

Revista **Capital** Intelectual

Ciencia Tecnología Sociedad



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



POTOSÍ
PARA LOS POTOSINOS
GOBIERNO DEL ESTADO 2021-2027



INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUPERIOR
DE SAN LUIS POTOSÍ, CAPITAL

MÓDULO SOLAR PORTABLE

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL DESARROLLO DE UN MANUAL DE GESTIÓN DE PROYECTOS APLICADO EN UNA EMPRESA MAYORISTA DE GASES INDUSTRIALES EN MÉXICO

DISEÑO CONCEPTUAL Y PROTOTIPADO DE UN MECANISMO DE RETENCIÓN PARA INSERCIÓN Y EXTRACCIÓN DE PROCESADORES INTEL DE DESEMPEÑO ESCALABLE PARA EL SEGMENTO DE CENTROS DE DATOS Y SERVIDORES

DISEÑO DE UN SISTEMA VIBRATORIO CONFIGURABLE PARA ENSAYOS

ELABORACIÓN DE UNA CERA ECOLÓGICA PARA MEJORAR LA APARIENCIA DEL CABELLO

BARRA NUTRITIVA A BASE DE NOPAL Y CHOCOLATE AMARGO PARA PERSONAS DIABÉTICAS

PROPUESTA DE DRON AIRBEE-13 DETECTOR DE PLAGAS DE JITOMATE A BASE DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

REVISIÓN DE LOS PARÁMETROS DE OPERACIÓN EN UNA UNIDAD DE TRASLADO DE PACIENTES CON RIESGO BIOLÓGICO.

ANÁLISIS Y PERSPECTIVAS DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN MÉXICO CON UNA VISIÓN ESTRATÉGICA HACIA EL 2050

IMPACTO DE LAS SOFT SKILLS EN LA ATENCIÓN AL CLIENTE EN UNA DISTRIBUIDORA AUTOMOTRIZ DE CIUDAD JUÁREZ.



Imagen de portada
Autor: Contributor



Directorio

Dr. Ramón Jiménez López

Director General Tecnológico Nacional de México

MC. Manuel Chávez Sáenz

Director de Institutos Tecnológicos Descentralizados

Lic. Juan Carlos Torres Cedillo

Secretario de Educación del Gobierno del Estado de San Luis Potosí

Dra. Gloria Edith Palacios Almón
Director de Educación Media Superior y Superior De la SEGE

Mtra. Laura Luz García Lumbreras
Directora General del ITSSLPC

Consejo editorial

MPS. Adela Marisol Sierra Guerrero

Encargada de la Dirección Académica del ITSSLPC

Dra. Lya Adlih Oros Méndez

Subdirectora Académica del ITSSLPC

Lic. Miriam Del Rocio Barboza Ruiz

Encargada de la Dirección de Planeación y Vinculación del ITSSLPC

Lic. Verónica del Rosario García Sánchez
Encargada de la Subdirección de Vinculación

Dra. Gabriela Rangel Ramírez

Encargada de la Subdirección de Estudios de Posgrado e Investigación del ITSSLPC

MMA. Hulda Zulema del Angel López
Encargada de la Jefatura de División de Estudios de Posgrado e Investigación del ITSSLPC

Editor

Dra. Gabriela Rangel Ramírez

Encargada de la Subdirección de Estudios de Posgrado e Investigación del ITSSLPC

MMA. Hulda Zulema del Angel López
Encargada de la Jefatura de División de Estudios de Posgrado e Investigación del ITSSLPC

Diseñador

Lic. Roberto Misael Gaytan Amaya

REVISTA CAPITAL INTELECTUAL, Año 11. No. 31; Septiembre – Diciembre 2024, es una publicación cuatrimestral editada por el Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital Carretera 57 México – Piedras Negras Km 189+100 Tramo Querétaro – San Luis Potosí N° 6501 Villa de Pozos, San Luis Potosí, C.P. 78421 Tel. 444 8041220. <https://slpotosicapital.tecnm.mx/comunicacion-difusion/revista/>; revista.captial.intelectual@gmail.com; Editor responsable: Dra. Gabriela Rangel Ramírez, Encargada de la Subdirección de Estudios de Posgrado e Investigación. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 042014-073119354200-102, ISSN: 2007-9893; ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derecho de Autor, Responsable de la última actualización de este número, Lic. Verónica del Rosario García Sánchez, Subdirectora de Vinculación del Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital. Su objetivo principal es difundir el quehacer académico (investigación y docencia) del personal adscrito al ITSSLPC, así como del personal del Tecnológico Nacional de México y otras instituciones de Educación Superior Nacionales y Extranjeras. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital. Todo artículo publicado es responsabilidad de los autores. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital.

INDICE

MÓDULO SOLAR PORTABLE

Rubén Vázquez Velasco , Ramiro Amando Gómez Puerto, Jorge Ramírez Escobedo.

4

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL DESARROLLO DE UN MANUAL DE GESTIÓN DE PROYECTOS APLICADO EN UNA EMPRESA MAYORISTA DE GASES INDUSTRIALES EN MÉXICO

María Guadalupe Antonio Hernández , José Luís Colín Martínez.

13

DISEÑO CONCEPTUAL Y PROTOTIPADO DE UN MECANISMO DE RETENCIÓN PARA INSERCIÓN Y EXTRACCIÓN DE PROCESADORES INTEL DE DESEMPEÑO ESCALABLE PARA EL SEGMENTO DE CENTROS DE DATOS Y SERVIDORES

Andrés Ramírez Macías, José Bernabé Hernandez Perez

20

DISEÑO DE UN SISTEMA VIBRATORIO CONFIGURABLE PARA ENSAYOS

Jesús Eduardo Villagómez Orozco, Víctor Samuel Vilchis Bravo, Martín Oliva Rangel.

26

ELABORACIÓN DE UNA CERA ECOLÓGICA PARA MEJORAR LA APARIENCIA DEL CABELLO

Juan David Silva Donjuan, Daniel Armando Delgado Juárez, Julio Tadeo Cervantes Trejo, Gema Junuhen Becerra Cabrera, Hulda Zulema del Angel López, Lya Adlih Oros Méndez, Adela Marisol Sierra Guerrero, María Lisseth Flores Cedillo

39

BARRA NUTRITIVA A BASE DE NOPAL Y CHOCOLATE AMARGO PARA PERSONAS DIABÉTICAS

Jazmín Yamilet Martínez Maldonado, Blanca Araceli Martínez Portales, Valeria Guadalupe Ibáñez Medina, Diana Elizabeth Vargas Aguilar, María Lisseth Flores Cedillo, Lya Adlih Oros Méndez.

44

PROPUESTA DE DRON AIRBEE-13 DETECTOR DE PLAGAS DE JITOMATE A BASE DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Lya Adlih Oros Méndez, Silvia Sánchez Aguilera, Rubén Loredó Limón.

51

REVISIÓN DE LOS PARÁMETROS DE OPERACIÓN EN UNA UNIDAD DE TRASLADO DE PACIENTES CON RIESGO BIOLÓGICO.

Víctor Samuel Vilchis Bravo, Benjamín Cruz Cruz, Martín Oliva Rangel, Jesús Eduardo Villagómez Orozco, Julio Cesar Sánchez Jiménez, Ivan Juárez Sosa, Agustín Escamilla Martínez.

55

ANÁLISIS Y PERSPECTIVAS DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN MÉXICO CON UNA VISIÓN ESTRATÉGICA HACIA EL 2050

Omayra Yolanda Reynoso Ibarra, Gerardo Rafael Reynoso Ibarra, Adriana del Pilar Montoya Castro.

62

IMPACTO DE LAS SOFT SKILLS EN LA ATENCIÓN AL CLIENTE EN UNA DISTRIBUIDORA AUTOMOTRIZ DE CIUDAD JUÁREZ.

Juan Héctor Alzate Espinoza, Anely Carolina García Escatel, Brittanía Huerta Uribe.

67

MÓDULO SOLAR PORTABLE



Rubén Vázquez Velasco TecNm/Instituto Tecnológico Superior De Atlixco
ruben.vazquez@itsatlixco.edu.mx
Ramiro Amando Gómez Puerto TecNM/Instituto Tecnológico Superior De Atlixco
ramiro.gomez@itsatlixco.edu.mx
Jorge Ramírez Escobedo TecNM/Instituto Tecnológico Superior De Atlixco
jorge.ramirez@itsatlixco.edu.mx

Abstract

In this article, a solution is presented for the lack of electrical energy in various sectors, such as agriculture and construction, which conventionally cannot access it. The design and construction of a portable solar module built at the Instituto Tecnológico Superior de Atlixco is presented, available for use by anyone who needs it, providing a feasible solution to this issue.

The methodology followed for the realization of the prototype is clearly shown, and a comprehensive description is provided on how the prototype was developed, from design to construction, including the necessary field tests that allowed for modifications to improve its functionality through observation and experimentation. Finally, the obtained results are detailed, along with their discussion, and the conclusions reached at the end of the process are presented.

The prototype presented here is the result of the joint work of the authors and the institution, and it is located in the electrical-electronic laboratory of the institute. It is also recommended to continue with this type of project, which allows for the evaluation of the application of new technologies that are environmentally friendly, by designing and building new versions of this module to increase the use of photovoltaic energy.

Keywords: Photovoltaic, solar energy, portable, altern current, direct current

Resumen

En el presente artículo se expone una solución a las carencias de energía eléctrica en diversos sectores como el agrícola o el de la construcción, que de manera convencional no pueden acceder a ella. Se presenta el diseño y construcción de un módulo solar portable construido en el Instituto Tecnológico Superior de Atlixco disponible para el uso de quien así lo requiera, que da una solución factible a esta carencia.

La metodología seguida para la realización del prototipo se muestra de manera clara y se describe ampliamente como se desarrolló el prototipo desde el diseño hasta su construcción, incluyendo las pruebas necesarias en campo que permitieron efectuar modificaciones al mismo para su mejor funcionamiento, mediante observación y experimentación. Por último, se presentan a detalle los resultados obtenidos, así como la discusión de los mismos, y, por último, se presentan las conclusiones a las que se llegó al final del proceso.

El prototipo aquí presentado es resultado del trabajo conjunto de los autores y la institución y se encuentra en el laboratorio de eléctrica-electrónica del instituto. Asimismo, se recomienda continuar con este tipo de proyectos que permiten valorar la aplicación de nuevas tecnologías que son amigables con el medio ambiente, diseñando y construyendo nuevas versiones de este módulo para aumentar el uso de energía fotovoltaica.

Palabras Clave: Fotovoltaico, energía solar, portable, corriente alterna, corriente directa.

Introducción

La utilización de energías renovables en la actualidad se está volviendo muy importante debido a las consecuencias palpables del cambio climático, el uso de combustibles fósiles como forma primaria de generar energía eléctrica fue, hasta inicios del siglo XX el camino conocido para lograr el desarrollo de la humanidad; sin embargo, con el desarrollo de las celdas solares para generar energía a gran escala, un sistema con paneles solares se está convirtiendo en una verdadera alternativa para la producción de electricidad, es decir, sin huella de carbono y puede ser la mejor opción de energía para el futuro de la humanidad (Salamanca Ávila, 2017).

En este contexto, el sol emite cerca de 3.8×10^{23} kW, de los cuales aproximadamente 1.8×10^{14} kW son interceptados por nuestro planeta (Kannan & Vakeesan, 2016), por ende, la energía solar recibida por nuestro planeta se manifiesta en forma de luz y calor y es por ello que es posible aprovecharla completamente con calentadores y paneles solares.

En los últimos años, es una realidad que el aumento de la densidad poblacional hace que la misma demande más servicios para su bienestar, como lo son agua potable, drenaje, energía eléctrica e internet y no se debe olvidar el suministro de alimentos procesados, ropa, dispositivos electrónicos entre otros, los cuáles son producidos utilizando principalmente petróleo y sus derivados. Desde el siglo XIX, la utilización de combustibles de origen fósil (carbón, petróleo y gas) en todo el mundo ha aumentado hasta convertirse en el suministro de energía predominante, situación que ha dado lugar a un rápido aumento de las emisiones del dióxido de carbono (CO₂), provocando consecuencias devastadoras, como el cambio climático, la contaminación de agua, suelo y aire, sumado a los altos riesgos en la salud de todos los seres vivos que habitamos el planeta. (Cuahuey Guerrero, Francisco Méndez, Peralta Sánchez, Cardeña Moreno, & Hernández Sánchez, 2023)

El concepto de energía renovable abarca categorías heterogéneas de tecnologías. Algunos tipos de energía renovable permiten suministrar electricidad y cubrir las múltiples necesidades de los servicios energéticos. Algunas tecnologías de la energía renovable pueden ser adoptadas en el lugar de consumo (en régimen descentralizado) en medios rurales y urbanos, mientras que otras son implantadas principalmente en redes de suministro de gran tamaño (en régimen centralizado) (Cavallaro & Ciriolo, 2006).

Para el caso de la producción de electricidad con energías renovables, en la actualidad se tienen dos vertientes importantes: energía fotovoltaica y energía eólica. La primera se basa en el efecto fotovoltaico para la producción de corriente directa y puede catalogarse como un sistema de tipo autónomo o bien, interconectado a la red eléctrica. La energía eólica utiliza la velocidad del viento para realizar el proceso de generación de energía eléctrica, en ambos casos, se dice que son energías intermitentes.

Los Sistemas Fotovoltaicos Aislados generalmente se conforman de un panel fotovoltaico, un controlador solar, un inversor y baterías, por lo cual, los cálculos requeridos para su dimensionamiento son vitales para que este sistema funcione adecuadamente.

En México el aprovechamiento de la energía solar ha ido en crecimiento a partir de este nuevo milenio, factores como la apertura y legislación en energía renovable ha permitido coadyuvar al mercado nacional y global el aprovechamiento de este recurso. (Martínez Prats, Silva Hernández, Altamirano Santiago, & Hernández Salinas, 2021).

Es por ello que, contribuyendo al desarrollo de esta realidad, se realiza una pregunta importante: ¿Es posible la generación de energía eléctrica con tecnología que utilice paneles solares que se pueda trasladar al lugar que se requiere?

En este trabajo se da la respuesta a la pregunta anterior, con el desarrollo del módulo solar portable, un módulo que

permite la generación de energía eléctrica y que puede trasladarse a cualquier lugar donde ésta de requiera.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar la portabilidad de un módulo solar, permitiendo concentrar todos los componentes necesarios para generar electricidad de corriente directa (CD) y corriente alterna (CA).

Objetivo Específicos

- Construir un módulo solar portátil que permita aprovechar la energía solar para producir energía eléctrica.
- Realizar los diagramas eléctricos correspondientes del módulo solar.
- Realizar pruebas en campo.

Planteamiento del Problema

La utilización de energía eléctrica es necesaria a todas horas del día, es decir, no es posible concebir el mundo como lo conocemos sin ella; sin embargo, hay lugares que aún no cuentan con ésta, o bien, resulta no factible desde el punto de vista económico su electrificación, debido al costo beneficio.

Por tanto, esta carencia puede resultar un obstáculo para el desarrollo de algunos sectores, entre ellos el agrícola donde no pueden bombear agua para riego, no poder utilizar máquinas-herramientas para construcción u otras actividades requeridas diariamente; así como no contar con alumbrado público, entre otras actividades donde se requiera energía eléctrica y no se tenga acceso a la misma.

Es por ello que se propone una solución a esta problemática, la posibilidad de tener un dispositivo portátil que permita la generación (C.A. y C.D.) y el consumo de energía eléctrica en lugares donde no se tengan tomas de corriente convencionales cercanas o exista una completa ausencia de ellas y se requiera su uso.

Metodología

Para la realización de este proyecto se definieron 5 etapas, cada una de las cuales reviste una gran importancia en su desarrollo y conclusión, contemplando las etapas de: Diseño, construcción, pruebas primarias, mejora y pruebas complementarias.

Diseño

Para esta etapa se concibieron en primera instancia los bosquejos de cómo podrían conjuntarse un panel solar marca SAECSA modelo SAEMOD30 30W, un controlador solar PWM 12/24V 30A, un inversor de 2,000W marca EPEVER modelo IP2000, dos baterías tipo AGM marca NORTHSTAR modelo NSB210FT 12V 207 Ah y una carga consistente en una lámpara incandescente de 40W en un carrito desplazable; fue importante considerar las dimensiones de estos equipos para el diseño en software CATIA, obteniéndose de esta forma un primer bosquejo.

En este primer bosquejo no se habían considerado las protecciones necesarias en la carga, es por ello que se completó el diseño con su inclusión. Sin embargo, se siguieron realizando cuestionamientos sobre la mejor forma de poder conectar el panel solar para obtener un solo módulo, ya que inicialmente se había pensado en utilizar dos; el desarrollo y resultado se muestra en la figura 1.

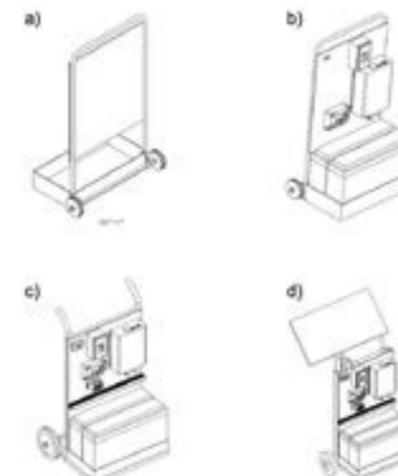


Figura 1. a) Diseño inicial que comprende la estructura del carro, b) Diseño con la incorporación de las baterías, controlador, inversor y protección termomagnética, c) Avance del diseño con modificación del sistema de empuje y acoplamiento de componentes eléctricos como interruptor e interfaz de conexión rápida de componentes eléctricos y/o electrónicos, d) Diseño final donde se aprecia la incorporación del panel fotovoltaico.

Construcción

En esta etapa, a una lámina de 1/8" de espesor se le dio la forma necesaria de acuerdo con el diseño inicial y para darle resistencia al cuerpo del módulo se soldó un Perfil Tubular Rectangular, (PTR) de 2" con la forma requerida y se dejó la preparación para la colocación de las ruedas para su fácil desplazamiento con la colocación de un eje con una varilla roscada de 5/8" de diámetro y para completar esta primera parte de la construcción, fue necesario soldar la placa al marco, obteniéndose la parte principal del módulo.

Siguiendo con el diseño, se realizó la colocación de dos ruedas de 8" con doble balero que soportan un peso de 110 kg máximo cada una al eje principal. Se colocó un elemento de apoyo para la movilidad del módulo y poder echarlo hacia atrás para iniciar el movimiento, se diseñó y soldó un sostén para empujar el módulo cuando éste necesite moverse. En este punto se realizó la presentación de los componentes para su colocación en el módulo, por lo que para su fijación se procedió a barrenar la placa en los puntos marcados.

Una vez concluida la parte del armado de las piezas y barrenado de los orificios, se procedió a pintar el módulo para darle una mejor presentación, optándose por pintura de color negro brillante de tipo esmalte.

Por último, para poder tener el módulo listo para las primeras pruebas era necesaria la colocación de los componentes, para ello se procedió a colocarlos y fijarlos con tuercas, tornillos, rondanas planas y de presión de 3/16". Dentro de los componentes previstos para su colocación se tiene un inversor de 2,000W a 24VCD, un controlador solar genérico de 12V/24V, 30A, un riel DIN de 17 cm, 6 clemas marca Phoenix Contact 400V 2.5 mm², una caja FS tipo condulet marca Bell Outdoor con un contacto dúplex polarizado marca Leviton y un centro de carga marca Royer con un interruptor termomagnético de 1x20A de la misma marca.

Dentro de esta parte también se realizó la colocación del cableado calibre 18AWG necesario para el funcionamiento del

módulo, incluyendo la colocación y conexión de dos baterías tipo AGM en serie para obtener 24V.

Sin embargo, en este momento aún faltaba la colocación del panel solar que funge como la fuente de alimentación de este módulo, para ello se elaboró una estructura para poder acoplarlo a tubo de 1" de diámetro en configuración tipo telescópica en el módulo.

Una vez terminado el módulo, se procedió a pesarlo, obteniéndose un peso total de 179.65 kg, de los cuales el 69.9% (125.6 kg) corresponden a las baterías AGM. En la figura 2 se aprecia el módulo solar portable con los componentes conectados.



Figura 2. Módulo Solar Portable

Pruebas Primarias

La primera prueba correspondió a la comprobación de generación del panel fotovoltaico a través de un proceso de experimentación y observación, para ello se llevó el módulo a una zona soleada teniendo desconectado el panel del módulo y se procedió a medir el voltaje de generación, obteniéndose un valor de 20.2V; una vez realizada la prueba de generación y validando la generación de pares electrón-hueco, se procedió a la segunda prueba, previa conexión del panel al módulo, la cual consistió en experimentar su comportamiento al conectar una carga al módulo a través del inversor de 2,000W en el contacto designado para ello, esta carga fue una luminaria de tipo fluorescente de 2x14W, la cual encendió correctamente; al término de la misma, se experimentó conectando ahora una carga fija con una lámpara incandescente de 40W en la parte superior del panel.

La tercera prueba realizada fue la movilidad del módulo y para ello se trasladó a diversos espacios y distancias diferentes, observando su comportamiento y con ello poder verificar su funcionalidad en el aspecto de la movilidad, encontrando diversas áreas de oportunidad para poder mejorarla, debido a que se requería un poco de esfuerzo para poder poner el módulo en las llantas traseras, lo cual incomodaba un poco al momento de realizar la actividad, por lo que se sometió a un rediseño en esta parte.

La cuarta prueba fue determinar el tiempo de carga para las baterías conectadas en el módulo experimentando su comportamiento en campo, de esta forma se procedió a conectar el módulo con una batería con una carga inicial de 10.92V y en un lapso de 5 horas dicho voltaje aumentó a 11.17V. Se realizó esta prueba tres veces, obteniendo similares resultados, es decir, se registró poco aumento de voltaje, por lo que se decidió realizar la mejora correspondiente.

Mejora

En esta etapa y considerando los resultados obtenidos en la primera etapa de

pruebas, específicamente en la movilidad considerando el peso que había que desplazar, se decidió que la colocación de un par de ruedas delanteras más pequeñas podría aligerar el esfuerzo que era necesario para poder poner el módulo en posición para moverlo; la otra correspondió al sistema de empuje del mismo, mejorándose al darle un ángulo de 35 grados; estas especificaciones se dibujaron en software CATIA quedando como se muestra en las figuras 3 y 4, realizándose la construcción correspondiente.



Figura 3. Render parte frontal

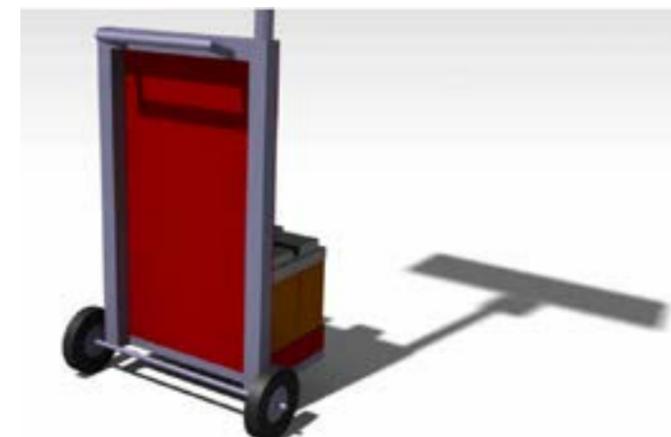


Figura 4. Render parte posterior

Con respecto a la generación, se detectó en las pruebas realizadas con anterioridad, que un solo panel no generaba el voltaje adecuado para el amperaje hora de las baterías, por lo que se optó en colocar dos paneles conectados en serie para aumentar la generación fotovoltaica, para ello se tuvo que realizar una nueva estructura de soporte

con varilla de 3/8" para dichos paneles, ver figura 5.



Figura 5. Render con dos paneles

Otro aspecto considerado fue la necesidad de cambiar la carga fija y colocarle un control a la misma, siendo éste un apagador, tal como se aprecia en la figura 6; dicha carga fue una luminaria de 30W tipo LED.



Figura 6. Módulo con las modificaciones realizadas

Realizando nuevamente la experimentación en campo, ahora con dos paneles solares conectados en serie, se encontró que su comportamiento mejoró notablemente al realizar las mediciones correspondientes, registrando un aumento en cinco horas de trabajo de 1.31V, es decir, un aumento de un 424%, al pasar de 0.25V a 1.31V en el mismo lapso de trabajo.

Finalmente, el diagrama eléctrico del módulo solar portable, se muestra en la figura 7 que permite ver los componentes eléctricos y electrónicos del módulo.



Figura 7. Diagrama eléctrico

Pruebas Complementarias

Una vez concluidas estas modificaciones al módulo, se procedió a realizar las pruebas de funcionamiento, la primera de ellas fue verificar si la movilidad del módulo había mejorado llevándolo nuevamente a recorrer diversos espacios, observando que efectivamente con la adición de las dos ruedas delanteras y con la modificación del sistema de empuje el módulo se volvió más práctico en su movilidad.

Como siguiente paso, se procedió a probar la carga de las baterías ahora con los dos paneles conectados en serie, experimentando con una batería únicamente con una carga inicial de 11.17V y en un lapso de 5 horas pasó a 11.88V, notándose una mejora con respecto a la prueba con un solo panel.

Después se procedió a experimentar con dos baterías con los siguientes voltajes iniciales: batería 1 con 11.16V y la batería 2 con 12.01V, obteniéndose después de una exposición de 5 horas los siguientes valores: batería 1 con 11.93V y la batería 2 con 12.21V. Con estos resultados se comprobó que el comportamiento del módulo con dos paneles mejoró considerablemente.

Posteriormente, se realizaron pruebas de utilización del módulo en campo; esta prueba se dividió en dos partes, la primera fue experimentar con el módulo con su carga fija sin acceso a la luz solar con las baterías cargadas previamente para

determinar el proceso de descarga que sufrirían las mismas en estas condiciones, conectada dicha carga mediante la utilización de un analizador de potencia PROVA Power Analyzer/Datalogger WM-02 que proporciona mediciones en tiempo real de potencia instantánea, voltaje, corriente y factor de potencia; una vez realizada esta prueba se procedió a cargar las baterías nuevamente antes de realizar la siguiente y última prueba, que consistió en repetir la primera pero ahora experimentando con el panel colocado directamente a la luz solar. Los resultados de estas pruebas se presentan en el siguiente apartado.

Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos con el módulo solar portable fueron muy satisfactorios, debido a que su movilidad con las modificaciones realizadas fue muy buena, permitiendo desplazarlo a diversas zonas sin mucho esfuerzo a pesar de su peso.

Con respecto a las pruebas de funcionamiento eléctrico, las pruebas de campo para el módulo solar portable se realizaron sin inconvenientes, obteniéndose los siguientes resultados. La primera prueba de utilización en campo, tal y como se describió en el apartado anterior consistió en utilizar el módulo sin luz solar con la luminaria led de 30W conectada a través del analizador de potencia, de este modo, se realizaron las lecturas correspondientes a cinco horas de trabajo efectivo por parte del módulo, ver tabla 1.

HORA	CONSUMO (WATTS)	FACTOR DE POTENCIA	VOLTAJE DEL INVERSOR C.A. (VOLTS)	CORRIENTE (AMPERES)	VOLTAJE EN LAS BATERÍAS C.D. (VOLTS)
09:20	24.1	0.605	110.5	0.36	22.8
10:20	24.1	0.608	110.5	0.359	22.5
11:20	24.1	0.609	110.3	0.356	22.4
12:20	24.1	0.613	110.4	0.365	22.2
13:20	24	0.612	110.3	0.355	22.1
14:20	24.1	0.607	110.3	0.6	22

Tabla 1. Mediciones sin luz solar

Como conclusión de esta prueba, se nota en la columna de voltaje de las baterías en CD en la tabla 1, como disminuye el voltaje de las baterías considerando un voltaje inicial en ambas baterías de 22.8V hasta llegar después del tiempo de trabajo a 22V, lo cual provocó que el controlador bloqueara el funcionamiento del inversor accionando la alarma de voltaje bajo en él. De este

modo se determinó que el módulo trabaja correctamente cuando se tiene un voltaje comprendido entre 24 y 22 volts en las baterías. Asimismo, se procedió al cálculo de la media aritmética para este caso y dio un valor de 22.33V con una desviación estándar de 0.29V.

La siguiente prueba consistió en repetir el experimento anterior pero ahora con el módulo expuesto al sol para que el panel realice su trabajo y cargue las baterías a través del controlador. Las mediciones que indicó el analizador de potencia se muestran en la tabla 2.

HORA	CONSUMO (WATTS)	FACTOR DE POTENCIA	VOLTAJE DEL INVERSOR C.A. (VOLTS)	CORRIENTE (AMPERES)	VOLTAJE EN LAS BATERÍAS C.D. (VOLTS)
08:45	23.8	0.587	110.6	0.36	23.74
09:45	24.3	0.619	110.4	0.357	22.43
10:45	23.9	0.606	110.4	0.357	22.61
11:45	24	0.608	110.5	0.357	26.14
12:45	23.8	0.603	110.4	0.356	25.17
13:45	24.1	0.612	110.5	0.356	26.47
14:45	23.8	0.603	110.5	0.357	22.28
15:45	23.8	0.603	110.5	0.357	22.26

Tabla 2. Mediciones con luz solar

Como era de esperarse, el voltaje en las baterías se conservó e inclusive fue variando dependiendo de las condiciones atmosféricas, es decir, si se nublaba el cielo o no. De este modo se concluye que las pruebas y las mediciones fueron exitosas para esta etapa del módulo solar portable. Cabe señalar, que, debido al buen comportamiento, el módulo se dejó más tiempo conectado. Siguiendo la misma metodología de la primera prueba se obtuvo una media aritmética de 23.89V con una desviación estándar de 1.79V.

Al realizar una comparativa de las tablas 1 y 2, específicamente en los valores del voltaje en las baterías en la cuarta hora (22.1V en la tabla 1 y 25.17V en la tabla 2), se observa que a pesar de que las baterías tienen un amplio valor de amperes hora, la potencia nominal del inversor tiene mucho que ver en la descarga de las mismas, por ende, se recomienda no utilizar el módulo por mucho tiempo sin luz solar.

Es importante mencionar que la desviación estándar de la prueba con luz solar tuvo 1.5V de diferencia con la obtenida con la prueba sin acceso a la luz solar, lo cual se debe específicamente a la posición del sol,

ya que esos picos de voltaje se dieron entre las 11:45 a las 13:45 horas que es cuando el sol se encuentra en el punto más alto de su trayectoria diaria.

Por último, como trabajo futuro para el desarrollo complementario de este proyecto, se puede modificar el módulo solar portable para reducir el peso del mismo al dejar solo una batería de 12V con un inversor también de 12V, se espera que esta reducción de peso sea del 35%, permitiendo con ello un mejor desplazamiento al mover menos peso.

Conclusiones

El desarrollo y conclusión de este proyecto fue muy importante, ya que el haber podido llevar una idea a la realidad siempre es trascendental como desarrollo académico de estudiantes y docentes.

El haber diseñado un módulo con portabilidad considerando los dispositivos requeridos para ello fue de cierto modo un reto por el tiempo que se disponía para su realización, sin embargo, fue un éxito completo ya que se pudo construir sin contratiempos como se planteó en uno de los objetivos específicos.

Este módulo solar portable aprovecha ampliamente la energía solar, sin embargo, durante el desarrollo de las pruebas en campo se observó que el voltaje de salida del panel tiene mucho que ver con la cantidad de voltaje que el controlador hace llegar a la batería y para este caso en particular no debe de bajar de los 22V, siendo indispensable mantener el módulo la mayor cantidad de tiempo posible bajo la luz solar para impedir esa caída de voltaje que bloquearía el inversor.

Con los resultados obtenidos es posible diseñar y construir más dispositivos de este tipo, porque su movilidad permite llevar esta energía eléctrica hasta sitios donde no se tenga acceso a la energía provista por la compañía suministradora, logrando con ello realizar trabajos que requieran energía eléctrica sin la utilización de plantas generadoras que utilizan diésel para su operación.

Es importante mencionar que la utilización de inversores que trabajen a 12 volts permitiría trabajar con una sola batería, ahorrándose para este diseño un peso de 62.8 kg, lo cual hipotéticamente facilitaría el transporte del módulo, quedando como un trabajo futuro a realizar por parte de los autores.

Asimismo, cumpliendo con el último de los objetivos específicos se realizaron los diagramas eléctricos para poder entender el funcionamiento del módulo y con las pruebas en campo se pudo demostrar la hipótesis planteada al final de la introducción.

Agradecimientos

Los autores damos las gracias por las facilidades prestadas a los encargados de los laboratorios de eléctrica-electrónica y de mecánica por haber sido partícipes en el desarrollo del proyecto al prestar equipo, herramienta y materiales que están disponibles en dichos laboratorios.

Referencias

Arrieta Paternina, M., Olmos Villalba, L. C., Izquierdo Nuñez, J. L., & Álvarez López, R. A. (2012). Diseño de prototipo de sistema solar fotovoltaico optimizando el ángulo de inclinación de los paneles solares. *PROSPECTIVA*, vol. 10, núm. 1, 97-107.

Cavallaro, F., & Ciriolo, L. (2006). Life Cycle Assessment (LCA) of Paraboloidal-dish Solar Thermal Power Generation System. 1er Simposio internacional sobre la zona mediterránea y las identidades ambientales (ISEIM), Corte y Ajaccio, Francia, 10 al 13 de Julio de 2006, págs. 260-265.

Cuahuey Guerrero, M. E., Francisco Méndez, J., Peralta Sánchez, E., Cardeña Moreno, S. A., & Hernández Sánchez, D. E. (2023). Prototipo de un sistema híbrido de energía fotovoltaica eólica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* Marzo-Abril, 2023, Volumen 7, Número 2, 7207-7224.

García Garnica, J. E., Sepúlveda Mora, S. B., & Ferreira Jaimes, J. (2018). Viabilidad técnico-económica de un sistema fotovoltaico en una planta de tratamiento de agua. *INGE CUC*, vol. 14, no. 1, 41-51.

Kannan, N., & Vakeesan, D. (2016). Solar energy for future world: - A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 62, September 2016, Pages 1092-1105.

Martínez Prats, G., Silva Hernández, F., Altamirano Santiago, M., & Hernández Salinas, J. A. (2021). Apuntes de la energía fotovoltaica en México. *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme*. Ed. 37 Vol. 10 N.º 1 Marzo - Junio 2021, 17-31.

Mejía V., E. J. (2019). Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para el suministro de energía eléctrica al laboratorio de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Amazónica. *Revista Pakamuros*, Año 7, Número 2, 73-88.

Molina García, M., & Melchor Hernández, C. (2016). Prototipo de un Sistema Fotovoltaico Autónomo. *Revista de Aplicaciones de la Ingeniería*, Volumen 3, Número 8, 9-18.

Ortíz, J. D. (2013). Viabilidad técnico-económica de un sistema fotovoltaico de pequeña escala. *Revista Visión Electrónica* año 7 número 1, 103 - 117.

Pehnt, M. (2006). Dynamic life cycle assessment (LCA) of renewable energy technologies. *Renewable Energy*, Volume 31, Issue 1, January 2006, Pages 55-71.

Rodríguez Borges, C. G., & Sarmiento Sera, A. (2011). Dimensionado mediante simulación de sistemas de energía solar fotovoltaica aplicados a la electrificación rural. *Ingeniería Mecánica*, vol. 14, núm. 1, 13-21.

Salamanca Ávila, S. (2017). Propuesta de diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica. Caso de aplicación en la ciudad de Bogotá. *Revista Científica*, vol. 30, núm. 3, 263-277.

Serna Ruiz, A. F., Marín García, E. J., & Alzate, S. L. (2016). Herramienta para el dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos aislados. *Lámpsakos* No.16, 61-74.

Suchet, D., Johnson, E., & Brechet, Y. (2023). *Solar photovoltaic energy - An introduction*. Les Ulis (France): Editions EDP Sciences.

Velásquez Piedrahita, A. (2023). La energía solar fotovoltaica como estrategia de descarbonización: Contribución de la ley 1715 de 2014 y de la ley 1955 de 2019 en la mitigación del cambio climático en Colombia. *Universidad Externado de Colombia*, 1-49.

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL DESARROLLO DE UN MANUAL DE GESTIÓN DE PROYECTOS APLICADO EN UNA EMPRESA MAYORISTA DE GASES INDUSTRIALES EN MÉXICO

María Guadalupe Antonio Hernández Posgrado CIATEQ, A.C., Maestría en Dirección y Gestión de Proyectos de Ingeniería antonioguadalupe957@gmail.com
José Luís Colín Martínez Posgrado CIATEQ, A.C., Maestría en Dirección y Gestión de Proyectos de Ingeniería jose.colin@ciateq.mx

Abstract

This paper presents the methodological proposal for the development of a project management manual in a wholesale industrial gases company in Mexico, the importance of managing projects efficiently is crucial to improve productivity and achieve competitive levels in the industry. The proposal was made based on the specific needs of the company considering the current system of the company as well as its processes. By designing this manual, we seek to have the knowledge bases for its subsequent implementation and thus optimize resources, reduce response times to customers and thereby increase their satisfaction, which would contribute to the better positioning of the company in the market.

Keywords: Project management, Continuous improvement, Gas industry.

Resumen

En el presente trabajo se presenta la propuesta metodológica para el desarrollo de un manual de gestión de proyectos en una empresa mayorista de gases industriales en México, la importancia de gestionar los proyectos de manera eficiente es crucial para mejorar la productividad y alcanzar niveles competitivos en la industria. La propuesta se realizó basada en las necesidades específicas de la empresa considerando el sistema actual de la empresa así como sus procesos. Al diseñar este manual se busca tener las bases de conocimiento para su posterior implementación aumentando los recursos, disminuyendo tiempos de respuesta a los clientes y así aumentar su satisfacción, esto contribuiría al mejor posicionamiento de la empresa en el mercado.

Palabras clave: Gestión de proyectos, Mejora continua, Industria de gases.

Introducción

La industria automotriz es un pilar muy importante en la economía del país. El sector genera más de 960 mil empleos, entre los cuales poco más de 100 mil corresponden a la industria automotriz terminal y más de 860 mil al sector de autopartes, carrocerías y remolques. Esto se traduce en que más de 3.5 millones de mexicanos son beneficiados directamente por la industria automotriz. (Zozaya, 2022)

La norma IATF 16949, en su punto 10.3.1 dice que la organización debe disponer de un proceso documentado para la mejora continua.

Introducción

La gestión eficiente de proyectos es crucial para el éxito empresarial, optimizando la productividad. Según INEGI, la productividad se mide por el índice global de productividad laboral, que relaciona el PIB con horas trabajadas y personal (INEGI, 2023).

Acorde a la Figura 1, la productividad en el comercio al por mayor ha caído más del 3% respecto al trimestre anterior, con una disminución del 0.8% trimestralmente

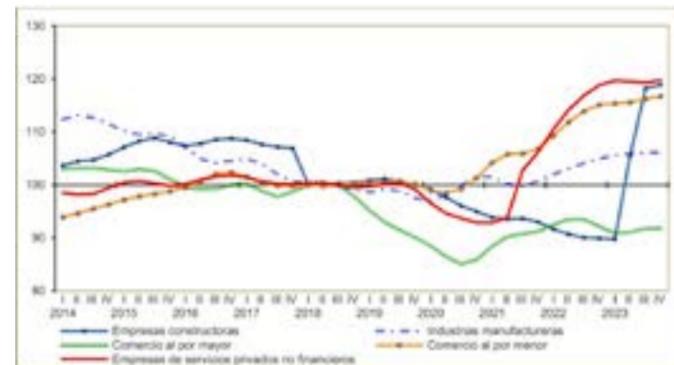


Figura 1. Índice de productividad laboral por sector series de tendencia (INEGI, 2023).

El caso de estudio usa un sistema de gestión integral para procesos de llenado e inocuidad del producto (INFRA, 2022). La ausencia de gestión de proyectos en procesos comerciales provoca retrabajos y retrasos, afectando las actividades esenciales del área.

Marco Referencial

Este trabajo propone una metodología para el sistema de gestión de proyectos basada en la guía del PMBOK.

Según (PMI, 2021) un dominio de desempeño del proyecto es un conjunto de actividades relacionadas esenciales para la entrega efectiva de resultados, los dominios usados se describen a continuación:

a) Planificación:

El cronograma es crucial para ejecutar

actividades del proyecto con duraciones y dependencias, asegurando cumplir plazos. (Hickson, 2022). La Figura 2 detalla los aspectos que debe tener esta herramienta.



Figura 2. Aspectos a considerar en un calendario eficiente. (Hickson, 2022).

El presupuesto del proyecto se basa en estimaciones acordadas, evaluando costos, recursos, esfuerzo y duración tal como se describe en la Figura 3.

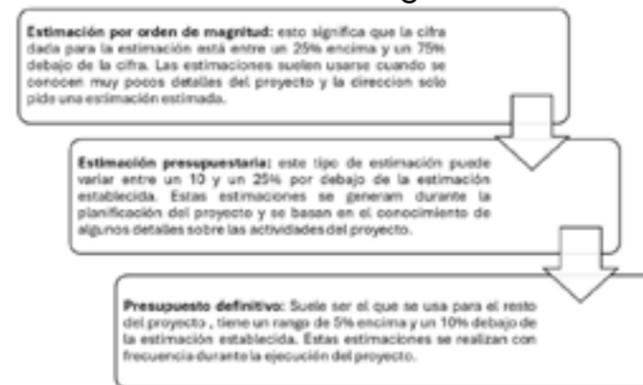


Figura 3. Tipos de estimaciones. (Wysocki, 2019)

b) Trabajo del proyecto:

Este rubro incluye establecimiento de procesos, gestión de recursos físicos y fomento de aprendizaje. Adaptar procesos optimiza el entorno del proyecto, con retrospectiva de lecciones aprendidas para mejorar continuamente (PMI, 2021).

c) Entrega:

Este dominio abarca actividades relacionadas con la entrega del alcance y calidad del proyecto. Es crucial entender la estructura de desglose de trabajo (WBS/EDT), que descompone jerárquicamente el trabajo necesario para cumplir los objetivos (PMI, 2021). En la Figura 4 se muestra los elementos a considerar en su construcción.

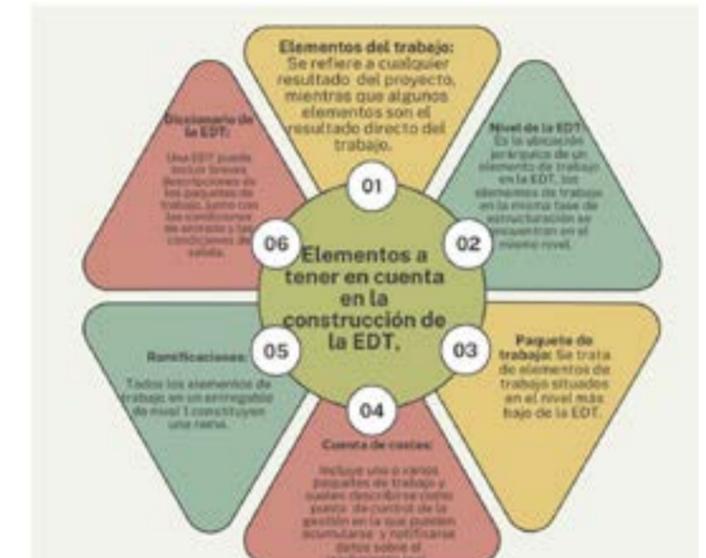


Figura 4. Elementos a tener en cuenta para la EDT. (Russ J. Martinelli, 2016)

d) Medición:

Según la guía del (PMI, 2021) este dominio evalúa el grado en el que el trabajo realizado en el dominio anterior cumple con las métricas identificadas en el dominio de la planeación, es importante recalcar que este dominio aborda las métricas y medidas usadas para proyectos activos, esto se hace así porque realizar la medición durante el proyecto permitirá al equipo de proyecto utilizar la información para tomar decisiones oportunas y medidas efectivas y se puede hacer mediante los indicadores claves de desempeño (KPI).

e) Incertidumbre:

La gestión de riesgos busca mejorar el

desempeño e innovación, contribuyendo a las metas del proyecto. La administración de riesgos, proceso mostrado en la Figura 5 es esencial en los proyectos.



Figura 5. Proceso para gestión de riesgos. (ISO, 2018)

Metodología

Tras analizar la guía del PMI y definir fases para mejorar la gestión comercial, se diseñó un diagrama de flujo con la metodología propuesta para el manual Figura 6. Aunque no se implementará, se menciona la propuesta metodológica global como referencia.

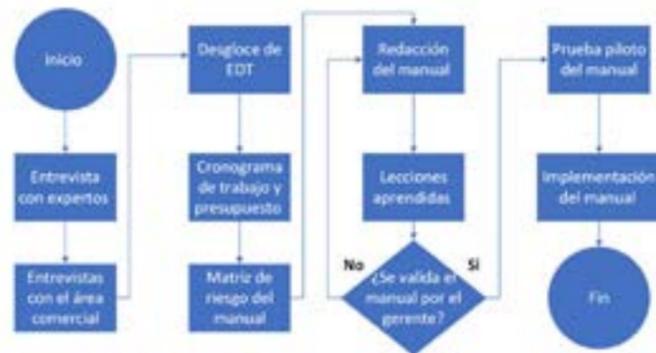


Figura 6. Metodología propuesta para el desarrollo del manual de gestión de proyectos. (Elaboración propia)

El objetivo es analizar el sistema de gestión actual, enfocándose en su estructura organizativa lineal y organigrama en cascada, que dificulta decisiones rápidas. La investigación se limitó a los procesos comerciales. El área de investigación se

centró en encuestar exclusivamente al personal tal y como se señala en la Figura 7.

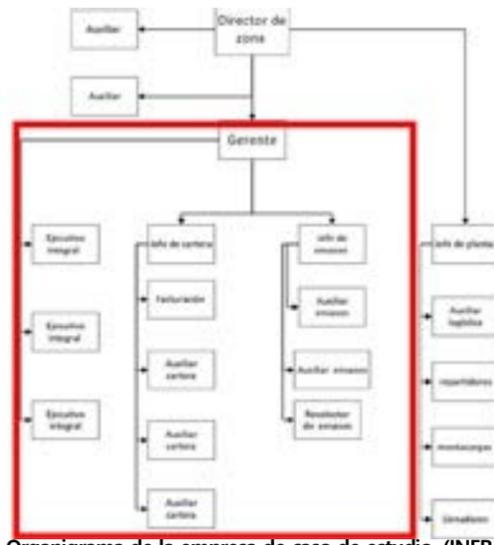


Figura 7. Organigrama de la empresa de caso de estudio. (INFRA, 2022)

La Tabla 1 detalla el formato de la encuesta para obtener información del sistema de gestión actual e identificar áreas de mejora.

ENCUESTA SISTEMA DE GESTIÓN ACTUAL EN PLANTA	
1. ¿Existe un sistema de gestión para el área que coordina?	
2. Si existe el sistema de gestión ¿cuál es su percepción general sobre este?	
3. ¿Qué aspectos del sistema de gestión considera que funcionan bien actualmente?	
4. ¿Qué áreas específicas del sistema de gestión cree que podrían mejorarse?	
5. Comentarios adicionales	

Tabla 1. Formato de encuestas sobre el sistema de gestión actual en la empresa caso de estudio. (Elaboración propia)

El área comercial de INFRA Querétaro tiene un desafío presupuestario en proyectos de tanques. El equipo de ventas colabora con otras áreas para evaluar su viabilidad y se encuestó al personal sobre la gestión de proyectos. El formato de esta encuesta se muestra en la Tabla 2.



CONOCIMIENTOS SOBRE GESTIÓN DE PROYECTOS.	
Revisar cada pregunta y según la experiencia en grupo INFRA y en los proyectos que ha participado, contestarlas con esta escala: 1= En desacuerdo 2=De acuerdo 3=Muy de acuerdo	
1. ¿Conoce la gestión de proyectos llevada a cabo con alguna metodología?	
2. En INFRA planta Qro, ¿se planifica entre todos los alcances en los proyectos?	
3. ¿Se conocen todos los entregables?	
4. ¿Todos saben qué actividad les corresponde para los entregables?	
5. ¿Se realiza un cronograma del proyecto?	
6. ¿Todos los involucrados conocen las fechas límites de entregas?	
7. ¿Se cumplen las fechas de entrega con la actual forma de trabajo?	
8. Tu conoces si, ¿se planea el presupuesto en los proyectos?	
9. Si hay cambios en los proyectos, ¿se realiza que ese cambio puede ser realizado?	
10. ¿Se documentan los cambios realizados en el proyecto?	
11. ¿Tienes completo a ver como se definieron los recursos en tu proyecto?	
12. ¿El cliente firma un acta final de proyecto?	
13. ¿Se documentan las lecciones aprendidas en cada proyecto?	
14. ¿Consideras que la gestión de proyectos actual es buena?	

Tabla 2. Encuesta conocimientos sobre gestión de proyectos en el área comercial. (Elaboración propia)

Resultados

Una vez realizadas las encuestas a expertos tomando como referencia la Tabla 1 se realizó un compilado del resumen de sus respuestas, esta información se encuentra en la Tabla 3.

Departamento	Resumen
Calidad	El jefe de calidad indica que el sistema de gestión integral no abarca el departamento comercial, centrado en cumplir normas mexicanas. Considera crucial implementar un sistema de gestión de riesgos en dicho departamento.
Ventas	El experto señala la necesidad de adherirse a una norma nacional, pero no está claro cuando el área de ventas debe salir del proceso, dado su involucramiento frecuente en producción y logística. Destaca la importancia de establecer procedimientos internos claros para mejorar la eficiencia operativa.
Gerente cuenta clave.	El experto sugiere la creación de procedimientos por áreas priorizando especialmente ventas dada la rotación y la pérdida de conocimiento asociada.
Facturación, crédito y cobranza	El equipo reconoce la existencia de procedimientos corporativos, adaptados al diferente sistema de trabajo comparado con planta Qro. Consideran que hay muchas actividades que podrían evitarse.

Tabla 3. Resumen entrevistas con expertos. (Elaboración propia)

Con este resumen se concluye que es necesario implementar un manual en el área comercial para fortalecer y estandarizar procesos.

Los resultados de las encuestas, Figura 8,

revelan que solo dos personas han recibido entrenamiento por su cuenta. La falta de recursos asignados por la empresa puede afectar negativamente, con pocos ejecutivos gestionando un área con carga excesiva, volviéndolos reactivos en lugar de proactivos.

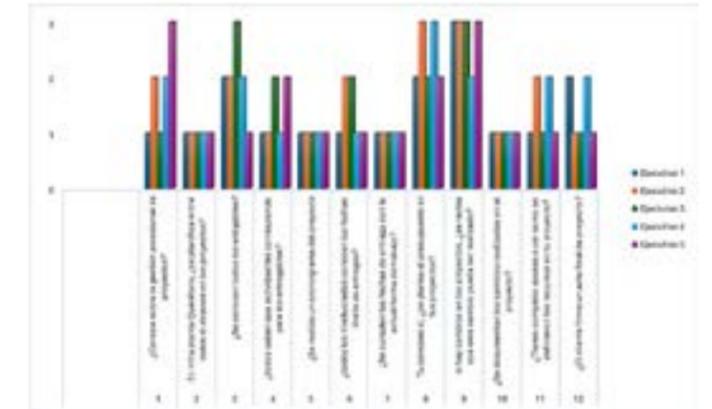


Figura 8. Resultados encuesta de proyectos en INFRA planta Qro. (Elaboración propia)

La estimación del presupuesto se limita a una área, llevando al rechazo de proyectos sin entender objetivos completos. Gestores dudan de la asignación adecuada y mencionan retrabajo por comunicación deficiente. El calendario de proyecto incluye planificación, control y desarrollo del EDT, Figura 9.



Figura 9. Propuesta de EDT del proyecto. (Elaboración propia)

Se elaboró el desglose de actividades y el cronograma usando Microsoft Project (Figura 10) para el desarrollo del manual en 6 etapas alineadas con el EDT, con una duración estimada de 4 meses.

#	Mod. de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Precedentes	Recursos
1	1.0	INTEGRACIÓN DE UN MANUAL BASADO EN LA GUÍA PMBOK Y HERRAMIENTAS DE MEJORA CONTINUA PARA EL ÁREA DE GESTIÓN COMERCIAL. CASO DE ESTUDIO INFRA PLANTA QRO.	381 días?	Jun 21/09/23			
2	1.0	1.0 Investigación del sistema actual de la empresa caso de estudio	27 días	Jun 21/09/23			
3	1.0	1.3 Matriz de riesgos de no llevar a cabo el manual y análisis FODA	4 días	vie 20/10/23	4		
4	1.0	1.4 Informe escrito y presentación ejecutiva para patrocinadores	2 días	lun 05/10/23	5,4	MGAR	
5	2.0	2.0 Diseño del manual	42 días	lun 30/10/23			
6	2.0	2.1 Definir estructura y contenido	7 días	mié 11/10/23	6	MGAR	
7	2.0	2.2 Identificar los procesos a incluir en el manual	7 días	mié 08/11/23	8	MGAR	
8	2.0	2.3 Analizar los instrumentos a incluir en el manual	6 días	lun 30/11/23	8,16,17	MGAR	
9	2.0	2.4 Estimación de costos	6 días	vie 20/10/23	8	MGAR	
10	2.0	2.5 Informe escrito de estimación de costos para patrocinadores	6 días	lun 30/10/23	11	MGAR	
11	3.0	3.0 Construcción del manual	29 días	vie 24/11/23			
12	3.0	3.1 Integración de las herramientas	5 días	vie 08/12/23	10,13,1	MGAR	
13	3.0	3.2 Integración del contenido	5 días	lun 23/11/23	17	MGAR	
14	3.0	3.3 Borrador del manual terminado	10 días	lun 20/11/23	13,8	MGAR,PAPEL,IMP[3]	
15	4.0	4.0 Revisión y validación	16 días	lun 11/12/23			
16	4.0	4.1 Revisión de la estructura del manual	6 días	mar 26/12/23	16	GERENTE GRA[2]	
17	4.0	4.2 Revisión del contenido	10 días	vie 15/12/23	18,24,1	MGAR	
18	4.0	4.3 Validación del contenido para prueba piloto	4 días	mar 22/12/23	17	MGAR	
19	4.0	4.4 Liberación del manual	2 días	vie 29/12/23	20,21	GERENTE GRA[2]	
20	5.0	5.0 Capacitación e implementación	9 días	vie 18/01/24			
21	5.0	5.1 Capacitación del personal del área directa a implementar el manual	2 días	vie 19/01/24	22	MGAR	
22	5.0	5.2 Capacitación de involucrados de manera indirecta en el manual	2 días	mar 23/01/24	34	MGAR,FACTURACION	
23	5.0	5.3 Pruebas piloto	2 días	lun 25/01/24	25	VENTAS	
24	6.0	6.0 Cierre del proyecto	18 días?	mar 14/01/24			
25	6.0	6.1 Actualización a los informes del proyecto	4 días	lun 18/01/24	32	MGAR	
26	6.0	6.2 Actualización de los activos de los procesos de la organización	4 días	lun 18/01/24	32	MGAR	
27	6.0	6.3 Informe final	2 días	mar 14/01/24			

Figura 10. Cronograma propuesto para la elaboración del manual de gestión de proyectos. (Elaboración propia)

Una vez estimada la duración y recursos, se calcula el costo del proyecto, incluyendo costos de productos, materiales, equipos, actividades, gastos generales, costos indirectos y reservas para mitigar riesgos. En la Tabla 4 se especifica el presupuesto asignado para la creación del manual.

#EDT	# Actividad	Concepto	Cantidad	Unidad	Precio unid.	Total
1.0	1. Investigación del sistema actual de la empresa caso de estudio	Horas hombre MGAR	10	Hrs	600.00	\$6,000.00
		H.H Gerente	1	Hrs	2000.00	\$2,000.00
		H.H Calidad	1	Hrs	1300.00	\$1,300.00
		H.H Ejecutivos	5	Hrs	600.00	\$3,000.00
		Subtotal				\$12,300.00
2.0	2. Diseño del manual	Horas hombre MGAR	31	Hrs	600.00	\$18,600.00
		Subtotal				\$18,600.00
3.0	3. Construcción del manual	Horas hombre MGAR	20	Hrs	600.00	\$12,000.00
		Papelera	1	Pz	1,000.00	\$1,000.00
		Subtotal				\$13,000.00
4.0	4. Revisión y validación	Horas hombre MGAR	14	Hrs	600.00	\$8,400.00
		H.H Gerente	2	Hrs	2000.00	\$4,000.00
		Subtotal				\$12,400.00
5.0	5.0 Capacitación e implementación	Horas hombre MGAR	5	Hrs	600.00	\$3,000.00
		H.H Gerente	1	Hrs	2000.00	\$2,000.00
		H.H Facturación	1	Hrs	1300.00	\$1,300.00
		H.H Ejecutivos	5	Hrs	600.00	\$3,000.00
		Subtotal				
		Horas hombre MGAR	10	Hrs	600.00	\$6,000.00
		Subtotal				\$6,000.00
	N/A	Reserva para contingencias		5 %		\$3,580.00
		TOTAL (Hrs)				\$75,180.00

La gestión de riesgos en proyectos es crucial y el PMBOK ofrece un marco para abordarlos sistemáticamente. En la Tabla 5, se presenta la matriz de riesgos considerando que el proyecto aún no está en ejecución del proyecto.

#	Riesgo Identificado	Consecuencia	Categoría	Probabilidad	Impacto	Prioridad	Respuesta		Persona Responsable
							Estrategia	Acción	
1	De no llevar a cabo el manual existe riesgo de pérdida de información.	Costo	O	1	3	B	ACEPTAR	Este riesgo se acepta dado que el manual debe terminarse pronto que hay un compromiso con la empresa que permite desarrollar este trabajo.	MGAR
2	Falta de apoyo por parte de dirección nacional.	Tempo	O	3	3	A	MITIGAR	Para que este riesgo no se presente se priorizará un proceso de trabajo que se haga una prueba piloto con tiempo y resultados y en base a esto se podrá seguir escalando más niveles de autorización.	MGAR GERENCIA
3	Falta de proactividad en los pedidos.	Tempo Costo Calidad	T	2	3	M	EVITAR	No se involucra a los empleados en esta actividad se haga poca participación por ello se debe involucrar a los empleados para tener una mejor propuesta.	MGAR
4	No terminar en tiempo el manual.	Tempo Costo Calidad	O	3	2	A	EVITAR	El manual debe actualizarse para cumplir con los requisitos a los involucrados, en dado caso de no cumplir con tiempos se indicarán las acciones a seguir.	MGAR
5	No aceptar el manual en todos los niveles.	Tempo	T	3	3	A	ACEPTAR	Al momento es muy probable que no se acepte en todos los niveles sobre todo por el grado de exigencia en los diferentes departamentos por esto se aceptará este riesgo y con los resultados de prueba piloto se revisará que otros niveles puedan integrarse.	MGAR
7	De no realizar el manual se corre el riesgo de perder información por parte de patrocinadores.	Tempo Costo Calidad	D	2	1	M	MITIGAR	Se debe realizar el manual y mostrar la funcionalidad para que se pueda validar el procedimiento de manejo de proyectos en INFRA y con esto se aceptará este riesgo y con los resultados de prueba piloto se revisará que otros niveles puedan integrarse.	MGAR GERENCIA
8	Cambios en los requisitos del manual.	Tempo Costo Calidad	T	3	3	A	ACEPTAR	Es muy probable que cambie el proyecto antes de iniciar a hacer modificaciones, pero este riesgo es aceptable porque justamente para ello es la prueba piloto.	MGAR
9	Problemas de integración de herramientas.	Tempo Costo Calidad	T	3	3	A	ACEPTAR	El riesgo se acepta a punto de no ser entregado por un tiempo de menor tamaño lo que cambió la frecuencia de visita de la pipa y con ello el costo de logística.	MGAR

Tabla 5. Matriz de riesgos manual para INFRA. (Elaboración propia).

Con la matriz de la Tabla 5 se identifican

actividades en riesgo y se decidió aceptar o mitigar riesgos para clasificarlos. Esto asegura que la planeación del proyecto se ejecute según el cronograma propuesto.

Después de la propuesta del desarrollo del manual, se creó un formato de lecciones aprendidas esto se muestra en la Tabla 6, para documentar el conocimiento adquirido. Este objetivo es mejorar las prácticas en la gestión de proyectos.

Lecciones aprendidas					
Rubro	Descripción de la situación	Impacto en los objetivos del proyecto	Acciones correctivas/preventivas	Lección aprendida	Recomendaciones
1	La precalificación depende de corporativa y esta se demoró el doble de lo solicitado en el cronograma	No se puede entregar una propuesta al cliente y estuvimos a punto de quedar fuera en la propuesta.	1. Se solicitó que nos activaran las precalificaciones a nivel local al menos para el gerente con esta herramienta nosotros mismos evaluamos los proyectos. 2. Para el caso del proyecto se mostró al equipo de precalificación el cronograma con el que estamos trabajando y no damos apoyos casi justos de tiempo, pero logramos entrar en la propuesta.	Si no tenemos apoyo del área directiva a nivel nacional para que todos trabajen bajo una misma metodología difícilmente las personas se agerrarán a lo que cada planta les solicite porque es imposible con el nivel de carga que tenemos.	Apoyo para activar herramienta de precalificación a todas las personas de ventas encargadas de ver proyectos. Se recomienda caso de estudio irriverita o incentive a sus empleados encargados de evaluar proyectos.
2	El formato de entregables es de gran apoyo llenarlo considerando la solicitud del cliente y comunicarlo a todo el equipo puesto que con esto entendemos todos que es lo que se espera de cada uno.	Se evita que la información se distorsione.	Este formato se debe llenar en cada Proyecto inclusive para proyectos de menor envergadura.	Se debe comunicar al equipo por todos los medios posibles y cerciorarse que han recibido la información.	Realizar llamados con las áreas involucradas e inclusive a la parte instalaciones irriverita a acordar con el cliente.
3	En la etapa de asignación del proyecto es de gran apoyo llenar el acta constitutiva pues muestra con exactitud lo que el cliente requiere y así se evita que la información se distorsione.	Con el acta todos quedamos en el entendido que el proyecto ha sido asignado a la empresa y debemos realizar las actividades correspondientes.	Es importante tener todas las firmas de los involucrados dado que esto quiere decir que los gerentes saben que ese proyecto está en marcha.	Es importante comunicarse a todo el equipo los acuerdos realizados con el cliente y el que quede a través de este documento es excelente.	Se recomienda hacer el llamado de este acta cuando un proyecto es rechazado dado que con esto se tiene registro de en qué casos los proyectos serían rechazados.
4	En el caso de este proyecto se materializó un riesgo que no se tenía considerado y se tuvo que revisar con el cliente el cambio que tuvimos que realizar para no fallar en tiempos de entrega.	El riesgo sufrió un daño y este tuvo que ser cambiado por un tiempo de menor tamaño lo que cambió la frecuencia de visita de la pipa y con ello el costo de logística.	Se deben considerar todos los riesgos posibles, no dejar ningún riesgo suelto por más fuera de lugar que este parezca.	Es conveniente revisar todos los riesgos y de igual manera incluir los riesgos que se presenten y no fueron considerados puesto que en futuros proyectos este nos servirá para saber que cosas han pasado en otros proyectos y no repetirlas.	

Tabla 6. Formato de lecciones aprendidas. Elaboración propia.

Conclusiones y Recomendaciones

La integración de un manual basado en PMBOK y herramientas de mejora continua fortalece los procesos en INFRA planta Qro, asegurando su competitividad y una gestión comercial más dinámica.

El manual de gestión de proyectos facilita una administración ordenada y respuestas más rápidas. El formato de lecciones aprendidas ayuda a retener conocimientos y evitar errores repetidos en futuros proyectos.

Los resultados positivos en gestión comercial muestran resistencia al cambio y desafíos en la implementación. Si bien los resultados obtenidos hasta ahora son prometedores en términos de gestión en el área comercial, la resistencia al cambio y los desafíos en la implementación indican la necesidad de un enfoque continuo y multifacético para impulsar una cultura de mejora continua y maximizar el impacto del manual en toda la planta. Se recomienda involucrar a todo el personal de ventas independientemente como lo es el departamento de gases especiales o la parte ejecutiva del departamento de gases industriales.

Bibliografía

Hickson, R. J. , & O. T. L. (2022). *Project Management for Mining - Handbook for Delivering Project Success (2nd ed.)*. Colorado, USA: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (SME).

INEGI.(2023).INDICADORESDEPRODUCTIVIDAD LABORAL. Retrieved from https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2024/ipl/ipl2024_03.pdf

INFRA. (2022). INFRAWEB. Retrieved from <https://grupoinfra.com/>

ISO. (2018). ISO 31000 Gestión de riesgos-Directrices. USA: Organización Internacional de Normalización.

Project Management Institute. (2021). *The standard for project management and a guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)*. Retrieved from www.PMI.org

Russ J. Martinelli, D. Z. (2016). *Project Management Toolbox (2nd ed.)*. New Jersey: Wiley.

DISEÑO CONCEPTUAL Y PROTOTIPADO DE UN MECANISMO DE RETENCIÓN PARA INSERCIÓN Y EXTRACCIÓN DE PROCESADORES INTEL DE DESEMPEÑO ESCALABLE PARA EL SEGMENTO DE CENTROS DE DATOS Y SERVIDORES

Andrés Ramírez Macías Posgrado CIATEQ, Zapopan, Jalisco
 andres.ramirez.macias@intel.com
 José Bernabé Hernández Pérez. CIATEQ, Querétaro. Mexico
 bernabe.hernandez@ciateq.mx

Abstract

This paper presents the design and functional verification of prototypes of a displacement-controlled retention mechanism, composed of a crank-slider system and wedge-type cams with a follower, designed for the installation of Intel scalable performance processors in their sockets (SKT). Using 3D modeling software and finite element analysis (FEA), the mechanism was conceptualized according to a documented list of requirements. To materialize the mechanism, collaboration with a rapid prototyping manufacturer was undertaken, and samples were obtained. These samples were evaluated through functional verification and several experimental designs based on a failure modes and effects analysis (FMEA). The results indicated that the conceptual design met most of the requirements, although there are potential areas for enhancement. The importance of iterating in the design process to optimize the mechanism's performance was emphasized.

Keywords: Data centers, servers, loading or retention mechanism, Intel XEON processors, displacement-controlled, CPU, LGA Socket.

Resumen

Este trabajo presenta el diseño y la verificación funcional de prototipos de un mecanismo de retención controlado por desplazamiento, compuesto por un sistema de biela-manivela y levas tipo cuña con seguidor, diseñado específicamente para la instalación de procesadores Intel de rendimiento escalable en sus sockets (SKT). Utilizando software de modelado 3D y análisis de elementos finitos, el mecanismo se conceptualizó según una lista de requerimientos documentados. Para materializar el mecanismo, se colaboró con un fabricante de prototipado rápido, obteniendo muestras que fueron evaluadas mediante una verificación funcional y varios diseños de experimentos derivados de un análisis de modos y efectos de falla (AMEF). Los resultados indicaron que el diseño conceptual cumplió gran parte de los requerimientos, aunque presentó oportunidades de mejora y se identificó la importancia de iterar en el diseño para mejorar su rendimiento.

Palabras clave: Centros de datos, servidores, mecanismo de carga o retención, Procesadores Intel XEON, control por desplazamiento

Introducción

Intel, empresa reconocida por sus procesadores (CPUs), ha destacado

en sectores como centros de datos e inteligencia artificial (DCAI) generando en 2022 ingresos por 19.2 mil millones de dólares (Figura 1) (Intel, n.d.) (Intel, 2023).

Business Unit Revenue and Trends	Q4 2022	vs. Q4 2021	2022	vs. 2021
Client Computing Group (CCG)	\$6.8 billion	down 30%	\$31.7 billion	down 22%
Data Center and AI (DCAI)	\$4.3 billion	down 33%	\$19.2 billion	down 15%
Network and Edge (NEG)	\$2.1 billion	down 1%	\$8.9 billion	up 11%
Mobileye	\$505 million	up 50%	\$1.9 billion	up 30%
Accelerated Computing Systems and Graphics (ACSG)	\$247 million	up 1%	\$837 million	up 8%
Intel Foundry Services (IFS)	\$119 million	up 20%	\$395 million	up 14%

Figura 1. Resumen financiero por unidad de negocios (Intel, 2023).

Los procesadores son conectados a las tarjetas de circuito impreso (PCB) mediante sockets (SKT) Land Grid Array (LGA), que contienen miles de resortes metálicos que hacen contacto con los pads del CPU (Figura 2). Un mecanismo de retención (Figura 3), compuesto por resortes y otros dispositivos, genera la fuerza f_{skt} para comprimir los resortes y disminuir la resistencia de contacto asegurando la transmisión de señales entre CPU y PCB (Pandey et al., 2009), (Meyyappan et al., 2016), (Geng, 2019).

La fuerza f_{skt} es proporcional al número de resortes en el skt (Geng, 2019). A medida que aumenta la demanda de mayor rendimiento en los procesadores, la densidad de conexiones en los sockets también incrementa, lo que hace imprescindible el desarrollo de mecanismos de retención más robustos. La falta de este mecanismo podría suponer pérdidas millonarias y una reducción en la cuota de mercado frente a competidores como AMD y Nvidia.



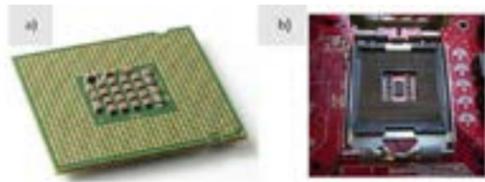


Figura 2. a) Procesador y b) socket 775 (Qiang, 2010).

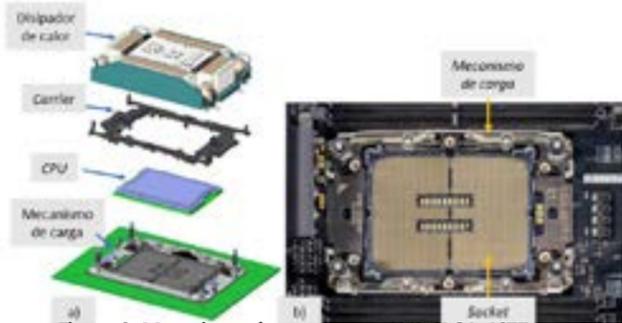


Figura 3. Mecanismo de carga para el SKT LGA 4677

Este trabajo, realizado en el Centro de Diseño de Guadalajara de Intel, se enfoca en el diseño conceptual, prototipado y verificación funcional de un mecanismo de retención controlado por desplazamiento, destinado a la instalación de procesadores de próxima generación. El diseño respeta limitaciones de espacio (90mm x 120mm x 25mm) y la hipótesis plantea que el mecanismo permite la instalación precisa, con una distancia final d_i de 0 mm entre el CPU y el SKT, un ángulo de instalación del procesador menor a 2° con componentes capaces de soportar los esfuerzos mecánicos generados por la compresión de los contactos LGA. Véase Figura 4 para mayor referencia.

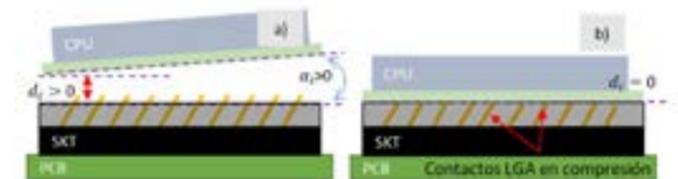


Figura 4. a) instalación de procesador con $d_i > 0\text{mm}$ y $\alpha_i > 0$ y b) CPU instalado con $d_i = 0\text{mm}$

Planteamiento y Desarrollo

1. Planteamiento del problema y definición de requerimientos.

El objetivo fue diseñar un nuevo mecanismo de retención para los

procesadores de próxima generación de Intel. Los requerimientos de diseño (Tabla 1) fueron documentados para acotar las características clave del sistema, destacándose: el control del ángulo de instalación del CPU, la inclusión de un sistema Poka Yoke para evitar errores de instalación, y la instalación adecuada del procesador, asegurando que ninguna pieza mecánica se deforme debido a las fuerzas generadas en este proceso.

2. Diseño de concepto y funcionamiento

El diseño (Figura 5) combina un sistema de biela-manivela y levas tipo cuña en un bolster plate, que se activa al girar una palanca. Esta rotación se convierte en movimiento lineal, desplazando el CPU hacia el SKT hasta que la distancia d_i sea cero. La Figura 6 muestra la secuencia completa.

Al actuar en paralelo, las levas apoyan el procesador en cuatro puntos, reduciendo el ángulo de instalación del CPU. Además, el sistema Poka Yoke y el sistema de alineación se integraron en varios componentes para garantizar una instalación precisa.

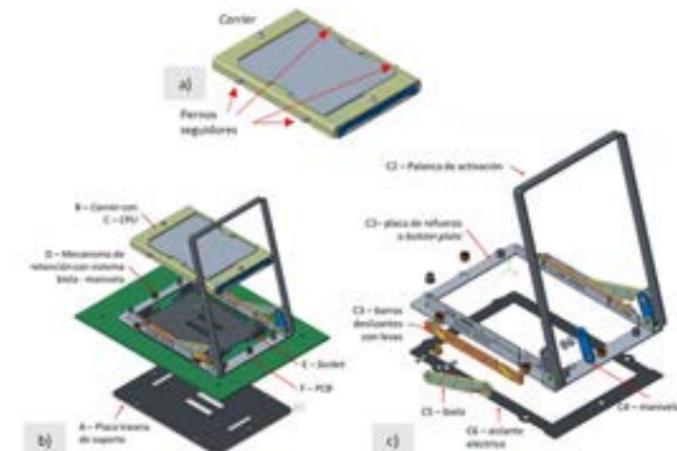


Figura 5. a) Vista explosionada del mecanismo de retención y b) vista explosionada del bolster plate.

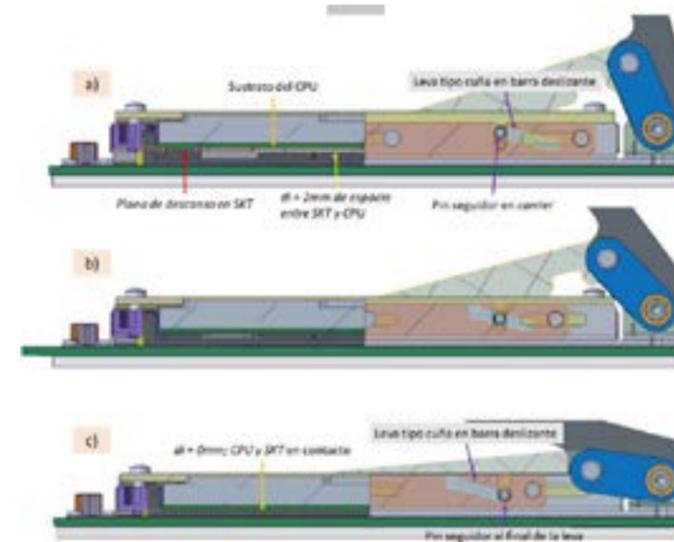


Figura 6. Diagrama secuencial de interacciones para desplazar el CPU al SKT.

3. Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF), Pruebas de concepto y análisis de elemento finito.

Se llevó a cabo un AMEF de diseño (Tabla 2) para identificar posibles modos de falla, sus efectos y causas. A partir de este análisis se definieron tres actividades principales:

- Creación de un plan de verificación funcional y diseños de experimentos para evaluar el concepto y mitigar los riesgos identificados (Figura 7).
- Análisis de elemento finito de elementos clave como el carrier y las barras deslizantes. Asumiendo condiciones de frontera estáticas, se aplicó una carga estimada de 667 N equivalente a la compresión de los contactos del SKT. Los resultados (Figura 8 y Figura 9) mostraron factores de seguridad de al menos 1.48, lo que garantiza su operación durante la vida del producto sin riesgo de falla.

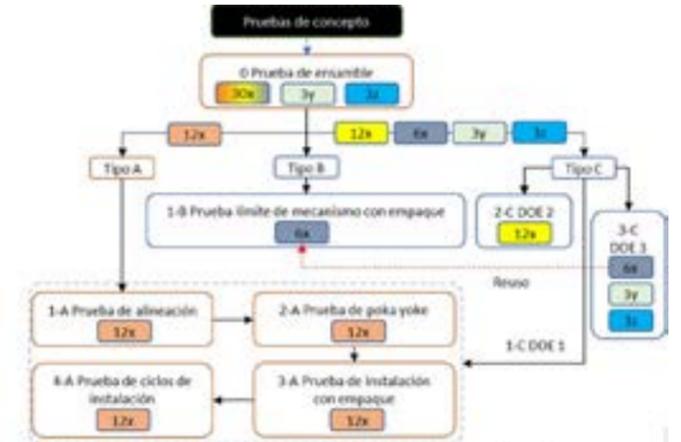


Figura 7. Diagrama secuencial de plan de verificación.

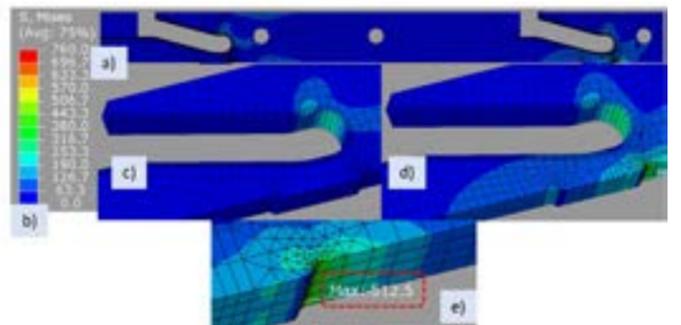


Figura 8. Esfuerzos en barras: a) vista frontal, b) gradiente de valores, c) levas izquierda v d) derecha. e) vista de detalle de área con mayor esfuerzo.

Elemento	Condición de simulación	Material	Esfuerzo de cedencia	Esfuerzo de Von Mises	Comentario
Barras deslizantes con levas tipo cuña	Análisis estático, 167N de fuerza aplicada en cada leva en la posición final de ensamblaje.	SS301 Dureza 1/2. Espesor de 2.0mm.	760 [MPa]	112.3 [MPa]	Barra deslizante puede operar sin riesgo de deformación en sus ciclos de vida con un FS = 1.48 siempre que la carga de 167N no sea aplicada lejos de los puntos de soporte.
Placa de carga (Carrier)	Análisis estático, 667N de fuerza aplicada en la posición final de ensamblaje.	SS301 Dureza 1/2. Espesor de 1.5mm.	760 [MPa]	114.3 [MPa]	Placa de carga puede operar sin riesgo de deformación con un FS = 1.75.
Placa de extracción (Carrier)	Análisis estático, 222N de fuerza aplicada durante la extracción del CPU.	SS301 Dureza 1/2. Espesor de 0.8mm.	760 [MPa]	106.3 [MPa]	No riesgo de deformación plástica con un FS de 1.53, pero gran deformación elástica detectada.

Figura 9. Resultados de simulación.

4. Liberación de concepto para prototipado

Los prototipos (Figura 10) fueron fabricados por Honpe Prototyping, empresa especializada en el rubro y ubicada en Shenzhen, China. El CPU, el SKT y la PCB fueron fabricados en un centro de maquinado interno para proteger la propiedad intelectual de Intel (Figura 11). Para simular la fuerza del SKT, se usó una serie de empaques de neopreno, cuyo tamaño y espesor fueron seleccionados para generar una fuerza aproximada de 667 N al ser comprimidos.

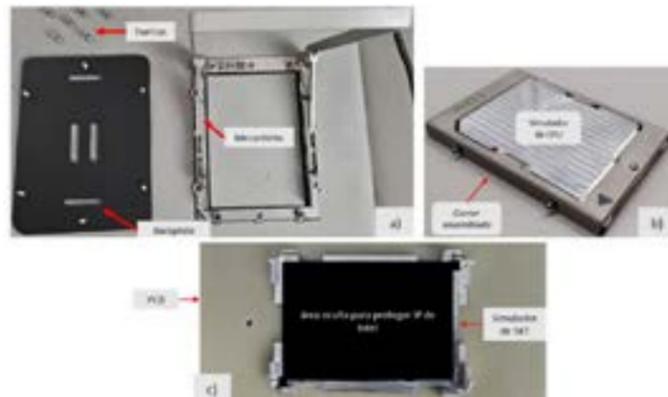


Figura 10. a) Placa trasera, mecanismo; b) carrier y simulador de CPU y c) PCB y SKT.

Introducción

Se ejecutó el plan de pruebas completamente usando 60 conjuntos de prototipos. Los resultados mostraron lo siguiente:

- En todas las muestras, el procesador se instaló sin dificultades en el SKT, demostrando la eficiencia del sistema de alineación.
- El sistema Poka Yoke funcionó correctamente, impidiendo que el CPU se ensamblara en una orientación incorrecta en todas las pruebas.
- El control de inclinación fue efectivo al obtener un ángulo promedio de 0.13° en 12 muestras, significativamente menor al máximo permitido de 5° (Figura 11).

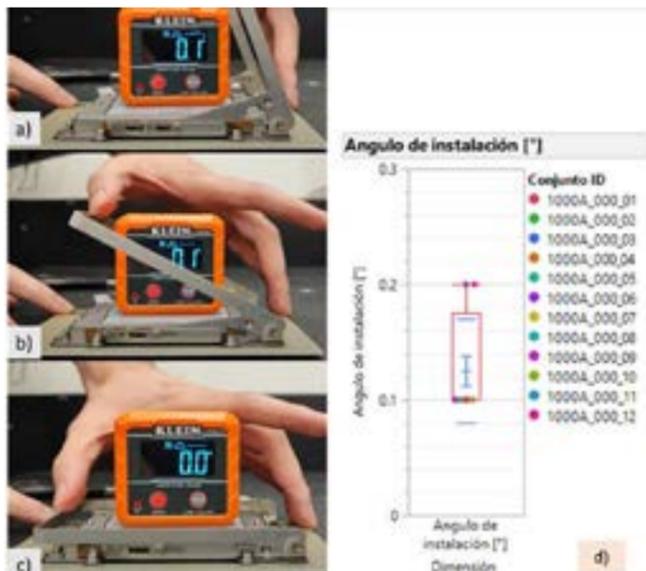


Figura 11. Secuencia de medición del ángulo de instalación a), b) y c). d) Resultados.

Sin embargo, los resultados mostraron que la distancia d_i fue mayor a cero desde el ciclo 1 hasta el 6 (Figura 12), un resultado no deseado pero esperado debido a la falta de precisión en la manufactura y ensamblaje de los prototipos. También influyó la simulación de la fuerza del socket mediante empaques de neopreno, que no replican completamente las condiciones reales.

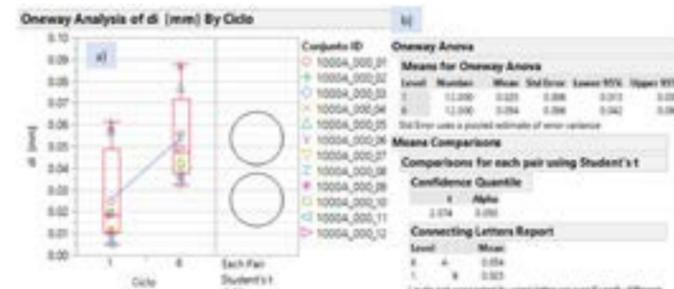
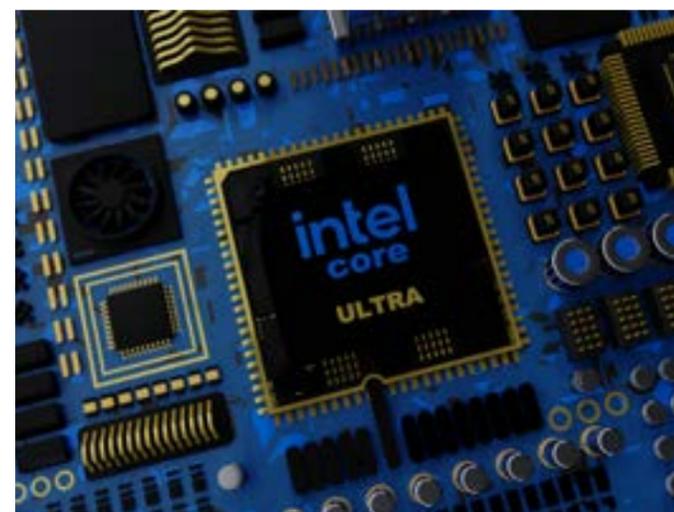


Figura 12. a) Comparación de d_i entre el 1er y 6to ciclos de instalación y b) ANOVA y prueba del estudiante.

Conclusiones

La verificación funcional demostró que el mecanismo cumple con 7 de los 12 requerimientos de diseño. Se destacaron positivamente las funciones de control de inclinación, Poka Yoke y alineación, todas dentro de los límites del volumen de diseño permitido. Sin embargo, no se cumplió el requerimiento clave relacionado con la instalación completa del CPU en el SKT, lo que significa que la hipótesis fue validada solo parcialmente. Un resumen de estos resultados se muestra en la Figura 13



ID	Evaluación	Comentarios	Siguientes pasos
R_001	Cumpliendo, bajo riesgo	Tamaño registrado: Largo \rightarrow 116 [mm], Ancho \rightarrow 84 [mm], Alto \rightarrow 7.8 [mm]	Optimización de geometría y posibilidad de incrementar tamaño si es necesario
R_002	No cumple, riesgo alto	Todos los resultados demostraron que el sistema no logra colocar al CPU en el seating plane con $d_i > 0mm$.	Optimización de diseño, mejora en procesos de manufactura y ensamble, reducción de tolerancias. Posibilidad de integrar resortes.
R_003	Cumpliendo, bajo riesgo	De acuerdo con los resultados, el grado de inclinación del CPU es cercano a 0° .	Mantener este rango de operación.
R_004	Cumple, riesgo medio	Las barras deslizantes no presentaron deformaciones plásticas en una carga nominal de operación. Pero al ser expuestas a cargas superiores, estas se deforman.	Mejorar el diseño para incrementar el factor de seguridad.
R_005	Cumpliendo, bajo riesgo	Todos las muestras presentaron una inclinación cercana a 0° durante la extracción.	Mantener este rango de operación.
R_006	Cumpliendo, bajo riesgo	Los sistemas de alineación funcionaron de buena manera, los CPUs fueron instalados sin dificultad.	Optimizar diseño para mejorar su proyección a alto volumen.
R_007	No cumple, bajo riesgo	La evaluación se hará cuando el SKT real esté disponible.	Optimizar geometría de la potencia para minimizar material y mejorar proyección de manufactura de alto volumen.
R_008	Cumpliendo, bajo riesgo	Los aislantes eléctricos a nivel prototipo lograron cubrir la totalidad de los elementos.	
R_009	No cumple, bajo riesgo	Los elementos principales fueron fabricados con acero inoxidable. La prueba se realizará en la siguiente ronda (fuera del alcance).	Mejorar diseño y evaluar bajo temperatura y humedad.
R_010	No cumple, riesgo alto	La prueba 4-A demostró que el mecanismo pierde capacidad de inserción, lo que implica que se va deformando a través de los ciclos.	Optimización de diseño en las barras y el carrier y proyección de manufactura de alto volumen.
R_011	Cumpliendo, bajo riesgo	El sistema Poka Yoke funcionó correctamente. No fue posible insertar al CPU en una orientación errónea.	Optimizar diseño para mejorar su proyección a alto volumen.
R_012	No cumple, medio riesgo	La posición de los orificios de montaje en conjunto con la estructura de la biela manivela imposibilitan que 2 de las 5 tuercas puedan ser apretadas al torque.	Lluvia de ideas para reemplazar el sistema de biela manivela. Evaluación de cambio de posición o número de barrenos.

Figura 13. Evaluación de prototipos por requerimiento y siguientes pasos.

A pesar de esta limitación, los resultados obtenidos proporcionan una base sólida para identificar las causas raíz y planificar mejoras en las siguientes áreas clave:

- Refinar el diseño sin comprometer funciones con buen rendimiento.
 - Mejorar los modelos de FEA mediante la implementación de condiciones de frontera más precisas.
 - Colaborar con el proveedor para reducir las variaciones en la manufactura y ensamblaje.
 - Incluir resortes mecánicos que absorban las variaciones remanentes.
- Es fundamental realizar las próximas pruebas con piezas reales del socket y CPU para evaluar condiciones más realistas y minimizar errores artificiales. Finalmente, la iteración del diseño será fundamental no solo para optimizar el rendimiento del mecanismo, sino también para garantizar que Intel mantenga su competitividad en el mercado, respondiendo eficientemente a las

crecientes demandas de los centros de datos y la industria de procesadores.

Bibliografía

Geng, P. (2019). Structural Design of Land Grid Array Loading Mechanisms for Intel Central Processor Unit Stack Retention. *Journal of Electronic Packaging, Transactions of the ASME*, 141(1). <https://doi.org/10.1115/1.4042800>

Intel. (n.d.). Intel's Founding. Retrieved September 11, 2022, from <https://www.intel.com/content/www/us/en/history/virtual-vault/articles/intels-founding.html>

Intel. (2023, January 26). Intel Reports Fourth-Quarter and Full-Year 2022 Financial Results :: Intel Corporation (INTC). <https://www.intc.com/news-events/press-releases/detail/1600/intel-reports-fourth-quarter-and-full-year-2022-financial>

Meyyappan, K., Wu, Q., Vasudevan, V., & Vujosevic, M. (2016). Predicting vibration-induced fretting in land grid array sockets in simulated field scenarios. *Electrical Contacts, Proceedings of the Annual Holm Conference on Electrical Contacts, 2016-Decem*, 79–85. <https://doi.org/10.1109/HOLM.2016.7780011>

Pandey, V., Rangaraj, S., Subramanian, S., & Byquist, T. (2009). Mechanical Design and Analysis of Land Grid Array (LGA) Sockets. *Proceedings of the ASME/Pacific Rim Technical Conference and Exhibition on Integration and Packaging of MEMS, NEMS, and Electronic Systems: Advances in Electronic Packaging 2005, PART B*, 1005–1011. <https://doi.org/10.1115/IPACK2005-73360>



DISEÑO DE UN SISTEMA VIBRATORIO CONFIGURABLE PARA ENSAYOS

Jesús Eduardo Villagómez Orozco CIATEQ, A.C., Centro de Tecnología Avanzada
jesus.villagomez@ciateq.mx
Victor Samuel Vilchis Bravo CIATEQ, A.C., Centro de Tecnología Avanzada
vilchis@ciateq.mx
Martín Oliva Rangel CIATEQ, A.C., Centro de Tecnología Avanzada
martin.oliva@ciateq.mx

Abstract

The development of the proposed system allows the validation of the design and prototypes of both, products and packaging for ground transportation in accordance with current regulations: ISTA series 1, 2 and 3 as well as ASTM D999, D4169, D3580, and D4728.

This system allows tests to be carried out both vertically and horizontally, thus avoiding the need to use two systems, one for each direction of movement.

The system is activated by a hydraulic actuator controlled by means of a closed loop, in such a way that the vibration frequency, speed, acceleration and stroke are controlled, depending on the test to be carried out. Accelerometers are used for feedback to the control system mounted on the head expanders.

In addition, the vibrating tables where the products or packages to be tested (Head Expanders) are placed, are specially designed to maintain the required rigidity throughout the system's range of vibration frequencies.

As is mentioned previously in the standards appointed, this device tests products or packagings accord its specifications. Lately, it's necessary to analyze the results of testings to improve it, and avoid failures because the vibrations.

The proposed design of this vibratory device, assures the validation of different kind of products according to its product life expectancy, as well as the validation of specialized packaged for land transportation.

Besides, this device can test a broad kind of products or products parts that fullfil with its capabilities of weight and dimensions. It can be used for validation of assemblies with screws, rivets, glues, etc.

Also it can be used for test the front panel of vehicles, seats, and different assemblies for cars and trucks according its specifications.

Keywords: Design, Vibrations, Testing, Product, Packaging, Dunnage.

Resumen

El desarrollo del sistema propuesto permite la validación del diseño y los prototipos tanto de productos como de empaques para transportación terrestre de acuerdo con la normativa vigente: ISTA series 1, 2 y 3 así como ASTM D999, D4169, D3580 y D4728.

Este sistema admite la realización de ensayos tanto de forma vertical como de forma horizontal, y con ello se evita la necesidad de utilizar dos sistemas, uno para cada dirección de movimiento.

El sistema es accionado por un actuador hidráulico controlado mediante un lazo cerrado, de forma que se controla tanto la frecuencia de vibración, la velocidad, la

aceleración y la carrera del mismo, dependiendo del ensayo a realizar.

Además, las mesas vibratorias donde se colocan los productos o empaques a ensayar (Head Expanders), están especialmente diseñadas para mantener la rigidez requerida en todo el rango de frecuencias de vibración del sistema.

El diseño propuesto de este sistema vibratorio garantiza la validación de diferentes productos de acuerdo con la vida útil definida por diseño, así como la validación de empaques específicamente diseñados (dunnage) para el traslado de partes por vía terrestre.

Además, este equipo puede ensayar una gran cantidad de productos o partes que estén dentro de su capacidad de carga y dimensiones de las mesas, como para validar rigidez de ensambles realizados con tornillos, remaches, pegamentos, entre otros.

Se pueden ensayar partes automotrices como los tableros frontales, los asientos, entre otros, de acuerdo con la especificación de su propio diseño.

Palabras clave: Diseño, Vibración, Ensayos, Productos, Empaques

Introducción

Para el desarrollo de productos o de empaques especialmente diseñados para la transportación terrestre de partes entre diferentes instalaciones en el proceso de manufactura y ensamble, es necesario llevar a cabo ensayos que validen el funcionamiento correcto durante el ciclo de vida de dichos productos o de los empaques mencionados (Villagómez-Orozco, 2016). Unos de esos ensayos son los de vibraciones, que aseguran la integridad de los productos y sus mecanismos de sujeción interna como pueden ser tornillos, remaches, grapas y pegamentos entre otros, así como la protección de las partes a transportar por vía terrestre, de forma que se protejan tanto externamente la pieza o subensamble, y se garantice su correcto funcionamiento.

Para este caso, se definieron las normativas o estándares a cumplir para el sistema

desarrollado que se utilizan para el transporte de embalajes y también para el desarrollo de productos (Villagómez-Orozco, 2016); estas son: ISTA (International Safe Transit Association) Series, 1, 2 y 3 y ASTM (American Society for Testing and Materials) D999, D4169, D3580, y D4728.

Cada embalaje debe ser diseñado específicamente de acuerdo con la parte a transportar y a la cantidad de las mismas a embalar en cada uno; de manera que dichas partes no sufran daños en el transporte. Para validar el diseño de dichos empaques es necesario que cumplan con varios tipos de ensayos definidos en las normativas definidas.

Hay algunos equipos comerciales que funcionan de forma similar (Lansmont, 2017) y (MTS, 2017), pero no cumplen con todas las especificaciones necesarias y es necesario que se diseñen de forma especial.

Los tipos de movimientos (vibraciones) de acuerdo con la normativa señalada son: vibraciones del tipo senoidal, barrido senoidal y vibración aleatoria con diferentes aceleraciones, amplitudes y frecuencias.

Los movimientos necesarios para el sistema de acuerdo con la normativa son del tipo vertical y horizontal, pero de forma independiente, por lo que el sistema desarrollado es un híbrido y cumple con ambos movimientos.

También se definió y seleccionó el tipo de actuador necesario (Moog, Inc. 2017) para controlar de manera correcta el sistema vibratorio, así como el diseño completo de la estructura, mesas y demás partes.

Materiales y Métodos

Los requisitos para el diseño del sistema

son las siguientes:

- Capacidad de carga vertical y horizontal: 500 kg.
- Dimensiones de la mesa vibratoria: 1230 x 1750 mm.
- Que cumpla con normativas ISTA y ASTM aplicables.

El desarrollo del sistema propuesto se definió de la siguiente forma:

- Estudio de la normativa aplicable.
- El concepto de funcionamiento.
- Cálculos para determinar la capacidad del actuador.
- Diseño de las mesas vibratorias.
- Diseño de la estructura del sistema.
- Diseño del sistema de amortiguamiento.
- Simulaciones dinámicas por medio de CAE.
- Diseño final CAD 3D.
- Manufactura del sistema.

Resultados

Estudio de la Normativa Aplicable

De acuerdo con los criterios de transporte terrestre para empaques y contenedores se han encontrado dos estándares que son los mayormente utilizados.

Estos estándares son: ISTA (International Safe Transit Association) y ASTM (American Standards for Testing and Materials)

Para el caso de los estándares ISTA, hay 7 series de procedimientos de acuerdo con diferentes tipos de cargas, empaques y pesos, entre otros.

Para los procedimientos de la serie 1 (ISTA 1 Series, 2014), los cuales se refieren a pruebas de integridad de rendimiento no simulado de la robustez del producto y empaque combinados:

Todas estas pruebas de vibración deben cumplir con las normas ASTM D 999 (ASTM D999, 2008) y la ASTM D 4728 (ASTM D4728,

2001). La serie 2 de los procedimientos ISTA (ISTA 2 Series, 2011), se refieren a pruebas parciales de simulación de rendimiento en las que se incluye también pruebas de vibración.

Para los procedimientos 2A, 2B y 2C se deben cumplir las normas ASTM D999 y ASTM D4728

La serie 3 de protocolos (ISTA 3 Series, 2004) son los que se refieren a simulaciones de laboratorio para empaques de productos que incluyen pruebas de vibración.

Estos protocolos son:

- Procedimiento 3A: Este procedimiento de pruebas debe cumplir con lo estipulado en la norma ASTM D4728.
- Procedimiento 3B: Este procedimiento debe cumplir con lo estipulado en la norma ASTM D4728.
- Procedimiento 3H: Se debe cumplir con la norma ASTM D4728.

Los procedimientos de las series 4, 5, 6 y 7 no aplican a ese caso.

Como se puede observar, los procedimientos descritos de la normativa ISTA están referidos a dos normas estándares ASTM:

- D4728 (ASTM D4728, 2001) y
- D999 (ASTM D999, 2008).

En estos estándares están definidos los métodos, procedimientos, equipos y condiciones en que deben realizarse las pruebas. En la t está un resumen de las características de las normas ASTM D999, D4728, D4169 y D3580.

STD	Serie	Proced	Onda	Freq (Hz)	Acel (g)	Amp (mm)	PSD (g ² /Hz)	Acel (g) rms	
ISTA	1	Cumplir ASTM D999 y D4728							
	2	Cumplir ASTM D4728							
	3	Cumplir ASTM D4728							
ASTM	D999	A1	Senoidal	2 a 5		25.4			
		A2	Senoidal	2 a 5		25.4			
	D4169	B	Barrido senoidal aleatoria	3 a 100	0.25 a 0.5			0.005 a 0.049	0.25
		C	Barrido senoidal aleatoria	3 a 100	0.25 a 0.5			0.005 a 0.049	0.25
		D	Barrido senoidal aleatoria	3 a 100				0.001 a 0.00002	0.73
	D3580	E	Barrido senoidal aleatoria	3 a 100				0.001 a 0.00002	0.73
		F	Senoidal	2 a 5		25.4			
		A	Barrido senoidal aleatoria	3 a 100	0.25 a 0.5				
	D4728	X1.1	aleatoria	1 a 200				0.0005 a 0.0001	0.52
				1 a 100				0.001 a 0.00006	0.26
		X1.2	aleatoria	1 a 100				0.001 a 0.00006	0.26
				3 a 200				0.005 a 0.0005	0.59
X1.3		aleatoria	1 a 200				0.0005 a 0.00005	0.26	
			3 a 200				0.005 a 0.0005	0.59	

Tabla 1 Parámetros de operación. Fuente: Elaboración propia ANOVA y prueba del estudiante.

De acuerdo con los resultados de la Tabla 1, las características requeridas por el sistema son:

- Rango de frecuencias de vibración: 1 a 200 Hz.
- Rango de aceleraciones: de 0.25 a 1 g (considerando el valor rms de 0.7071 de 0.73g).
- Tipos de ondas de vibración: senoidal y aleatoria (PSD).

El Concepto de Funcionamiento

El concepto para el sistema y el funcionamiento propuesto es el siguiente: El sistema es modular y está dividido en dos partes:

- Una parte vibratoria vertical que incluye mesa vibratoria, estructura y sistema de guiado anti-giro.
- Una parte vibratoria horizontal que incluye mesa vibratoria, estructura y sistema de guiado lineal.
- Además, se desarrollaron y definieron:
 - Un sistema de suspensión resorte-amortiguador en la interfaz con la cimentación.
 - Un actuador servo-hidráulico configurable por el operador, que podrá acoplarse en el sistema vertical o en el horizontal según el ensayo a realizar. (Moog, Inc. 2017)
 - Un sistema de aire comprimido antigraavedad para el sistema vertical que proporciona soporte gravitacional a la mesa y parte a ensayar.
 - Un sistema de control configurable por el operador en una PC que también almacenará la información del ensayo como frecuencias, amplitudes y tiempos. (Moog, Inc. 2017)
 - Un sistema hidráulico que suministra la energía de movimiento al actuador servo-hidráulico.

En la Figura 1 se muestra el concepto de funcionamiento del sistema propuesto.

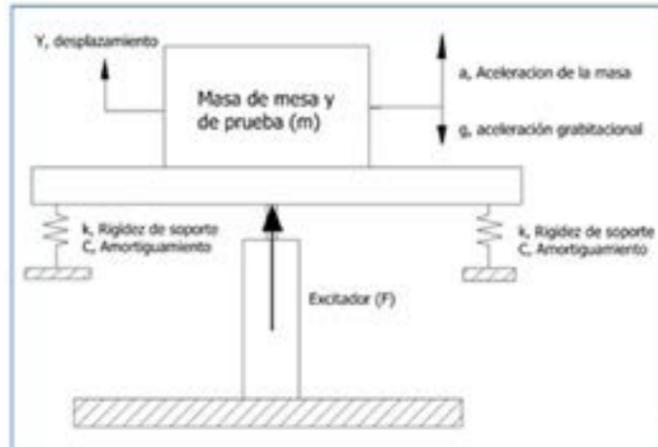


Tabla 1 Parámetros de operación. Fuente: Elaboración propia ANOVA y prueba del estudiante.

Cálculos para Determinar la Capacidad del Actuador

Para definir la capacidad del actuador se analizaron los diferentes casos de carga a los que estará sometido, los cuales están directamente relacionados con los tipos de ondas de vibración, las frecuencias de operación, las aceleraciones y amplitudes. Se tienen tres casos de carga:

- Movimiento vertical senoidal con amplitud controlada. (ASTM D999, 2008) y (ASTM D4169, 2014).
- Movimiento vertical de barrido senoidal con aceleración controlada. (ASTM D999, 2008) y (ASTM D3580, 1999).
- Movimiento vertical de vibración aleatoria con aceleración controlada. (ASTM D999, 2008), (ASTM D4169, 2014) y (ASTM D4728, 2001).

En la Figura 2 se muestra el diagrama de funcionamiento del actuador.



Figura 2 Determinación de fuerza requerida por el actuador (excitador). Fuente: Elaboración propia

Casos de carga:

- Movimiento vertical senoidal con amplitud controlada. La fuerza requerida por el cilindro utilizando la configuración de mesa con soportes se muestra en la ecuación 1.

$$F = a_s \cdot m + \sum (kY + C\dot{Y}) = mAs^2 \sin(\omega t) + \sum (kY + C\dot{Y}) \quad \dots(1)$$

- Movimiento vertical de barrido senoidal con aceleración controlada. La aceleración pico o máxima con que se requiere mover la masa es de 0.7071g y la fuerza necesaria en el cilindro se muestra en la ecuación 2.

$$F = 0.5m \cdot g + \sum (kY + C\dot{Y}) \quad \dots(2)$$

- Movimiento vertical de vibración aleatoria con aceleración controlada.

	Aceleración (m/s ²)
Sigma 1	7.299
Sigma 2	14.598
Sigma 3	21.897
Sigma 4	29.186

La fuerza necesaria para mover la masa m bajo las diferentes aceleraciones que se presentan con las 4 sigmas está definida por la ecuación 3.

$$F = 15.483m - 1.571m \cdot g + \sum (kY + C\dot{Y}) \quad \dots(3)$$

Las fuerzas necesarias para el actuador se muestran en la Tabla 3.

CONTROL DE DESPLAZAMIENTO	
F	22.344m=55,860 N
	2.72m= 6,810 N
CONTROL DE ACELERACIÓN	
F	36,787.5 N
VIBRACIÓN ALEATORIA NIVEL 1	
	17.109m = 42,772 N para 1σ
	24.408m = 61,020 N para 2σ
	31.707m = 79,267 N para 3σ
	39.067m = 97,667 N para 4σ

Tabla 3 Capacidad del actuador. Fuente: Elaboración propia.

Las velocidades máximas requeridas por el actuador para el movimiento vertical senoidal con amplitud controlada están definidas por las ecuaciones 4 para 2Hz y 5 para 5Hz.

$$\dot{Y}_1 = 0.0127 \cdot 12.566 \cos(12.566t) = 0.15959 \cos(12.566t) \quad \dots(4)$$

$$\dot{Y}_1 = 0.0127 \cdot 31.416 \cos(31.416t) = 0.39898 \cos(31.416t) \quad \dots(5)$$

Para el movimiento vertical de barrido senoidal con aceleración controlada las velocidades para 3Hz se definen en la ecuación 6 y para 100Hz por la ecuación 7.

$$\dot{Y}_1 = \frac{4.905}{18.85} = 0.26 \text{ m/s} \quad \dots(6)$$

$$\dot{Y}_1 = \frac{4.905}{628.32} = 0.008 \text{ m/s} \quad \dots(7)$$

Diseño de las Mesas Vibratorias

El diseño de las mesas vibratorias (head expanders) donde se coloca el elemento a ensayar, se realiza por medio de análisis lineales tipo modal y armónico por el método de elemento finito, de forma que se asegure el buen funcionamiento a través de las diversas frecuencias de ensayo.

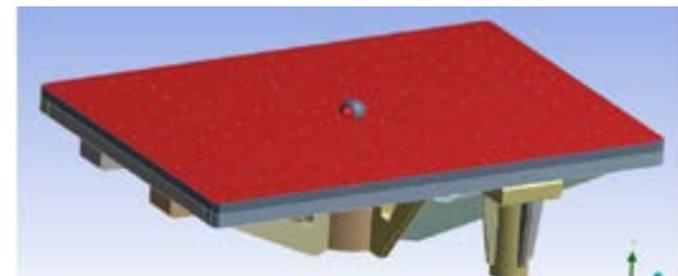


Figura 3 Diseño de la mesa vibratoria vertical. Fuente: Elaboración propia.

La mesa vertical está formada de placas de aluminio. Las propiedades mecánicas del material utilizando para el estudio son:

- Aluminio.
- Módulo de elasticidad; 70 GPa.
- Relación de Poisson: 0.33
- Relación de amortiguamiento: 0.1%.
- Densidad: 2700 kg/m³.

Las condiciones de frontera y las restricciones son las siguientes:

- Se define en la superficie de la mesa vertical un elemento tipo masa con una magnitud de 500 kg.
- Se aplica una restricción de translación en dirección "X" y "Y" igual a cero en cada una de las superficies donde es colocado el buje guía de la mesa.
- Una fuerza con una magnitud 50,000 N es aplicada en la mesa vertical en dirección del eje "Y".
- Se definen cuatro elementos resorte entre la mesa vertical y la estructura, los cuales representan la suspensión de aire de la mesa. La rigidez definida en los resortes es de 180 N/mm. Las frecuencias naturales encontradas se muestran en la Tabla 4.

	Frecuencia Hz
1	0
2	47.109
3	55.142
4	183.92
5	224.03
6	238.62
7	268.14
8	333.15
9	337.91
10	421.05

Tabla 4 Frecuencias naturales de la mesa vertical. Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 1 se pueden observar los resultados de los movimientos vibratorios, frecuencia vs deflexión de la mesa vertical en sentido vertical. Con esto se demuestra que no hay deflexiones importantes dentro del rango de operación del sistema y la mesa diseñada cumple con los requisitos de diseño.

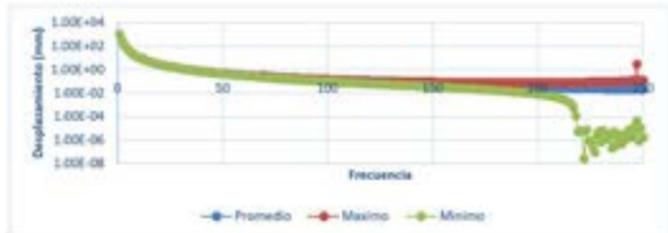


Gráfico 1 Resultados diseño mesa vertical. Fuente: Elaboración propia

La mesa horizontal, Figura 4 está formada de placas de aluminio. Su diseño se realiza de la misma forma que el anterior.

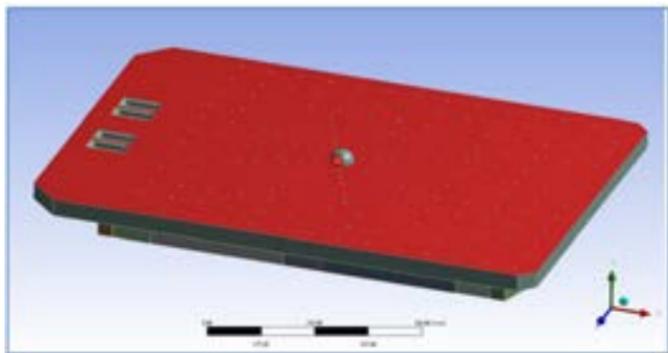


Figura 4 Diseño de la mesa vibratoria horizontal. Fuente: Elaboración propia

Las condiciones de carga y restricciones aplicadas al modelo de la mesa horizontal:

- Se define en la superficie de la mesa vertical un elemento tipo masa con una magnitud de 500 kg.
- Se aplica una restricción de translación en dirección "Y" y "Z" igual a cero en cada una de las superficies donde es colocado los carros lineales de la mesa.
- Una fuerza con una magnitud 50,000 N es aplicada en la mesa vertical en dirección del eje "X".

Las frecuencias naturales encontradas se muestran en la Tabla 5.

	Frecuencia Hz
1	0
2	296.69
3	329.73
4	396.81
5	528.98
6	531.67
7	705.35
8	723.98
9	792.84
10	876.89

Tabla 5 Frecuencias naturales de la mesa horizontal. Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 2 se observan los resultados de los movimientos vibratorios, frecuencia vs deflexión de la mesa horizontal en sentido horizontal. Con esto se demuestra que no hay deflexiones importantes dentro del rango de operación del sistema y la mesa diseñada cumple con los requisitos de diseño.

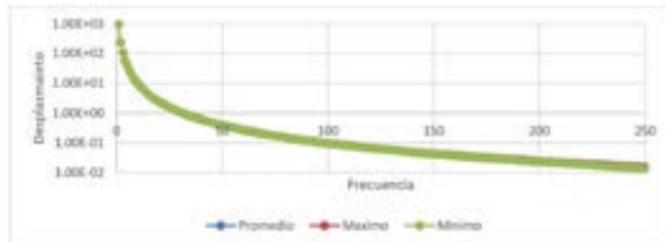


Gráfico 2 Resultados diseño de mesa horizontal. Fuente: Elaboración propia

Para el diseño de la mesa vertical se demuestra que no hay deflexiones importantes dentro del rango de operación del sistema y la mesa diseñada cumple con los requisitos de diseño.

Para el caso del diseño de la mesa horizontal, las frecuencias naturales que se predicen están afuera de la condición de operación del sistema horizontal.

Diseño de la Estructura del Sistema

El comportamiento dinámico del sistema de vibraciones se predice por medio de análisis lineales tipo modal y armónico. El modelo CAD utilizado para los análisis es mostrado

en la Figura 5. Para el estudio se incluye un block de concreto con una masa de al menos 10 veces la masa de trabajo (masa de mesa y masa de prueba)

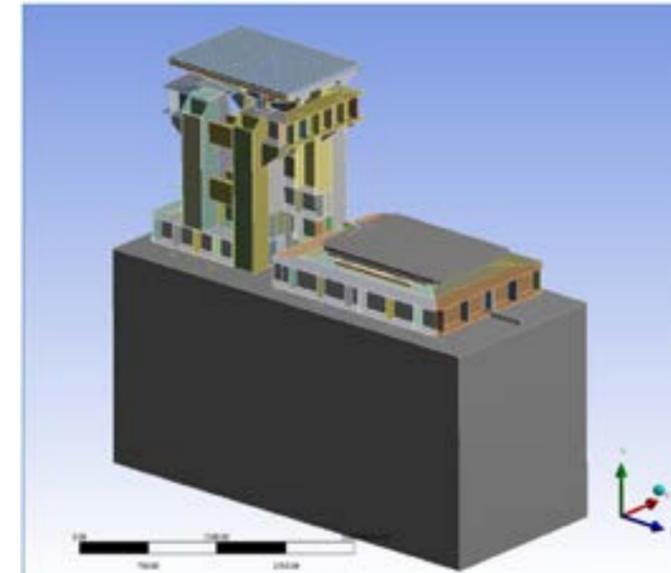


Figura 5 Diseño estructural del sistema. Fuente: Elaboración propia

El comportamiento dinámico del sistema se obtiene por medio de dos casos de carga: El primer caso de carga se presenta cuando se opera la mesa vertical y el segundo caso es para la operación de la mesa horizontal. Las condiciones de carga y restricciones para el primer caso de carga son:

- Se define en la superficie de la mesa vertical un elemento tipo masa con una magnitud de 500 kg.
- Una fuerza con una magnitud 50,000 N es aplicada en la mesa vertical en dirección del eje "Y" (paralela al eje axial de las guías lineales de la mesa).
- Otra fuerza con la misma magnitud y dirección es aplicada en la base del cilindro de excitación.
- El block de concreto se restringe en su translación en los tres grados de libertad.
- Se definen cuatro elementos resorte entre la mesa vertical y la estructura, los cuales representan la suspensión de aire de la mesa. La rigidez definida en los resortes es de 180 N/mm.
- Elementos resorte son definidos entre la estructura de la mesa vertical y el block de

concreto. Los elementos resorte representan la suspensión tipo resorte con una rigidez de 240 N/mm en dirección de su eje axial y perpendicular.

vii. Otros elementos resorte son definidos entre la estructura de la mesa horizontal y el block de concreto. La rigidez de los elementos es de 240 N/mm.

Las condiciones de carga y restricciones para el segundo caso de carga son:

- Se define en la superficie de la mesa horizontal un elemento tipo masa con una magnitud de 500 kg.
 - Una fuerza con una magnitud 50,000 N es aplicada en la mesa horizontal en dirección del eje "X".
 - Otra fuerza con la misma magnitud y dirección es aplicada en la base del cilindro de excitación.
 - Se definen cuatro elementos resorte entre la mesa vertical y la estructura, los cuales representan la suspensión de aire de la mesa. La rigidez definida en los resortes es de 180 N/mm.
 - Elementos resorte son definidos entre la estructura de la mesa vertical y el block de concreto. Los elementos resorte representan la suspensión tipo resorte con una rigidez de 240 N/mm en dirección de su eje axial y perpendicular.
 - Otros elementos resorte son definidos entre la estructura de la mesa horizontal y el block de concreto. La rigidez de los elementos es de 240 N/mm.
- Las frecuencias naturales que se predicen en el sistema con la masa de prueba masa máxima se muestran en la Tabla 6.



Caso 1	Vertical	Horiz.	Caso 2	Vertical	Horiz.
id	Frec. Hz	Frec. Hz	id	Frec. Hz	Frec. Hz
1	1.3896	2.89E-04	21	134.02	143.39
2	1.9837	1.7871	22	164.43	145.39
3	2.0782	1.906	23	175.29	160.06
4	2.1673	1.9493	24	182.46	174.88
5	3.811	2.9093	25	189.61	187.93
6	3.8415	3.0642	26	200.31	189.41
7	3.9882	3.442	27	201.63	191.33
8	4.2814	4.4187	28	210.74	200.31
9	5.0877	4.6379	29	226.46	208.09
10	6.2985	5.7644	30	242.96	217.95
11	7.6975	7.0892	31	249.28	236.07
12	8.9511	8.6899	32	263.88	249.28
13	9.013	8.864	33	267.34	263.85
14	36.506	32.619	34	285.84	263.88
15	40.837	78.155	35	294.19	269.69
16	81.047	94.744	36	303.03	281.58
17	99.357	111.98	37	306.06	286.92
18	112.72	122.74	38	310.87	304.09
19	121.49	124.02	39	323.83	309.48
20	126.59	141.06	40	330.13	313.34

Tabla 6 Frecuencias de operación del sistema. Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 3 se observan las frecuencias vs las deflexiones de la estructura del sistema como respuesta a la vibración vertical.

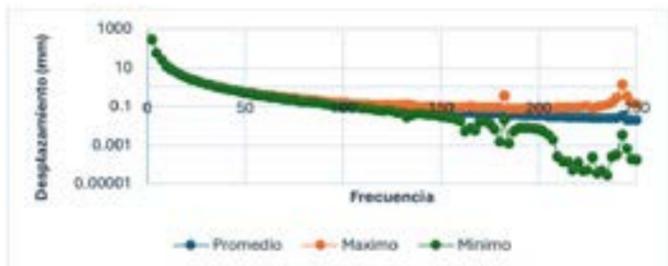


Gráfico 3 Deflexiones de la estructura para el caso de carga vertical. Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 4 se observan las frecuencias vs las deflexiones de la estructura como respuesta a la vibración horizontal, y donde se muestra que las deflexiones son mínimas dentro del rango de operación.

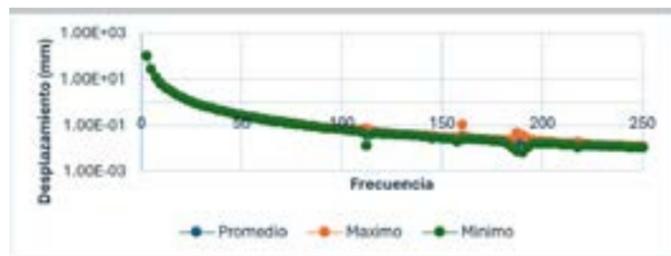


Gráfico 4 Deflexiones de la estructura para el caso de carga horizontal. Fuente: Elaboración propia

Diseño del Sistema de Amortiguamiento

El sistema está montado en la cimentación sobre una suspensión resorte-amortiguador para su correcto funcionamiento y para evitar que las frecuencias naturales del sistema tengan resonancia en algunas frecuencias de operación del mismo (Dixon, 1999).

En la Figura 6 se muestra dicha suspensión para la mesa vertical con las siglas k2 y C2.

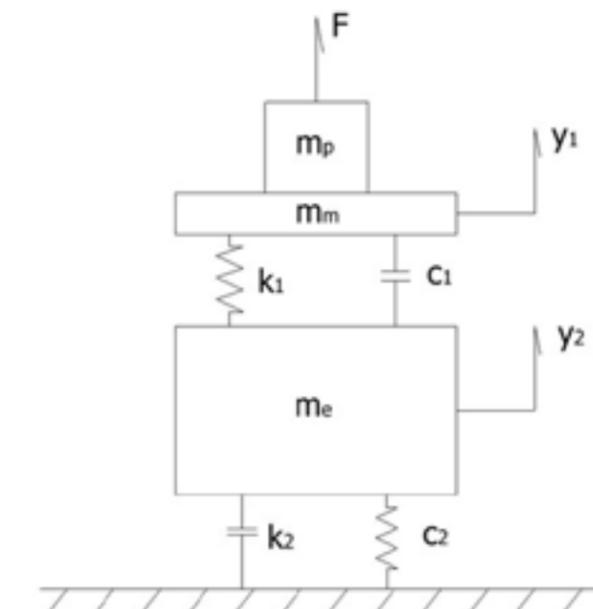
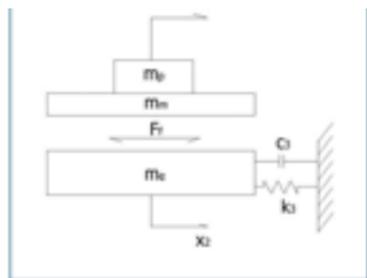


Figura 6 Concepto del sistema de amortiguamiento vertical. Fuente: Elaboración propia

En la Figura 7 se muestra la suspensión para la mesa horizontal con las siglas k3 y C3.



El sistema de ecuaciones de movimiento del sistema vertical es:

$$m_2 \ddot{y}_1 + c_1 \dot{y}_1 + k_1 y_1 = F + c_1 \dot{y}_2 + k_1 y_2 \quad \dots(8)$$

Para el caso de desplazamiento senoidal constante, la velocidad de la mesa es:

$$\dot{y}_1 = d \omega \cos(\omega t) \quad \dots(9)$$

y el desplazamiento es:

$$y_1 = d \sin(\omega t) \quad \dots(10)$$

$$m_2 \ddot{y}_2 + (c_1 + c_2) \dot{y}_2 + (k_1 + k_2) y_2 = c_1 d \omega \cos(\omega t) + k_1 d \sin(\omega t) \quad \dots(11)$$

Para el caso de barrido senoidal se requiere que la aceleración sea constante, por lo que la velocidad de la mesa es:

$$\dot{y}_1 = \dot{y}_1 / \omega \cos(\omega t) \quad \dots(12)$$

Y para el desplazamiento es:

$$y_1 = \dot{y}_1 / \omega^2 \sin(\omega t) \quad \dots(13)$$

$$m_2 \ddot{y}_2 + (c_1 + c_2) \dot{y}_2 + (k_1 + k_2) y_2 = c_1 \dot{y}_1 / \omega \cos(\omega t) + k_1 \dot{y}_1 / \omega^2 \sin(\omega t) \quad \dots(14)$$

La ecuación que define el movimiento de la estructura de la mesa horizontal es:

$$(m_e + m_f) \ddot{x}_2 + c_3 \dot{x}_2 + k_3 x_2 = F_f \quad \dots(15)$$

La fuerza de fricción que excita el movimiento de la estructura soporte de la mesa horizontal está dada por la relación siguiente:

$$F_f = \text{sgn}(\dot{x}_2) \quad s = \begin{cases} (+1) & \text{para } (n-1)\pi < \omega t < n\pi \\ (-1) & \text{para } n\pi < \omega t < (n+1)\pi \end{cases} \quad \dots(16)$$

El movimiento de la mesa horizontal para el barrido senoidal está dado para la velocidad por:

$$\dot{x}_2 = \dot{x}_2 / \omega \cos(\omega t) \quad \dots(17)$$

y para el desplazamiento es:

$$x_2 = \dot{x}_2 / \omega^2 \sin(\omega t) \quad \dots(18)$$

a) Para el caso del resorte:

La máxima frecuencia natural que debe de contar el sistema es de 1.5 Hz. La masa total y la masa de la estructura es de 978 kg y 2808.4 kg respectivamente. La rigidez equivalente que debería tener la suspensión es de 249.34 N/mm.

Se considera para el soporte del sistema

que se requieren 6 resortes, por lo que la masa que debe de sostener cada uno de los resortes es de 631 kg. La rigidez para el resorte es de 241 N/mm. La frecuencia natural para este sistema simple es de 3.1 Hz.

b) Para el caso del amortiguador:

La selección del amortiguador se obtiene partiendo de las ecuaciones de movimiento de ambos sistemas. El amortiguamiento crítico para el aislamiento de la estructura de la mesa horizontal y vertical es 44.47 N s/mm y 52.03 N s/mm respectivamente. El mejor comportamiento de la estructura de mesa vertical y horizontal ocurre con el coeficiente de amortiguamiento de 86.54 N s/mm @ 104 mm/s.

Simulaciones Dinámicas por Medio de CAE

La distribución de esfuerzos y deflexión del sistema de vibraciones se predice por medio de análisis estático estructural (Moaveni, 1999). Para obtener la distribución de esfuerzos se utiliza la información obtenida del análisis dinámico del sistema.

El modelo de elemento finito utilizado para los análisis es mostrado en la Figura 5. En este modelo de elemento finito se encuentra definida la mesa vertical y horizontal, así como sus estructuras y base correspondiente a cada mesa. Para el estudio se incluye un block de concreto con una masa de al menos 10 veces la masa de ensayo.

El comportamiento dinámico del sistema se obtiene por medio de dos casos de carga.

a) El primer caso de carga se presenta cuando se opera la mesa vertical.

b) El segundo caso es para la operación de la mesa horizontal.

Para el primer caso de carga, se llevaron a cabo siete iteraciones de estas

simulaciones para cubrir el rango completo de movimiento de 5 a 200Hz y los resultados que se muestran en la Error! Reference source not found..

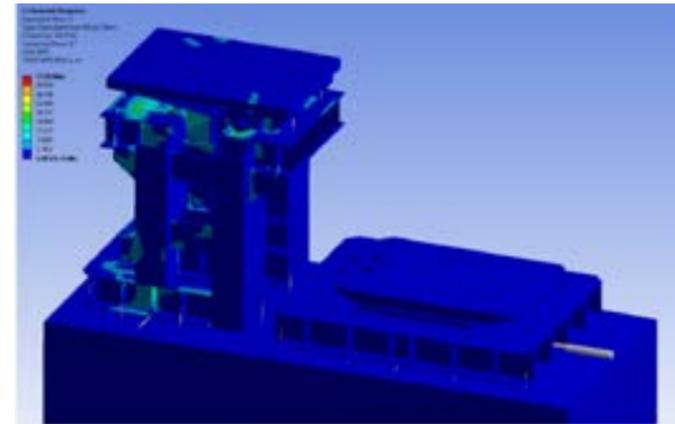


Figura 8 Esfuerzos del sistema caso 1 a 182.5Hz. Fuente: Elaboración propia

Para el segundo caso de carga, se llevaron a cabo siete iteraciones de estas simulaciones para cubrir el rango completo de movimiento de 5 a 200Hz y los resultados que se muestran en la Figura 9.

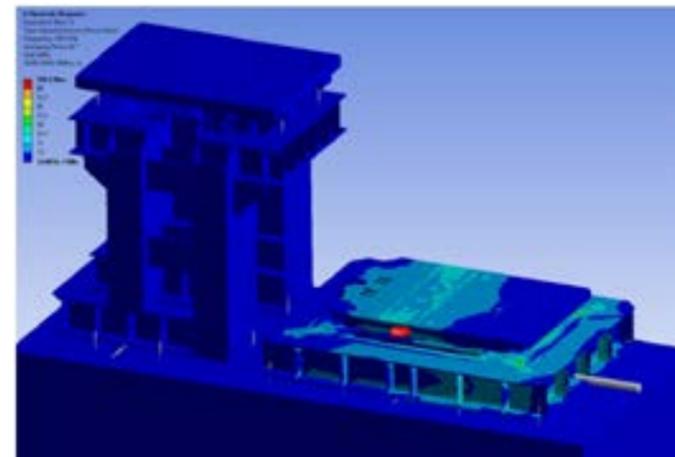


Figura 9 Esfuerzos del sistema caso 2 a 187.5Hz. Fuente: Elaboración propia

De estos resultados se señala lo siguiente:

- a) El esfuerzo equivalente más elevado para las condiciones de carga analizadas se presenta en las guías de la mesa horizontal, con una magnitud de 190.4 MPa en el análisis a 187.5Hz.
- b) La estructura de la mesa vertical muestra un esfuerzo de 108.58 MPa. en el análisis a 165 Hz.
- c) La estructura de la mesa horizontal

presenta un esfuerzo equivalente de 403.109 MPa en el análisis a 187.5Hz.

d) El material de la estructura del sistema es A36 y la resistencia a la fatiga es de 132MPa para una vida de 1×10^7 ciclos, por lo que se puede considerar que la estructura del sistema no debe presentar problemas de ruptura por fatiga.

Diseño Final CAD 3D

El diseño final del sistema con las diferentes partes se muestra en la Figura 10 y 11. Las partes y subensambles del sistema vibratorio son las siguientes:

- i. Estructura con mesa vertical.
- ii. Estructura con mesa horizontal.
- iii. Sistema de amortiguamiento.
- iv. Mecanismo de giro para el actuador.
- v. Actuador servo-hidráulico.
- vi. Mecanismo de acoplamiento para actuador en mesa vertical.
- vii. Mecanismo de acoplamiento para actuador en mesa horizontal.

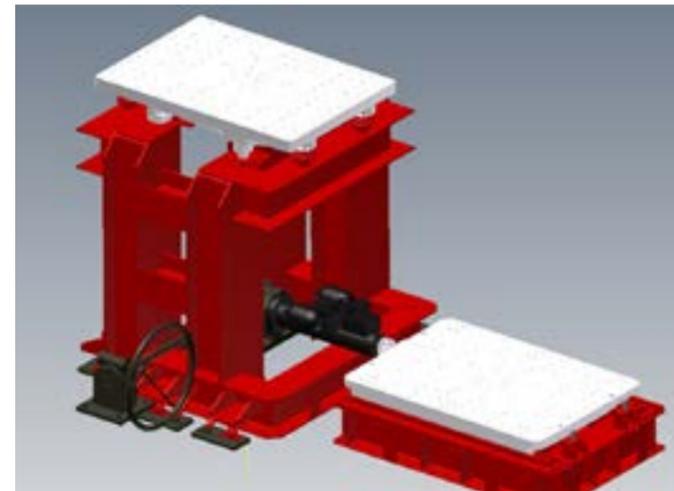


Figura 10 Diseño final del sistema vibratorio. Fuente: Elaboración propia

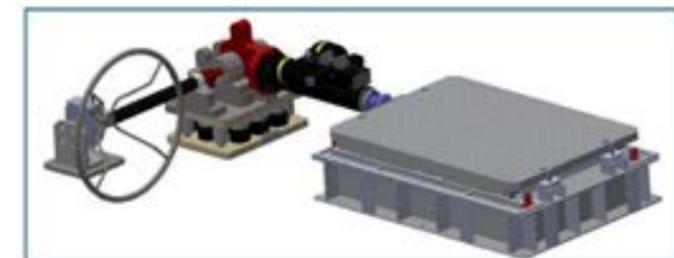


Figura 11 Diseño final del sistema vibratorio, mesa horizontal. Fuente:

Manuacura de las Partes del Sistema

La manufactura de las partes del sistema se ha completado con éxito, así como los subensambles del sistema descritos anteriormente. Se muestran en la Figura 12.



Figura 12 Subensamble del sistema vibratorio. Fuente: Elaboración propia

En la Figura 13 se muestra la mesa horizontal, con su estructura.



Figura 13 Subensamble mesa horizontal. Fuente: Elaboración propia

En la Figura 14 se muestra la mesa vertical (head expander) con su diseño final. Se puede observar el sistema de acoplamiento para el actuador servo-hidráulico y los cartabones.



Figura 14 Mesa vertical. Fuente: Elaboración propia

Conculsion

De acuerdo con los resultados mostrados en este documento, se valida que el diseño del sistema cumple con los requisitos de diseño especificados para el cumplimiento de las características de vibraciones solicitadas por la normativa aplicable. Las simulaciones CAE para la determinación de las aceleraciones máximas de acuerdo con el tipo de frecuencias de operación fueron muy necesarias debido a la dificultad de la solución de los cálculos. Las mesas vibratorias vertical y horizontal son una parte fundamental del sistema, ya que como se puede observar en los resultados de las simulaciones, sus frecuencias naturales deben quedar fuera del rango de operación, por esa razón son muy robustas y en el caso de la mesa vertical tiene forma piramidal invertida. Cuando las frecuencias naturales tanto de las estructuras como de las mesas coinciden con alguna de las frecuencias de operación se produce el fenómeno de la resonancia, el cual amplifica las amplitudes, deformaciones y esfuerzos internos de los elementos pudiendo causar fallas mecánicas o incluso la destrucción de las partes; es por ello la importancia de que con este diseño las frecuencias naturales se hayan analizado y estudiado con tanto cuidado y con base en eso se haya propuesto el diseño aquí presentado. Cabe señalar que la cimentación es una parte muy importante del sistema, ya

que desfasa las frecuencias naturales del mismo a un rango fuera de los parámetros de operación y debe ser diseñada y construida según las especificaciones que se determinen para ello. Las simulaciones realizadas consideran la masa de la cimentación, que como regla general se debe considerar 10 veces más grande que la masa de prueba; es decir la suma del espécimen a validar y la masa de la mesa. Con la implementación del diseño del sistema vibratorio es posible validar tanto productos finales como partes, ensambles y empaques. De la misma forma, los empaques pueden ser finales (para un producto terminado y su entrega al usuario final) o empaques de transporte (dunnage) que sirven para trasladar partes no terminadas entre fábricas y protegerlas de daños.

En México, el traslado de mercancías por medio de transporte carretero es muy grande, desde productos pequeños hasta autos terminados. Aunado a esto y con los caminos y carreteras con ciertas imperfecciones, hace indispensable ensayar los productos y empaques para garantizar que lleguen ilesos a su destino y evitar mermas y costos adyacentes.

Hay una gran cantidad de usos posibles para los ensayos vibratorios y con el aumento del desarrollo de productos nacionales, estos ensayos se vuelven indispensables para la industria.

El equipo desarrollado e implementado puede hacer ensayos vibratorios con las siguientes especificaciones:

- Ensayos vibratorios del tipo vertical y horizontal.
- Cumple normativas ISTA series 1, 2 y 3.
- Cumple normativas ASTM D999, D3580, D4169 y D4728.
- Tipos de ondas vibratorias disponibles:
 - o Senoidal

o Barrido senoidal

o Aleatoria

- Capacidad de carga de 500kg.
- Capacidad dimensional de las mesas 1230mm x 1750mm.
- Capacidad del actuador de 50KN.

Referencias

1. **Actuadores para ensayos vibratorios marca MTS®. Recuperado en 2024** <https://www.mts.com/en/products/test-system-components/actuators-servo-valves/duraglide-actuators>
2. **American Society for Testing and Materials (ASTM). (2008). D999, Standard Test Methods for Vibration Testing of Shipping Containers.**
3. **American Society for Testing and Materials (ASTM). (2014). D4169, Standard Practice for Performance testing of Shipping Containers and Systems.**
4. **American Society for Testing and Materials (ASTM). (1999). D3580, Standard Test Methods for Vibration (Vertical Linear Motion) Test of Products.**
5. **American Society for Testing and Materials (ASTM). (2001). D4728, Standard Test Methods for Random Vibration Testing of Shipping Containers.**
6. **Dieter, G.E. and Schmidt, L.C. (2009) Engineering Design Fourth Edition. McGraw Hill**
7. **Dixon, J.C. (1999) The Shock Absorber Handbook. SAE International.**
8. **International Safe Transit Association (ISTA). (2014). ISTA 1 Series, Non-Simulation Integrity Performance Test Procedure.**
9. **International Safe Transit Association (ISTA). (2011). ISTA 2 Series, Partial Simulation Performance Test Procedure.**
10. **International Safe Transit Association (ISTA). (2004). ISTA 3 Series, General Simulation Performance Test Procedure.**
11. **Moaveni, S. (1999) Finite Element Analysis, Theory and Application with ANSYS®. Prentice Hall.**
12. **Moog, Inc. Hydraulic Hydrostatic Test Servo Actuators MOOG®. Recuperado en 2024.** <https://www.moog.com/products/actuators-servoactuators/industrial/electrohydraulic/legacy-electrohydraulic/hydraulic-hydrostatic-test-actuators.html>
13. **Sistemas para ensayos vibratorios marca Lansmont®. Recuperado en 2024.** <https://www.lansmont.com/products/vibration/>
14. **Villagómez-Orozco J.E., Chavez-Luna A., Correa-Olivera L. E. et al. (2016) Reporte Técnico: "Desarrollo e implementación de un banco vibratorio para verificación de empaques y embalajes" CIATEQ, A.C.**

ELABORACIÓN DE UNA CERA ECOLÓGICA PARA MEJORAR LA APARIENCIA DEL CABELLO

Juan David Silva Donjuan TecNm/ITSSLPC I1916039 @slpotosicapital.tecnm.mx
Daniel Armando Delgado Juárez TecNm/ITSSLPC I2216050 @slpotosicapital.tecnm.mx
Julio Tadeo Cervantes Trejo TecNm/ITSSLPC I2016045 @slpotosicapital.tecnm.mx
Gema Junuhen Becerra Cabrera TecNm/ITSSLPC I1901066 @slpotosicapital.tecnm.mx
Hulda Zulema del Angel López TecNm/ITSSLPC hulda.delangel@tecsuperiorslp.edu.mx
Lya Adlih Oros Méndez TecNm/ITSSLPC lya.oros@tecsuperiorslp.edu.mx
Adela Marisol Sierra Guerrero TecNm/ITSSLPC adela.sierra@tecsuperiorslp.edu.mx
María Lisseth Flores Cedillo TecNm/ITSSLPC maria.flores@tecsuperiorslp.edu.mx

Abstract

Hair aesthetics is very important for all people, the present work consists of the manufacture of a natural wax based on aloe vera, coconut oil, shea butter and rosemary essence aimed at the male population to improve their appearance called Eco Wax without the need to use chemical products that, in addition to affecting the hair, can impact the environment when processing them.

According to the results obtained by 35 consumers, it is suggested that Eco Wax can be used for any type of hair, whether dry, oily or normal, improving its shine and softness, highlighting that in dry hair these benefits are privileged after 30 days of use in users, in addition to being useful for styling hair.

Keywords: Hair wax, hair products, hair wax, hair appearance, natural ingredients.

Resumen

La estética del cabello es muy importante para todas las personas, el presente trabajo consiste en la fabricación de una cera natural a base de aloe vera, aceite de coco, crema de karité y esencia de romero dirigido a la población masculina para mejorar su apariencia denominada Eco Cera sin la necesidad del uso de productos químicos que además de afectar al cabello, puedan impactar el medio ambiente al procesarlos.

De acuerdo con los resultados obtenidos por 35 consumidores se sugiere que Eco cera puede ser empleado para cualquier tipo de cabello ya sea seco, graso o normal, mejorando su brillo y suavidad destacando que en cabello seco se privilegian estos beneficios después de 30 días de empleo en los usuarios, además de ser útil para estilizar el cabello.

Palabras clave: Cera para el cabello, productos para el cabello, cera capilar, apariencia del cabello, ingredientes naturales.

Introducción

Las personas han utilizado diferentes métodos y productos para estilizar su cabello, un artículo muy empleado por los caballeros específicamente es la cera capilar que es formulada mayormente por agentes químicos que después de su uso prolongado pueden dañar la apariencia y vitalidad del cabello, asimismo al procesarse estos ingredientes causan un impacto negativo al medio ambiente.

En los últimos años, surgió una creciente conciencia sobre la importancia de elegir productos capilares libres de sustancias

tóxicas así como por el impacto ambiental de los productos empleados diariamente (El Universal, 2023).

Los ingredientes que normalmente dañan al cabello y que contiene la mayoría de los productos para el cuidado capilar se resumen en la Tabla 1.

Ingredientes	Efectos
Acetilaminonil	Elaborado a base de petróleo crudo y su uso impide que los aceites naturales sean absorbidos por el cabello y evitando que pueda oxigenarse.
Aminomaltl propanol	Al contener más del 2 % pueda volverse nocivo y más del 12 % se convierte en un ingrediente potencialmente cancerígeno.
Cloruro de sodio	Es empleado como esponente de champús secando el cabello, produciendo picor y conduciéndolo a la calvicie.
Colorantes	Al poseer una etiqueta con la fórmula "D&C" o "D&C", seguido de un número y color indican los pigmentos artificiales que consiguen imitar el cuero cabelludo.
Dietanolemina (DEA), monoetanolamina (MEA) y trietanolamina (TEA)	Dejan quebradizo y seco al cabello por ser ingredientes tóxicos, además pueden provocar cáncer de riñón e hígado.
Lauril sulfato de sodio (SLS)	Es un detergente abrasivo que suele emplearse en champús para aumentar su espuma, sin embargo, elimina los aceites esenciales del cabello, perdiendo proteínas y deteriorándolo.
Parabenos	Afectan al cuero cabelludo irritándolo y pudiendo provocar la calvicie.
Perfume	Un solo perfume puede componerse de 3,000 productos químicos irritando el cuero cabelludo y provocando reacciones alérgicas.
Propargilglicol Glycol	Es la misma sustancia que se utiliza para los vehículos como anticongelante siendo tóxico e irritando y generando reacciones alérgicas sobre la piel.

Tabla 1. Ingredientes de uso común que dañan el cabello. Fuentes: (Espada, 2022; Instituto del Pelo, 2023). Elaboración propia

Por lo anterior, se creó una cera para el cabello de los caballeros denominada Eco cera a base de aloe vera, aceites esenciales y otros ingredientes naturales para el cuidado y estilizado que proporciona fijación al cabello y que sea amigable al mejorar su apariencia con el uso frecuente sin dañar al medio ambiente y que no dañe al cabello con su uso frecuente, elaborada por estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital en México.

Los ingredientes de Eco cera son naturales y al procesarlos no causan daño al medio ambiente. Se sabe que los aceites esenciales ayudan a reestructurar el cabello y repararlo de daños en el cuero cabelludo (Andrade-Hoyos et al., 2022) y el aloe vera es muy eficaz para acondicionar y rejuvenecer el cabello, dándole un aspecto brillante y flexible. Sus beneficios se muestran en la Tabla 2.

Ingrediente	Efectos	Fuente
Aloe vera	Posee propiedades funcionales, antioxidantes y terapéuticas	(Sánchez et al., 2020) (Dominguez-Fernández et al., 2012)
Esencia de romero	Estimula el crecimiento del cabello empleado como aditivo para shampoo y cremas.	(Akhbari et al., 2018) (Flores-Villa et al., 2020)
Aceite de coco	Presenta múltiples propiedades nutritivas, por lo que se utiliza como tratamiento natural para el cuidado del cabello seco y de la piel.	(Gámez Jareño, 2023)
Manteca de karité	Se le atribuyen propiedades antiinflamatorias, cicatrizantes regenerativas.	(Jabones Sanae, 2022)
Aceite de oliva	Contiene nutrientes que otorgan brillo y suavizan el cabello.	(Carretto et al., 2002)
Aceite de almendras	Contiene fibras, proteínas y vitaminas B, C, A, E, hierro, potasio y sodio que estimulan el crecimiento del cabello y la regeneración de cuero cabelludo.	(Hernández & Zaccari, 2009)

Tabla 2. Ingredientes empleados en Eco cera.

Materiales y Métodos

Se llevó a cabo una investigación exploratoria con un enfoque experimental tomando una muestra de 35 hombres mayores de edad que participaron de manera voluntaria firmando una carta de consentimiento informado como la mostrada en la Ilustración 1 asentando que no presentaban ninguna contraindicación hacia los ingredientes de la fórmula.



Ilustración 1. Ejemplo de la carta de consentimiento informado.

Para elaborar Eco cera se llevó a cabo mezclando el aloe vera y los aceites esenciales como se esquematiza en la Ilustración 2. Las cantidades de los ingredientes no se mencionan para proteger la formulación.

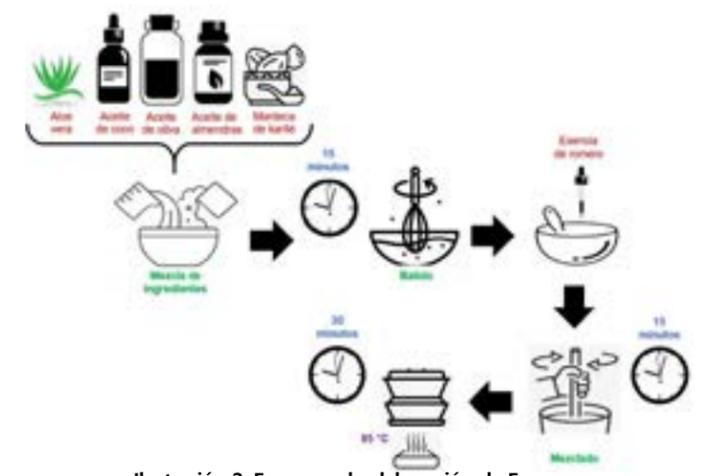


Ilustración 2. Esquema de elaboración de Eco cera. Elaboración propia.

En la Ilustración 3 a) se muestra el envase de 90 gramos para Eco cera además de mostrar la etiqueta con el logo de la marca y en 3 b) la página de Facebook® en la que se pretende y promocionar y ofertar el producto.

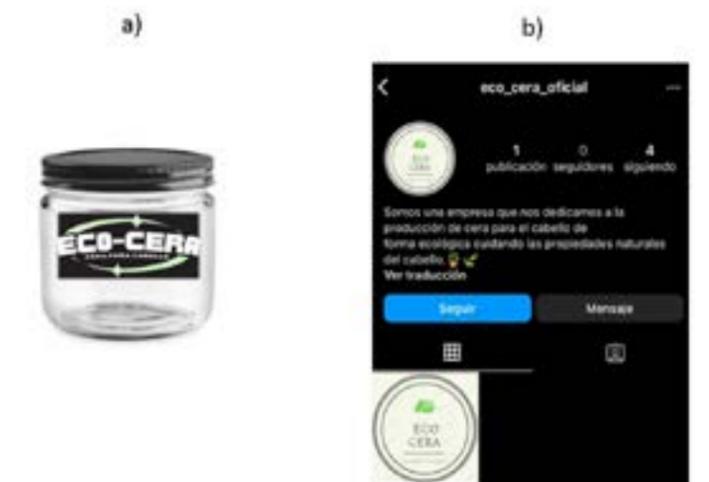


Ilustración 3. a) Diseño del envase para Eco cera y b) Página de Facebook®

Resultados

En la Ilustración 4 se muestra el gráfico de los resultados de Eco cera con base en las opiniones de los sujetos participantes a los que se les aplicó una encuesta de satisfacción considerando cinco variables de interés: suavidad, brillo, fuerza, fijación y fragancia.

A los usuarios se les solicitó ponderar en una escala del 0 al 100 % su nivel de satisfacción, destacando la suavidad con un 96 % y el brillo con un 93 %, lo que puede atribuirse a los aceites esenciales empleados.

El nivel de fuerza del cabello pareció mejorar al percibirse con un 86 % seguido del nivel de fijación con un 85 %.

Lo que pareció agrandar menos a los usuarios fue la fragancia con un 67 %, debido a que el olor de la esencia de romero destacaba, lo que no pareció ser de su entera satisfacción al mencionar que era similar al de un ungüento medicinal.

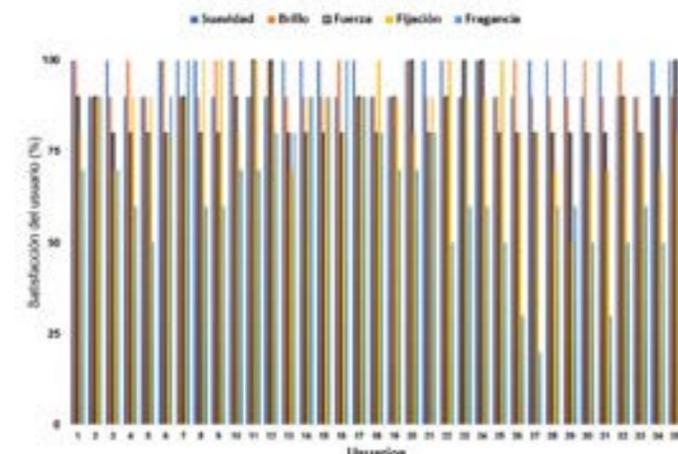


Ilustración 4. Resultados de la encuesta de satisfacción por parte de los usuarios de Eco cera. Elaboración propia del producto.

Asimismo, se obtuvieron resultados cualitativos, tomando fotografías en 3 de los usuarios hombres que tenían cabello graso, cabello normal y cabello seco para evaluar los efectos de Eco cera durante los días 10, 20 y 30 días de uso diario (ver Tabla 3), mostrando una mejor apariencia en los usuarios de todos los tipos de cabello, destacando un mayor brillo y suavidad en todos los tiempos del estudio y tipos de cabello lo que puede atribuirse a los aceites esenciales de la fórmula por sus propiedades humectantes.

Usuario	Tipo de cabello	Día 10	Día 15	Día 30
Usuario 1	Cabello graso			
Usuario 2	Cabello normal			
Usuario 3	Cabello seco			

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos se sugiere que Eco cera puede ser empleado para cualquier tipo de cabello, aunque se elaboró una cera para el cabello de uso en hombres se pretende que en un futuro se pueda diseñar un producto empleado para el cabello de las mujeres que de igual manera pueda ser elaborado con ingredientes naturales y que no generen daños medioambientales al ser procesados.

Eco cera fue elaborada con productos naturales, cuyos principales hallazgos fue la mejora en la suavidad y brillo del cabello lo que puede deberse a los aceites esenciales y el aloe vera en conjunto por las propiedades que se le atribuyen a estos ingredientes.

Lo que pareció agrandar menos a los usuarios fue la fragancia destacando que olía a ungüento medicinal por lo que se continuará trabajando para mejorar la satisfacción de los usuarios.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero "Proyecto financiado por el Fideicomiso 23871, administrado por el Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología, en el marco de la Convocatoria 2024-01" así como al Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital para el desarrollo de la presente investigación.

Referencias

Akhbari, M., Masoum, S., Aghababaei, F., & Hamedi, S. (2018). Optimization of microwave assisted extraction of essential oils from Iranian Rosmarinus officinalis L. using RSM. *Journal of Food Science and Technology*, 55(6), 2197-2207. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3137-7>

Andrade-Hoyos, P., Urrieta-Velázquez, J. A., Landero-Valenzuela, N., Reyes-de la Cruz, H., Sampayo-Maldonado, S., Luna-Cruz, A., Andrade-Hoyos, P., Urrieta-Velázquez, J. A., Landero-Valenzuela, N., Reyes-de la Cruz, H., Sampayo-Maldonado, S., & Luna-Cruz, A. (2022). Potencial de los aceites esenciales en el control de *Phytophthora cinnamomi* Rands y *Fusarium* sp. In vitro en *Cinnamomum verum*. *Terra Latinoamericana*, 40. <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.1004>

Carretto, V., Cuervo, P., Dirienzo, G., & di Vito, V. (2002). Aceite de oliva: Beneficios en la salud. *Invenio: Revista de investigación académica*, 8, 141-149.

Domínguez-Fernández, R. N., Arzate-Vázquez, I., Chanona-Pérez, J. J., Welti-Chanes, J. S., Alvarado-González, J. S., Calderón-Domínguez, G., Garibay-Febles, V., & Gutiérrez-López, G. F. (2012). El gel de Aloe vera: Estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. *Revista mexicana de ingeniería química*, 11(1), 23-43.

El Universal. (2023). Conoce los ingredientes a evitar la próxima vez que compres shampoo. <https://www.eluniversal.com.mx/tendencias/conoce-los-ingredientes-a-evitar-la-proxima-vez-que-compres-shampoo/>

Espada, B. (2022). Estos son los ingredientes a evitar en un champú y por qué. Dalire Cosmetics. <https://dalire.com/blog/ingredientes-a-evitar-en-un-champu/>

Flores-Villa, E., Sáenz-Galindo, A., Castañeda-Facio, A. O., Narro-Céspedes, R. I., Flores-Villa, E., Sáenz-Galindo, A., Castañeda-Facio, A. O., & Narro-Céspedes, R. I. (2020). Romero (*Rosmarinus officinalis* L.): Su origen, importancia y generalidades de sus metabolitos secundarios. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 23. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2020.0.266>

Gámez Jareño, B. (2023). Aceite de coco para el pelo: Propiedades y para qué sirve | Belleza | Escaparate | EL PAÍS. *El País*. <https://elpais.com/escaparate/belleza/2023-08-07/aceite-de-coco-para-que-sirve.html>

Hernández, S. A., & Zacconi, F. C. M. (2009). Aceite de almendras dulces: Extracción, caracterización y aplicación. *Química Nova*, 32, 1342-1345. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000500044>

Instituto del Pelo. (2023). Ingredientes Tóxicos Para La Salud De Tu Pelo. <https://institutodelpelo.com/blog/ingredientes-toxicos-para-la-salud-de-tu-pelo/>

Jabones Sanae. (2022). Manteca de Karité: Cuánto y cómo usar en jabones artesanales. <https://cursos.sanae.pe/manteca-de-karite-cuanto-y-como-usar-en-jabones-artesanales/>

Sánchez, M., González-Burgos, E., Iglesias, I., & Gómez-Serranillos, M. P. (2020). Pharmacological Update Properties of Aloe Vera and its Major Active Constituents. *Molecules*, 25(6), 1324. <https://doi.org/10.3390/molecules25061324>



BARRA NUTRITIVA A BASE DE NOPAL Y CHOCOLATE AMARGO PARA PERSONAS DIABÉTICAS

Jazmín Yamilet Martínez Maldonado TecNm/ITSSLPC jazminmartinez08003@outlook.com
Blanca Araceli Martínez Portales TecNm/ITSSLPC blanca25portales@gmail.com
Valeria Guadalupe Ibáñez Medina TecNm/ITSSLPC valery.imedina02@gmail.com
Diana Elizabeth Vargas Aguilar TecNm/ITSSLPC diana.vargas@tecsuperiorslp.edu.mx
María Lisseth Flores Cedillo TecNm/ITSSLPC maria.flores@tecsuperiorslp.edu.mx
Lya Adlih Oros Méndez TecNm/ITSSLPC lya.oros@tecsuperiorslp.edu.mx

Abstract

Oppalichus By Nopalísimo is a nutritious bar made from nopal and dark chocolate, designed primarily for diabetics looking for a healthy snack that does not raise their glucose levels. This bar was made with a careful selection of ingredients that have been shown to have health benefits and help regulate blood sugar levels based on documentary research from different scientific sources.

An exploratory experimental study is presented in which blood glucose tests were performed on 65 adults who voluntarily participated in the study before and 40 minutes after consuming the product.

The results obtained were satisfactory in most cases, since blood glucose levels were reduced or kept stable regardless of age, gender, etc. Likewise, through a satisfaction survey applied to consumers, 100 % approval was obtained, highlighting its flavor and nutritional contribution, so it could be concluded that this snack is healthy and can be consumed not only by diabetics.

Keywords: nopal, diabetes, healthy snack, blood glucose.

Resumen

Oppalichus By Nopalísimo es una barra nutritiva a base de nopal y chocolate amargo, diseñada principalmente para personas diabéticas que buscan un snack saludable, que no eleve sus niveles de glucosa. Esta barra se elaboró con una cuidadosa selección de ingredientes que han demostrado tener beneficios para la salud y ayudar a regular los niveles de azúcar en la sangre basada en una investigación documental de diferentes fuentes científicas.

Se presenta un estudio experimental exploratorio en el que se realizaron pruebas de glucosa en sangre en 65 personas mayores de edad que participaron de manera voluntaria en el estudio antes y 40 minutos después de consumir el producto.

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios en la mayoría de los casos, ya que se logró disminuir los niveles de glucosa en la sangre o mantenerlos estables independientemente de la edad, género, etc. Asimismo, mediante una encuesta de satisfacción aplicada a los consumidores, se obtuvo un 100 % de aprobación destacando su sabor y aporte nutricional por lo que podría concluirse que este snack es saludable y puede ser consumido no solo por personas diabéticas.

Palabras claves: nopal, diabetes, snack saludable, glucosa en sangre.

Introducción

Actualmente, muchos productos disponibles en el mercado contienen altos niveles de azúcar y carbohidratos refinados, lo que puede dificultar el control de los niveles de

glucosa en sangre para quienes padecen esta condición médica.

Esto conlleva a que las personas diabéticas enfrenten dificultades para encontrar opciones de refrigerios convenientes y seguras que les permitan satisfacer sus antojos y mantener un estilo de vida saludable (Federación Mexicana de Diabetes, 2022). Además, la falta de opciones adecuadas puede llevar a un aumento del riesgo de complicaciones de salud relacionadas con la diabetes, como problemas cardiovasculares y neuropatías (OMS, 2023). Por lo tanto, existe una necesidad clara de desarrollar productos específicamente diseñados para personas diabéticas, que les permitan disfrutar de opciones de snacks deliciosos, nutritivos y seguros, al mismo tiempo que contribuyen al control de su condición médica (El País, 2023a).

El objetivo de elaborar un alimento a base de cereales, chocolate amargo y nopal está dirigida a las personas diabéticas para contribuir a la mejora de la salud, manteniendo estables los niveles de azúcar, aunque también podría ser consumido por cualquier persona que desee cuidar su alimentación.

En México existe una gran prevalencia de personas padecen de enfermedades degenerativas y hereditarias (El País, 2023b) la más famosa es la diabetes y es la más difícil de controlar (Basto-Abreu et al., 2022), puesto los medicamentos e instrumentos necesarios para mantener un chequeo constante son costosos y no siempre son accesibles para la sociedad afectada (Campillo, 2019). Los costos aproximados de productos y medicamentos para control de la Diabetes se muestran en la Tabla 1 según datos de la PROFECO en 2022 (Procuraduría Federal del Consumidor, 2022).



Producto	Especificación	Desde		Hasta		Diferencias	
		Precio Unitario* (\$/MXN)	Costo Mensual* (\$/MXN)	Precio Unitario* (\$/MXN)	Costo Mensual* (\$/MXN)	(\$/MXN)	Porcentaje (%)
Jeringas	Caja con 10 piezas	27.75	83.25	60.50	181.50	98.25	118.00
Lancetas	Caja con 100 lancetas	80.00	80.00	240.00	240.00	160.00	200.00
Tiras reactivas	Caja con 50 tiras	301.50	301.50	403.00	403.00	101.50	33.70
Insulina	Acción intermedia	600.00	600.00	900.00	900.00	300.00	50.00
Gasto mensual aproximado			1,064.75*		1,724.50*	659.75	61.96
Gasto anual aproximado			2,777.00*		20,894.00*	7,917.00	61.96

Tabla 1. Productos y medicamentos para control de la Diabetes y sus costos (Precios de referencia*).

En México hay 12.4 millones de personas con diabetes y cuya vigilancia corresponde a la Secretaría de Salud debiendo cumplir con la NOM-015-SSA2-2010 establece los parámetros para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus en el territorio mexicano (Secretaría de Salud, 2010). Más de un 95 % de las personas con diabetes, presentan diabetes tipo 2 que es una enfermedad multifactorial, pero en gran medida, desencadenada por el exceso de peso y a la inactividad física (Heredia-Morales et al., 2022).

México ocupa el séptimo lugar de casos de diabetes de acuerdo con datos de la Federación Internacional de la Diabetes mostrados en la Tabla 2 (International Diabetes Federation, 2021).

Posición	País	Personas con diabetes (Millones)
1	China	140.9
2	India	74.2
3	Pakistán	33
4	E.E.U.U.	32.2
5	Indonesia	19.5
6	Brasil	15.7
7	México	14.1
8	Bangladesh	13.1
9	Japón	11
10	Egipto	10.9

Tabla 2. Los 10 principales países por número de adultos (20-79 años) con diabetes en 2021.

Con esta investigación se busca aprovechar las propiedades positivas que contiene el nopal (ver Tabla 3), ya que es la principal materia prima de la barra y se tiene disponible en México (Pérez et al., 2021),

representando un alimento que aporta beneficios al mantener estables los niveles de glucosa y presión arterial (Galicia-Villanueva et al., 2017).

Cantidad por 100 gramos	Unidades
Calorías	16
Grasas totales	0.1 g
Ácidos grasos saturados	0 g
Colesterol	0 mg
Sodio	20 mg
Potasio	195 mg
Carbohidratos	3.3 g
Fibra Alimentaria	2 g
Azúcares	1.1 g
Proteínas	1.4 g
Vitamina C	5.3 mg
Hierro	0.5 mg
Vitamina B6	0.1 mg
Magnesio	47 mg
Calcio	164 mg
Vitamina D	0 UI
Vitamina B12	0 µg

Tabla 3. Información nutrimental del nopal.

Fuente: (U.S. Department of Agriculture, 2018). Elaboración propia.

Diversos estudios han demostrado que el consumo del chocolate negro o amargo previene la hipertensión arterial, disminuye la posibilidad de formar placas de grasa en las arterias (Infobae, 2022), así como la elevación de colesterol y triglicéridos, también ayuda a prevenir enfermedades del corazón y diabetes (UNAM Global, 2022).

Se pretende establecer una estrategia de mercadotecnia para que con el tiempo esta barra pueda comercializarse en diferentes lugares y más personas que tengan o no diabetes puedan convertirla en un aliado de su alimentación (Congreso de San Luis Potosí, 2022), en una búsqueda constante de alimentos nutritivos y saludables que puedan romper el paradigma de que los postres o snacks son perjudiciales (Aguilar Hernández et al., 2024; Clean Plates Editors, 2023; Martel Bottger et al., 2018).

Metodología

Tamaño de la Muestra

Se realizó una investigación exploratoria y descriptiva con un enfoque experimental

tomando una muestra por conveniencia para el estudio piloto en 65 personas mayores de edad que participaron de manera voluntaria y firmando una carta de consentimiento informado asentando que no presentaban ninguna contraindicación hacia los ingredientes de la barra.

De acuerdo con reportes oficiales de los Centros de Control y la Prevención de Enfermedades (CCP), el valor deseado de azúcar en la sangre es el nivel que se trata de alcanzar tanto como sea posible y de manera ideal en ayunas debe de estar de 70 a 99 mg/dl (Centros para y el Control y la Prevención de Enfermedades, 2024).

Ingredientes

Los principales ingredientes son nopal, chocolate amargo, avena, arándanos, nueces, manzana y grenetina cuyas porciones y método exacto no se mencionarán de manera detallada en este trabajo por encontrarse en proceso de registro.

En la Tabla 4 se describen los aspectos nutricionales por los que se seleccionaron los ingredientes.

Ingredientes	Propiedades nutrimentales	Fuente
Nopal	Ayuda a estabilizar la concentración de azúcar en la sangre y retarda el ciclo del metabolismo del estómago.	(Maki-Díaz et al., 2015)
Chocolate amargo	El cacao es un alimento rico en polifenoles y se ha reportado que pueden modular marcadores de inflamación y parámetros asociados con el control cardiometabólico como el peso corporal, masa grasa, presión arterial, lípidos en sangre y la glucemia. Todos estos parámetros se asocian de manera directa o indirecta con el desarrollo de la neuropatía diabética.	(Kababie-Ameo et al., 2022)
Avena	Es un cereal con alto contenido de fibra dietéticas, donde se incluye el betaglucano y aporta proteínas, lípidos, vitaminas, minerales y polifenoles.	(Aparicio Vizuete & Ortega Anta, 2015)
Arándanos	Son ricos en antioxidantes y fibra, haciendo más lenta la absorción de la glucosa, contienen proantocianidinas que impiden que las bacterias se adhieran a las paredes celulares y ayudan así a prevenir las infecciones en distintos lugares del organismo.	(Júarez, 2020)
Nueces	Contienen vitamina B6, niacina, potasio, magnesio, fósforo y grasas saludables.	(Leyva, 2023)
Manzana	Esta fruta proporciona el 15 % de la fibra que requiere el cuerpo diariamente y están repletas de queretina, un pigmento vegetal que ayuda al organismo a secretar la insulina de manera más eficaz.	(Hidalgo Filipovich et al., 2016)
Grenetina	Esta proteína insoluble interviene en la mejora de la salud articular y ósea. Refuerza la energía y aporta proteínas que ayudan a ganar masa muscular. Fortalece las uñas y el cabello, mejora el aspecto de la piel e interviene en la protección de la pared intestinal.	(Dominguez Corral, 2023)

Tabla 4. Ingredientes para elaborar la barra Oppalichus By Nopalísimo. Elaboración propia.

Proceso de elaboración

En la Ilustración 1 se muestra el diagrama de flujo que se siguió para desarrollar Oppalichus By Nopalísimo el cual comienza con un proceso de cocción del nopal para posteriormente licuarlo con el arándano. Posteriormente se pican las manzanas y las nueces y se mezcla junto con el nopal y el arándano de manera homogénea y, por último, para mejorar la consistencia de la mezcla, se agrega grenetina y el chocolate amargo.

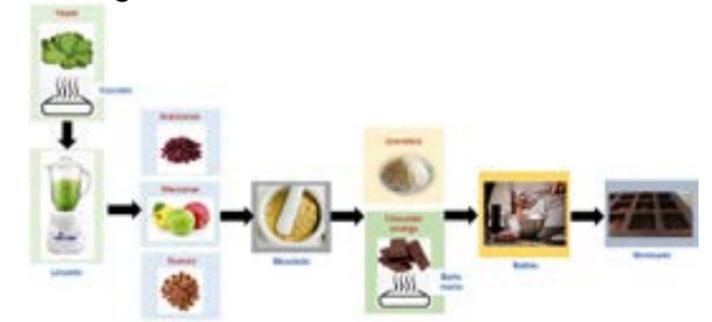


Ilustración 1. Diagrama del proceso de elaboración de Oppalichus By Nopalísimo.

Empaque

En la Ilustración 2 a) se muestra el prototipo de empaquetado el cual será una caja de cartón que contendrá 6 barras del producto Oppalichus By Nopalísimo. Las dimensiones de cada barra se muestran en la Ilustración 2 b). Se empleó el software AutoCad® versión 2020 para el diseño.

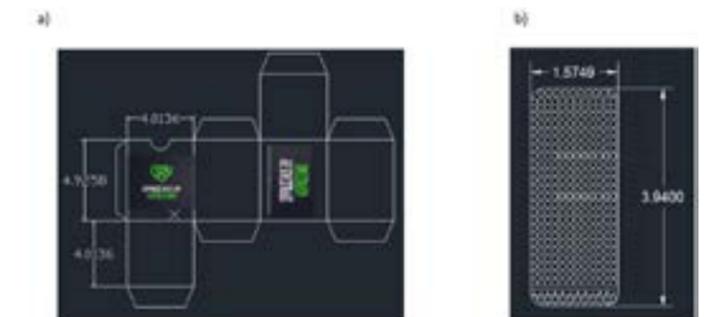


Ilustración 2. a) Diseño del empaque y b) Dimensiones de la barra Oppalichus By Nopalísimo. Fuente: Elaboración propia

Resultados

En la Ilustración 3 a) se muestra la imagen y su empaque individual y en 4 b) se presenta el logotipo del producto que se coloca en cada barra.



Ilustración 3. a) Presentación de la barra y b) Logotipo de Oppalichus By Nopalísimo. Fuente: Elaboración propia.

En la Gráfica 1 se presentan los resultados de la prueba de glucosa en sangre de los 65 consumidores de Oppalichus By Nopalísimo; puede observarse que se redujeron o mantuvieron estables los niveles de glucosa en sangre en el 95 % de los casos, por lo que se confirma que, a excepción de uno de los consumidores, se mantuvieron dentro de los rangos óptimos de glucosa que van desde 70 a 99 mg/dl (Secretaría de Salud, 2018) representados como líneas discontinuas de color verde dentro de la Gráfica.



Gráfica 1. Resultados de las pruebas de glucosa en sangre antes y después del consumo de Oppalichus By Nopalísimo. Elaboración propia.

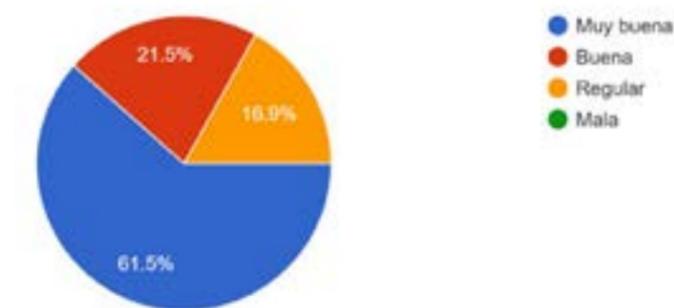
Se diseñó y aplicó una encuesta para conocer la opinión de los 65 consumidores.

En la Gráfica 2 se determinó que el 81.5 % de los encuestados les parece muy bueno el sabor de Oppalichus By Nopalísimo y al 13.8 % sólo le parece bueno. Ninguno mencionó que el sabor era malo.



Gráfica 2. Opinión del consumidor sobre el sabor de Oppalichus By Nopalísimo. Elaboración propia.

En la Gráfica 3 se determinó que al 61.5 % le gusta la textura de la barra, al 21.5 % le parece buena y al 16.9 % le parece regular. Ningún encuestado mencionó que la textura fuera mala.



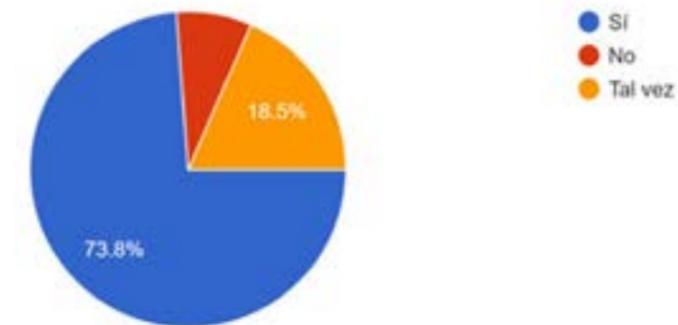
Gráfica 3. Opinión del consumidor sobre la textura de Oppalichus By Nopalísimo.

En la Gráfica 4 se determinó que el 86.2 % le parece agradable el aroma de la barra. El 13.8 % menciona que no tenía un olor agradable y el 13.8 % no está seguro de si el sabor es o no agradable.



Gráfica 4. Opinión del consumidor sobre el aroma de Oppalichus By Nopalísimo. Elaboración propia.

En la Gráfica 5 se determinó que el 73.8 % si compraría la barra y el 18.5 % tal vez lo compraría; el resto no lo compraría.



Gráfica 5. Opinión del consumidor que estaría dispuesto a comprar Oppalichus By Nopalísimo.

Conclusiones

Se elaboró una barra a base de nopal denominada Oppalichus By Nopalísimo que pretende ayudar a las personas con diabetes mantengan sus niveles de glucosa en sangre estables e incluso reducirlos ya que estos fueron los efectos obtenidos en los sujetos que participaron en el estudio.

Esta investigación permitió adquirir el conocimiento sobre las propiedades del nopal y el chocolate amargo, en combinación con otros vegetales o frutas para beneficio de la salud por su valor nutricional.

Se concluye que puede esta barra consumirse por cualquier persona que desee cuidar su salud al consumir productos derivados de ingredientes naturales y que no incrementen sus niveles de glucosa en sangre.

Se deben de realizar un mayor número de estudios y ampliar el tamaño de la muestra para tener resultados más concluyentes.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero para la difusión de este trabajo al Fideicomiso 23871 de Multas electorales Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología, así como al Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital para el desarrollo de la investigación.

Referencias

Aguilar Hernández, A. D. C., Bárcenas Anguiano, Y., Cuevas Galicia, K., & Flores Cedillo, M. L. (2024). Procesamiento de tuna cardona para la elaboración de mermelada. *Investigación y Desarrollo en Ciencia*

y Tecnología de Alimentos, 9(1), 1-14. <https://doi.org/10.29105/idcyta.v9i1.123>

Aparicio Vizuete, A., & Ortega Anta, R. M. (2015). Efectos del consumo del beta-glucano de la avena sobre el colesterol sanguíneo: Una revisión. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 20(2), 127-139. <https://doi.org/10.14306/renhyd.20.2.183>

Basto-Abreu, A., Barrientos-Gutiérrez, T., Rojas-Martínez, R., Aguilar-Salinas, C. A., López-Olmedo, N., Cruz-Góngora, V. D. la, Rivera-Dommarco, J., Shamah-Levy, T., Romero-Martínez, M., Barquera, S., López-Ridaura, R., Hernández-Ávila, M., & Villalpando, S. (2022). Prevalencia de diabetes y descontrol glucémico en México: Resultados de la Ensanut 2016. *Salud Pública de México*, 62, 50-59. <https://doi.org/10.21149/10752>

Campillo, S. (2019, septiembre 3). Medidores continuos de glucosa: Así es como funcionan, y evaluamos si son útiles para aquellos que no padecen diabetes. *Vitónica*. <https://www.vitonica.com/prevencion/medidores-continuos-glucosa-asi-como-funcionan-evaluamos-utiles-para-que-no-padecen-diabetes>

Centros para y el Control y la Prevención de Enfermedades. (2024). Manejo de los niveles de azúcar en la sangre. *Diabetes*. <https://www.cdc.gov/diabetes/es/treatment/manejo-de-los-niveles-de-azucar-en-la-sangre.html>

Clean Plates Editors. (2023). 8 Diabetic Desserts Low In Sugar But Still Super Tasty. <https://cleanplates.com/recipes/diabetic-desserts/>

Congreso de San Luis Potosí. (2022). Población debe tomar medidas de prevención por Diabetes. <https://congresosanluis.gob.mx/content/poblaci%C3%B3n-debe-tomar-medidas-de-prevenci%C3%B3n-por-diabetes>

Domínguez Coral, L. Á. (2023). ¿Por qué puede ser bueno consumir gelatina sin sabor en ayunas? <https://www.eltiempo.com/salud/por-que-puede-ser-bueno-consumir-gelatina-sin-sabor-en-ayunas-786412>

El País. (2023a). Los postres que elevan rápidamente la glucosa en la sangre. <https://www.elpais.com.co/salud/los-postres-que-elevan-rapidamente-la-glucosa-en-la-sangre-0247.html>

El País. (2023b). México, el país con más casos de diabetes y el segundo en obesidad entre los miembros de la OCDE. <https://elpais.com/mexico/2023-11-08/mexico-es-el-segundo-pais-con-mas-personas-obesas-de-la-ocde.html>

Federación Mexicana de Diabetes. (2022). FMD

- Federación Mexicana de Diabetes, A.C. <https://fmdiabetes.org/>

Galicia-Villanueva, S., Escamilla-García, P. E., Alvarado-Raya, H., Aquino-González, L. V., Serna-Álvarez, H., & Hernández-Cruz, L. M. (2017). Plantación experimental de nopal para evaluación de sistemas de fertilización y extracción de mucílago. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(5), 1087-1099.

Heredia-Morales, M., Gallegos Cabriales, E. C., Heredia-Morales, M., & Gallegos Cabriales, E. C. (2022). Riesgo de diabetes mellitus tipo 2 y sus determinantes. *Enfermería Global*, 21(65), 179-202. <https://doi.org/10.6018/eglobal.482971>

Hidalgo Filipovich, R., Gómez Ugarte, M., Escalera Cruz, D. Á., Rojas Navi, P., Moya Santos, V., Delgado Flores, P., Mamani Villca, C. R., & Hinojosa Castellón, J. (/). Beneficios de La Manzana (*Malus Domestica*) en la Salud. *Revista de Investigación e Información en Salud*, 58.

Infobae. (2022). El poder del cacao: Científicos comprobaron que comer chocolate negro hace bien al corazón. *infobae*. <https://www.infobae.com/america/ciencia-america/2022/03/24/el-poder-del-cacao-cientificos-comprobaron-que-comer-chocolate-negro-hace-bien-al-corazon/>

International Diabetes Federation. (2021). Inicio. Federación Internacional de Diabetes. <https://idf.org/es/>

Juárez, C. (2020, mayo 7). Arándanos benefician a los pacientes con diabetes. *THE FOOD TECH - Medio de noticias líder en la Industria de Alimentos y Bebidas*. <https://thefoodtech.com/nutricion-y-salud/cranberries-benefician-a-los-pacientes-con-diabetes/>

Kababie-Ameo, R., Rabadán-Chávez, G. M., Vázquez-Manjarrez, N., & Gutiérrez-Salmeán, G. (2022). Potential applications of cocoa (*Theobroma cacao*) on diabetic neuropathy: Mini-review. *Frontiers in Bioscience-Landmark*, 27(2), Article 2. <https://doi.org/10.31083/j.fbl2702057>

Leyva, J. (2023, marzo 11). Las nueces pueden prevenir la diabetes y regular el azúcar, según estudio. *DEBATE*. <https://www.debate.com.mx/salud/Las-nueces-pueden-prevenir-la-diabetes-y-regular-el-azucar-segun-estudio-20230311-0146.html>

Maki-Díaz, G., Peña-Valdivia, C. B., García-Nava, R., Arévalo-Galarza, M. L., Calderón-Zavala, G., & Anaya-Rosales, S. (2015). Características físicas y químicas de nopal verdura (*Opuntia ficus-indica*) para exportación y consumo nacional. *Agrociencia*,

49(1), 31-51.

Martel Bottger, G. B., Ramírez Abello, P. C., & Yataco, J. A. (2018). Postres saludables Sweedi.

OMS. (2023). Diabetes. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>

Pérez, A., Quevedo, A., García, V., Zegbe, J. A., B.P, Z., & Zamora-Martínez, M. (2021). Caracterización nutricional de *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill, Variedad Milpa Alta.



PROPUESTA DE DRON AIRBEE-13 DETECTOR DE PLAGAS DE JITOMATE A BASE DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Lya Adlih Oros Méndez TecNm/ITSSLPC lya.oros@tecsuperiorslp.edu.mx
Silvia Sánchez Aguilera TecNm/ITSSLPC silvia.sancheza@tecsuperiorslp.edu.mx
Rubén Loredó Limón TecNm/ITSSLPC ruben.loredo@tecsuperiorslp.edu.mx

Abstract

Currently, it is necessary to consider technological developments that favor harvesting processes in our country, which is why the proposal of a drone is presented that, through the disruptive technologies of Industry 4.0, detects pests in a timely manner, seeking innovation in the processes collection. Among the main results is a decrease in cost and efficiency in the harvesting processes.

Keywords: Drone, Artificial Intelligence, Harvest.

Resumen

UActualmente se requiere considerar desarrollos tecnológicos que favorezcan los procesos de cosecha en nuestro país, por lo que se presenta la propuesta de un dron que mediante las tecnologías disruptivas de la Industria 4.0, que detecte de manera oportuna las plagas, buscando la innovación en los procesos de recolección. Entre los principales resultados se obtiene una disminución de costo y eficiencia en los procesos de cosecha.

Palabras clave: Dron, Inteligencia Arificial, Cosecha

Introducción

En México, la industria del tomate enfrenta una crisis debido a factores como plagas y enfermedades. San Luis Potosí destaca entre los cinco principales estados productores, lograr un rendimiento promedio de 131.9 toneladas por hectárea. El proceso común de inspección de cultivos se realiza manualmente, lo que requiere mayor tiempo y personal que realice la tarea, considerando que los cultivos pueden tener extensiones de 1 a 7 hectáreas el proceso se hace muy extenso. Por lo que nace la necesidad de optimizar el proceso haciendo uso de las Tecnologías disruptivas de la Industria 4.0 como lo son drones, cámaras e Inteligencia Artificial.

Al implementar inteligencia artificial en un sistema de detección de plagas se desea innovar en los procesos de recolección, captura y análisis de factores potencialmente dañinos en los cultivos de jitomate buscando:

a) Obtener resultados óptimos en la detección de las plagas y enfermedades del cultivo de jitomate para evitar su propagación al atacar el área enferma.

b) El sistema es fácil de operar, solo es necesario configurar las características del

terreno y él hará el trabajo.

c) Al tener un mejor control de las plagas significará que se reducirán las pérdidas de jitomate y el producto aumentaría su calidad.

d) Se evita el uso de dispositivos extremadamente costosos debido a funciones que no todos los agricultores requieren.

San Luis Potosí se encuentra como el segundo mayor productor de Jitomate en México, después de Sinaloa, con una producción anual de 380,175 toneladas. Sin embargo, enfrenta una grave crisis debido a una combinación de factores adversos como lo son sequías, plagas y enfermedades, como por ejemplo la araña roja, mosca blanca, pulgones y orugas. Estos factores han llevado a una significativa reducción de hasta un 40% en la productividad de los cultivos de Jitomate en el estado. Esto representa un desafío considerable para los productores locales, quienes buscan estrategias efectivas para mantener, aumentar su rendimiento y reducir pérdidas económicas.

El dron Airbee-13 es una herramienta innovadora para la detección temprana de plagas en cultivos, principalmente en la producción de jitomate. Gracias a su capacidad de sobrevolar áreas agrícolas y capturar imágenes detalladas, permite a los productores identificar y controlar plagas de manera eficiente, promoviendo prácticas sostenibles y optimizando el rendimiento. Las imágenes capturadas por el dron Airbee-13 son procesadas mediante algoritmos de inteligencia artificial (IA) para detectar patrones relacionados con la presencia de plagas y enfermedades, lo que permite la localización precisa de plagas, permitiendo a los trabajadores tomar medidas preventivas y correctivas a tiempo. Logrando reducción de pérdidas económicas vinculadas a infestaciones, además de fomentar prácticas sustentables reduciendo el uso excesivo de pesticidas.

El dron terrestre despliega su eficacia en el monitoreo a nivel del suelo, moviéndose autónomamente entre las hileras de

plantas. Equipado con sensores y cámaras, realiza una inspección detallada y precisa de cada planta.

Por lo que la presente investigación tiene como objetivo validar las preferencias agricultoras respecto al cuidado de sus cosechas e implementar nuevos cuidados a las ya mencionadas a través de la Inteligencia Artificial IA, mediante un dron que sea capaz de detectar plagas, a efecto de reducir costos a causas de pérdidas en las cosecha afectadas en las plaga.

Dicha investigación surtió efecto en Villa de Arista, S.L.P. que cuenta con alrededor de 24,900 hectáreas de cultivos de jitomate. La presente investigación se realizó en agosto de 2024, así como se realizaron pruebas en la empresa Agroviva ubicada en el Municipio de Villa de Arista San Luis Potosí, productora de jitomate saladette, para exportación a Estados Unidos y Canadá.

Metodología

El tamaño de la muestra, que se aplicó en base a un Muestreo Discrecional no probabilístico, siguiendo el criterio del investigador, de una población de 10 municipios del estado de San Luis Potosí en la zonas del Altiplano y Zona Media concentran la mayor cantidad de hectáreas de invernaderos y malla sombras; Moctezuma, Villa de Guadalupe, Villa de Arista, Cedral, Catorce, Vanegas y Guadalcázar tienen mil 357 hectáreas de agricultura; Ciudad del Maíz y Rioverde 319.

En el Municipio de Villa de Arista, se seleccionó la empresa Agroviva, la cual cultiva jitomate saladette alrededor de 100 hectáreas, se entrevistó al personal y se realizaron pruebas con el dron.



Imagen 1: " Propuesta del Dron "

Resultados

A continuación, se detallan los principales resultados generados de la presente investigación:

-Productos Utilizados: Los entrevistados coincidieron en que es crucial el cuidado del tomate, ya que en su mayoría se exporta, comentando que solamente se utilizan pesticidas en función de las plagas encontradas cuyos nombres son Belt 480 Sc Insecticide, Tracer 120 Sc, Confirm 2F, Exalt 60Sc. Así mismo Los consumidores valoran altamente los productos químicos y creen que dejar de utilizar estos sería lo mejor para cuidar más la presencia del jitomate.

-Razón de Innovación: En pruebas de campo de agricultores, se aprobó el uso de drones para la detección temprana de plagas, en cultivos alrededor de 100 Hectáreas y estas no cuentan con altas tecnologías. Mediante la entrevista realizada a algunos agricultores de cultivos de tomate se concluye que es factible el uso de drones agrícolas para la detección de plagas.

-Precios: Algunos agricultores aprobaron el dron ya que es un producto accesible por el uso de la impresión 3d además de contar con el uso de la IA además por la adaptabilidad y diseñarlos a la medida de sus cosechas. Frecuencia de Compra: La compra será solo

una vez, ya que, por ahora, la compañía solo ofrece producto y no los mantenimientos.

-Aunque los consumidores están dispuestos a pagar más por productos Tecnológicos, el precio es un factor accesible. Nuestra estrategia es precio accesible y adaptabilidad lo que influye en la decisión de compra.

-Frecuencia de Compra: La compra de productos con tecnología avanzada indica un mercado estable, pero también sugiere la necesidad de mantener la calidad y accesibilidad para fomentar la lealtad del clientes.

Conclusiones

El dron Airbee-13 es una herramienta innovadora para la detección temprana de plagas en cultivos, principalmente en la producción de jitomate. Gracias a su capacidad de sobrevolar áreas agrícolas y capturar imágenes detalladas, permite a los productores identificar y controlar plagas de manera eficiente, promoviendo prácticas sostenibles y optimizando el rendimiento.

El proyecto cuenta con un equipo multidisciplinario con las capacidades necesarias para llevar a cabo el desarrollo e implementación del dron para detección temprana de plagas en cultivos agrícolas. La combinación de factores tecnológicos, normativos y humanos posiciona este proyecto como una propuesta sólida para mejorar la productividad y sostenibilidad en el sector agroalimentario.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo: "Proyecto financiado por el Fideicomiso 23871, administrado por el Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología, en el marco de la Convocatoria 2024-01" así como al Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital para el desarrollo de la presente investigación.

Referencias

1.El País, E. (2019). Tomateojitomate: así nos referimos al fruto rojo en México. https://verne.elpais.com/verne/2019/05/16/mexico/1557976662_364527.

html

2.Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. (s/f). Gob.mx. Recuperado el 28 de agosto de 2024, de <https://www.gob.mx/imp>

3.LegisComex. Sistema de Inteligencia Comercial. (s/f). Legiscomex.com. Recuperado de <https://www.legiscome>

4.ProducePay. (2022, abril 18). Producción y exportación de tomate en México. ProducePay. <https://producepay.com/es/el-blog/produccion-y-exportacion-de-tomate-en-mexico/>

5.ProducePay. (s.f.). Producción y exportación de tomate en México. Recuperado de <https://producepay.com/es/el-blog/produccion-y-exportacion-de-tomate-en-mexico/>

6.Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2019). Norma Oficial Mexicana NOM-107-SCT3-2019, Aeronaves civiles - Pilotos aviadores - Licencias y habilitaciones - Requisitos y procedimientos para su expedición (DOF20-11-2019). Recuperado de <https://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGACArchivo/modulo2/nom-107-sct3-2019-201119.pdf>

7.Una mirada a las cuatro plagas más importantes en el tomate. (2019, junio 14). Koppert México. <https://www.koppert.mx/noticias-item/una-mirada-a-las-cuatro-plagas-mas-importantes-en-el-tomate> x.com/Documentos/normatividad-mexico-inocuidad-alimentos-virginia-perez-actualizacion



REVISIÓN DE LOS PARÁMETROS DE OPERACIÓN EN UNA UNIDAD DE TRASLADO DE PACIENTES CON RIESGO BIOLÓGICO.

Victor Samuel Vilchis Bravo CIATEQ, A.C., Centro de Tecnología Avanzada vilchis@ciateq.mx
Benjamín Cruz Cruz CIATEQ, A.C., Centro de Tecnología Avanzada benjamin.cruz@ciateq.mx
Martín Oliva Rangel CIATEQ, A.C., Centro de Tecnología Avanzada martin.oliva@ciateq.mx
Jesús Eduardo Villagómez Orozco CIATEQ, A.C., Centro de Tecnología Avanzada
jesus.villagomez@ciateq.mx
Julio César Sánchez Jiménez CIATEQ, A.C., Centro de Tecnología Avanzada julio.jimenez@ciateq.mx
Ivan Juárez Sosa CIATEQ, A.C., Centro de Tecnología Avanzada ivan.juarez@ciateq.mx
Agustín Escamilla Martínez CIATEQ, A.C., Centro de Tecnología Avanzada aguesc@ciateq.mx

Abstract

Whereas the pandemic caused by COVID-19 a person with this disease was able to infect others through droplets that came from the nose or mouth, causing a substantial risk of infection, especially with medical aid personnel. Given the above, during the pandemic a "TRANSFER UNIT FOR PATIENTS WITH BIOLOGICAL RISK" was established, being a device to keep isolated and transfer the patient who presents a biological risk (acute infections, allergic reactions, etc.) to a health center. The unit has a total opening for patient admission, this device includes a ventilator (negative pressure) and protective elements (N95 filter). Prior to its implementation, the device was subjected to evaluations to establish the suitability of its use, in order to keep the patient stable and avoid the spread of biological risk, through tests: by the finite element method, airtightness and measurement of the percentage of oxygen saturation, tests carried out in a public health center, selecting personnel from different areas, and recording the values while the patient remained inside for 5 minutes, the saturation remained within the normal range. The results show the viability of its use in the transfer of biohazard patients.

Keywords: Isolator chamber, Portable isolator chamber, biological risk

Resumen

Mientras que en la pandemia causada por el COVID-19, una persona con esta enfermedad pudo infectar a otras a través de gotitas que provenían de la nariz o la boca, causando un riesgo sustancial de infección, especialmente con el personal de asistencia médica. Dado lo anterior, durante la pandemia se estableció una "UNIDAD DE TRASLADO PARA PACIENTES CON RIESGO BIOLÓGICO", siendo un dispositivo para mantener aislado y trasladar al paciente que presenta un riesgo biológico (infecciones agudas, reacciones alérgicas, etc.) a un centro de salud. La unidad cuenta con una apertura total para el ingreso de pacientes, este dispositivo incluye ventilador (presión negativa) y elementos de protección (filtro N95). Previo a su implementación, el dispositivo fue sometido a evaluaciones para establecer la conveniencia del uso, con el fin de mantener estable al paciente y evitar la propagación de riesgo biológico, a través de pruebas: por el método de elementos finitos, hermeticidad y medición del porcentaje de saturación de oxígeno, prueba realizadas en un centro de salud pública, seleccionando personal de diferentes áreas y registrando los valores permaneciendo el paciente al interior durante 5 minutos, la saturación se mantuvo dentro del rango normal. Los resultados muestran la viabilidad de su uso en el traslado de pacientes con riesgo biológico.

Palabras clave: cámara de aislamiento, cámara aislante portátil, riesgo

Introducción

Como es sabido, la COVID-19 es una enfermedad considerada como riesgo biológico, la cual se contagia por diferentes medios: estando en contacto con una persona infectada o al respirar las gotículas que el enfermo a expelido tanto por la nariz como por la boca entre otras.

Diversos documentos muestran estudios del porcentaje de contagio que una persona enferma puede contagiar de la COVID-19, indican que van desde las 2-2.5 hasta 4.7-6.6 personas contagiadas (Watson Stephanie, 2023). Tal porcentaje depende de diversos factores, como: densidad poblacional, recursos para su atención (equipos y medios), medidas que puede tomar cada persona enferma, por lo que puede representar un porcentaje de contagio no confiable. Sin embargo, durante la pandemia del 2020, diversas instituciones implementaron mecanismo para reducir la propagación del COVID-19 de una persona enferma.

Si bien es cierto que, durante la pandemia del COVID-19 se implementaron diversos mecanismos y protocolos para reducir la forma acelerada de contagios, algunos de estos fueron implementado con la incertidumbre de su efectividad, sin embargo, el presente trabajo busca dar la certeza del uso de esta unidad de traslado de pacientes con riesgo biológico.

En los casos, cuando se debe de trasladar al paciente hacia una unidad médica, su manipulación tiene un alto riesgo de contagio, tanto para el personal médico, como familiares, para tal situación, se implementó la "UNIDAD DE TRASLADO DE PACIENTES CON RIESGO BIOLÓGICO", Figura 1 (Cruz y Vilchis, 2020).

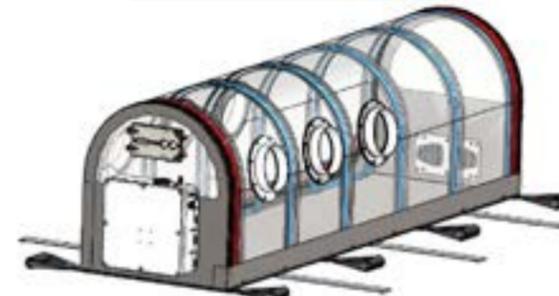
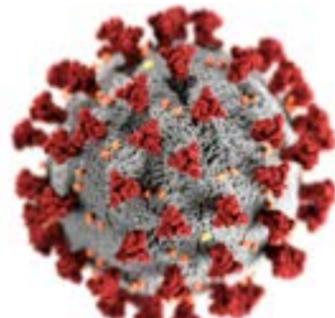


Figura 1. Unidad de traslado de pacientes con riesgo biológico.

La unidad de traslado, es una cámara que protege al personal médico de cualquier contaminación cruzada con el paciente enfermo, por medio de una barrera de plástico (polietileno de baja densidad), conteniendo así las partículas despedidas al estornudar o toser en su interior, el uso de una cremallera del tipo hermética da oportunidad a ingresar al paciente a la unidad, el dispositivo cuenta adicionalmente con un ventilador que durante su operación genera una presión negativa al interior de la unidad, de manera que las partículas contaminadas quedan retenidas en el filtro ubicado a la salida mientras el ventilador opera, en la entrada de aire a la unidad es instalado un filtro (en ambos casos la filtración $\geq 95\%$).

Durante el traslado es vital atender al paciente, por lo que la unidad cuenta con un dispositivo para el ingreso de tubos y cables de modo que se verifique y mantenga su condición estable, el porcentaje de saturación de oxígeno normal debe estar por arriba del 95% de saturación, las dimensiones al interior de la cámara son de 198 cm de largo, 54 cm de ancho y 58 de alto, permitiendo ingresar a un paciente con tales medidas.

Planteamiento y Desarrollo

El desarrollo y fabricación de la unidad de

traslado se dio en el centro de tecnología avanzada, CIATEQ, unidad Querétaro, logrando establecer las características indicadas en la Tabla 1, (Vilchis, 2020).

Tabla 1. Especificaciones de unidad de traslado	
Dimensiones Totales:	
Largo total incluido el tablero de control	209 cm
Ancho considerando las asas	92 cm
Alto	60 cm
Dimensiones interiores de la unidad:	
Largo	Largo: 198 cm
Ancho	Ancho: 54 cm
Alto	Alto: 58 cm
Flujo de aire	209 m ³ /h
Voltaje de alimentación:	110 VCA
Eficiencia de filtración	partículas de 3 micras $\geq 95\%$
Consumo máximo:	21 watts
Autonomía de batería (carga total)	Hasta 3 Horas
Peso de la unidad (sin paciente)	15 kg
Especificaciones técnicas de la batería	
Tipo de batería	Lithium Recargable Led.
Voltaje	12VDC
Capacidad	20,000 mah
Especificaciones técnicas de la batería y del ventilador	
Tipo de ventilador	Soplador Radial
Voltaje de operación	12 VDC
Caudal	150 C.F.M (4.3 m ³ /min)
Especificaciones generales	
entradas para asistir a paciente	6
Compuerta para ingreso de cables y tubos	2, tubos 1, cables
Caudal (sin paciente)	150 C.F.M (4.3 m ³ /min)

El diseño de la unidad de traslado podría no parecer un reto, sin embargo, el objetivo primordial fue que el equipo mantuviera las condiciones estables del paciente durante su uso, por lo que se requirió el uso de herramientas y procedimientos de pruebas para determinar su funcionalidad, a continuación, se presentan las actividades ejecutadas.

Pruebas de validación de diseño de unidad de traslado

El objetivo de esta prueba fue validar el diseño de la unidad de traslado de pacientes, realizando un análisis de dinámica de fluidos en el comportamiento del flujo de aire y presión al interior de la unidad. La validación fue desarrollada por el método del volumen finito, ejecutándose en el software ANSYS FLUENT 2020 R1 (Juárez, 2018).

De acuerdo con el desarrollo mostrado en la Figura 1 y tomando en cuenta las características con la que se forma la unidad, Tabla 1, se llevó a cabo el modelado

de la unidad por el método de elemento finito, mostrado en la Figura 2.

La imagen a) en la Figura 2 representa la unidad modelada considerando la entrada de aire en forma rectangular y no considerando la implementación del filtro, la imagen b) representa la unidad con una entrada circular y de igual manera sin filtro, en la imagen c) la entrada es rectangular y con un filtro del tipo N95.

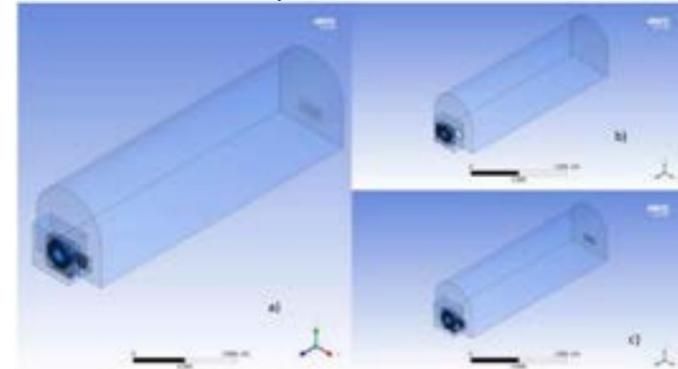


Figura 2. Modelado de la unidad de traslado, por el método de elemento finito, (Juárez Ivan, 2018).

De acuerdo con el modelo mostrado en la Figura 2, se llevó a cabo la solución considerando las diferentes condiciones de frontera para los tres casos indicados, además de tener a la salida de la unidad la condición de un caudal de 4.3 (m³/min), obteniendo así los perfiles de velocidad desarrollada, en sus diferentes configuraciones indicadas arriba, observando que la máxima velocidad se da en la entrada en cualquiera de las tres configuraciones, la cual es de 1 m/s para el plano medio horizontal, ver Figura 3, y la Figura 4 muestra el perfil para el plano medio vertical.

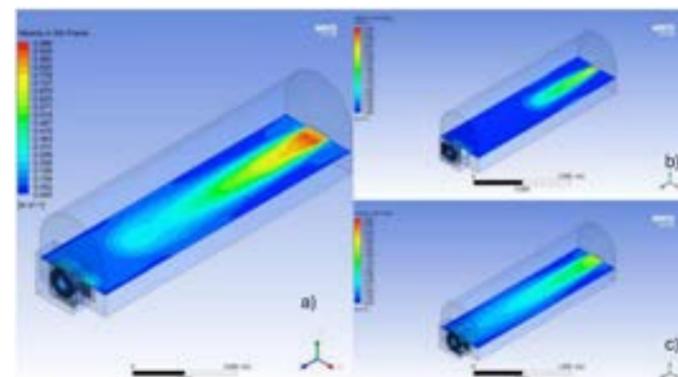


Figura 1. Velocidad del aire al interior de la unidad en (m/s) en un plano medio horizontal, a) Unidad con entrada de aire rectangular y sin filtro, b) Entrada circular y sin filtro, c) Entrada rectangular y considerando filtros.

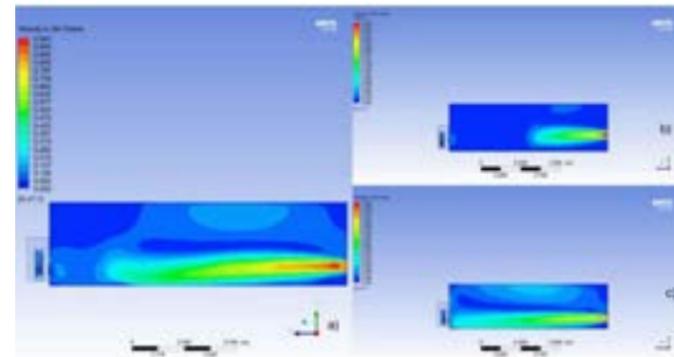


Figura 2. Desarrollo de la velocidad del aire (m/s) al interior de la unidad, en plano medio vertical, a) Unidad con entrada de aire rectangular y sin filtro, b) Entrada circular y sin filtro, c) Entrada rectangular y considerando filtros

De acuerdo con la escala de Beaufort se considera que una velocidad de aire entre 0.08-1 m/s son considerado como un viento en "calma", a la velocidad de 0.5 m/s la persona percibe la sensación del aire. De acuerdo con la Figuras 3 y 4, se observa que las velocidades desarrolladas están dentro rango, por lo que el paciente puede percibir el aire y no sentirse fatigado.

Normalmente en salas de cirugía, usan el principio de la presión subatmosférica para contener agentes biológicos que pudieran existir, por lo que el aire se succiona pasándolo a través de filtros al exterior del recinto y por lo tanto se genera una presión negativa.

El uso de un ventilador a la salida de la cámara permite succionar el aire concentrado en su interior, generando así una presión negativa. En la Figura 5 y 6, se muestran las diferentes configuraciones indicadas, observando que la imagen c) de la entrada rectangular y con la instalación de un filtro N95, muestra que la mayor presión negativa es a la salida de la cámara, contribuyendo a que el agente biológico durante la succión de aire sea retenido en el filtro de salida.

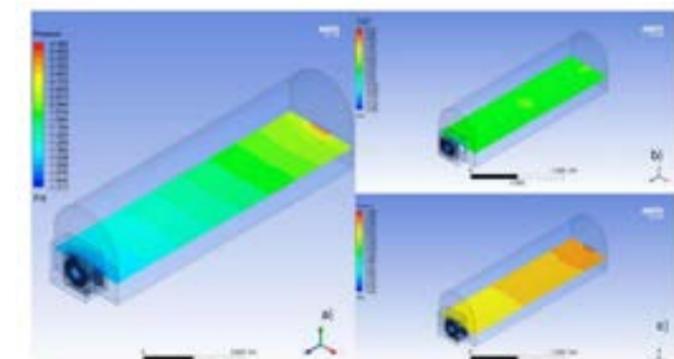


Figura 5. Desarrollo del diferencial de presión (Pa) al interior de la unidad, en el plano horizontal. Imagen a) Unidad con entrada de aire rectangular y sin filtro, b) Entrada circular y sin filtro, c) Entrada rectangular y considerando filtros

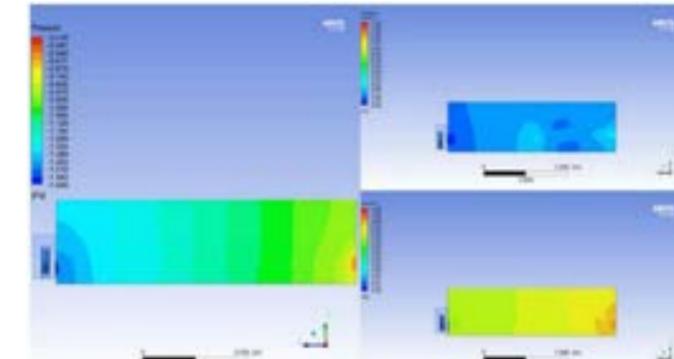


Figura 6. Desarrollo del diferencial de presión (Pa) al interior de la unidad, en el plano vertical. Imagen a) Unidad con entrada de aire rectangular y sin filtro, b) Entrada circular y sin filtro, c) Entrada rectangular y considerando filtros

Pruebas de % de saturación de oxígeno dentro de la unidad de aislamiento desarrollada por CIATEQ, En peronas sanas

El paciente antes del ingreso a la unidad de traslado debe ser revisado si no presente hipoxemia (nivel bajo de oxígeno), siendo una de las causas la falta de aire al estar confinado y como es sabido una saturación normal en una persona está entre el 95% y el 100% (Mayo Clinic, 2023), niveles por debajo del 90% son considerados anormales y se produce hipoxemia, siendo uno de sus síntomas característicos la dificultad para respirar. Por lo tanto, se requirió realizar una prueba para determinar el porcentaje de oxígeno en sangre estando la persona al interior de la unidad de traslado

El objetivo de la prueba es verificar el nivel del % de saturación de oxígeno de un paciente en este caso se realizó con personas que no presentaban algún problema biológico, para la primera prueba el paciente se encuentra fuera de la unidad y la segunda prueba estando el paciente al interior de la unidad permaneciendo por un tiempo de 5 minutos.

Para la medición, se utilizó un oxímetro de pulso, marca XIGNAL, modelos MD300, con una exactitud del $\pm 2\%$, el cual se coloca sobre alguna zona relativamente translúcida del cuerpo (como por ejemplo la yema del dedo) emitiendo ráfagas de luz de distintas frecuencias que pasan a través de la sangre

arterial absorbiendo cada longitud de onda, ofreciendo así una lectura del nivel de oxígeno.

De acuerdo con Oliva y Sanchez, 2020, las pruebas se realizaron los días 1 y 2 junio de 2020, en las instalaciones de un hospital público del estado de Querétaro, el tamaño de la muestra fue de 22 personas (16 personas pertenecientes al hospital, 3 personas de seguridad, 3 personas de CIATEQ). Lo primero consistió en la toma de datos personales (Altura, Peso, Temperatura, IMC).

La primera prueba fue el obtener los datos de las personas antes del ingreso y la segunda prueba estando dentro de la unidad de traslado durante un intervalo de tiempo. En la Figura 7, se muestran los valores medidos del % de saturación de oxígeno de las 22 personas que participaron en la prueba, al inicio (fuera de la cámara), O2i y al final de la prueba (dentro de la cámara) O2f. Teniendo que el estar dentro hay un ligero descenso en promedio de 2 puntos porcentuales, estando siempre por arriba del 90%.



Figura 7. Porcentaje de Saturación de oxígeno, línea café fuera de la unidad O2i y la línea azul al final de la prueba dentro de la unidad O2f.

En la Figura 8, se muestra la relación de los valores obtenidos del IMC (Índice de masa corporal), la velocidad del aire en la descarga del extractor (Velocidad(dm/s)) y el porcentaje de saturación de oxígeno, el O2f cuando el paciente se encuentra al interior de la cámara. Los valores se presentan ordenando de menor a mayor, la columna del IMC.

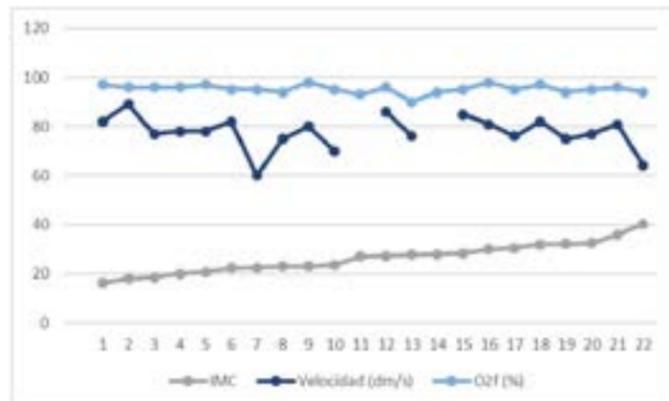


Figura 8. Efecto del peso de la persona en el nivel de saturación de oxígeno.

Las pruebas muestran que la saturación de oxígeno de los pacientes, dentro de la cámara y después de transcurrido cierto tiempo variando en promedio 2 puntos porcentuales, lo cual garantiza que el sistema de extracción genera el flujo de aire adecuado, para este fin.

Prueba de hermeticidad

Una de las características que debe cumplir la unidad de traslado es la hermeticidad, de manera que el funcionamiento de los ventiladores sea el adecuado. Siendo requiriendo realizar pruebas de hermeticidad a la unidad, para esto se consideró obstruir la entrada de aire al equipo, accionando el ventilador, de manera que se extrajera el aire al interior de la unidad, debiendo presentar una deformación y reduciéndose su tamaño, caso contrario si el equipo presenta entradas de aire, no debe generar ningún efecto sobre la unidad.

Previamente se preparó el equipo, obstruyendo la entrada de aire en la unidad de traslado, retirando los filtros de entrada y colocando una tapa con sello para evitar la entrada de aire, tal como se muestra en la Figura 9.



Figura 9. Preparación de la unidad para llevar a cabo la prueba, obstruyendo la entrada de aire.

En la Figura 10, se muestra el desarrollo de la prueba de hermeticidad, observando que hay un colapso de la unidad a consecuencia de la extracción de aire.



Figura 10. Prueba de hermeticidad de la unidad de traslado.

Resultados y discusiones

Es de gran importancia la funcionalidad de un equipo para el uso en pacientes con algún padecimiento, en este caso, el trasladar un paciente con un riesgo biológico implica que el equipo opere correctamente de acuerdo con su fin. Las diferentes pruebas, muestran que el equipo es funcional durante el traslado del paciente, considerando que al generar la presión subatmosférica (presión negativa) al interior de la unidad, como se muestra en la Figura 5 y 6, permite que el agente biológico sea arrastrado y retenido en los filtros situados a la salida de la unidad. A su vez, las velocidades desarrolladas al interior de la unidad durante el accionamiento de los ventiladores mantienen al paciente en calma y con aire fresco.

Las mediciones de saturación de oxígeno estando el paciente al interior de la unidad, muestran que la saturación se mantiene dentro del rango normal > 90%, considerando que el tamaño del ventilador es el adecuado y su operación de la unidad es la adecuada para tal fin. La Figura 11 muestra las pruebas realizadas en el centro de salud pública, aplicadas al personal de salud.



Figura 11. Prueba en la medición del porcentaje de saturación de oxígeno en el centro de salud, Querétaro.

Mostrando los diversos resultados de pruebas y análisis para la unidad de traslado, se concluye que cumple con el objetivo de evitar la dispersión y el contagio de los agentes biológicos durante el traslado de pacientes a la unidad de atención médica, que el paciente se mantiene estable de acuerdo con las características de la unidad de traslado, protegiendo tanto al paciente, como al personal médico. La Figura 12, muestra pruebas que se hicieron en el uso de la unidad, así como, en la implementación en una unidad médica de traslado.



Figura 12. Prueba en la medición del porcentaje de saturación de oxígeno en el centro de salud, Querétaro.

Aun, cuando se ha comentado, que durante la pandemia del COVID-19 diversos mecanismos fueron implementados para contrarrestar el número de contagios, desconociendo su grado de certidumbre y aunado al riesgo y responsabilidad social que implica el uso de la unidad de traslado, desarrollo de simples pruebas llevo a establecer la seguridad del uso de este dispositivo. Los resultados obtenidos permitieron reproducir 15 unidades para el sector salud de Jalisco. En la Figura 13,

muestra la entrega de unidades de traslado al sector salud de Jalisco.



Figura 13. Revisión de requerimientos y entrega de unidades al centro de salud, Jalisco.

Referencias:

Watson Stephanie, Como se propaga el coronavirus. <https://www.webmd.com/es/covid/coronavirus-transmission-general>.

Cruz Cruz, B., Vilchis Bravo, V., Villagomez Orozco, J., Escamilla Martínez, A. (2020). Memoria fotográfica-Partida Gasto de Inversión. CIATEQ A.C.-COECYTJAL.

Vilchis Bravo, V., (2020), Reporte Técnico Final "Unidad de traslado de pacientes con aislamiento hermético". CIATEQ A.C.-COECYTJAL.

Juárez Sosa, I., (2020). Análisis de dinámica de fluidos de cámara de traslado. CIATEQ A.C.

Oliva Martín, Sanchez Julio, 2020. Reporte de pruebas de % de saturación de oxígeno dentro de la cámara de aislamiento desarrollada por ciateq, en personas sanas

Mayo Clinic, 2023. <https://www.mayoclinic.org/es/symptoms/hipoxemia/basics/definicion/sym-20050930>.

ANÁLISIS Y PERSPECTIVAS DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN MÉXICO CON UNA VISIÓN ESTRATÉGICA HACIA EL 2050

Omayra Yolanda Reynoso Ibarra TecNm / ITSSLPC omayra.reynoso@tecsuperiorslp.edu.mx
Gerardo Rafael Reynoso Ibarra TecNm / ITSSLPC gerardo.reynoso@tecsuperiorslp.edu.mx
Adriana del Pilar Montoya Castro TecNm / ITSSLPC adriana.montoya@tecsuperiorslp.edu.mx

Abstract

Higher Education in Mexico faces a set of significant challenges that require urgent attention and strategic restructuring. This essay examines the current state of Higher Education in the Country, addressing aspects such as inequality in access, educational quality, and the relevance of academic programs. The above is in accordance with UNESCO's projection in the educational field towards 2050, and in accordance with; emerging trends, such as digital transformation, the need for new skills, inclusion and international collaboration. Finally, some specific strategies are proposed to strengthen the Educational System and ensure that Higher Education becomes an engine of social and economic development in the Country.

Keywords: Educational quality, inequality, digital transformation, inclusion.

Resumen

La Educación Superior en México enfrenta un conjunto de desafíos significativos que requieren una atención apremiante y de una reestructuración estratégica. Este ensayo examina el estado actual de la Educación Superior en el País, abordando aspectos como la desigualdad en el acceso, la calidad educativa y la pertinencia de los programas académicos. Lo anterior de acuerdo a la proyección que hace la UNESCO en el ámbito educativo hacia el 2050 y en concordancia con las tendencias emergentes como la; transformación digital, la necesidad de nuevas competencias, la inclusión y la colaboración internacional. Finalmente, se proponen algunas estrategias específicas para fortalecer el Sistema Educativo y asegurar que la Educación Superior se convierta en un motor de desarrollo social y económico en el País.

Palabras clave: Calidad educativa, desigualdad, transformación digital, inclusión.

Introducción

La Educación Superior es un pilar fundamental para el desarrollo de cualquier sociedad; En México, la Educación Superior ha experimentado una evolución significativa desde la fundación de su primera universidad en el siglo XVI. Sin embargo hoy en día el país enfrenta retos en este sector, como lo es la falta de espacios en las Instituciones de Educación Superior (IES), la inclusión y la necesidad de mejorar la calidad educativa, aunado a lo anterior la globalización y la rápida transformación tecnológica presentan tanto oportunidades como retos que deben ser abordados con urgencia. Este ensayo busca analizar el estado actual de la educación superior en

México y ofrecer una visión estratégica hacia el año 2050, destacando la importancia de adoptar un enfoque inclusivo y orientado al futuro.

Contexto Histórico y Estructural de la Educación Superior en México

La historia de la Educación Superior (ES) en México está marcada por la creación de las IES que han buscado responder a las necesidades educativas de la población, desde la Real y Pontificia Universidad de México, hasta la proliferación de universidades en el siglo XX, (Hernández Santiago, 2022) y la constitución del ahora Tecnológico Nacional de México (TecNM) (TecNM, 2024) entre otros, ha llevado a que el sistema educativo crezca en cantidad y diversidad, sin embargo, a pesar de este crecimiento, la ES enfrenta desafíos que obstaculizan su capacidad para contribuir de manera efectiva al desarrollo del país, la falta de cobertura de profesionistas en ciertas carreras, la deserción y la falta de inclusión para alumnos con capacidades diferentes y a la población indígena, entre otros factores que se analizan en el presente trabajo.

Desigualdad en el Acceso

El acceso a la Educación Superior en México está profundamente marcado por desigualdades socioeconómicas y geográficas. Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2022), en 2020, solo el 21.6% de los jóvenes de 15 a 24 se encuentra cursando la Educación Superior, esta cifra resulta alarmante y de suma importancia para un análisis posterior para identificar las variables del por qué los jóvenes no están teniendo acceso a la Educación Superior; de lo anterior se puede inferir que la ES se ha convertido en un privilegio más que en un derecho, llevando a la población a un ciclo de pobreza y exclusión, aunque las universidades públicas ofrecen educación a costos accesibles, estas se encuentran sobrepasadas ante la falta de infraestructura y recursos para satisfacer la demanda que existe en el País.

Calidad Educativa

La calidad educativa es un tema recurrente en el debate sobre la Educación Superior en México, a pesar de los esfuerzos por mejorar la formación docente y los programas académicos, muchas instituciones aún enfrentan críticas en cuanto a la relevancia de sus currículos, la falta de investigación y la escasa vinculación con el sector productivo lo cual limitan la capacidad de los egresados para integrarse exitosamente en el mercado laboral.

En México la evaluación de la Educación Superior inició en los años setenta y esta era a través de la demanda y el crecimiento de la Institución y sus programas específicos de desarrollo Institucional, en los años ochenta, en un contexto económico de crisis, la evaluación de la Educación Superior, se asoció a principios de eficiencia y eficacia, sin embargo fue hasta los años noventa cuando la evaluación se volvió una política y estrategia gubernamental de regulación, control y vigilancia de las funciones sustantivas de las instituciones de Educación Superior bajo los principios de rendición de cuentas y herramientas metodológicas y modelos de gestión empresarial. (César García, 2020)

En la década de los noventa el gobierno estableció como uno de sus objetivos en Educación Superior la creación de un sistema nacional de evaluación de denominada como; La Coordinación Nacional para la Planeación de la Educación Superior (CONPES) con el nombre de Comisión Nacional de Evaluación (CONAEVA), integrada por representantes del gobierno federal y de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), los cuales se encargaban de evaluar principalmente a las universidades estatales. (Ordorka, 2014)

Posteriormente surge el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, (CACEI) como la primera instancia acreditadora en el país, derivado de que; La Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería (ANFEI) emite una declaración en la que manifiesta la necesidad de crear una organización que lleve a cabo los procesos de acreditación

de programas de ingeniería en México. Simultáneamente, en el marco del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), en la parte relativa a la movilidad de los ingenieros, el grupo negociador hace una propuesta para coadyuvar a la mejora de la calidad de la enseñanza de la ingeniería y proporcionar información oportuna sobre ésta, que sea pertinente y objetiva; la cual es de gran valor para las instituciones educativas, estudiantes, profesores, egresados, empleadores y padres de familia, para la toma de decisiones. (CACEI, 2024)

Transformación Digital

La transformación digital será una de las tendencias más significativas que marcarán la educación superior hacia 2050. La pandemia de COVID-19 aceleró la adopción de tecnologías digitales en la educación, revelando oportunidades y desafíos. La educación en línea y los modelos híbridos están destinados a convertirse en la norma, lo cual podría ser una de las alternativas para garantizar el acceso a una educación de calidad para estudiantes de diversas ubicaciones y contextos.

Sin embargo, esta transformación también plantea la necesidad de garantizar la calidad de la educación digital, lo cual representa un desafío en el País al no tener la infraestructura para poder llegar a todos los rincones del País, aunado a la capacitación docente pertinente para este tipo de modalidades, de acuerdo a INEGI en su Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) en el 2023; solo el 43.8% de los hogares disponía de computadora (laptop, tablet o de escritorio) y el 81.2% de la población de 6 años o más usa internet y el 81.4% contaba con un teléfono móvil. (INEGI, Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática, 2024)

Nuevas Competencias y Habilidades

El futuro del trabajo está cambiando rápidamente, y con él, las competencias requeridas por los empleadores hacia el 2050 y se anticipa que las habilidades blandas, como la creatividad, la adaptabilidad y

la colaboración, serán tan esenciales o superiores a las habilidades técnicas por lo que, las Instituciones de Educación Superior deberán reestructurar sus currículos para integrar estas competencias y preparar a los estudiantes para un entorno laboral dinámico. (Juan Varona, 2024)

La importancia de que los empleados en una organización cuenten con este tipo de habilidades es primordial, ya que repercuten en muchas áreas o departamentos, debido a que son una guía respecto a cómo se desenvuelven las situaciones en la empresa, es decir, son los comportamientos, valores, actitudes, etcétera, que el personal posee y con los cuales interactúa. (Laines & Hernández, 2021)

Además, se requerirá un enfoque en la educación continua y el aprendizaje a lo largo de la vida. La capacidad de adaptarse y aprender nuevas habilidades será fundamental en un mundo laboral en constante evolución.

Inclusión y Diversidad

La inclusión debe ser un principio rector en la educación superior del futuro, por lo que resulta apremiante implementar políticas que eliminen las barreras de acceso para grupos vulnerables, incluyendo comunidades indígenas, jóvenes de bajos recursos y personas con discapacidad, además de fomentar un entorno educativo diverso y equitativo, lo cual no solo enriquecerá la experiencia de aprendizaje, sino también contribuirá a la cohesión social y al desarrollo sostenible.

Desde hace poco más de dos décadas, la equidad y la igualdad de oportunidades se han convertido en dos temas centrales para las políticas de educación superior en México. El acceso a los servicios educativos, como parte de los bienes sociales y del compromiso de los Estados nacionales, nos lleva al análisis de cuestiones más amplias relacionadas con la justicia social. Sin embargo, la educación es un bien que dista mucho de los objetos físicos que podemos acumular y su apropiación también difiere de la que hacemos con las propiedades materiales, de ahí la enorme complejidad

para tratar la justicia en el ámbito educativo (Latapí, 1993)

Una vez que se ha realizado un análisis de los principales retos de la Educación Superior en México, rumbo al 2050, es pertinente hacer énfasis que; para abordar los desafíos actuales y futuros, es imperante que se implementen estrategias efectivas que fortalezcan la Educación Superior en México mediante el desarrollo de políticas públicas que prioricen la educación superior como motor de desarrollo, aumento de la inversión en infraestructura, programas de becas y apoyo a estudiantes de diversos contextos socioeconómicos, además de establecer incentivos para fomentar la vinculación entre las IES y el sector productivo, favoreciendo la pertinencia de los programas académicos.

Otro de los puntos a fortalecer es la investigación, es crucial fomentar la colaboración entre las IES y los centros de investigación, promoviendo proyectos que aborden problemas sociales y económicos. Esta colaboración no solo mejorará la calidad educativa, sino que también impulsará la innovación y el desarrollo tecnológico en el país.

Un punto medular debe ser la formación continua de los docentes para garantizar una educación de calidad, a través de la implementación de programas que actualicen sus competencias pedagógicas y tecnológicas, que les permitan adaptarse a los cambios en el entorno educativo. La inversión en la capacitación docente no solo beneficiará a los educadores, sino que también impactará positivamente en el aprendizaje de los estudiantes.

Finalmente es esencial promover una educación intercultural que respete y valore la diversidad cultural de México, lo cual implica desarrollar programas académicos que incorporen la perspectiva indígena y promuevan el respeto por las diferentes culturas. La educación intercultural no solo enriquecerá la experiencia educativa, sino que también contribuirá a la cohesión social y a la construcción de una sociedad más justa, lo cual ira en concordancia con la

Conclusiones

La educación superior en México se encuentra en un punto crítico, enfrentando desafíos que requieren atención urgente y soluciones innovadoras. Hacia 2050, por lo que es esencial adoptar un enfoque estratégico que promueva la inclusión, la calidad educativa y la adaptación a las nuevas demandas del mercado laboral. La transformación digital, la formación de competencias relevantes y la colaboración internacional serán factores determinantes para lograr una educación superior que no solo sea accesible, sino también pertinente y de alta calidad.

La construcción de un sistema educativo robusto y equitativo es responsabilidad de todos: el gobierno, las instituciones educativas, el sector privado y la sociedad civil. Solo a través de un esfuerzo conjunto se podrá garantizar que la educación superior en México sea un motor de desarrollo social y económico, capaz de formar a las futuras generaciones de líderes y ciudadanos comprometidos. En última instancia, la educación superior debe ser entendida como un bien público esencial para el progreso del país, y su fortalecimiento es un deber compartido por todos los actores involucrados.

Bibliografía

CACEI. (15 de MAYO de 2024). Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería. Obtenido de CACEI: <https://cacei.org.mx/nv/nv01/nv0102.html>

Laines, C., & Hernández, A. (2021). La importancia de las habilidades blandas en el Home office y su impacto en la productividad de una empresa. Vincula Télica EFAN, 929-943.

Latapí, P. (1993). Reflexiones sobre la justicia en la educación. Revista Latinoamericana de Estudios Educativo, 9-41.

César García, M. H. (2020). Los sistemas de evaluación de la Educación Superior en México y España. Un estudio comparativo. Revista de la Educación Superior, 115-136.

Hernández Santiago, P. &. (2022). El sistema de educación superior en México. Setenta años de historia de la ANUIES a través de las reformas. Revista de Educación Superior, 1-50.

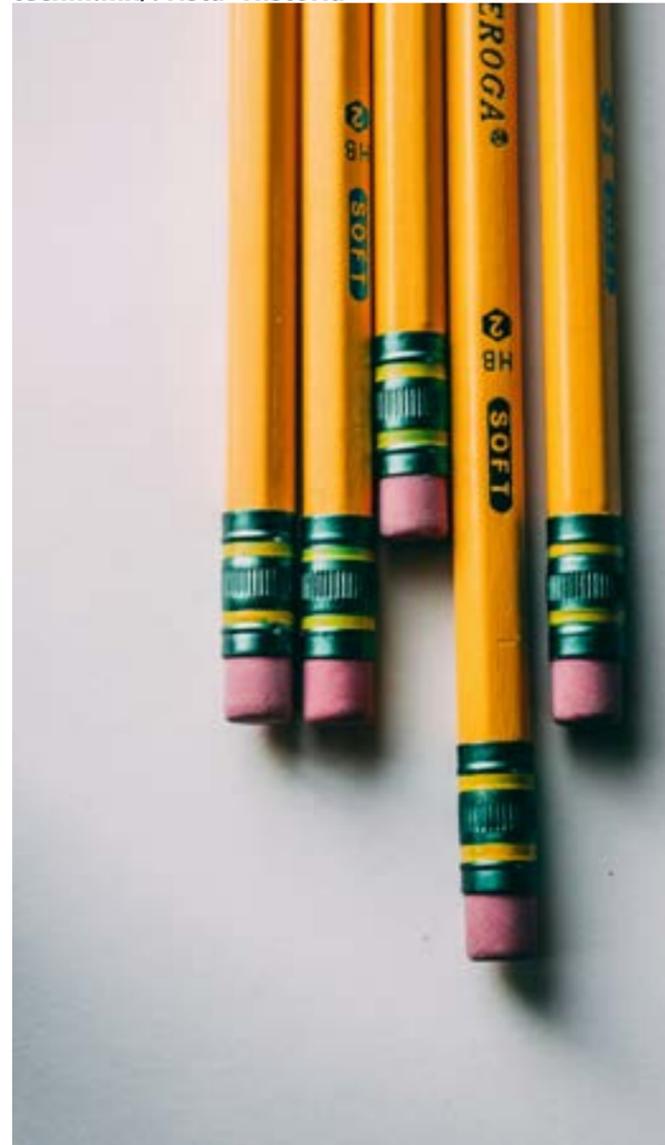
INEGI. (20 de Mayo de 2022). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Obtenido de INEGI: <https://www.inegi.org.mx/temas/educacion/>

INEGI. (13 de Junio de 2024). Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática. Obtenido de https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2024/ENDUTIH/ENDUTIH_23.pdf

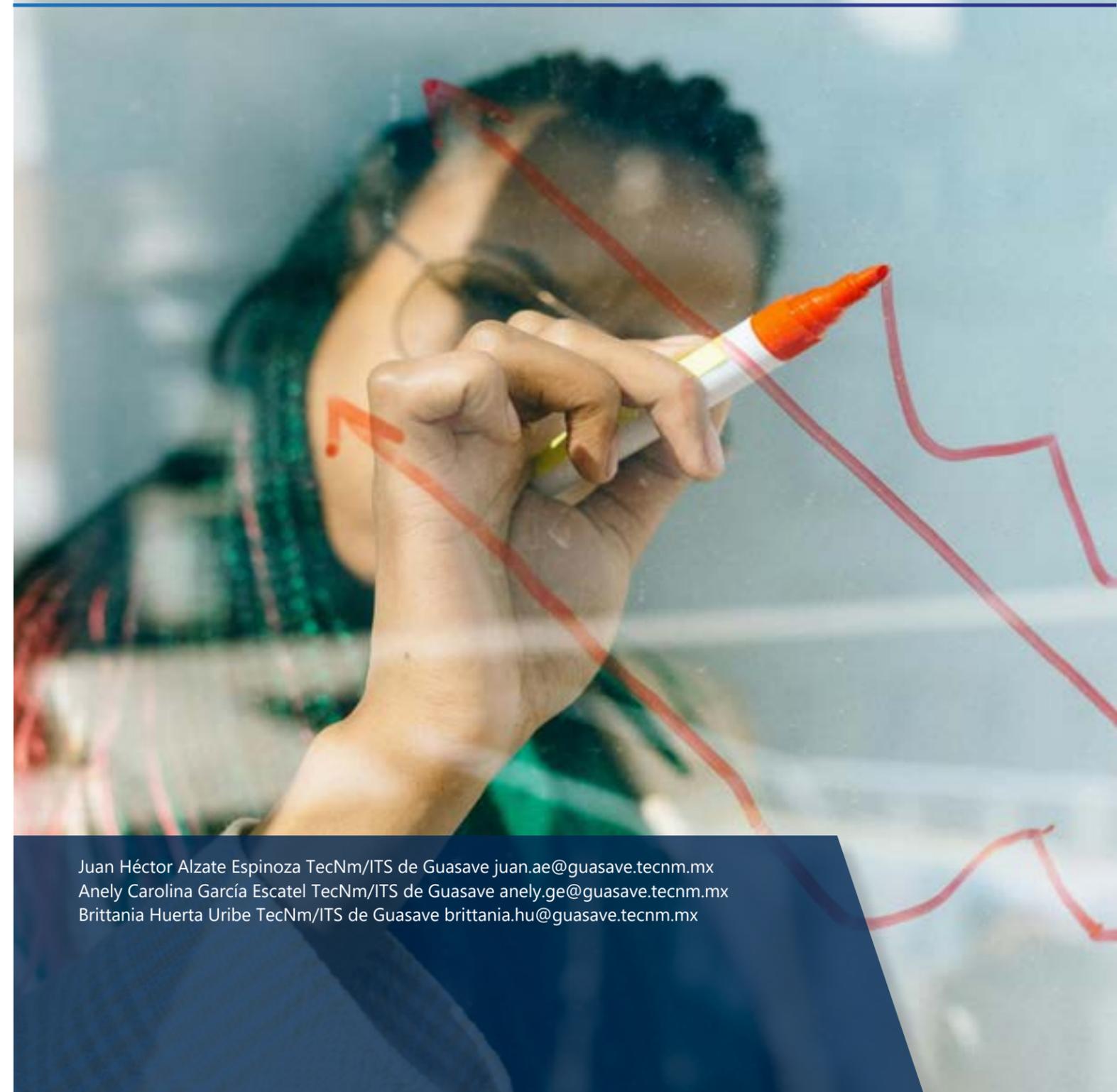
Juan Varona, C. R. (2024). Competencias laborales blandas de alto impacto en egresados universitarios. Un estudio descriptivo. Unoiversidad Católica del Norte, 245-275.

Ordorka, I. (2014). Sistema de información para la evaluación de la educación superior en México. Revista de la educación superior, 5-7.

TecNM. (8 de Noviembre de 2024). Tecnológico Nacional de México. Obtenido de <https://www.tecnm.mx/?vista=Historia>



IMPACTO DE LAS SOFT SKILLS EN LA ATENCIÓN AL CLIENTE EN UNA DISTRIBUIDORA AUTOMOTRIZ DE CIUDAD JUÁREZ.



Juan Héctor Alzate Espinoza TecNm/ITS de Guasave juan.ae@guasave.tecnm.mx
Anely Carolina García Escatel TecNm/ITS de Guasave anely.ge@guasave.tecnm.mx
Brittania Huerta Uribe TecNm/ITS de Guasave brittania.hu@guasave.tecnm.mx

Abstract

This study examines the impact of soft skills on customer service at an automotive dealership in Ciudad Juárez, Mexico. The objective is to evaluate how the development of these skills influences service quality and customer satisfaction. Grounded in the concept of a quality culture, the research concludes that effective training in soft skills enhances interactions with customers and optimizes the perception of service quality. It is recommended that dealerships implement soft skills development programs to strengthen service quality and foster strong customer relationships, thereby increasing their competitiveness in the market.

Keywords: Customer service, quality culture, automotive dealership, soft skills.

Resumen

Este estudio analiza el impacto de las soft skills en la atención al cliente de una distribuidora automotriz en Ciudad Juárez, México. El objetivo es evaluar cómo el desarrollo de estas habilidades influye en la calidad del servicio y la satisfacción del cliente. Se concluye que una capacitación efectiva en soft skills mejora la interacción con los clientes y optimiza la percepción de calidad del servicio. Se recomienda que las distribuidoras implementen programas de desarrollo de habilidades blandas para fortalecer la calidad del servicio y fomentar relaciones sólidas con los clientes, incrementando así su competitividad en el mercado.

Palabras clave: Atención al cliente, cultura de calidad, distribuidora automotriz, soft skills.

Introducción

En el sector automotriz, la atención al cliente es fundamental para la percepción de calidad y fidelización. Este estudio analiza el impacto de las soft skills en el desempeño del personal de atención al cliente en una distribuidora automotriz de Ciudad Juárez, México, proponiendo que la capacitación en estas habilidades mejora la experiencia del cliente y la competitividad de la empresa (Galloway, 2017; Homburg, Jozić, & Kuehnl, 2017).

Con la expansión de la industria automotriz en México, la demanda de personal capacitado ha aumentado (Hernández & Chapa, 2020). El objetivo es evaluar cómo el desarrollo de soft skills influye en la percepción de calidad del servicio y en la satisfacción del cliente (Bashir, 2019; Schuler & MacMillan, 2019). La falta de capacitación en estas habilidades puede generar inconsistencias en el servicio

y disminuir la competitividad (Liker & Morgan, 2019; Rodríguez, 2021). La hipótesis central sostiene que una capacitación sistemática en soft skills incrementará la satisfacción y lealtad del cliente (Kotler & Keller, 2020), utilizando el marco de la cultura de calidad para analizar el impacto del desarrollo de talento en la percepción del servicio (Grönroos, 2020; Zeithaml, Bitner, & Gremler, 2021).

Antecedentes

En el competitivo sector automotriz, la capacidad del personal para comunicarse, mostrar empatía y resolver problemas es esencial para mejorar la experiencia del cliente y la percepción de calidad del servicio (Galloway, 2017). La teoría de la cultura de calidad sugiere que las organizaciones deben promover la excelencia y la atención al cliente a través de la capacitación en habilidades interpersonales (Zeithaml, Bitner, & Gremler, 2021).

Estudios indican que el desarrollo de soft skills incrementa la satisfacción del cliente, fortalece la lealtad y mejora la competitividad (Bashir, 2019). Fomentar una cultura de calidad que impulse estas habilidades contribuye a un mejor posicionamiento en el mercado automotriz (Liker & Morgan, 2019). Kotler y Keller (2020) destacan que la satisfacción del cliente depende de la calidad del servicio y la interacción con el personal, subrayando la necesidad de implementar programas de capacitación en soft skills. En México, Hernández y Chapa (2020) enfatizan la importancia de estos programas para cumplir con los estándares de calidad y servicio del mercado.

Planteamiento y Desarrollo

Se identificaron 5 habilidades clave en el personal de atención al cliente: comunicación, empatía, actitud positiva, resolución de problemas y eficiencia. Estas competencias se evaluaron mediante encuestas de satisfacción a los clientes después de sus interacciones en la distribuidora. Los resultados, presentados en la Figura 1, revelaron que la empatía y la comunicación son las más valoradas y tienen un impacto significativo en la

percepción del cliente. Los clientes atendidos por empleados con un alto nivel en estas habilidades reportaron experiencias más positivas y una mayor calidad del servicio, destacando la necesidad de fortalecer estas competencias para mejorar la satisfacción del cliente y la competitividad de la distribuidora.

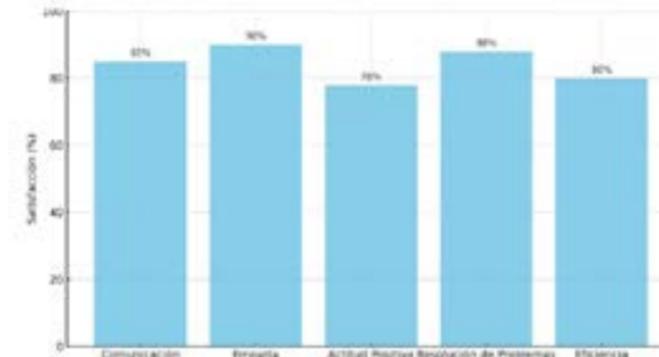


Figura 1 - Impacto de las Soft Skills en la Satisfacción del Cliente Fuente: Elaboración propia.

Se desarrolló un programa de capacitación en soft skills para el personal de atención al cliente, centrado en mejorar las habilidades de comunicación y empatía a través de actividades prácticas. Esta capacitación se basó en estudios previos que demuestran el impacto positivo de estas habilidades en la percepción del servicio. El proceso de implementación de la cultura de calidad en la atención al cliente y sus etapas se muestra en el Diagrama de Flujo (ver Figura 2).

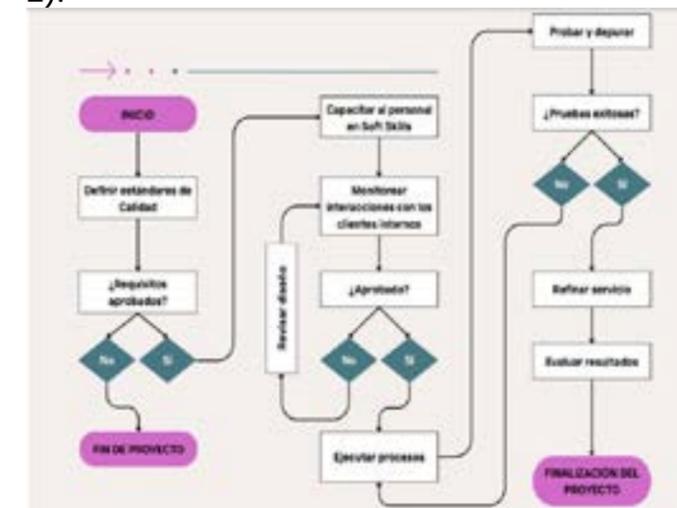


Figura 2 - Diagrama de Flujo: Implementación de Cultura de Calidad en Atención al Cliente Fuente: Elaboración propia.

Se implementaron encuestas de satisfacción al cliente para evaluar el impacto de la

capacitación en el servicio, comparando a clientes atendidos por personal capacitado en habilidades blandas con aquellos atendidos por personal no capacitado. Los resultados, presentados en la Tabla 1, mostraron diferencias significativas en la percepción de calidad del servicio: los clientes atendidos por personal capacitado reportaron un índice de satisfacción del 92%, frente al 74% de los no capacitados. La empatía alcanzó un 95%, mientras que la comunicación y la resolución de problemas fueron del 90% y 88%, respectivamente. Un 94% de los clientes recomendarían el servicio de empleados capacitados, en contraste con el 66% de los no capacitados, evidenciando que el desarrollo de habilidades blandas mejora tanto la satisfacción como la calidad de la interacción con los clientes (ver Tabla 1).

Indicador	Capacitados (%)	No Capacitados (%)
Satisfacción General	92	74
Comunicación Efectiva	90	65
Empatía	95	70
Resolución de Problemas	88	60
Actitud Positiva	91	68
Eficiencia en el Servicio	89	72
Recomendación del Servicio	94	66
Tiempo de Espera para Atención	85	50
Seguimiento Post-Venta	87	55
Nivel de Confianza en el Personal	93	67

Tabla 1. Satisfacción del Cliente entre Empleados Capacitados y No Capacitados.

Los empleados capacitados mostraron un comportamiento más proactivo y receptivo, adaptándose mejor a las necesidades de los clientes y ofreciendo soluciones más rápidas, alineándose con la cultura de calidad de la distribuidora. Se propone un programa de capacitación estructurado en 4 etapas: evaluación de necesidades, desarrollo, implementación y evaluación continua (ver Figura 3). Además, se estableció un proceso de retroalimentación continua que permite

a los empleados recibir informes mensuales sobre su desempeño y la satisfacción del cliente, facilitando ajustes en la capacitación (ver Figura 2). La investigación subrayó la importancia de institucionalizar la capacitación en soft skills, evidenciando que la atención de empleados capacitados es esencial para diferenciarse en el mercado automotriz.

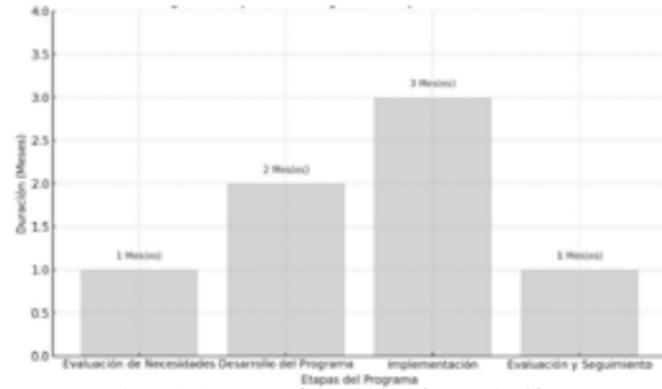


Figura 3. Propuesta de programa de capacitación
Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

El estudio demostró que la capacitación en soft skills transforma la atención al cliente en una distribuidora automotriz de Ciudad Juárez. Se identificaron 5 habilidades clave: comunicación, empatía, actitud positiva, resolución de problemas y eficiencia. Los datos revelaron que los clientes atendidos por personal capacitado alcanzaron un nivel de satisfacción del 92%, en comparación con el 74% de aquellos atendidos por empleados sin formación, confirmando que la inversión en habilidades blandas es esencial para ofrecer un servicio de calidad.

Los resultados resaltaron que la buena comunicación y la empatía son fundamentales para adaptar el servicio a las necesidades del cliente y crear experiencias memorables. Se recomienda establecer un programa de capacitación continua en soft skills para mejorar la calidad del servicio y fomentar un ambiente colaborativo.

También se sugiere aplicar estos hallazgos en otros sectores, enfatizando la importancia de desarrollar habilidades interpersonales en el personal. La inversión en el desarrollo de las personas no solo mejora la satisfacción del cliente, sino que también contribuye al

éxito sostenible de cualquier negocio.

Bibliografía

Bashir, S. (2019). Impact of soft skills on customer service in the service industry. *International Journal of Management Sciences*, 30(2), 87-105.

Galloway, L. (2017). Building a culture of quality: The role of soft skills in enhancing customer satisfaction. *Quality Management Journal*, 24(1), 27-35.

Grönroos, C. (2020). Service management and marketing: Managing the service profit logic. Wiley.

Hernández, R., & Chapa, J. (2020). La industria automotriz en México: Retos y oportunidades para la competitividad. *Revista Mexicana de Negocios*, 35(2), 97-112.

Homburg, C., Jozić, D., & Kuehnl, C. (2017). Customer experience management: Toward implementing an evolving marketing concept. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 45(3), 377-401.

Kotler, P., & Keller, K. L. (2020). Marketing management (16th ed.). Pearson.

Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2019). The Toyota way in services: The case of automotive retail. *Academy of Management Perspectives*, 33(4), 471-482.

Rodríguez, M. (2021). La formación de soft skills en la industria automotriz de México. *Estudios Empresariales y Competitividad*, 18(1), 50-72.

Schuler, R. S., & MacMillan, I. C. (2019). Soft skills development in service industries: Enhancing customer interaction. *Service Industry Journal*, 29(3), 229-240.

Zeithaml, V. A., Bitner, M. J., & Gremler, D. D. (2021). Services marketing: Integrating customer focus across the firm (8th ed.). McGraw-Hill Education.



SÉ INGENIER@

SÉ TEC SE SUPERIOR



Sé lo que quieras ser **SÉ SUPERIOR**



www.slpotosicapital.tecnm.mx