad/como-innovar/herramientas>
4. M. Fernández. “Industria 4.0: Tecnologías y Gestión en la Transformación Digital de la Industria”. Independently Publ., 2020.
5. C. Marcelo, “Las tecnologías para la innovación y la práctica docente”, Rev. Bras. Educ., vol. 18, n.º 52, pp. 25–47, marzo de 2013. Accedido el 18 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1590/s1413-24782013000100003>

EVALUACIÓN DE LA VIDA DE ANAQUEL DE UNA SALSA TIPO MARISQUERA.

EVALUATION OF THE SHELF LIFE OF A SEAFOOD TYPE SAUCE.

M.C. Cindy Rosas Domínguez¹

M.E.B.C Sandra Carmina Osuna Izaquirre²

M.C. Gregorio Polloreña López³

RESUMEN

La evaluación de vida de anaquel es fundamental en el sector alimentario pues aporta datos sobre cuánto tiempo un producto puede conservar inalteradas sus propiedades y mantener su calidad. El objetivo del proyecto fue evaluar la vida de anaquel de una salsa tipo marisquera comercializada en la región de Guasave, Sinaloa. Se utilizó el método de vida de anaquel acelerada y se evaluaron parámetros fisicoquímicos, carga microbiana y características sensoriales del producto. Al término de la evaluación todos los parámetros fisicoquímicos se encontraban dentro de las especificaciones marcadas en la NMX-F-377-1986. El conteo final de mesófilos aerobios fue de 2 000 UFC/ml y no hubo presencia de coliformes totales, cumpliendo con las especificaciones de la NMX-F-377-1986. La evaluación sensorial mostró cambios en color, acidez y consistencia, sin llegar a ser del desagrado del consumidor. De acuerdo a lo anterior, la vida de anaquel de la salsa fue de 9 meses.

ABSTRACT

Shelf life evaluation is essential in the food sector as it provides data on how long a product can retain its properties unchanged and maintain its quality. The objective of the project was to evaluate the shelf life of a seafood sauce marketed in the Guasave region, Sinaloa. The accelerated shelf life method was used and physicochemical parameters, microbial load and sensory characteristics of the product were evaluated. At the end of the evaluation, all physicochemical parameters were within the specifications set in NMX-F-377-1986. The final aerobic mesophilic count was 2,000 CFU/ml and there was no presence of total coliforms, complying with the specifications of NMX-F-377-1986. The sensory evaluation showed changes in color, acidity and consistency, without being to the consumer's displeasure. According to the above, the shelf life of the sauce was 9 months.

Palabras Clave: Salsa Marisquera, Vida de Anaquel, Evaluación Sensorial, Análisis Microbiológico.

Key Words: Seafood Sauce, Shelf Life, Sensory Evaluation, Microbiological Analysis.

INTRODUCCIÓN

Los alimentos sufren diferentes tipos de daños causados por la acción de agentes biológicos, físicos y químicos, por lo que se utilizan métodos de conservación para retrasar su deterioro natural [1]. Se define como alimento perecedero aquel que comienza su descomposición de modo sencillo, rápido y que se ve afectado por factores como la temperatura, actividad de agua, pH y la luz [2]. La vida útil de un alimento es el periodo de tiempo durante el cual mantiene una calidad adecuada, siempre que se garanticen las condiciones de conservación que se indican en el etiquetado, dependiendo tanto de las propias características de los alimentos como de las técnicas de conservación de los mismos [3].

¹M.C. Cindy Rosas Domínguez es docente del programa de Ingeniería en Industrias Alimentarias del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Guasave. cindy.rd@guasave.tecnm.mx

²M.E.B.C Sandra Carmina Osuna Izaquirre es docente del programa de Ingeniería en Industrias Alimentarias del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Guasave. sandra.oi@guasave.tecnm.mx

³M.C. Gregorio Polloreña López es docente del programa de Ingeniería en Industrias Alimentarias del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Guasave. gregorio.pl@guasave.tecnm.mx

Los estudios de determinación de la vida de anaquel son fundamentales en el sector alimentario, se recurre a ellos para lanzar un nuevo producto al mercado y para evaluar cómo afectan los cambios de procesos de producción o las reformulaciones en la estabilidad de los alimentos [4]. Éstos, aportan datos sobre cuánto tiempo un producto puede conservar inalteradas sus propiedades (físicoquímicas, sensoriales y microbiológicas) y mantener su calidad desde el momento en que se elabora hasta que el consumidor abre el envase [5]. La mayor o menor vida de anaquel del producto depende de la naturaleza del alimento en sí, pero también de otros factores como la inocuidad durante el proceso de elaboración, los métodos de conservación, envasado y condiciones de almacenamiento, como la temperatura y la humedad [4].

Existen diferentes métodos para evaluar la vida de anaquel de un alimento, entre ellos podemos encontrar los Estudios Directos a Tiempo Real, Challenge test, Microbiología Predictiva y Estudios de Vida de Anaquel Acelerados [2]. Los estudios de vida útil acelerados permiten obtener información en tiempos relativamente cortos; y consisten en incubar el alimento bajo condiciones controladas y a diferentes temperaturas. Estas temperaturas, en general, deben ser mayores a las de almacenamiento y comercialización para permitir que las reacciones de deterioro se aceleren y se obtenga una respuesta en períodos más cortos [6].

Las salsas marisqueras son un producto alimenticio que ha ganado popularidad en los últimos años, se elaboran a partir de diferentes mezclas de chiles, sazónadores y acidulantes y se utilizan para acompañar y agregar sabor en una extensa variedad de platillos realizados a partir de productos del mar. La mayoría de las salsas se producen de forma casera y se comercializan en restaurantes locales, careciendo de tablas nutrimentales y fecha de caducidad, quedando comprometida la salud de los consumidores. Debido a lo anterior, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la vida de anaquel y elaborar la tabla nutrimental de una salsa tipo marisquera comercializada en la región de Guasave, Sinaloa.

METODOLOGÍA

Establecimiento del experimento

Para iniciar con la evaluación de la vida de anaquel acelerada se siguió la metodología propuesta por Méndez [7] con algunas modificaciones. Se tomaron 21 botellas de salsa tipo marisquera, realizándose a tiempo cero (0) análisis físicoquímicos, microbiológicos y sensoriales para luego proceder a su incubación. Las salsas fueron sometidas a condiciones de almacenamiento acelerado en estufa a temperatura de 35°C por 1 mes. Se realizaron análisis físicoquímicos, microbiológicos y sensoriales con una frecuencia de tiempo cero (0) y posteriormente cada 5 días, con el fin de estimar así su tiempo de vida útil.

Análisis físicoquímicos

Se evaluaron algunos parámetros físicoquímicos (°Brix, pH, acidez titulable y sodio) de la salsa tipo marisquera con la intención de monitorear los posibles cambios. Los °Brix se evaluaron en un refractómetro portátil profesional de mano Brix Refractómetro 0-20% “Portable Refractometer” de acuerdo a la NMX-F-112-NORMEX-2010 [8]. El pH se evaluó con un potenciómetro HANNA instruments previamente calibrado de acuerdo a la NMX-F-317-S-1978 [9]. El porcentaje de acidez se estableció de acuerdo a la NOM-F-102-NORMEX-2010 [10]. La determinación de % cloruros (NaCl) se realizó de acuerdo a la NMX-F-360-S [11] utilizando el método de Volhard.

Análisis microbiológicos

Se realizaron tres técnicas microbiológicas para evaluar la vida de anaquel. Se evaluaron primeramente mesófilos aerobios en placa de acuerdo al procedimiento descrito en la NOM-110-SSA1-1994 [12]. Para la siembra microbiológica se tomó como referencia la NOM-092-SSA1-1994 [13], donde se sembró 1 ml por cada dilución por triplicado de muestra en agar para cuenta estándar dentro de una campana de flujo laminar esterilizada. Posteriormente, se colocaron las cajas en una incubadora a $35\pm 2^{\circ}\text{C}$ y se revisaron a las 24 y 48 horas. Los resultados de las pruebas se expresan en unidades formadoras de colonia por mililitro (UFC/ml).

Para la determinación de coliformes totales en placa se realizó el mismo procedimiento para elaborar las diluciones, en este caso se sembró en agar bilis rojo violeta y se incubaron a $35\pm 2^{\circ}\text{C}$ por 24 horas (NOM-113-SSA1-1994 [14]). Los resultados de las pruebas se expresan en unidades formadoras de colonia por mililitro (UFC/ml).

Por último, la evaluación de hongos se realizó de acuerdo a lo descrito en la NOM-111-SSA1-1994 [15], se sembró 1 ml por cada dilución por triplicado de muestra en agar papa-dextrosa acidificado, se incubaron a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ y se revisaron a los 3, 4 y 5 días. Los resultados de las pruebas se expresan en unidades formadoras de colonia por mililitro (UFC/ml).

Evaluación sensorial

Para la determinación de las características organolépticas del producto se realizó una evaluación sensorial a un panel de 30 jueces no entrenados, elegidos al azar. Para las degustaciones se colocaron 15 ml de salsa en recipientes de vidrio sobre una charola, misma que estaba acompañada por una cuchara, lápiz, cuestionario de la prueba y un vaso de agua para enjuagar la boca. Se utilizó la prueba de escala de categorías (Figura 1) debido a que este tipo de prueba permite evaluar de forma individual cada uno de los atributos característicos de la muestra, ubicando su valoración sobre una escala gráfica de 0 al 10, en el punto que mejor describa el atributo analizado [16].

Evaluación Sensorial “Salsa Marisquera”
Prueba “Escala de Categorías”

Evalué las muestras y marque con una línea vertical sobre la escala del 0 al 10, en el punto que mejor describa el atributo analizado.

Color	-----	
	Café rojizo débil	Café rojizo característico
Olor	-----	
	Muy débil	Muy fuerte
Sabor picante	-----	
	Muy débil	Muy intenso
Sabor ácido	-----	
	Muy débil	Muy intenso
Consistencia	-----	
	Fluida	Viscosa

COMENTARIOS: _____

Figura 1. Formato de evaluación sensorial salsa tipo marisquera.

RESULTADOS

Análisis fisicoquímicos

Los resultados de los análisis fisicoquímicos iniciales y finales durante la evaluación de la vida de anaquel de la salsa tipo marisquera se observan en la tabla 1. De Acuerdo a los resultados observados, todos los parámetros se encuentran dentro de las especificaciones marcadas en la NMX-F-377-1986 [17] al final de la evaluación. Estos parámetros son importantes debido a hablan de manera indirecta sobre el crecimiento de microorganismos y la conservación del alimento. Resultados similares fueron reportados por Méndez [7] al evaluar la vida de anaquel bajo condiciones aceleradas de una salsa de barbacoa con base de salsa de tomate.

En términos generales, el pH de la salsa disminuyó 3.7 a 2.5 al final de la evaluación, mientras que el % acidez titulable aumentó de 1.60 a 2.66. Es importante considerar que cada microorganismo tiene un pH mínimo, un óptimo y un máximo de crecimiento. A las células microbianas les afecta de forma importante el pH de los alimentos, ya que, al parecer, carecen de un mecanismo que regule su pH interno. En general, las levaduras y los mohos toleran mejor la acidez que las bacterias. El pH intrínseco de los alimentos es diferente en cada uno de ellos, aunque la mayoría tienen un pH neutro o ácido. Los alimentos cuyo pH es bajo (valores inferiores a 4.3) no son alterados fácilmente por las bacterias, siendo sensibles a la alteración por levaduras y mohos. Todo alimento que tenga un pH intrínsecamente bajo tendería por ello a ser más estable, desde el punto de vista microbiológico, que un alimento neutro [18].

Tabla 1. Evaluación fisicoquímica salsa tipo marisquera.

Parámetro	Valores de acuerdo a la norma	Valores iniciales	Valores finales
%Sólidos solubles (°Brix)	Min 4- Max 30	12	15
pH	Min 2.0- Max 4	3.70	2.5
% Acidez	Min 1-Max 4.5	1.60	2.66
% Cloruros (NaCl)	Max 4.5	3.35	4

%Acidez expresado en porcentaje de ácido cítrico

Análisis microbiológicos

Los resultados del análisis microbiológico se muestran en la tabla 2. Se puede observar que los conteos inicial y final de mesófilos aerobios fue de 250 y 2000 UFC/ml, respectivamente, estos valores se encuentran dentro del límite máximo permisible de acuerdo a las normas NMX-F-377-1986 [17] y NOM-F-346-S-1980 [19]. Coliformes totales no presentó crecimiento a lo largo del proceso de evaluación, por lo que, de acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir que la salsa tipo marisquera es apta para el consumo humano, ya que no presenta crecimiento de microorganismos patógenos.

En lo referente al conteo de hongos y levaduras, ninguna de las 2 normas antes mencionadas establece su evaluación o un límite máximo permisible para su comercialización, sin embargo, se decidió evaluar su presencia debido a que por el pH que tiene la salsa tipo marisquera, es el microorganismo que podría proliferar. El conteo de hongos y levaduras aumentó de 150 a 13 000 UFC/ml entre el conteo inicial y final, respectivamente. Estos resultados concuerdan con las modificaciones que se dieron en el pH y acidez del alimento, según lo mostrado en los resultados del análisis fisicoquímico. Resultados similares fueron reportados por Méndez [7] al evaluar la vida de anaquel bajo condiciones aceleradas de una salsa de barbacoa con base de salsa de tomate y por Aramouni [20] en un estudio en el que se elaboró una salsa barbacoa sin azúcar no comercial.

Tabla 2. Análisis microbiológico salsa tipo marisquera (UFC/ml).

Microorganismo	Límite máximo permisible de acuerdo a la norma UFC/ml	Conteo inicial UFC/ml	Conteo final UFC/ml
Mesófilos aerobios	5 000	250	2 000
Hongos y levaduras	-	150	13 000
Coliformes totales	50	0	0

Evaluación sensorial

Los resultados de evaluación sensorial de la salsa se muestran en la figura 2. Los principales cambios observados durante la evaluación sensorial corresponden a atributos de color, acidez y consistencia. A medida que fue transcurriendo el tiempo de almacenamiento fue posible observar un cambio de color desde un café rojizo intenso característico de la muestra (10 puntos), hasta un café rojizo (8 puntos). En el olor se detectaron al inicio de la prueba olores característicos fuertes (10 puntos) correspondientes a los componentes de la salsa (soya y salsa botanera, entre otros), no presentando variaciones considerables durante el período de evaluación. El sabor ácido de la salsa se volvió más intenso durante el periodo de evaluación, pasado de 3 a 5 puntos en la escala de valoración. Por último, a medida que pasó el tiempo la consistencia de la salsa se hizo más fluida, observándose la separación de fases de los componentes, sin llegar a ser del desagrado del consumidor.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Méndez [7] en una salsa de barbacoa, misma que presentó una gran aceptabilidad en general después de ser sometida a una prueba de almacenamiento acelerado. Mientras que en un estudio efectuado por Kitsawad [21] se encontró que calentar una salsa a una temperatura constante durante un tiempo de seis horas provocó un cambio drástico en las cualidades sensoriales como el color y en el contenido y la intensidad de los compuestos volátiles con una disminución del gusto por la salsa. Así mismo, se evidenció que la disminución del gusto por la salsa a medida que aumenta el tiempo de calentamiento se debe al aumento de la intensidad de sabores como la sal y acidez.

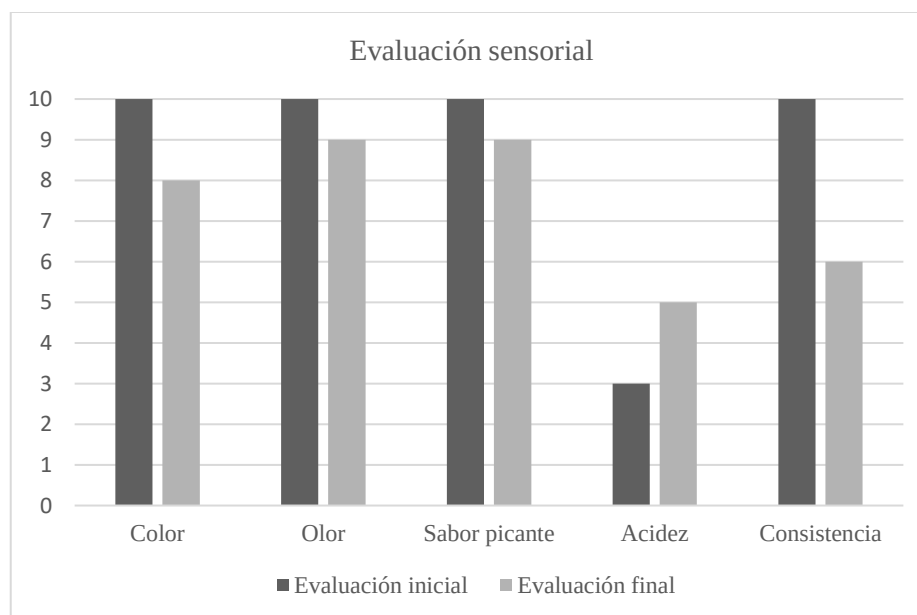


Figura 2. Evaluación sensorial salsa tipo marisquera

CONCLUSIONES

La evaluación de la vida de anaquel de un producto alimenticio se determina a partir de la convergencia de tres aspectos fundamentales: parámetros fisicoquímicos, análisis microbiológico y atributos sensoriales; por lo que de acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir que la vida de anaquel del producto se extiende hasta 9 meses a partir de su fecha de elaboración, siempre y cuando el producto se elabore siguiendo las buenas prácticas de manufactura y se almacene y distribuya bajo condiciones de temperatura adecuadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. M. Hernández and A. Sastre, *Tratado de nutrición*. Madrid: Díaz de Santos, 1999.
2. A. I. Yáñez, “Evaluación de la vida en anaquel de una salsa picante casera para su comercialización”. Thesis. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Puebla, Mex, 2021.
3. G. G. T. Rodríguez, T. A. Vizcarra and D. J. R. Huallpartupa, “Determinación de vida útil en anaquel de pan libre de gluten a base de harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) envasado en polietileno y polipropileno”, *Ciencia & Desarrollo*, vol.18, pp. 68-71, December 2014.
4. G. Hough, K. Langohr, G. Gómez and A. Curia, “Survival Analysis Applied to Sensory Shelf-Life of Foods”, *J. Food Sci.*, vol. 68, no. 1, pp. 359-362, 2003.
5. O.R. Fennema, *Química de los Alimentos*. España: Acribia. 2010.
6. J. A. Sánchez and J. A. Pérez, “Vida útil sensorial del queso mantecoso por pruebas aceleradas”, *Sci. Agropecu.*, vol. 7, no. 3, pp. 215-222, July 2016.
7. Q. L. C. Rubio and S. A. M. Cáceres, “Tiempo de vida media en anaquel de una salsa barbacoa con base de salsa de tomate”, *Cienc. Tecnol. Agropecuaria*, vol. 4, no. 2, pp. 111-118, September 2019.
8. Norma Mexicana NMX-F-112-NORMEX-2010, Alimentos - determinación de sólidos solubles - Método refractométrico - Método de ensayo. [Online]. Available: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5180908&fecha=08/03/2011#gsc.tab=0
9. Norma Oficial Mexicana NOM-F-317-S-1978. "Determinación de pH en Alimentos". [Online]. Available: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5180908&fecha=08/03/2011#gsc.tab=0
10. Norma Mexicana NMX-F-102-NORMEX-2010, Alimentos – Determinación de acidez titulable en alimentos – Método de ensayo. [Online]. Available: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5150634&fecha=05/07/2010#gsc.tab=0
11. Norma Mexicana NMX-F-360-NORMEX-2012 Alimentos – Determinación del contenido de cloruros – Método Volhard – Método de ensayo. [Online]. Available: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5296969&fecha=24/04/2013#gsc.tab=0
12. Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. [Online]. Available: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4728921&fecha=15/08/1994#gsc.tab=0
13. Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. [Online]. Available: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4886029&fecha=12/12/1995#gsc.tab=0
14. Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. [Online]. Available: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69536.pdf>

15. Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. [Online]. Available: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4881226&fecha=13/09/1995#gsc.tab=0
16. B. M. Watts, G. L. Ylimaki, L. E. Jeffery and L.G. Elías, *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. Ottawa, ON, CA: CIID. 1992
17. Norma Mexicana NMX-F-377-1986. Alimentos. Regionales. Salsa picante envasada. [Online]. Available:
18. <https://studylib.es/doc/6308776/nmx-f-377-1986.-alimentos.-regionales.-salsa-picante>
19. G. Polloreña, S.C. Osuna and C. Rosas. “Efecto de la implementación de buenas prácticas de manufactura y adición de conservadores sobre el crecimiento microbiano en la elaboración de bebidas preparadas a partir de infusiones”. *Feglinin*, vol. 6, no. 20, pp. 42-50, September 2023.
20. Norma Oficial Mexicana NOM-F-346-S-1980, Salsa de Tomate Catsup. [Online]. Available: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4850733&fecha=27/03/1980#gsc.tab=0
21. F. Aramouni, T. Herald and A. Ghoush, “Development of a non-commercial sugar-free barbecue sauce”. *Emir. J. Food Agric.*, vol. 25, no. 7, pp. 509-515, November 2013.
22. K. Kitsawad, J. B. A. Blessing and T. Tipvarakarnkoon, “Effect of heat on the sensory quality of jaew sauce”, *Br. Food J.*, vol. 119, no. 10, pp. 2161–2171, October 2017.

DISEÑO DE UNIÓN SOLDADA BARRA-RODILLO DE UNA MÁQUINA DESHEBRADORA DE CARNE

DESIGN OF WELDED BAR-ROLLER JOINT OF A MEAT SHREDDING MACHINE

M.I. Rommel Arel Leal Palomares¹

M.A.N. Nadia Lizzette Puentes Llanos²

M.C. Cindy Rosas Domínguez³

C. Erick Saúl González López⁴

RESUMEN

Para la producción de carne deshebrada, se utiliza maquinaria que tiene como beneficio la reducción de la mano de obra necesaria. El equipo estudiado, cuenta con un rodillo que tiene soldadas a su superficie cilíndrica un conjunto de barras que, al girar alrededor de un eje separan la carne en hebras. Se han suscitado desprendimientos de las barras al momento de fallar la soldadura. En este trabajo se realizó el diseño de la unión soldada barra-rodillo con una fuerza de 22.48 lb aplicando dos métodos: método convencional para el material de aporte y el método convencional para el metal de unión. Los resultados de los factores de seguridad calculados a partir de los esfuerzos aplicados fueron muy superiores a los mínimos definidos por las fuentes de diseño mecánico consultadas. También, se obtuvieron resultados satisfactorios en un análisis estático de elementos finitos en la soldadura, realizado en SolidWorks Simulation.

ABSTRACT

For the production of shredded meat, machinery is used that has the benefit of reducing the necessary labor. The equipment studied has a roller that has a set of bars welded to its cylindrical surface that, when rotating around an axis, separate the meat into strands. Bar detachments have occurred when the weld failed. In this work, the design of the bar-roller welded joint with a force of 22.48 lb was carried out by applying two methods: conventional method for the filler material and the conventional method for the joining metal. The results of the safety factors calculated from the applied forces were much higher than the minimums defined by the mechanical design sources consulted. Satisfactory results were also obtained in a static finite element analysis of the weld, carried out in SolidWorks Simulation.

Palabras clave: Carne, soldadura, factor de seguridad, esfuerzo, SolidWorks.

Key words: Meat, welding, safety factor, stress, SolidWorks.

INTRODUCCIÓN

En una empresa de la región de Guasave, Sinaloa, México, que se dedica al procesamiento de alimentos, se tiene el proceso de deshebrado de carne de res. Para lo anterior, se aprovecha una máquina deshebradora de carne de acero inoxidable AISI 304 que permite aumentar la producción. El equipo cuenta con un motor eléctrico, un rodillo (tubo) con barras soldadas, una tolva de recepción de la carne y un tobogán de descarga. Se han tenido dislocaciones de las barras que separan en fibras la carne (deshebrado), es decir, la soldadura ha fallado y es así como se ha perdido capacidad de producción. El

¹ M.I. Rommel Arel Leal Palomares es docente del programa de Ingeniería Mecánica del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Guasave, rommel.lp@guasave.tecnm.mx

² M.A.N. Nadia Lizzette Puentes Llanos es docente del programa de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Guasave, nadia.pl@guasave.tecnm.mx

³ M.C. Cindy Rosas Domínguez es docente del programa de Ingeniería en Industrias Alimentarias del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Guasave, cindy.rd@guasave.tecnm.mx

⁴ C. Erick Saúl González López es estudiante del programa de Ingeniería Mecánica del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Guasave, l1925010226@guasave.tecnm.mx

mayor problema se suscita, cuando las partes metálicas que se desprenden se unen al flujo de la carne deshebrada que sale del equipo, por lo que se corre el riesgo que sigan en el proceso hasta estar contenidas en el producto final. Lo anteriormente mencionado, podría desencadenar baja de la calidad del producto e inconformidad de los clientes.

Por lo anteriormente expuesto, se propuso la siguiente pregunta de investigación:

- ¿Es posible desarrollar un diseño de unión soldada barra-rodillo de una máquina deshebradora de carne que soporte los esfuerzos requeridos para garantizar que no existan desprendimientos y se evite que los elementos metálicos salgan del equipo?

METODOLOGÍA

Para la unión de barra y rodillo (cilindro) partimos de definir que el tipo de soldadura necesaria es circundante (véase Figura 1).

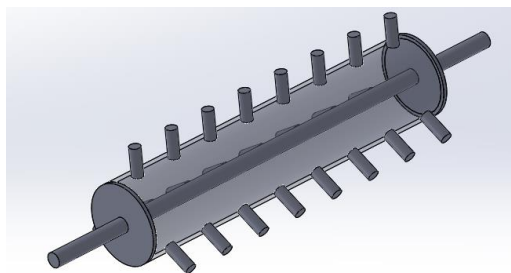


Fig. 1 Diseño CAD del ensamble del rodillo el software SolidWorks.

Fuente: Elaboración propia.

Utilizando el software es posible establecer las dimensiones adecuadas con base en tamaños de materiales comerciales, por ejemplo: las barras son de 1 pulgada de longitud y diámetro de 3/8 de pulgada (véase Figura 2).

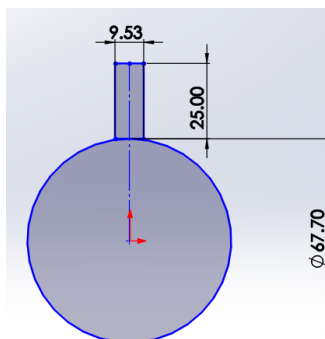


Fig. 2 Croquis de las barras y el rodillo en mm en el software SolidWorks.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de carga estática

Se inicia el análisis estimando que los metales a unir (rodillo y barras) son de acero inoxidable austenítico AISI 304 recocido, que en condiciones en contacto con agua fresca tiene la capacidad de mantenerse sin óxido, manchas o picaduras [1] y es de grado alimenticio (véase Tabla 1). De igual manera, se considera un material de aporte ER 308 con la aplicación de un proceso.

Tabla 1. Resistencia a la corrosión de aceros inoxidables en varios ambientes

Tipo	Atmósfera				Agua fresca	Agua salada	Suelo	Químico
	Industrial	Marino	Ciudad	Rural				
302	5	2	1	1	1		3	7
302B	5	2	1	1	1		3	7
303	5	2	1	1	1		3	7
303Se	5	2	1	1	1		3	7
304	5	2	1	1	1	3	3	7

Fuente: The Lincoln Electric Company, 2003

Método convencional para el metal de aporte

La resistencia a la cedencia y resistencia última del material de la soldadura son de 64 ksi y 89 ksi respectivamente (véase Tabla 2).

Tabla 2. Propiedades mecánicas del acero inoxidable ER308 como material de aporte

Clasificación	Gas Protector	% Elongación	Resistencia a Tensión Mpa (ksi)	Resistencia a la Fluencia @0.2% Compensación Mpa (ksi)
Resultado típico, Cuando es usado como soldadura	100% Ar	42	610 (89)	440 (64)

Fuente: The Lincoln Electric Company, 2003

En lo referente a las ecuaciones para el área de la garganta y el segundo momento unitario del área para un círculo, se tiene que dependen del radio y de la garganta de la soldadura (véase Tabla 3).

Tabla 3. Propiedades flexionantes de las soldaduras de filete

Soldadura	Área de la garganta	Ubicación de G	Segundo momento unitario del área
	$A = 1.414\pi hr$		$I_u = \pi r^3$

Fuente: Budynas R, Nisbett B, 2008

La práctica de ingeniería convencional considera que el esfuerzo de soldadura significativo es el esfuerzo cortante en la sección de garganta para cargas paralelas o transversales[3]. Tomando en cuenta que un diagrama de cuerpo libre de la viga (barra) mostraría una reacción de fuerza cortante V y una reacción de momento M[4], por lo que en este método es de interés calcular el esfuerzo cortante primario y secundario.

Considerando que

$$h=1/8 \text{ in} = 0.125 \text{ in} = 3.175 \text{ mm}$$

$$d=3/8 \text{ in}=0.375 \text{ in}$$

$$r=9.53 \text{ mm} / 2= 4.765 \text{ mm} = 0.1875 \text{ in}$$

Entonces para el área:

$$A = 1.414\pi hr = 1.414\pi(0.125 \text{ in})(0.1875 \text{ in}) = 0.033 \text{ in}^2$$

En el caso del segundo momento del área:

$$I_u = \pi(0.1875 \text{ in})^3 = 0.0207 \text{ in}^3$$

El segundo momento del área con base en la garganta de la soldadura, es:

$$I = 0.707hI_u = 0.707(0.125 \text{ in})(0.0207 \text{ in}^3) = 0.00183 \text{ in}^4$$

Tomando de referencia que la fuerza necesaria para separar la carne en hebras es de 100 N = 22.48 lb [5], entonces, se procede a calcular el esfuerzo cortante primario:

$$\tau' = \frac{F}{A} = \frac{22.48 \text{ lb}}{0.033 \text{ in}^2} = 681.21 \text{ psi}$$

El esfuerzo cortante secundario:

$$\tau'' = \frac{Mr}{I} = \frac{22.48 \text{ lb} (1 \text{ in})(0.1875 \text{ in})}{0.00183 \text{ in}^4} = 2303.27 \text{ psi}$$

La magnitud del esfuerzo cortante es:

$$\tau = \sqrt{\tau'^2 + \tau''^2} = \sqrt{(681.21 \text{ psi})^2 + (2303.27 \text{ psi})^2} = 2401.89 \text{ psi} = 2.401 \text{ ksi}$$

Con base en una resistencia mínima y el criterio de energía de distorsión, el factor de seguridad es:

$$n = \frac{S_{sy}}{\tau} = \frac{0.577(64 \text{ kpsi})}{2.401 \text{ kpsi}} = 15.38$$

Se seleccionó un factor de seguridad mínimo de 4 porque es el caso de “elementos de máquinas bajo cargas dinámicas, con incertidumbre en cuanto a alguna combinación de cargas, propiedades del material, análisis de esfuerzos o el ambiente”[6].

Método convencional para el metal de unión

Las resistencias mínimas del acero AISI 304 (grado alimenticio) son: $S_{ut} = 85 \text{ ksi}$ y $S_y = 35 \text{ ksi}$ [7].

Calculando el esfuerzo por flexión máximo:

$$\sigma = \frac{Mc}{I} = \frac{Flr}{\pi \frac{d^4}{64}} = \frac{22.48 \text{ Lb} (1 \text{ in})(0.1875 \text{ in})}{\pi \frac{(0.375 \text{ in})^4}{64}} = 4342.12 \text{ psi}$$

El máximo esfuerzo que puede soportar un elemento estructural o un componente de maquinaria en condiciones normales de uso es considerablemente más pequeño que el esfuerzo último (o de cedencia si es el caso). El cociente entre la resistencia y el esfuerzo aplicado se le conoce como factor de seguridad [8].

Determinando el factor de seguridad:

$$n = \frac{S_y}{\sigma} = \frac{35 \text{ kpsi}}{4.34 \text{ kpsi}} = 8.06$$

De igual manera, se eligió el mínimo factor de seguridad como 4, tomando en cuenta que es el mismo caso que se tuvo en el método anterior.

Simulación en software CAE

Utilizando el software SolidWorks se realizó un análisis de Ingeniería Asistida por Computadora (CAE). El software cuenta con un complemento llamado Simulation el cual es un paquete de herramientas de análisis estructural que utilizan el análisis de elementos finitos (FEA) para predecir el comportamiento físico real de un producto [9].

Se modelaron las piezas del tubo del eje y la barra. En seguida, ambas piezas se transformaron las piezas en entidades tipo superficie (véase Figura 3).

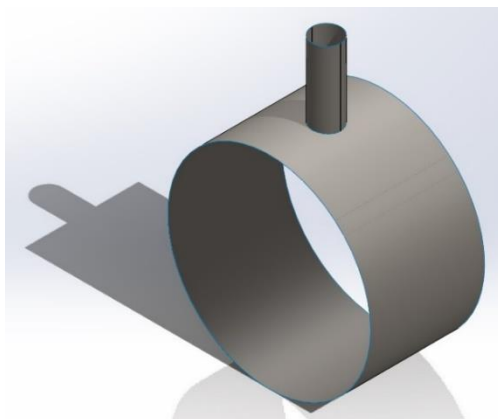


Fig. 3 Ensamble 3D a partir de elementos de superficie en el software SolidWorks.

Fuente: Elaboración propia.

Se agregaron una línea de partición, para poder indicarle al software el lugar exacto donde se localizaría la carga. La carga aplicada fue de 22.48 lb dirigida de forma paralela al plano que se muestra (véase Figura 4).

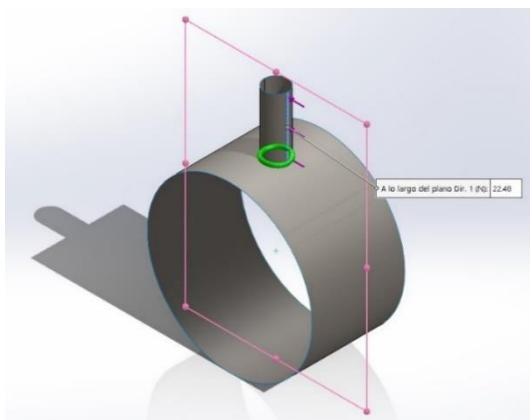


Fig. 4 Ensamble 3D del modelo para simulación a partir de elementos de vaciado en el software SolidWorks.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez ejecutada la simulación, se observó el resultado de las tensiones aplicando el criterio de von Mises que especifica que: la cedencia de un material se produce cuando la energía de distorsión por unidad de volumen del material es igual o superior a la energía de distorsión por unidad de volumen del mismo material cuando se somete a la cedencia en una prueba de tensión simple[10]. Con el resultado del análisis se generan los valores máximos y mínimos de esfuerzo en unidades de psi, así como el valor del límite elástico de 29.99 ksi (véase Figura 5).

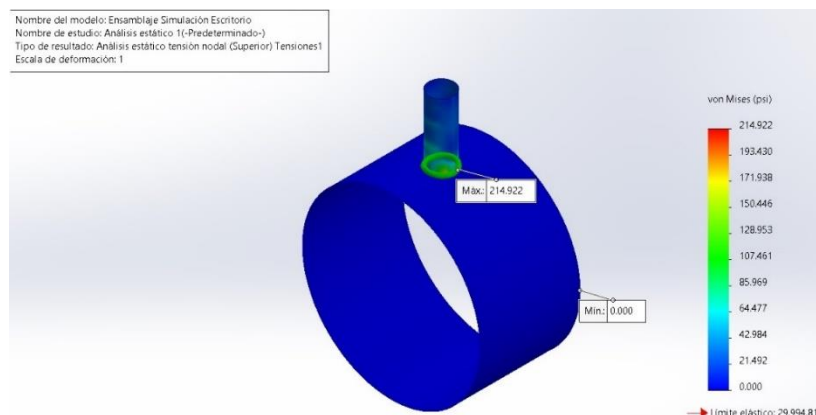


Fig. 5 Resultado de tensiones para análisis de la soldadura en el software SolidWorks.

Fuente: Elaboración propia.

Para culminar, se efectuó un trazado de comprobación de soldadura el cual es útil para determinar el estado de todos los conectores de soldadura de arista además de que lista los tamaños de la soldadura apropiados para trasladar las cargas con seguridad[11]. En el resultado se muestra si las aristas para deposición del material de aporte requieren o no atención y así como también se obtuvo el tamaño de la soldadura calculada y la estimada (véase Figura 6).

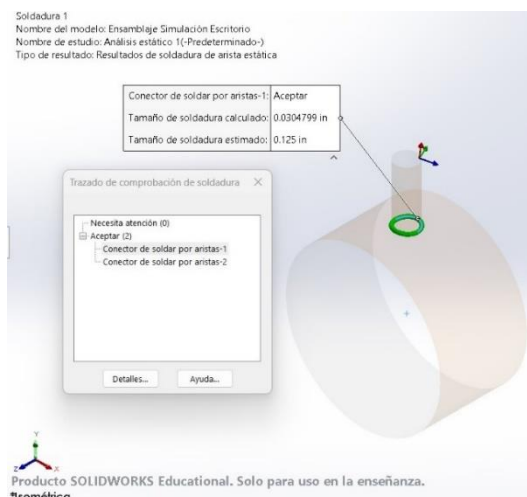


Fig. 6 Resultado de comprobación de la soldadura en el software SolidWorks.

Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS

- Se diseñó una unión soldada para barras en un rodillo de una máquina deshebradora de carne con el objetivo de que no se tengan desprendimientos y se tenga un producto sin la calidad requerida.
- La unión cuenta con elementos de acero inoxidable AISI 304 y material de aporte ER308 que son metales de grado alimenticio, por lo que la inocuidad alimentaria está garantizada.
- Aplicando el método para el material de aporte (ER308) se obtuvo un factor de seguridad de 15.38 que es un 3.84 veces mayor que el mínimo requerido de 4.
- En el caso del método para el metal de unión (Inoxidable 304) se logró un factor de seguridad de 8.06, el cual corresponde al 2.01 veces el mínimo requerido de 4.

- Como resultado del análisis de la soldadura (simulación) se consiguieron cordones de soldadura apropiados donde el tamaño de la soldadura calculada fue de 0.0304 pulgadas en comparación con un estimado de 0.25 in, con lo que se tiene un estimado de 8.22 veces más que el calculado.

CONCLUSIONES

Se realizó el diseño de unión de una barra soldada a un rodillo para tener un ensamble de corte para deshebrado de carne en un equipo para una industria de procesamiento de alimentos. Con una correcta unión entre los elementos mecánicos se evita la separación de las barras del rodillo, con lo que no habrá ocurrencias en las cuales los elementos metálicos salgan de la máquina de deshebrado. Se aplicaron dos métodos para el análisis teórico (método del material de aporte y método de los metales de unión) basados en las resistencias de los materiales en cuestión, así como de sus factores de seguridad con base en los esfuerzos aplicados; en ambos casos los resultados dan certidumbre de que en operación la unión no fallará bajo carga estática. Se desarrolló un análisis de elementos finitos (FEA) para las aristas de soldadura (2) de unión entre barra y rodillo, donde la soldadura estimada fue mucho mayor a la calculada (mínima requerida).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. T. Lincoln Electric Company, "Stainless Steels Welding Guide," 2003.
2. A. S. Nicolas, Neumática Práctica, 1era. Edic. Madrid: Paraninfo, 2009.
3. R. Juvinall and K. Marshek, "Fundamentals of Machine Component Design," Danvers, Massachusetts, 2017.
4. R. Budynas and K. Nisbett, "Diseño en ingeniería mecánica de Shigley," vol. 8va. Edición, p. 1092, 2008.
5. Uzcátegui, Orlando, Martino, and Lucia, "Redalyc.Diseño de una máquina para deshebrar carne en un comedor industrial," 2017, [Online]. Available: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70753474003>
6. R. L. Mott, Diseño de Elementos de Máquinas, Pearson Ha. México, D.F., 2006.
7. R. Norton, DISEÑO DE MÁQUINAS Un enfoque integrado. México: Prentice Hall, 1999.
8. F. Beer, R. Johnston, J. Dewolf, and D. Mazurek, Mecánica de Materiales. 2010.
9. SolidWorks Corporation, "SOLIDWORKS Simulation." Accessed: Oct. 10, 2023. [Online]. Available: <https://www.solidworks.com/es/product/solidworks-simulation>
10. R. Hibbeler, Mecánica de Materiales, 8va Edició., vol. 3. México: Prentice Hall, 2011.
11. Dassault Systemes, "Ayuda de SOLIDWORKS ," Oct. 2023.

LABORATORIO DE REALIDAD VIRTUAL (LRV) PARA MÓDULOS DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS TELETERNIK.

VIRTUAL REALITY (VR) LABORATORY FOR TELETERNIK ELECTRICAL MACHINE MODULES.

Ing. Kevin García Márquez ¹

Dr. Jacinto Torres Jiménez ²

Mtro. Julio Cesar Martínez Hernández ³

Enrique Gonzales Barrios⁴

RESUMEN

Este artículo se presenta la metodología para crear un laboratorio de realidad virtual (LRV) orientado a los módulos de máquinas eléctricas Teleternik®. Su propósito es aprovechar la tecnología de realidad virtual para enriquecer la educación en máquinas eléctricas, brindando a los estudiantes una experiencia de aprendizaje inmersiva. Esto les permite interactuar con componentes virtuales y entornos de manera efectiva, mejorando su comprensión de conceptos teóricos y su aplicación práctica. El LRV proporciona acceso a recursos virtuales que, en el mundo físico, serían costosos o difíciles de obtener. Los estudiantes pueden experimentar con configuraciones de máquinas eléctricas, simular condiciones específicas y realizar pruebas virtuales sin restricciones de tiempo o recursos, impulsando su capacidad de aprendizaje. En términos de seguridad, la realidad virtual ofrece un entorno controlado para experimentos sin riesgos asociados al manejo de maquinaria real, permitiendo aprender de errores sin consecuencias negativas para la integridad física.

ABSTRACT

This article presents the methodology to create a virtual reality laboratory (LRV) oriented to Teleternik® electrical machine modules. Its purpose is to leverage virtual reality technology to enrich electrical machine education, providing students with an immersive learning experience. This allows them to interact with virtual components and environments effectively, improving their understanding of theoretical concepts and their practical application. The LRV provides access to virtual resources that, in the physical world, would be expensive or difficult to obtain. Students can experiment with electrical machine configurations, simulate specific conditions, and perform virtual tests without time or resource restrictions, boosting their learning ability. In terms of safety, virtual reality offers a controlled environment for experiments without risks associated with handling real machinery, allowing us to learn from mistakes without negative consequences for physical integrity.

Palabras clave: Realidad virtual, Máquinas eléctricas, Seguridad, Experiencia de aprendizaje, componentes virtuales.

Key words Virtual reality, Electrical machines, Security, Learning experience, virtual components.

INTRODUCCIÓN

¹Ing. Kevin García Márquez Integrante de la academia de ingeniería eléctrica del Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango, Tecnológico Nacional de México.CA, ITESHUAUCA-5 kevin.gm@huauchinango.tecnm.mx.

²Dr. Jacinto Torres Jiménez Integrante de la academia de ingeniería eléctrica del Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango, Tecnológico Nacional de México Jacinto.tj@huauchinango.tecnm.mx

³Mtro. Julio Cesar Martínez Hernández. Academia de Ingeniera Industrial del Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango, Tecnológico Nacional de México julioc.mh@huauchinango.tecnm.mx

⁴Enrique Gonzales Barrios. Estudiante de la carrera de Ingeniería Eléctrica del Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango, Tecnológico Nacional de México. enriquegonzalez094@gmail.com

Dentro del ámbito de la educación en máquinas eléctricas, se plantea la creación de un Laboratorio de Realidad Virtual (VR) para el módulo de máquinas eléctricas de Teleternik con el propósito principal de ofrecer a los estudiantes una experiencia de aprendizaje más inmersivo e interactivo. [1] "flujo" en el contexto del aprendizaje, el flujo es un estado mental en el que una persona está completamente inmersa y concentrada en una actividad. La realidad virtual se presenta como una herramienta innovadora capaz de transformar la manera en que los estudiantes abordan el estudio de las máquinas eléctricas, permitiéndoles visualizar e interactuar con estos dispositivos de una forma que los métodos de aprendizaje tradicionales no logran igualar. [2] Aprendizaje, formación y entretenimiento: Cómo la VR, AR y MR pueden utilizarse para mejorar el aprendizaje y la formación, así como para proporcionar entretenimiento. Este enfoque se traduce en una comprensión más profunda de los conceptos relacionados con las máquinas eléctricas, además del desarrollo de habilidades esenciales para el diseño y la resolución de problemas en este campo. [3] La realidad virtual educativa se enfoca en el aprendizaje mediante la acción o "learning by doing". Al estar inmersos en lo que aprenden, los alumnos pueden estimular circuitos cognitivos, sensoriales y emocionales al mismo tiempo, promoviendo que las lecciones se retengan hasta cuatro veces mejor que con métodos tradicionales de enseñanza. La inmersión en entornos virtuales también se sumerge como un pilar de seguridad, al proporcionar un espacio controlado donde el estudiante puede interactuar con máquinas eléctricas sin correr el riesgo de lesiones o daños a equipos reales. Esto es particularmente relevante cuando se considera que algunos estudiantes se dedican al estudio de máquinas eléctricas de mediano y alto voltaje. Además de su capacidad para mejorar la seguridad, la realidad virtual también estimula una mayor participación estudiantil, convirtiendo el proceso de aprendizaje en una experiencia atractiva y emocionante. Este elemento es crucial para mantener la motivación de los estudiantes, especialmente en el campo de la ingeniería eléctrica.

METODOLOGÍA

La metodología que se implementó para desarrollar el laboratorio de realidad virtual (LRV) para los módulos de máquinas eléctricas de la marca registrada Teleternik® consiste principalmente en la realización de cinco etapas: 1) Identificación de los requisitos del sistema, 2) Diseño del sistema de realidad virtual, 3) Desarrollo del sistema, 4) Pruebas y validación y 5) Implementación y formulación. La metodología se presenta de forma esquemática, (Véase Figura 1).



Figura 1. Metodología desarrollada.

A continuación, se describe a detalle cada una de las etapas de la metodología.

1) Identificación de los Requisitos del Sistema: Los requisitos del sistema se obtuvieron por medio de una investigación minuciosa de las características y componentes de los módulos de máquinas eléctricas

de Teleternik® existentes en la institución. (Véase figura 2). El principal objetivo fue entender completamente sus funcionalidades y operaciones. Posteriormente se procedió a realizar entrevistas y discusiones con los profesores y estudiantes de la carrera de ingeniería eléctrica que utilizan habitualmente los módulos con la finalidad de determinar las prácticas y experimentos de laboratorio que se deberían poder replicar en la realidad virtual. Se organizaron reuniones de formación exhaustivas para los profesores y estudiantes, diseñadas con enfoque práctico y orientación pedagógica. [5] cómo la VR, AR y MR que pueden utilizarse para mejorar el aprendizaje y la formación de los estudiantes.



Figura 2. Módulo de prácticas Teleternik.

2) Diseño del Sistema de Realidad Virtual (SRV): Para llevar a cabo el diseño del sistema de realidad virtual fue necesario recopilar información exhaustiva de los módulos y los equipos de medición que se utilizarán en las prácticas. Con base en la información recopilada, se diseña el SRV que refleja de manera fiel las características del módulo de Teleternik®. Se crean los modelos 3D detallados de cada componente y se diseña la interfaz de usuario de forma intuitiva y amigable. (Véase figura 3).

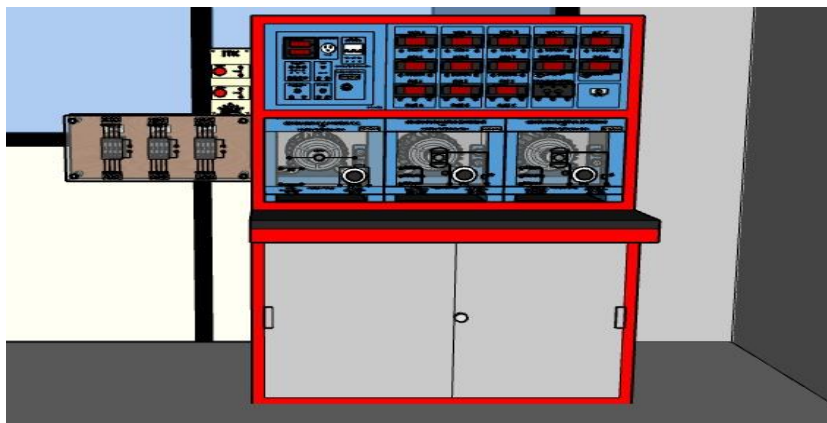


Figura 3. Diseño del Sistema de Realidad Virtual.

3) Desarrollo del Sistema: Los modelos 3D se crearon en SketchUp Pro y se implementan utilizando un motor para renderización como lo es enscape3D (Véase figura 4). [6] Creando contenido útil y agradable, es fundamental entender cómo los usuarios perciben e interactúan intuitivamente con varias formas de realidad. Se realizaron las interacciones, animaciones y simulaciones necesarias para recrear los experimentos realizados con el módulo de Teleternik®. El sistema es compatible con varios dispositivos de realidad virtual para garantizar un amplio acceso.

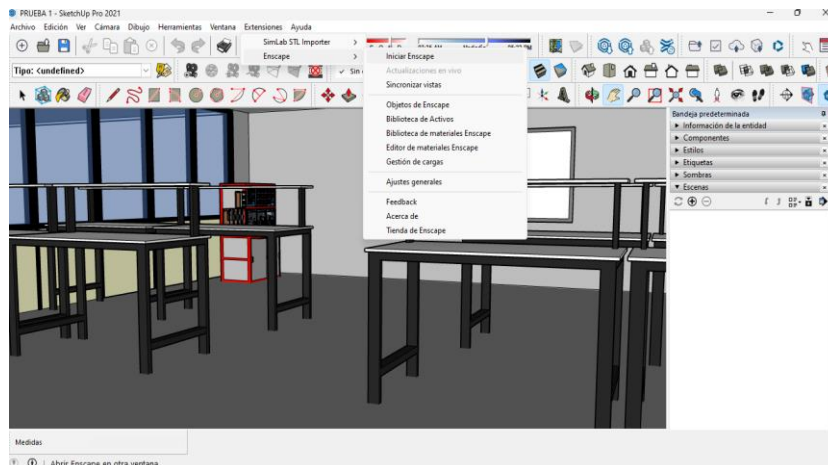


Figura 4. Desarrollo de sistema.

Además, como parte integral de este ambicioso proyecto, se llevaron a cabo detallados modelos 3D de componentes esenciales, como motores y tableros de conexión. Estos modelos tridimensionales no solo agregan una capa adicional de realismo a la representación del módulo Teleternik®, sino que también desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento de las prácticas.

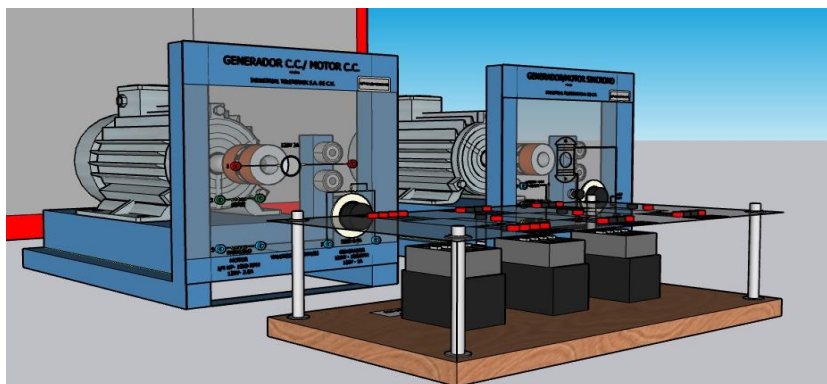


Figura 5. Desarrollo del Sistema modelo 3D.

4) Pruebas y Validación: Son pruebas exhaustivas para asegurar que el sistema cumple con los requisitos y funciona correctamente. Profesores y estudiantes fueron invitados a probar el sistema y a proporcionar retroalimentación, que se utilizó para hacer los ajustes necesarios. (Véase figura 6).



Figura 6. Diseño del Sistema de Realidad Virtual

5) Implementación y Formación: Una vez validado, el sistema de realidad virtual se implementó en el Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango en el laboratorio de ingeniería eléctrica. Se organizaron sesiones de formación para los profesores y estudiantes sobre cómo utilizarlo eficazmente el sistema de realidad virtual y se prepararon materiales de formación y documentación para usuarios de otras universidades. (Véase figura 7). Durante estas sesiones, los participantes no solo aprendieron a utilizar el sistema de realidad virtual, sino también a integrarlo de manera efectiva en sus programas de estudio, enriqueciendo así el proceso educativo. Se fomentó la exploración de nuevas metodologías de enseñanza y estrategias de aprendizaje que aprovechando al máximo esta tecnología innovadora. Además, se dedicó especial atención a la creación de materiales de formación y documentación de calidad. Estos recursos incluyen manuales detallados, tutoriales interactivos y guías prácticas para garantizar que los usuarios tengan acceso a información valiosa en todo momento.



Figura 7. Diseño del Sistema de Realidad Virtual.

RESULTADOS

Se realizó una evaluación comparativa que involucró a 14 estudiantes que tomaron la materia de Control de Máquinas Eléctricas en el séptimo semestre de la carrera de Ingeniería Eléctrica en el Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango. La evaluación se llevó a cabo tanto antes como después de la realización de prácticas, comparando el desempeño del grupo. Obteniendo como resultado la media de todas las evaluaciones de los alumnos, esta fue de 0% a 100%.

Grupo sin Realidad Virtual (Pre-Prácticas sin realidad virtual): El grupo de 14 estudiantes realizó prácticas relacionadas con la materia de Control de Máquinas, pero sin el uso de tecnología de realidad virtual. Se administraron evaluaciones antes y después de las prácticas para medir su aprendizaje y comprensión de los conceptos. (Véase tabla 1).

Tabla 1. Evaluación de grupo sin realidad virtual (Pre-Prácticas).

Grupo	Porcentaje de Evaluación
Grupo sin Realidad Virtual (Pre-Prácticas sin realidad virtual).	50%

Grupo sin Realidad Virtual (Post-Prácticas con realidad virtual): El mismo grupo de 14 estudiantes que realizó las prácticas sin realidad virtual ahora las realizó empleando realidad virtual. Los integrantes del grupo mostraron una mejora de conocimiento y comprensión de los conceptos relacionados con el control de máquinas. (Véase tabla 2).

Tabla 2. Evaluación de grupo sin realidad virtual (Post-Prácticas).

Grupo	Porcentaje de Evaluación
Grupo con Realidad Virtual (Post-Prácticas con realidad virtual).	85%

Los resultados obtenidos revelaron diferencias de mejora del 35%, esto es muy significativo para el grupo. (Véase figura 8).

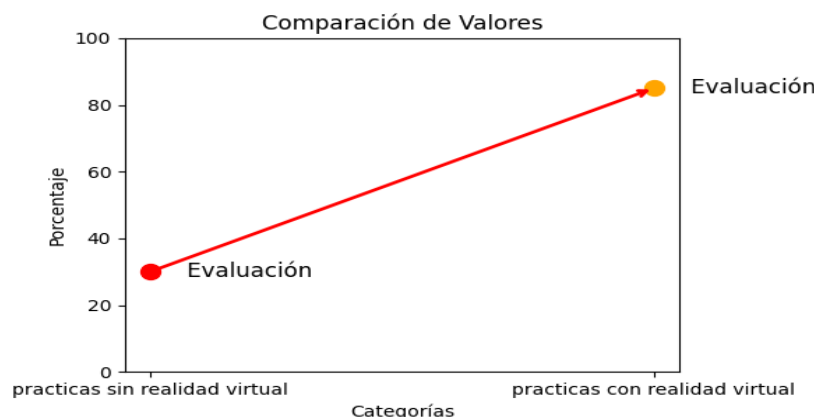


Figura 8. Diseño del Sistema de Realidad Virtual.

Los resultados revelaron diferencias de mejora de un 35%, (Véase figura 9). lo que es extraordinariamente significativo para el desarrollo de competencias profesionales en el proceso enseñanza-aprendizaje del grupo. [7] modelos tangibles y de realidad aumentada pueden utilizarse para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en los cursos de gráficos de ingeniería. Esta mejora notable podría atribuirse a la implementación de prácticas con realidad virtual, que claramente ha tenido un impacto positivo en el rendimiento y la comprensión de los participantes. [8] dado que la VR bloquea el mundo real, puede haber menos distracciones, lo que puede ser beneficioso para ciertas tareas

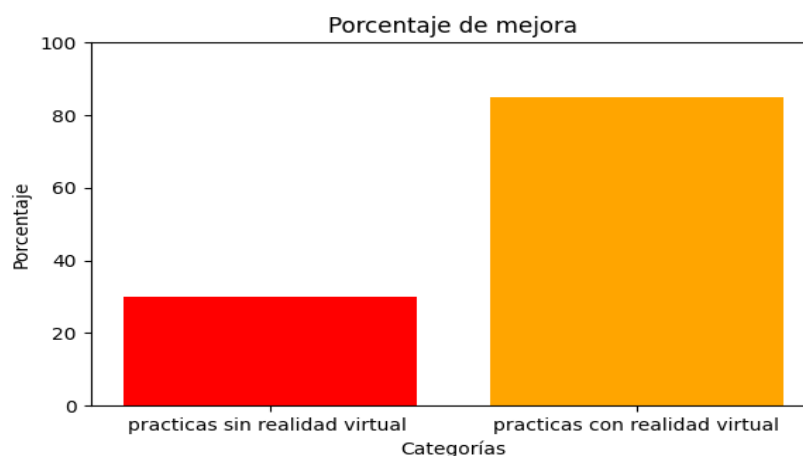


Figura 9. Diseño del Sistema de Realidad Virtual.

CONCLUSIONES

En conclusión, [9] el estado actual de los laboratorios virtuales son el futuro potencial la implementación exitosa de la tecnología de realidad virtual en la educación, en especial en esto que se trabajó como lo son las máquinas eléctricas, ha demostrado ser clave en la evolución de la enseñanza. Al proporcionar a

los estudiantes una experiencia inmersiva y accesible, esta estrategia educativa ha superado las restricciones tradicionales de las aulas convencionales, permitiendo a los estudiantes explorar y comprender en profundidad conceptos teóricos y prácticos de una manera sin precedentes. La capacidad de sumergirse en entornos virtuales altamente realistas ha permitido a los estudiantes interactuar con máquinas eléctricas y circuitos de una manera altamente efectiva, eliminando las barreras físicas que limitan la experimentación en un laboratorio convencional. Esta inmersión ha enriquecido su comprensión y les ha proporcionado un conjunto de habilidades más sólido y aplicable en su futura carrera. Además, el acceso a una amplia gama de recursos virtuales ha ampliado significativamente las oportunidades de aprendizaje y exploración. Los estudiantes pueden acceder a simulaciones interactivas y recursos en 3D, lo que ha enriquecido su aprendizaje y les ha proporcionado una base sólida para el desarrollo de su conocimiento académico y su futuro profesional. La seguridad de los estudiantes ha sido una prioridad en esta propuesta, ya que la realidad virtual brinda un entorno controlado y seguro para la experimentación. Los estudiantes pueden cometer errores sin preocupaciones sobre su integridad física.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango, al Tecnológico Nacional de México TecNM, al Programa para el Desarrollo Profesional Docente y CA Optimización de Sistemas Eléctricos,

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. B. Choi and Y. Baek, "Exploring factors of media characteristic influencing flow in learning through virtual worlds," *Computers & Education*, vol. 57, no. 4, pp. 2382-2394, 2011
2. H. Huang, *Virtual, Augmented, and Mixed Reality: Applications and Case Studies*. Springer, 2019
3. M. Billinghurst and A. Duenser, "Augmented Reality in the Classroom," *Computer*, vol. 45, no. 7, pp. 56-63, 2012.
4. S. Aukstakalnis, **Practical Augmented Reality: A Guide to the Technologies, Applications, and Human Factors for AR and VR**. Addison-Wesley Professional, 2016.
5. R. Shumaker, *Virtual, Augmented and Mixed Reality: Applications in Health, Cultural Heritage, and Industry*. Springer, 2018.
6. J. Jerald, *The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality*. Morgan & Claypool Publishers, 2015.
7. Y. C. Chen, H. L. Chi, W. H. Hung and S. C. Kang, "Use of tangible and augmented reality models in engineering graphics courses," in **Journal of Professional Issues Engineering Education and Practice*, vol. 137, no. 4, pp. 267-276, 2011.
8. M. Krichenbauer, G. Yamamoto, T. Taketomi, C. Sandor and H. Kato, "Augmented reality vs virtual reality for 3D object manipulation," *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 24, no. 2, pp. 1038-1048, 2018.
9. Keskil, U. Güdükbay and B. Doğan, "A comprehensive review of virtual laboratories in the literature: present and future," *International Journal of Online Engineering*, vol. 10, no. 3, pp. 13-21, 2014.

ANÁLISIS DE TENSIÓN TERMOELÉCTRICA DE ESTADO ESTACIONARIO DE UN FUSIBLE

STEADY STATE THERMOELECTRIC VOLTAGE ANALYSIS OF A FUSE

Dr. Mario Ibañez Olvera¹

Dra. Bethsabet Jaramillo Sierra²

C. Ricardo Cerino Acevedo³

RESUMEN

En el siguiente trabajo se puede observar la simulación numérica que se realizó a un fusible, estos dispositivos son utilizados como medio de protección que se utiliza para proteger algún circuito de fallas que puedan ocurrir como pueden ser sobre corrientes o cortos circuitos, de forma que realizar una simulación numérica cobra mucha importancia ya que nos permite observar cómo afectan algunos factores al fusible.

En este caso en particular la simulación numérica servirá para poder observar la densidad de corriente que circula a través del fusible, además de poder observar la deformación que se presenta en este elemento debido a la corriente que se le asigna, gracias a esto podremos darnos cuenta de los posibles efectos que puedan tener determinadas condiciones sobre un elemento como en este caso el fusible sin la necesidad de realizar pruebas físicas y así también comprender la importancia que puede tener la simulación numérica.

ABSTRACT

In the following work we can observe the numerical simulation of a fuse, these devices are used as a means of protection that is used to protect a circuit from faults that may occur such as over currents or short circuits, so that performing a numerical simulation is very important because it allows us to observe how some factors affect the fuse.

In this particular case, the numerical simulation will be useful to observe the current density that circulates through the fuse, as well as to observe the deformation that occurs in this element due to the current assigned to it, thanks to this we will be able to realize the possible effects that certain conditions may have on an element such as the fuse without the need to perform physical tests and thus also understand the importance that numerical simulation can have.

Palabras clave: Simulación numérica, corriente, fusible.

Key words: Numerical simulation, current, fuse.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad al momento de querer realizar pruebas en un prototipo de cualquier producto, no es muy conveniente construir dicho prototipo de forma física, de forma que realizar una simulación numérica puede verse como una solución a la hora de tener que realizar pruebas y validar el funcionamiento de algún prototipo de producto que se esté diseñando, ya que por medio de la simulación numérica podemos agregar condiciones que nos permiten asemejar el cómo se comportara el prototipo diseñado en condiciones lo más reales posibles, así de esta forma evitamos un gasto de dinero y de tiempo en la

¹ Dr. Mario Ibañez Olvera es profesor investigador de la División de Ingeniería Mecánica del Tecnológico de Estudios Superiores de Tianguistenco mario_mecatronica@test.edu.mx.

² Dra. Bethsabet Jaramillo Sierra es profesora investigadora de la División de Ingeniería Ambiental del Tecnológico de Estudios Superiores de Tianguistenco bethsabet.jaramillo@test.edu.mx.

³ C. Ricardo Cerino Acevedo es un alumno sobresaliente por sus distintas participaciones en diferentes eventos y competiciones siendo siempre de los primeros lugares, pertenece a la División de Ingeniería Mecatrónica del Tecnológico de Estudios Superiores de Tianguistenco. ricardo_201926011@test.edu.mx

realización de distintas pruebas, lo que nos permitirá realizar distintas mejoras o modificaciones al diseño del prototipo en caso de ser necesario [1].

Todas estas ventajas que presenta la simulación numérica suponen un gran beneficio en la creación de distintos tipos de productos gracias a los diversos análisis que se pueden hacer por medio de la simulación numérica, estos análisis pueden, estructurales, térmicos, eléctricos, magnéticos, de fluidos, entre muchos otros.

Para el caso de la simulación que se presenta en este artículo se desarrollara un análisis eléctrico que además mostrará efectos estructurales y térmicos que sufre el fusible según las condiciones que sean asignadas, como resultado podremos observar la densidad de corriente que estará presente en el fusible, la deformación y la temperatura que este sufre debido a la corriente asignada.

METODOLOGÍA

Para desarrollar la simulación numérica del análisis de los efectos de la corriente sobre el fusible es necesario realizar distintas etapas para llegar observar dichos resultados se tendrán que realizar varias etapas como los es la obtención del diseño asistido por computadora (CAD), la caracterización de este, asignación de las excitaciones, generación de la malla (discretización) y por último la generación de los resultados de la simulación numérica.

A. Obtención de la geometría del fusible.

Para la realización de esta simulación se ha optado por utilizar el diseño de un fusible de tipo atornillable, los cuales se usan más comúnmente en automóviles [2], el diseño escogido se puede observar a continuación en la figura 1.

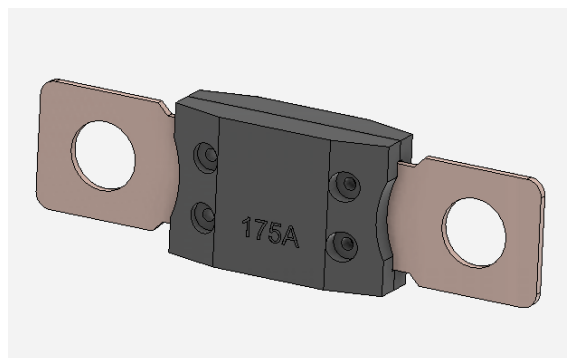


Figura 1. CAD del fusible de tipo atornillable.

En base a al CAD mostrado anteriormente, se realizará la simulación numérica, en este caso se utilizará una corriente diferente a la que se pudo observar en el diseño, por lo que es importante conocer las partes por la que este dispositivo este compuesto, dichas partes se muestran en la figura 2.

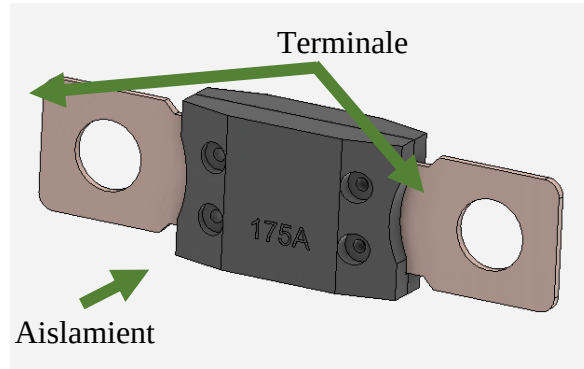


Figura 2. Partes del fusible.

Mientras que por dentro se puede observar la lámina metálica que posee el fusible [3], véase esta en la figura 3.

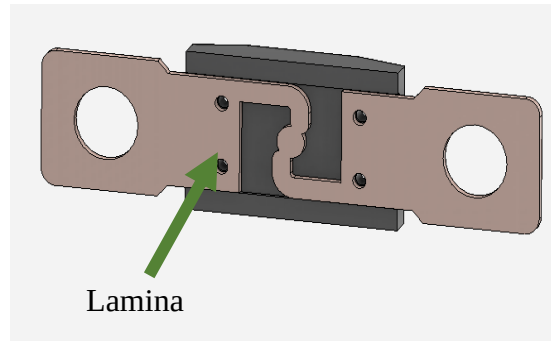


Figura 3. Lámina interior del fusible.

B. Caracterización del diseño

Para poder llevar a cabo la simulación numérica primero tenemos que llevar a cabo la caracterización del CAD, esto se refiere a que debemos de asignar los materiales pertinentes para cada parte que componen el dispositivo, los cuales podemos observar en la tabla 1.

Tabla 1. Materiales usados en la simulación

Elemento	Material
Aislamiento	Polietileno
Terminales y lamina interna	Aleación de aluminio

Teniendo en cuenta la tabla 1, a continuación, en la figura 4 se puede observar la forma en que se asignaron los materiales a cada uno de los elementos correspondientes, como en el caso del aislamiento que este hecho de polietileno y las terminales que en conjunto con la lámina interior están hechas de aleación de aluminio, esto con el fin de asemejar en lo posible el CAD con un fusible real y de esta forma poder obtener resultados más satisfactorios.

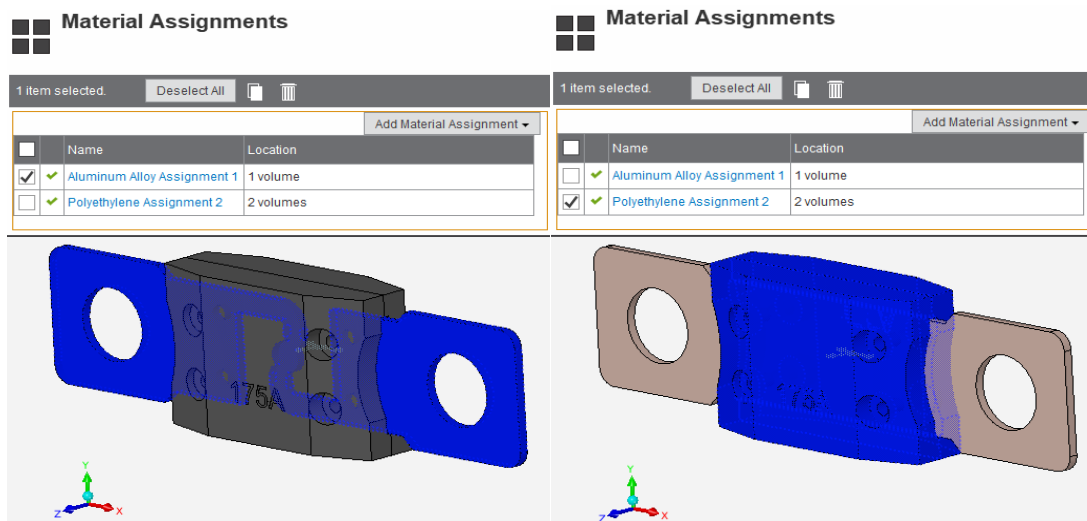


Figura 4. Asignación de materiales.

C. Asignación de Excitaciones

Tal y como se puede ver en la figura 5, se seleccionó la cara lateral de la terminal de una de las terminales del fusible, para posteriormente asignarle una corriente de 30 A, al seleccionar esta cara de cierta forma también se está indicando la dirección en la que será conducida la corriente a través del fusible.

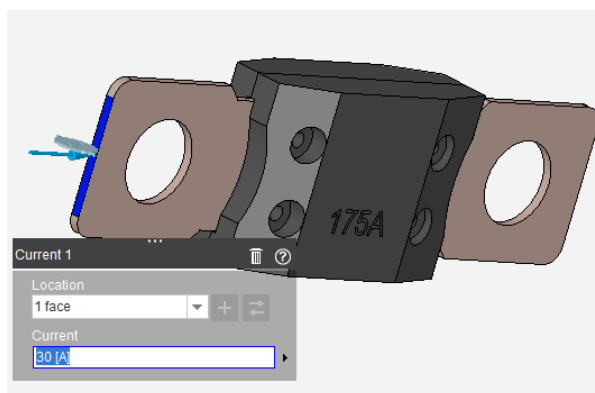


Figura 5. Asignación de corriente.

Posterior a la asignación de la corriente se realiza una asignación de 0 V en la cara lateral de la segunda terminal del fusible como se muestra en la figura 6, de esta forma el voltaje asignado también nos ayuda a definir la dirección flujo de corriente que estará presente en el componente.

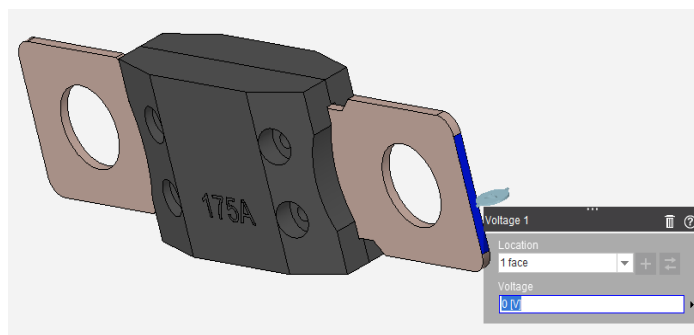


Figura 6. Asignación de voltaje.

D. Especificación de temperatura y de soporte fijo

Otra de las condiciones de la cuales es importante especificar es la temperatura, para el caso del fusible la temperatura asignada será de 30°C , que tal y como se puede ver en la figura 7 esta temperatura se colocó en las caras donde se asignó la corriente de 30 A y el voltaje de 0 V, ya que esto nos permitirá obtener el resultado deseado de la simulación numérica.

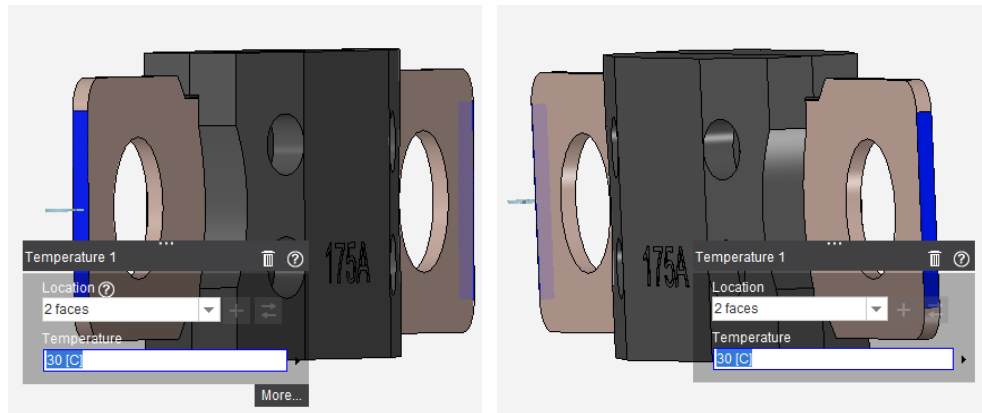


Figura 7. Especificación de temperatura.

Además de la temperatura también tenemos que especificar en que parte se mantendrá fija la pieza, esto es importante ya que también hará que la simulación obtenga mejores resultados y esta condición cobra una mayor importancia en un análisis estructural, para esto se especificaron los soportes fijos en las mismas caras que la temperatura como se puede observar en la figura 8.

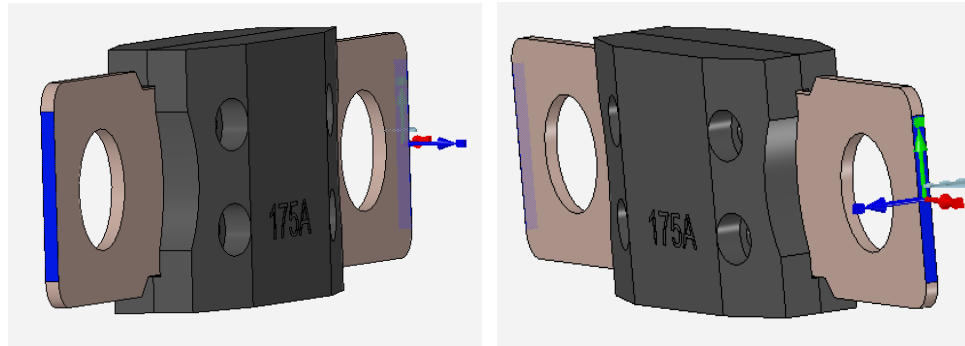


Figura 8. Especificación de soportes fijos.

E. Discretización del modelo y generación de resultados

Para la generación de la malla en el modelo (discretización), la cual nos permitirá realizar el análisis de los resultados correctamente, se usará únicamente la malla predeterminada por el software.

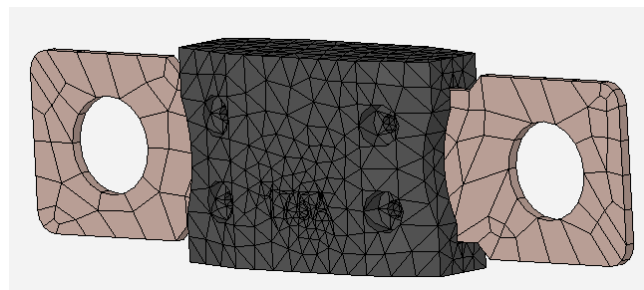


Figura 9. Generación de malla.

Al tener la malla se tienen que actualizar los resultados para que el software pueda realizar el análisis y mostrar lo que se puedan visualizar los resultados que se obtuvieron, de forma que es importante revisar cada una de las asignaciones y condiciones que se agregaron anteriormente

RESULTADOS

Los resultados que se obtuvieron a partir del desarrollo de la simulación numérica se dividen en 2 partes, en la primera parte se tiene la densidad de corriente que fluye a través del fusible, mientras que en la segunda se muestra la temperatura que se genera en el mismo.

A. Visualización de la densidad de corriente.

En la figura 10 se puede observar la densidad de la corriente y como esta circula por el fusible, de esta forma podemos observar cómo hay una mayor densidad de corriente en la parte interior del fusible, ya que como se puede ver en la misma imagen en donde hay más densidad de corriente hay una coloración roja y a medida que esta disminuye adquiere una colocación azul, con esto también podemos observar que en donde hay una menor densidad de corriente es en las terminales de conexión del fusible, además de que se puede apreciar un deformación en el aislamiento ya que este parece haberse hinchado debido a la densidad de corriente que hay en él.

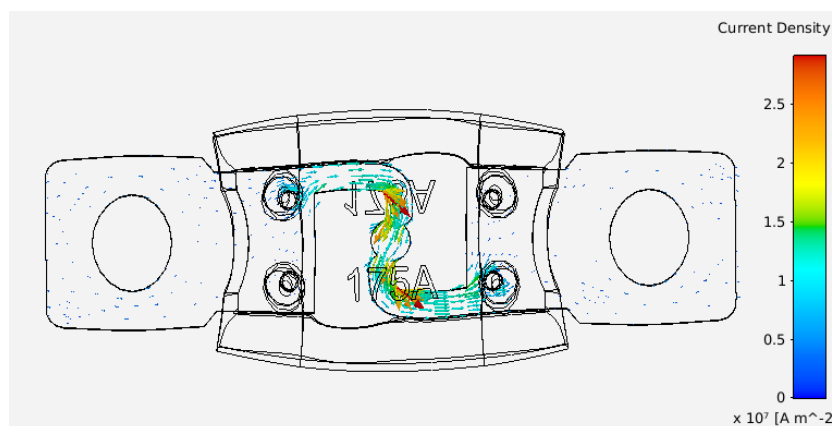


Figura 10. Densidad de corriente en el fusible.

B. Visualización de la temperatura.

Ahora a continuación en la figura 11 se puede observar el comportamiento de la temperatura en el fusible, se observa que en la parte media del fusible es donde se encuentra a mayor temperatura, esto debido a que en al igual que el resultado anterior podemos ver que en donde hay más temperatura hay tonos rojos y anaranjados y estos disminuyen hasta hacerse azules que es donde hoy una menor temperatura, además de que en este resultado también se pudo observar una deformación en el aislamiento al igual que en el resultado anterior.

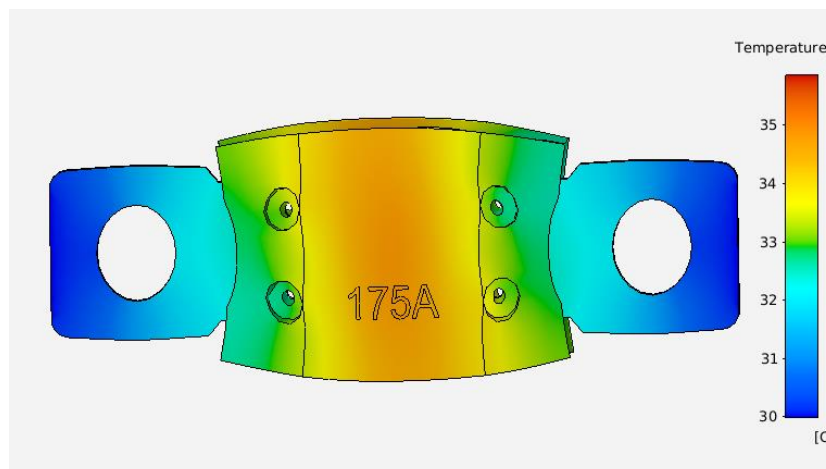


Figura 11. Temperatura en el fusible.

CONCLUSIONES

Como conclusión se puede decir que con la realización de esta simulación numérica se pudo comprobar cómo se comportara el fusible dependiendo de la corriente que se le ha asignado de forma que se pueden llegar a observar distintos fenómenos, uno de estos fenómenos que ocurrieron fue que se deforme el aislamiento del fusible, esto como consecuencia de la corriente que se aplicó, además también pudimos observar la densidad de corriente y la dirección en la que esta fluye representada por vectores que adoptan el color de en donde hay más densidad de corriente, esto nos ayuda a observar de forma más gráfica el como ocurre dicho fenómeno, y por ultimo también se pudo observar la temperatura que está presente en el dispositivo y donde hay mayor o menor temperatura, todos estos resultados que se obtuvieron hace que se puede observar la importancia de la simulación numérica en distintos procedimientos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Grote, «¿Qué es un fusible atornillable?: Grote,» 31 Marzo 2020. [En línea]. Available: <https://es.grote.com/knowledge-base/what-is-a-bolt-down-or-bolt-on-fuse/>. [Último acceso: 19 Septiembre 2023].
2. helloauto, «Fusible: helloauto,» [En línea]. Available: <https://helloauto.com/glosario/fusible#:~:text=Los%20fusibles%20est%C3%A1n%20compuestos%20por,corriente%20supera%20un%20cierto%20valor..> [Último acceso: 21 Septiembre 2023].
3. J. V. Bernal y M. B. Bernal Pérez, «La simulacion como herramienta para la mejora en el uso de recursos empresariales,» Ciencia y Tecnología, vol. 0, pp. 41-54, 2015.

IMPORTANCIA DE LOS INSECTOS COMO FUENTE DE PROTEÍNA

IMPORTANCE OF INSECTS AS A PROTEIN SOURCE

Alelí Martínez Hernández¹

MA. Rocío Sosa Torres²

Dra. María Liliana Hernández Pérez³

Katerin Nallely Rojas Hernández⁴

Luis Ángel García Monroy⁵

RESUMEN

Los insectos son ricos en proteínas, grasas saludables, vitaminas y minerales. Se consideran como una alternativa sostenible a las fuentes convencionales de proteínas. Su producción requiere menos recursos naturales, poco espacio y generan poco dióxido de carbono. El proyecto se centró en la cría de dos tipos de insectos: tenebrios y cucarachas de Madagascar, para la producción de pellets para alimentación de truchas, que demostraron ser eficaces en el crecimiento en comparación con los alimentos comerciales. Se presenta una fuente alternativa de proteína para la alimentación de animales de consumo, reduciendo la dependencia de fuentes de proteínas convencionales y aumentando los beneficios ambientales.

ABSTRACT

Insects are rich in protein, healthy fats, vitamins, and minerals. They are considered a sustainable alternative to conventional protein sources. Their production requires fewer natural resources, little space and they generate little carbon dioxide. The project focuses on breeding two types of insects: tenebrians and Madagascar cockroaches, to produce trout feed pellets, which proved to be effective in growth compared to commercial feed. An alternative source of protein is presented for feeding food animals, reducing dependence on conventional protein sources, and increasing environmental benefits.

Palabras clave: Insectos, proteína, sustentabilidad, *Oncorhynchus mykiss*

Keywords: *Insects, protein, sustainability, Oncorhynchus mykiss.*

INTRODUCCIÓN

A medida que la población mundial continúa creciendo y la demanda de proteínas aumenta, se ha vuelto evidente la necesidad de encontrar fuentes de proteína sostenibles y eficientes desde el punto de vista ambiental. La creciente preocupación por los impactos ambientales de la ganadería convencional ha llevado a que los insectos se consideren una fuente de proteína alternativa y sostenible, se ha demostrado que son altamente nutritivos, ricos en proteínas de alta calidad, contienen grasas saludables además de vitaminas y minerales esenciales. Su producción requiere menos agua, espacio y alimento en comparación con los animales tradicionales de granja como la carne de cerdo o de res, resultando en una huella ecológica significativamente menor (Bächle, 2023).

¹ Alelí Martínez Hernández, estudiante del programa de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Universidad Interserrana del Estado de Puebla- Chilchotla, 202172007@uich.edu.mx

² MA. Rocío Sosa Torres Profesor tipo C de la Universidad Interserrana del Estado de Puebla- Chilchotla, rocio_sosa@uich.edu.mx

³ Dra. María Liliana Hernández Pérez Profesor tipo A líder del cuerpo académico de la Universidad Interserrana del Estado de Puebla- Chilchotla, maria_hernandez@uich.edu.mx

⁴ Katerin Nallely Rojas Hernández, estudiante del programa de Ingeniería En Desarrollo Sustentable Con Orientación En Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Interserrana del Estado de Puebla- Chilchotla, 201993085@uich.edu.mx

⁵ Luis Ángel García Monroy, estudiante del programa de Ingeniería En Desarrollo Sustentable Con Orientación En Veterinaria Y Zootecnia de la Universidad Interserrana del Estado de Puebla- Chilchotla, 201993061@uich.edu.mx

Los insectos, a menudo pasados por alto en muchas culturas occidentales, ofrecen una opción para la seguridad alimentaria para muchos países en desarrollo. En nuestro país existe una amplia tradición de entomofagia, es decir, consumir insectos como los chapulines, escamoles y otro tipo de larvas. Además de que se han reportado cerca de 1,500 especies consideradas como comestibles, pero la gran mayoría de la población los ignora, debido a su mala fama y, su estrecha relación con algunas enfermedades, sin ser completamente aprovechados como una fuente ilimitada de proteína animal.

Las granjas de insectos son instalaciones diseñadas para criar, reproducir y albergar a estos ejemplares con fines diversos, desde la producción de alimentos y piensos hasta aplicaciones en la investigación científica y la gestión de residuos. Estas granjas han ganado relevancia en los últimos años debido a su potencial para abordar cuestiones ambientales, nutricionales y económicas.

La producción mundial acuícola de especies animales ha aumentado un 2,7 % en 2020 (FAO, 2022). En México la trucha *Oncorhynchus mykiss* se considera que es un alimento completo y accesible. La cual a nivel nacional se producen alrededor de 3 mil 898 toneladas en 18 estados del país (Rural, 2021). Su crianza requiere una alimentación balanceada y con altos contenidos de proteína, lo que lleva a encarecer su producción.

Algunas de los insectos más populares son los tenebrios (*Tenebrio molitor*), que son conocidos como gusanos de harina, ya que presentan un alto contenido de proteínas (entre 13,68 a 22,32 g por 100 g de porción comestible) y grasa (entre 8,90 a 19,94 g por 100 g de porción comestible) (IBERINSECT, 2021). Su ciclo de vida es dividido en 4 etapas: huevecillo, gusano, pupa y escarabajo, que son fácilmente distinguibles. Presenta un ciclo de vida de 18 semanas aproximadamente y, en condiciones óptimas de temperatura y humedad, así como de alimentación, puede poner cientos de huevos, en la etapa adulta. Su dieta se basa en fruta y verduras además de semillas como la avena.

La cucaracha de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) es un insecto siseante, blatodeo, no agresivo, carece de alas, presentando una longitud de 5 a 7,6 cm en la etapa adulta. Por lo que se considera una de las cucarachas de mayor tamaño. Presenta 6 mudas de exoesqueleto a lo largo de su vida, llegando a la madurez total a los 10 meses. En cautiverio pueden vivir hasta 5 años. La hembra una vez cargada puede poner huevos toda su vida aun en la ausencia de macho, en cada puesta puede presentar de 15 a 40 descendientes, su alimentación se basa en verduras frescas u ocasionalmente comida seca para mascota (BIOPARC Valencia, 2018).

El estudio se realizó en la Universidad Interserrana del Estado de Puebla-Chilchotla. Teniendo el cuestionamiento de: ¿Cómo afecta a las truchas arcoiris una alimentación basada en insectos?, los objetivos a llevar a cabo fueron: a) desarrollar granjas de insectos, b) realizar alimento a base de cucaracha de Madagascar y tenebrios que son insectos ricos en proteínas y c) evaluar el impacto del alimento a base de insectos y comercial en las truchas arcoiris.

METODOLOGÍA

Granjas de insectos

Tenebrios: La granja comenzó con 20 tenebrios en su estado de escarabajo, la Tabla 1 muestra el crecimiento de la población de tenebrios en un lapso de 3 meses, cada etapa se seleccionó y mantuvo en recipientes de plástico con cama de papel.

Cucaracha de Madagascar: Se inició con 40 individuos adultos en un contenedor de vidrio de aproximadamente 20 litros, con malla, se colocaron cartones que actúan como base y se alimentaron cada tercer día con restos de fruta y verdura como zanahoria, pepino y manzana.

Se realizó la supervisión y limpieza de las instalaciones de las granjas para evitar crecimiento de hongo o aparición de larvas de moscas, se mantuvieron en condiciones controladas de 20°C en oscuridad.

Elaboración de pellets para alimentación de truchas.

Para la elaboración de la harina se tomaron individuos adultos de Cucaracha de Madagascar, las cuales se pesaron en una balanza análitica y se hornearon en sobres de papel aluminio en un horno de secado a 80°C por 30 minutos, posteriormente se tamizaron en mortero y se mezclaron con un 5% de harina de nopal o de tenebrio seco en estado larval, para darle la consistencia deseada, se formaron los pellets en papel aluminio dejando secar a 60°C por 6 horas.

Alimentación de truchas.

Se proporcionaron los pellets a libre demanda a 6 alevines (estadio juvenil de la trucha) por 13 días y un grupo control al cual se le proporciono alimento comercial. Se registraron parámetros como peso, tamaño del pez, tamaño del intestino.

RESULTADOS

La Tabla 1 registra el número de huevecillos, gusanos, pupas y adultos de tenebrios en 3 meses bajo las condiciones antes mencionadas. Llegando a contabilizar 275 insectos en diferentes estados, los de mayor valor nutricional son los estados larvales y no los individuos adultos.

Tabla 1. Crecimiento de la población de tenebrios.

Fecha	Huevecillos	Gusanos	Pupas	Tenebrios
20 de julio de 2023	0	0	0	20
15 de agosto de 2023	15	10	23	100
18 de septiembre de 2023	20	19	25	147
1 de octubre de 2023	30	25	20	200

La Tabla 2, muestra el crecimiento de la población de cucarachas en un lapso de 3 meses, registrandose un total de 235 principalmente juveniles.

Tabla 2. Crecimiento de la población de cucarachas de Madagascar

Fecha	Juveniles	Adultas
20 de julio de 2023	25	15
15 de agosto de 2023	79	30
18 de septiembre de 2023	100	42
1 de octubre de 2023	185	50

La Figura 1, muestra la realización del alimento a base de cucaracha del Madagascar.



Figura 1. Alimento a base de cucarachas de Madagascar

La Figura 2, muestra la realización del alimento hecho pellets para la alimentación de la trucha.



Figura 2. Realización de los pellets.

La Figura 3, muestra de la granja de cucaracha de Madagascar.



Figura 3. Cucarachas de Madagascar.

En la Tabla 3 se presenta el peso de cada trucha alimentada con diferentes tipos de alimentos.

Tabla 3. Resultado de la alimentación alternativa en trucha.

Peso Vivo Trucha Arcoíris													Tipo De Alimentación Suministrada
Día 01	Día 02	Día 03	Día 04	Día 05	Día 06	Día 07	Día 08	Día 09	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	
253 gr.	261 gr.	265 gr.	268 gr.	270 gr.	274 gr.	279 gr.	281 gr.	286 gr.	290 gr.	295 gr.	299 gr.	305 gr.	Cucaracha
229 gr.	231 gr.	236 gr.	238 gr.	240 gr.	241 gr.	246 gr.	247 gr.	248 gr.	250 gr.	257 gr.	259 gr.	263 gr.	Comercial
79 gr.	80 gr.	82 gr.	85 gr.	87 gr.	90 gr.	96 gr.	97 gr.	98 gr.	100 gr.	105 gr.	108 gr.	110 gr.	Cucaracha
61 gr.	63 gr.	64 gr.	65 gr.	67 gr.	69 gr.	71 gr.	74 gr.	75 gr.	78 gr.	81 gr.	83 gr.	86 gr.	Comercial
51 gr.	52 gr.	54 gr.	54 gr.	56 gr.	57 gr.	58 gr.	59 gr.	60 gr.	64 gr.	66 gr.	67 gr.	68 gr.	Comercial
58 gr.	59 gr.	60 gr.	62 gr.	64 gr.	66 gr.	69 gr.	70 gr.	72 gr.	75 gr.	78 gr.	80 gr.	83 gr.	Cucaracha

En la Tabla 4 se presenta el tamaño de cada trucha alimentada con diferentes tipos de alimentos.

Tabla 4. Resultado de la alimentación alternativa en trucha.

Tamaño (Cranéal A Caudal)													Tipo De Alimentación Suministrada
Día 01	Día 02	Día 03	Día 04	Día 05	Día 06	Día 07	Día 08	Día 09	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	
26.8 cm.	26.9 cm.	27.1 cm.	27.5 cm.	27.8 cm.	28 cm.	28.4 cm.	28.9 cm.	29.1 cm.	29.5 cm.	29.7 cm.	30 cm.	30.4 cm.	Cucaracha
25.1 cm.	25.5 cm.	25.7 cm.	25.9 cm.	26.1 cm.	26.3 cm.	26.7 cm.	27 cm.	27.2 cm.	27.5 cm.	27.8 cm.	28 cm.	28.3 cm.	Comercial
16.9 cm.	17 cm.	17.2 cm.	17.5 cm.	17.7 cm.	18 cm.	18.4 cm.	18.8 cm.	19.1 cm.	19.4 cm.	19.7 cm.	19.8 cm.	20 cm.	Cucaracha
15.6 cm.	15.8 cm.	15.9 cm.	16.1 cm.	16.3 cm.	16.5 cm.	16.7 cm.	16.8 cm.	17 cm.	17.2 cm.	17.6 cm.	17.9 cm.	18 cm.	Comercial
8.6 cm.	8.8 cm.	9.1 cm.	9.5 cm.	9.7 cm.	10 cm.	10.4 cm.	10.8 cm.	11.1 cm.	11.7 cm.	12.1 cm.	12.8 cm.	13.2 cm.	Comercial
8 cm.	8.2 cm.	8.3 cm.	8.5 cm.	9 cm.	9.6 cm.	10.1 cm.	10.6 cm.	12.3 cm.	13 cm.	13.8 cm.	15 cm.	17.4 cm.	Cucaracha

Como consecuencia de la alimentación alternativa, la trucha presentó un crecimiento gradual de su tamaño y ganancia de peso, aumentando diariamente alrededor de 4-5 gramos por día, comparado con el grupo control que se alimentó de manera tradicional con un incremento en su peso de 2-3 gramos al día. Verificándose con una mayor longitud del organismo y longitud del intestino para una mejor absorción de los nutrientes. Este alimento por lo tanto tuvo una buena aceptación y conversión alimenticia.

CONCLUSIONES

Los datos presentados muestran un crecimiento significativo en las poblaciones de Tenebrios y cucarachas de Madagascar durante un período de 3 meses. Lo anterior demuestra la viabilidad y eficacia de estas granjas con pocos recursos, y en un espacio limitado, por lo que la cría de estos insectos es una excelente opción como fuente de proteínas, que promueven una alta tasa de conversión en crías de Trucha, convirtiéndose en un recurso valioso para la producción de alimentos balanceados y ricos en

proteínas para la alimentación animal. Y al mismo tiempo, reduciendo la dependencia de fuentes de proteínas convencionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. N. Tobar Bächle. “Proteína de insectos: Una alternativa nutricional de futuro - Universidad de Chile”.
2. Universidad de Chile. Accedido el 18 de octubre de 2023. [En línea].
3. Disponible: <https://uchile.cl/noticias/205352/proteina-de-insectos-una-alternativa-nutricional-de-futuro>
4. FAO. “Producción acuícola”. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
5. Accedido el 8 de octubre de 2023. [En línea].
6. Disponible: <https://www.fao.org/3/cc0461es/online/sofia/2022/aquaculture-production.html>
7. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. “La trucha mexicana”. gob.mx.
8. Accedido el 8 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/la-truchamexicana#:~:text=La%20trucha%20en%20México%20es,en%2018%20estados%20del%20país&text=Es%20un%20pescado%20azul%20de,y%20lagos%20en%20nuestro%20país>
9. y%20lagos%20en%20nuestro%20país
10. estados%20del%20país&text=Es%20un%20pescado%20azul%20de,
11. y%20lagos%20en%20nuestro%20país
12. IBERINSECT. “Gusano de la harina, la fuente proteica más sostenible para la alimentación animal - IBERINSECT”. IBERINSECT. Accedido el 8 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible: <https://iberinsect.com/gusano-de-la-harina-la-fuente-proteica-mas-sostenible-para-la-alimentacion-animal/>
13. BIOPARC Valencia. “Cucaracha silbadora - BIOPARC Valencia”. BIOPARC Valencia. Accedido el 8 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.bioparcvalencia.es/animal/bosque-ecuatorial/cucaracha-silbadora/#:~:text=Tienen%206%20mudas%20y%20alcanzan,lo%20mismo%20que%20los%20adultos>

QUE NINGUNA OPINIÓN QUEDE FUERA, TODOS ESTAMOS INVITADOS A PUBLICAR EN LA REVISTA GoEL AQUELLO QUE QUEREMOS COMPARTIR CON LOS DEMAS.

Da clic en el siguiente enlace para iniciar a participar en las Publicaciones:

[DESEO PUBLICAR MENSUALMENTE MI COLUMNA DE OPINIÓN EN LA REVISTA GOEL](#)

Es una revista mensual publicada en formato electrónico donde se dan a conocer las opiniones profesionales en diversos temas

<https://www.goelpro.com/>

