



**UT Hermosillo**  
Opción con Futuro

REVISTA DE INVESTIGACIÓN TECNOCIENTÍFICA  
ACADÉMICA SINERGIA

# RITCAS

REVISTA DE INVESTIGACIÓN TECNOCIENTÍFICA  
ACADÉMICA SINERGIA

# RITCAS

## Volumen 1, Año 3

Editores:

Dr. Jorge Oswaldo Rivera Nieblas  
Dra. Blanca Guadalupe Cruz Silva  
Dra. Guadalupe Adriana Básaca Loya  
M.C. Eduardo Chávez Mendiola  
M.A.N. Alán Beltrán García



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
DE HERMOSILLO, SONORA.

2023-2

ISSN: 2954-3932

## UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE HERMOSILLO, SONORA.

### Carreras:

1. Ingeniería Industrial.
2. Ingeniería en Minería.
3. Ingeniería en Mecatrónica.
4. Ingeniería en Metal Mecánica.
5. Ingeniería en Energías Renovables.
6. Ingeniería en Mantenimiento Industrial.
7. Ingeniería en Manufactura Aeronáutica.
8. Ingeniería en Desarrollo y gestión del Software.
9. Ingeniería en Redes Inteligentes y Ciberseguridad.
10. Licenciatura en Gastronomía.
11. Licenciatura en Protección Civil y Emergencia
12. Licenciatura en Gestión de Negocios y Proyectos.
13. Licenciatura en Innovación de Negocios y Mercadotecnia.

### REVISTA DE INVESTIGACIÓN TECNO-CIENTÍFICA ACADÉMICA SINERGIA RITCAS

Número: 7

Volumen: 1

Año: 3

2023

Cuatrimestre: mayo-agosto.

Editor responsable: Dr. Jorge Oswaldo Rivera Nieblas

Comité editorial: Dr. Jorge Oswaldo Rivera Nieblas, Dra. Blanca Guadalupe Cruz Silva, Dra. Guadalupe Adriana Básaca Loya, M.C. Eduardo Chávez Mendiola y M.A.N. Alán Beltrán García.

Universidad Tecnológica de Hermosillo, Sonora.

Hermosillo, Sonora, México.

56 páginas.

Edición electrónica.

URL: <http://ritcas.uthermosillo.edu.mx/>

Reserva de Derechos No. 04-2021-063017351900-102.

ISSN: 2954-3932.

D.R. © 2023 REVISTA DE INVESTIGACIÓN TECNO-CIENTÍFICA ACADÉMICA SINERGIA RITCAS

Universidad Tecnológica de Hermosillo, Sonora.

Boulevard de los Seris Final S/N, Colonia Parque Industrial, Hermosillo, Sonora, México. C.P.83299

Tel. +52 (662) 2511100-04.

Extensión 2023.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
DE HERMOSILLO, SONORA.**

**REVISTA DE INVESTIGACIÓN TECNO-CIENTÍFICA ACADÉMICA SINERGIA RITCAS**, Año 3, Volumen 1, No. 7, mayo-agosto 2023 es una publicación cuatrimestral, editada por la Universidad Tecnológica de Hermosillo, Sonora, organismo público descentralizado del Gobierno del Estado de Sonora, con domicilio en Boulevard de los Seris Final S/N, Parque Industrial, Hermosillo, Sonora, México. C.P.83299, +52 (662) 2511100-04 Ext. 2023 y 2025, URL: <http://ritcas.uthermosillo.edu.mx/> correo: [editorritcas@uthermosillo.edu.mx](mailto:editorritcas@uthermosillo.edu.mx). Editores Responsables: Dr. Jorge Oswaldo Rivera Nieblas, Dra. Blanca Guadalupe Cruz Silva, Dra. Guadalupe Adriana Básaca Loya. M.C. Eduardo Chávez Mendiola y M.A.N. Alán Beltrán García. Reserva de derechos al uso Exclusivo No. 04-2021-063017351900-102, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor e ISSN: 2954-3932. Responsable de la última actualización de este Número Dr. Jorge Oswaldo Rivera Nieblas Boulevard de los Seris Final S/N, Parque Industrial, Hermosillo, Sonora, México. C.P.83299, fecha de última modificación, 30 de abril del 2023.

Su objetivo principal es promover y subsanar la falta de producción de calidad y publicar artículos arbitrados elaborados por los Profesores-Investigadores de la institución y externos, además de permitir que Profesores-Investigadores internos y externos formen parte del consejo editorial lo que permitiría revisar los artículos en base a su línea de investigación y emitir los dictámenes respectivos; esto coadyuvaría para la producción académica de calidad de la institución y de cada revisor.

La revista presenta artículos arbitrados por pares, sobre diversos temas acorde al quehacer de Universidad Tecnológica de Hermosillo, Sonora, dichos artículos cumplen con los requisitos establecidos para una revista en INDAUTOR.

La información e ideas vertidas en cada uno de los artículos de esta revista, son responsabilidad exclusiva de los autores, ni las instituciones que apoyaron en la organización de esta Revista, ni los editores del mismo se hacen responsables por las faltas en las que los autores hayan incurrido en la preparación de sus trabajos. Cualquier aclaración deberá ser remitida al autor principal de cada trabajo, o en su defecto a los coautores.

## DIRECTORIO

### **Autoridades de Universidad Tecnológica de Hermosillo, Sonora:**

**M.C. Clicerio Rivas Unzueta**, Rector.

**Mtro. Julio Cesar Valenzuela Murrieta**, Director Jurídico.

**Dra. Francisca Isabel Villa Medina**, Secretaria Académica.

### **Editores:**

**Dr. Jorge Oswaldo Rivera Nieblas**, Representante de CA Sistemas Mecatrónicos. (SISMEC)

**Dra. Blanca Guadalupe Cruz Silva**, Representante CA Desarrollo Regional en Sonora.

**Dra. Guadalupe Adriana Básaca Loya**, Representante de CA Seguridad, Salud, y Protección Civil.

**M.C. Eduardo Chávez Mendiola**, Representante de CA.

**M.A.N. Alán Beltrán García**, integrante CA Gestión y Control de Procesos Productivos (GCPP).

### **Diseño de revista y Plataforma:**

**Lic. Erika M. Clark Ávila**, Diseñadora del Departamento de Difusión y Divulgación Universitaria.

**M.D.R. Alejandra Álvarez Romero**, Jefe del Departamento de Medios Electrónicos.

## EDITORIAL

### Comité Editorial:

**Dr. Jorge Oswaldo Rivera Nieblas**, , , Universidad Tecnológica de Hermosillo y Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Hermosillo, Sonora, México.

**Dra. Blanca Guadalupe Cruz Silva**, , Universidad Tecnológica de Hermosillo, Sonora, México.

**Dra. Guadalupe Adriana Básaca Loya**, , Universidad Tecnológica de Hermosillo, Sonora, México.

**M.C.I. Eduardo Chávez Mendiola**, , Universidad Tecnológica de Hermosillo y Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Hermosillo, Sonora, México.

**M.A.N. Alán Beltrán García**, Universidad Tecnológica de Hermosillo, Sonora, México.

### Consejo Editorial:

**Dra. Milka del Carmen Acosta Enríquez**, , Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México.

**Dr. Santos Jesús Castillo**, , Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México.

**Dr. Eusebio Jiménez López**, , Universidad Tecnológica del Sur de Sonora, México.

**Dr. Hugo Alejandro Borbón Núñez**, , Universidad Autónoma de México, Baja California, México.

**Dra. Reyna Elizabeth Rodríguez Pérez**, , Universidad Autónoma de Coahuila, México.

**Dra. Alejandra García García**, , Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C., Nuevo León, México.

**Dra. Manuela Alejandra Zalapa Garibay**, , Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

**Dra. Maira Berenice Moreno Trejo**, , Universidad Tecnológica de Guaymas, Sonora, México.

**M.C. Mario Alberto Domínguez Rovira**, , Universidad Tecnológica de Guaymas, Sonora, México.

**M.C. Norma Angélica Álvarez Torres**, , Universidad Tecnológica de Nogales y Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Nogales, Sonora, México.

**M.A. Carlos Minisak Urueña Barragan**, , Universidad Tecnológica de la Costa Grande de Guerrero, México.

**M.F. Omar Lozano Tapia**, , Universidad Tecnológica de la Costa Grande de Guerrero, México.

**M.A. Miriam Araceli López Núñez**, , Universidad Tecnológica de la Costa Grande de Guerrero, México.

**M.A. María del Carmen Olivera Silva**, , Universidad Tecnológica de la Costa Grande de Guerrero, México.

**Comité dictaminador y revisores en esta edición:**

- **Dra. Guadalupe Adriana Básaca Loya**
- **Dra. Blanca Guadalupe Cruz Silva**
- **M.C.I. Eduardo Chávez Mendiola**
- **M.A.N. Alán Beltrán García**

**Revisores de estilo en esta edición:**

- **Dr. Jorge Oswaldo Rivera Nieblas**
- **Dra. Blanca Guadalupe Cruz Silva**
- **Dra. Guadalupe Adriana Básaca Loya**
- **Dra. María Guadalupe Marmolejo López**

## PREFACIO

La investigación en instituciones de educación superior es un eje fundamental en la búsqueda de generación de conocimiento, además de contribuir a la transformación de la sociedad. La divulgación de los resultados de estudios e investigaciones científicas favorece la construcción colectiva del conocimiento. Por ello la importancia de fomentar el desarrollo de la investigación, y que ésta sea publicada en revistas científicas.

La revista RITCAS es un instrumento de expresión científica y académica, que permite a investigadores de la Universidad Tecnológica de Hermosillo y externos a ella, contar con un medio de divulgación de la producción científica, accesible a la comunidad universitaria, así como empresas y diversas organizaciones, a través de las cuales, se establecen acciones estratégicas en procesos de vinculación.

En esta edición se publican artículos del área administración e ingeniería. Agradecemos a nuestros lectores, revisores y personas que colaboran en ella, me complace presentar esta edición del año 3, volumen 1, y el número 7.

**Afectuosamente.**

**Dra. Guadalupe Adriana Básaca Loya**  
***Editora, Representante de CA Seguridad, Salud, y Protección Civil.***

---

## CONTENIDO

<b>DIRECTORIO.....</b>	<b>5</b>
<b>PREFACIO .....</b>	<b>8</b>
<b>CONTENIDO .....</b>	<b>9</b>
<b>Diseño y Manufactura de un Dron Cuadrirrotor.....</b>	<b>11</b>
<b>Propuesta de Adaptación de máquina de coser industrial con accionamiento por medio de extremidades superiores .....</b>	<b>22</b>
<b>Proyección del precio del Dólar (MXN) a 2024, mediante Análisis de Regresión Cuadrática, Método Holt – Winters, y Simulación de Eventos Discretos .....</b>	<b>27</b>
<b>Investigación Aplicada que impacté en Empresas Familiares y en el Desarrollo Local Regional Sustentable.....</b>	<b>37</b>
<b>Estandarización del proceso de preparación de Máquina CNC modelo Chevalier EM1620L .....</b>	<b>52</b>

## **DISEÑO Y MANUFACTURA DE UN DRON CUADRIRROTOR**

## **DESIGN AND MANUFACTURE OF A QUADROTOR DRONE**

**Pedro Guillermo Mar-Hernández <sup>a\*</sup>, Juan Carlos Grijalva-Acuña <sup>a, b</sup>, Aureliano Cerón-Franco <sup>a</sup>,  
Víctor Manuel Martínez-Álvarez <sup>c</sup>**



## Diseño y Manufactura de un Dron Cuadrirrotor

## Design and Manufacture of a Quadrotor Drone

**Pedro Guillermo Mar-Hernández<sup>a\*</sup>, Juan Carlos Grijalva-Acuña<sup>a,b</sup>, Aureliano Cerón-Franco<sup>a,b</sup>, Jorge Oswaldo Rivera-Nieblas<sup>a,b</sup>, Víctor Manuel Martínez-Álvarez<sup>c</sup>**

<sup>a</sup> *Departamento Metal – Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecatrónica, Tecnológico Nacional de México, Campus Hermosillo, Ave. Tecnológico 115, Col. Sahuaro, C.P. 83170 Hermosillo, Sonora, México.*

<sup>b</sup> *Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Carreras de Biomédica, Electrónica y Semiconductores, Tecnológico Nacional de México, Campus Hermosillo, Ave. Tecnológico 115, Col. Sahuaro, C.P. 83170 Hermosillo, Sonora, México.*

<sup>c</sup> *Carrera de Ingeniería Mecatrónica, Tecnológico Nacional de México, Campus Hermosillo, Ave. Tecnológico 115, Col. Sahuaro, C.P. 83170 Hermosillo, Sonora, México.*

Correo electrónico: [pedro.marh@hermosillo.tecnm.mx](mailto:pedro.marh@hermosillo.tecnm.mx)

(Recibido: 01 de ene. 2023; Aceptado: 21 de ene. 2023; Publicado: 01 de may. 2023)

### Resumen

El estudio de los cuadricópteros ha tenido un impacto positivo en el hombre, y por ello su avance es bastante significativo en el campo de los drones o vehículos aéreos no tripulados (UAV) dentro del campo de la robótica. La ciencia de los UAV es el diseño y la gestión involucrados en el desarrollo de estos vehículos. Además, las vastas aplicaciones son mercados civiles y militares, observan, buscan y ahorran; Podemos decir que usarlo se centra en enfoques difíciles o peligrosos para todos. Según esta dinámica, el estudio se desarrollará una investigación, diseño y control de un cuadrilátero basado en el aire virtual, en el que las acciones se verificarán y ajustarán su movimiento para llenar el modelo de comportamiento anterior de este artículo, y luego puede completar control total; se desarrollará la plataforma de modelado, en la que se desarrollarán métodos de gestión y los resultados de este estudio se aplicarán a plataformas físicas, desarrollados en este estudio. El desafío es lograr un control óptimo para que las interferencias fuertes no causen problemas graves a la aeronave.

**Palabras claves:** *Dron, Diseño Mecánico, Manufactura Aditiva.*

### Abstract

The study of quadcopters has had a positive impact on man, and therefore its advance is quite significant in the field of drones or unmanned aerial vehicles (UAVs) within the field of robotics. The science of UAVs is the design and management involved in the development of these vehicles. In addition, the vast applications are civil and military markets, observe, search and save; We can say that using it focuses on difficult or dangerous approaches for everyone. According to this dynamic, the study will develop an investigation, design and control of a quadrilateral based on virtual air, in which the actions will be verified and adjusted their movement to fill the previous behavior model of this article, and then you can complete full control; The modeling platform will be developed, in which management methods will be developed and the results of this study will be applied to physical platforms, developed in this study. The challenge is to achieve optimal control so that strong interference does not cause serious problems to the aircraft.

**Keywords:** *Drone, Mechanical Design, Additive Manufacturing.*

## 1. Introducción

El diseño de la estructura del dron se hace tanto estudiando los límites aerodinámicos que tiene que llevar, así como investigando los modelos de dron que existen en el mercado, eligiendo entre diferentes drones mediante bocetos las características que debe de llevar el dron. Una vez diseñado el boceto y las restricciones para el dron, se utilizará un software de diseño mecánico para diseñarlo con precisión mediante diseño asistido por computadora. [1]

El uso modelos matemáticos y simulaciones para demostrar que la estructura es óptima y anticipar los riesgos potenciales antes de manufacturarla. [2] Apoyándonos en la manufactura aditiva de prototipos con los que se aportan diversas pruebas físicas donde el cuadricóptero puede afectar a los entornos en los que vuela. [3]

## 2. Desarrollo

Para poder realizar un estudio correcto, primero se ha procedido a obtener un modelo matemático del cuadricóptero usando el Modelo por ángulos de Euler. [2]

### 2.1 Modelado matemático de un cuadricóptero

Para realizar el modelado matemático es necesario mencionar que un cuadricóptero posee seis grados de libertad: tres grados dependientes del movimiento lineal y tres que dependen del movimiento angular del vehículo.

Para sistemas con seis grados de libertad se tienen que establecer dos sistemas de referencia:

- 1) Un sistema de referencia fijo en tierra, denominado generalmente como EF (*Earth-Fixed Frame*), el cual es fijo en posición y orientación es decir sus ejes coordenados permanecerán siempre en la misma posición, para determinar este sistema de referencia se ha decidido utilizar el mostrado en la Figura 1.
- 2) El segundo sistema es definido como un sistema fijo al cuerpo rígido, se denota como BF (*Body-fixed Frame*) ver figura 2, este sistema estará fijo a los ejes del cuadricóptero, pero es móvil con respecto al sistema EF en orientación como en posición.

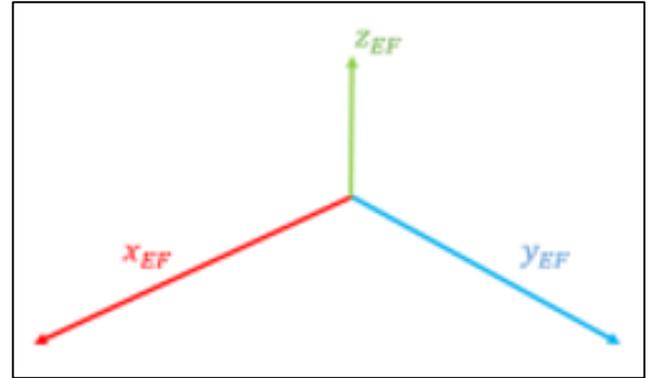


Fig. 1 Ejes del sistema EF.

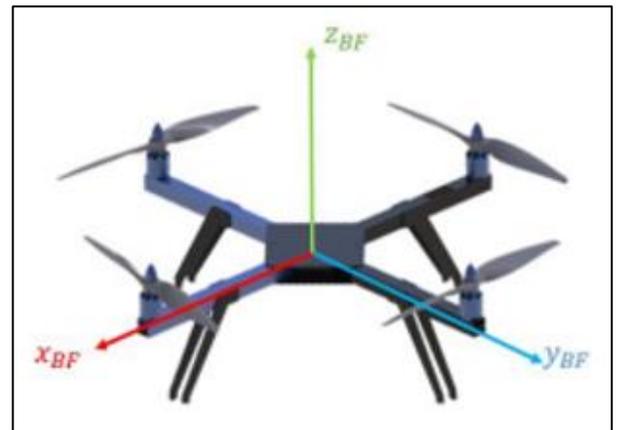


Fig. 2 Ejes del sistema BF.

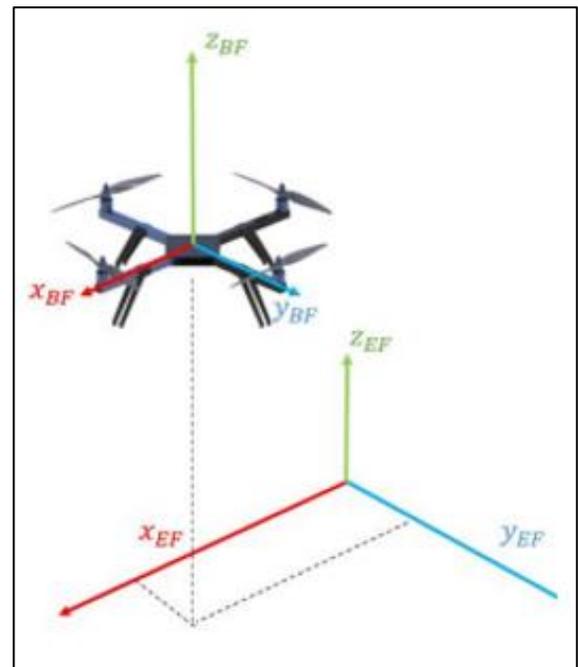


Fig. 3 Relación entre EF y BF.

## 2.2 Análisis de la cinemática

Para el análisis de la cinemática se tomarán en cuenta los efectos del movimiento en el cuadricóptero despreciando las fuerzas que lo ocasionan. En la cinemática, se pueden expresar las componentes lineales de la siguiente manera:

$$\Gamma_E = R_\theta V_B$$

Dónde:

- $\Gamma_E$ : Vector de velocidades lineales con respecto a EF.
- $V_B$ : Vector de velocidades lineales con respecto a BF.
- $R_\theta$ : Matriz de rotación.

Las componentes lineales de velocidad para ambos sistemas quedan definidas como:

$$\Gamma_E = \begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{z} \end{bmatrix}$$

$$V_B = \begin{bmatrix} u \\ v \\ w \end{bmatrix}$$

La figura 4 muestra como la matriz de rotación queda definida por en función de los ángulos de posición.

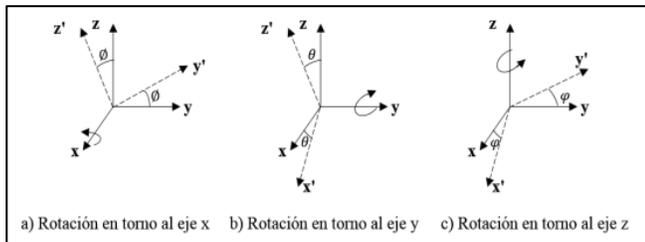


Fig. 4 Ángulos característicos de posición.

La orientación del cuadricóptero se obtiene a través de una de las convenciones de los ángulos de Euler denominada ángulo de Tait- Bryan y es muy utilizada para aplicaciones de ingeniería aeroespacial.

Los ángulos de Tait-Bryan son tres: balance, cabeceo, guiñada (*roll, pitch, yaw*); el primero de estos corresponde al ángulo generado al girar en torno al eje x (ver figura 4a), el segundo se da cuando se gira en torno al eje y (ver figura 4b) y finalmente el ángulo de guiñada o yaw surge al girar en torno al eje z (ver figura 4c).

En este caso, el comportamiento definido en el sistema BF se transfiere al EF. Finalmente, la matriz de rotación surge de las tres mencionadas en orden.

Primera rotación (rotación alrededor del eje x (*roll*): esta rotación depende de la dirección roll. Tienes:

$$R(\phi, x) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \phi & -\sin \phi \\ 0 & \sin \phi & \cos \phi \end{bmatrix}$$

Por tanto, se tiene que:

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \phi & -\sin \phi \\ 0 & \sin \phi & \cos \phi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_B \\ y_B \\ z_B \end{bmatrix}$$

Segunda rotación (rotación alrededor del eje y (*pitch*): esta rotación depende de la rotación *pitch*. Tienes:

$$R(\theta, y) = \begin{bmatrix} \cos \theta & 0 & \sin \theta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \theta & 0 & \cos \theta \end{bmatrix}$$

Por tanto, se tiene que:

$$\begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & 0 & \sin \theta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \theta & 0 & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{bmatrix}$$

Tercera rotación (rotación alrededor del eje z (*yaw*): esta rotación es proporcional al ángulo de *yaw*. Este último cambio lleva el cuadricóptero a su destino. Tienes:

$$R(\phi, z) = \begin{bmatrix} \cos \phi & -\sin \phi & 0 \\ \sin \phi & \cos \phi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Por tanto, se tiene que:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \phi & -\sin \phi & 0 \\ \sin \phi & \cos \phi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{bmatrix}$$

En la figura 5 se puede apreciar las rotaciones mencionadas:

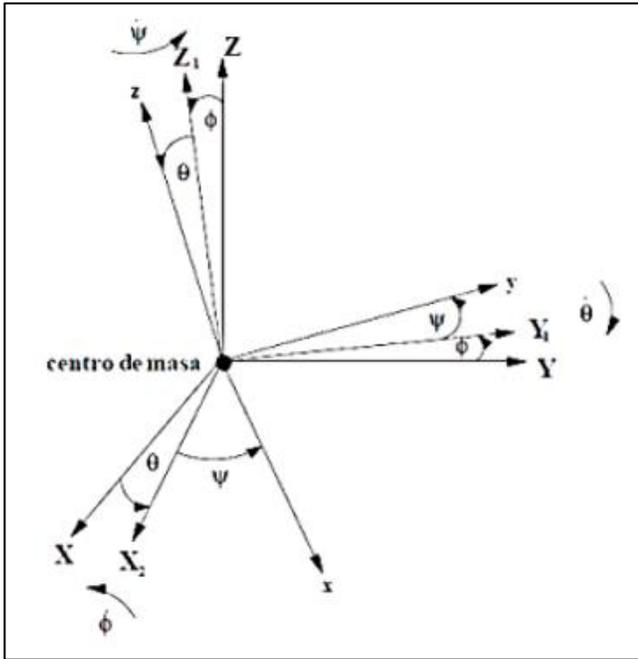


Fig. 5 Rotación de los Ángulos de Tait – Bryan.

Para ver la matriz de rotaciones como la anterior, es necesario multiplicar estas rotaciones en orden, considerando la asociación *yaw – pitch – roll*, así tenemos:

$$R_{\Theta} = R(\phi, z)R(\theta, y)R(\phi, x)$$

Esta matriz, así como cada una de las matrices de rotación  $R_{\Theta} = R(\phi, z), R(\theta, y), R(\phi, x)$  se caracterizan por ser ortogonales, es decir que su inversa es igual a su transpuesta: [1]

$$R_{\Theta}^{-1} = R_{\Theta}^T$$

### 2.3 Razón de cambio de los ángulos de Euler

Solo para el caso de ángulos de Euler infinitesimales es verdad que la razón de cambio respecto al tiempo es igual para el sistema EF que para el sistema BF pero para cambios regulares, se puede definir la cinemática angular como:

$$\dot{\Theta}_E = T_{\Theta} \omega_B$$

Dónde:

- $\Theta_E$ : Vector de velocidades angulares con respecto a EF.
- $\omega_B$ : Vector de velocidades angulares con respecto a BF.
- $T_{\Theta}$ : Matriz de Transformación.

Las componentes lineales de velocidad para ambos sistemas quedan definidas como:

$$\Theta_E = \begin{bmatrix} \dot{\phi} \\ \dot{\theta} \\ \dot{\psi} \end{bmatrix}$$

$$\omega_B = \begin{bmatrix} p \\ q \\ r \end{bmatrix}$$

Para poder calcular la matriz de transformación  $T_{\Theta}$  es necesario considerar pequeños cambios en cada uno de los ángulos de Euler y determinar los efectos de cada vector de rotación.

El primero ángulo (*yaw*) sufre dos rotaciones adicionales ( $R^{-1}(\phi, x)$  y  $R^{-1}(\theta, y)$ ), se hace notar que se trabaja con las inversas de cada vector rotación ya que se está pasando de sistema EF al sistema BF y el estudio de estos vectores se hizo para pasar del sistema BF a EF.

El segundo ángulo (*pitch*) tiene una rotación adicional ( $R^{-1}(\phi, x)$ ) y el tercer ángulo (*roll*) no tiene ninguna rotación previa. Por lo expuesto se puede escribir la ecuación de la siguiente manera: [1]

$$\begin{bmatrix} p \\ q \\ r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{\phi} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + R^{-1}(\phi, x) \begin{bmatrix} 0 \\ \dot{\theta} \\ 0 \end{bmatrix} R^{-1}(\theta, y) \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \dot{\psi} \end{bmatrix} = T_{\Theta}^{-1} \begin{bmatrix} \dot{\phi} \\ \dot{\theta} \\ \dot{\psi} \end{bmatrix}$$

De donde se obtiene  $T_{\Theta}^{-1}$ :

$$T_{\Theta}^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -\sin \theta \\ 0 & \cos \phi & \cos \theta \sin \phi \\ 0 & -\sin \phi & \cos \theta \cos \phi \end{bmatrix}$$

Luego se calcula la inversa de esta matriz y se tiene que:

$$T_{\Theta} = \begin{bmatrix} 1 & \sin \phi \tan \theta & \tan \theta \cos \phi \\ 0 & \cos \phi & -\sin \phi \\ 0 & \frac{\sin \phi}{\cos \theta} & \frac{\cos \phi}{\cos \theta} \end{bmatrix}$$

### 3. Metodología

Usaremos dos enfoques para analizar los métodos: el primero es llevar a cabo el análisis a través de cómo el diseñador opera e implementa los procesos del proceso de diseño o pensamiento común, y el segundo se ocupa

de la idoneidad de los enfoques del enfoque para el diseño como un proceso. que consta de etapas.

Para observar las diferencias y probar la utilidad práctica de diferentes métodos, es conveniente hacerlo desde tres aspectos: la creatividad, la racionalidad y el control sobre el proceso de diseño, en relación a cómo trabajan los diseñadores en el diseño.

- 1) Desde el punto de vista creativo, el diseñador es una caja negra donde ocurre misteriosamente la "iluminación" o el salto creativo. (pensamiento heurístico o hermenéutico)
- 2) Desde un punto de vista racionalista, el diseñador es una caja transparente (caja de cristal), dentro de la cual se puede observar un proceso racional y totalmente explicable. (pensamiento algorítmico)
- 3) Desde el punto de vista del control, el constructor actúa como un sistema "autoorganizador" que puede intervenir para controlar el proceso en "diferentes etapas del recorrido". [2]

## 4. Resultados

### 4.1 Plantear las restricciones del cuadricóptero previo al diseño Restricciones a tomar en cuenta diseño de nuestro cuadricóptero

La primera restricción encontrada a la hora de diseñar el prototipo es el peso. Esto es debido a que los motores tienen un límite a la hora de levantar cierta cantidad de masa. Algunos tienen mayor potencia que otros, pero todos tienen su límite. Con esto hay que tener en cuenta que, al diseñar el cuadricóptero, es importante disminuir al máximo el peso total del dron. Se podría también conseguir aumentando la potencia de los motores, pero en este caso el coste total aumentaría, lo cual no interesa tanto.

Segunda restricción es la resistencia mecánica y a fatiga de los materiales. Existen gran cantidad de materiales baratos y de bajo peso, sin embargo, muchos de estos materiales no servirían debido a que su resistencia mecánica no es la adecuada. Por ejemplo, se podría usar una base de madera, sin embargo, a pesar de ser ligera y barata, aguantarán mejor la fatiga producida por los motores si estas fueran de fibra de carbono, obviamente esto sería más caro.

Para tener a consideración un cuadricóptero para estar en óptimas condiciones de vuelo el peso máximo debe ser de 1 kg.

Tomando en cuenta que en el dron tenemos hasta el momento contemplado un Arduino® o Rapsberry pi Zero®, el controlador de vuelo HX-S85R®, 4 motores coolplay Syma X5 x5 C X5 C-1 y 1 batería de 3.7 volts, con un suministro de 1200 mAh, el material empleado será PETG (poliéster glicol) ya que este material cuenta con las siguientes características:

- Alta durabilidad.
- Resistencia alta al impacto.
- Buena estabilidad térmica.

Esto lo convierte en un filamento de impresora 3D ideal para objetos que pueden estar sujetos a un estrés continuo o repentino, como piezas mecánicas, piezas de impresoras 3D y componentes de protección. Es barato ya que el filamento de 1 kg ronda desde \$399.00 pesos.

Estos materiales dotan al dron de una ligereza extrema, ya que no pesa tanto como el aluminio y la fibra de carbono. Los cálculos que se deben de tener en cuenta en el diseño son: Empuje.

El empuje que proporciona cada motor cinemática y dinámica del cuadricóptero.

### 4.2 Crear bosquejo del dron en papel con sus medidas correspondientes

De acuerdo con la medición previa de los componentes electrónicos se prosiguió con el bosquejo del cuadricóptero en hojas blancas para orientarme a la hora de hacer el modelo 3D en el programa SolidWorks®.

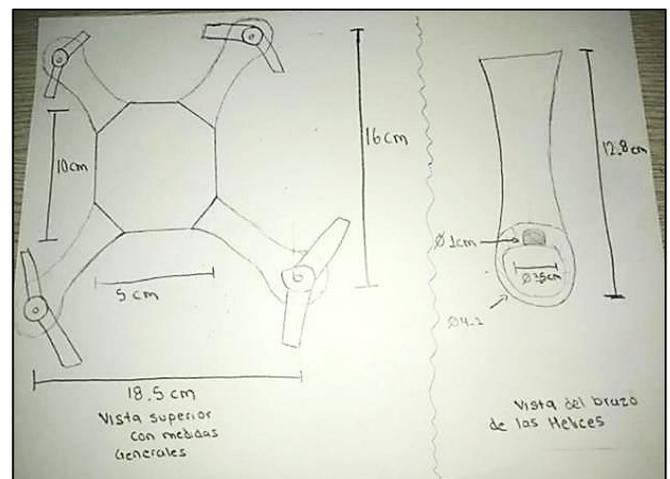


Fig. 6 Bosquejo Vista Superior del Dron y Brazo para el Motor de la Hélice.

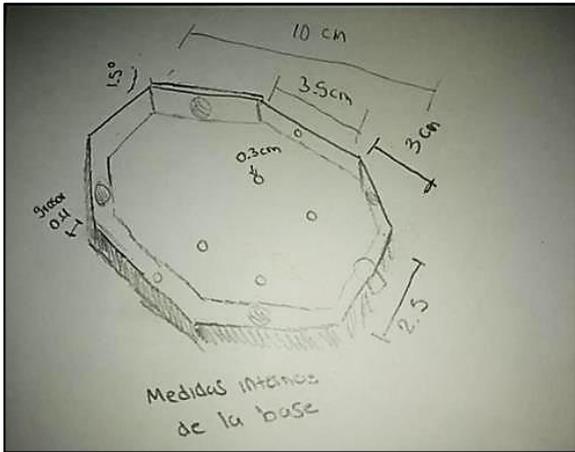


Fig. 7 Bosquejo Base del Dron con sus Respectivas Medidas.

### 4.3 Diseño del dron en SolidWorks®

#### 4.3.1 Diseño de la base

La figura 8 muestra el diseño de la estructura de la base el plano planta, para proteger las placas de control se opta por la forma de un polígono ya que es más resistente al recibir impactos y hace mejor distribución de fuerzas. Se les dio un grosor a las paredes de 0.4 cm y una extrusión de 2 cm. Y en cuanto al piso de la base se le dio una extrusión de 0.5 cm para aprovechar el mayor espacio de los componentes en la cavidad y reducir el peso.

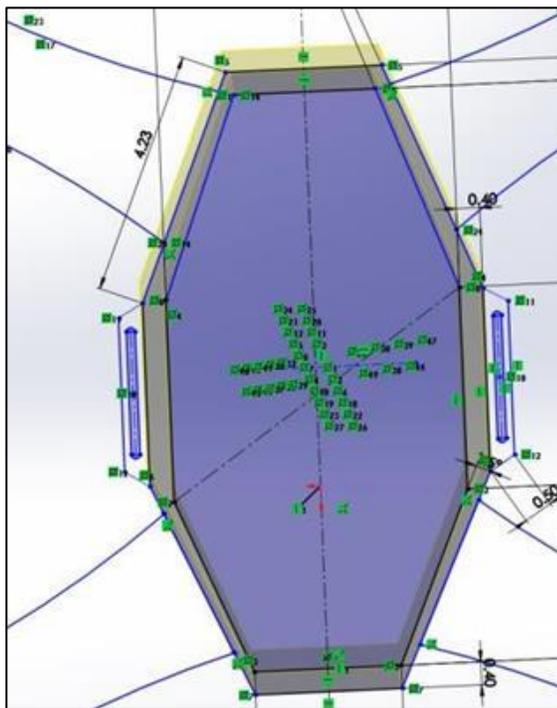


Fig. 8 Croquis de la Base del Dron.

Desde la pared de la base se trazó un arco con un radio de 20 cm con una distancia de 7.15 cm y se aplicó simetría del lado contrario, se optó por la forma curvada ya que es un diseño aerodinámico que se está utilizando en los drones del mercado.

En la figura 9 se presenta como se realizaron 2 círculos, uno de 2.5 cm y el otro de 3.5 cm de diámetro, ya que aquí estará el mecanismo del motor de la hélice. Para unir los arcos con el círculo superior se aplicó una relación de posición simétrica.

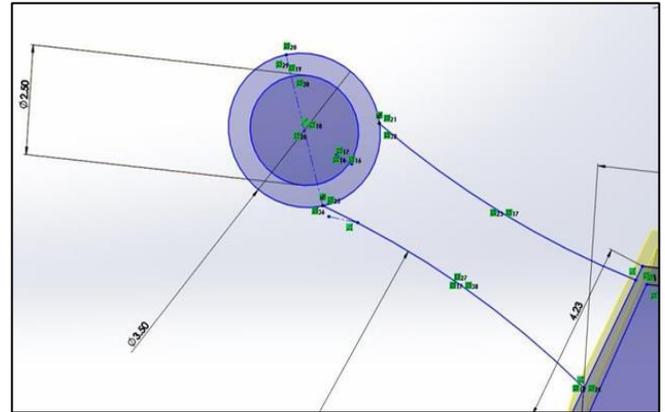


Fig. 9 Croquis del Brazo para el Motor de la Hélice.

Después, como muestra la figura 10 hacemos una matriz circular al brazo alrededor de la base, realizamos una extrusión a los mismos de 2 cm del mismo tamaño que las paredes y se les aplica un redondeo en las aristas del brazo de radio de 0.7 cm, ver figura 11.

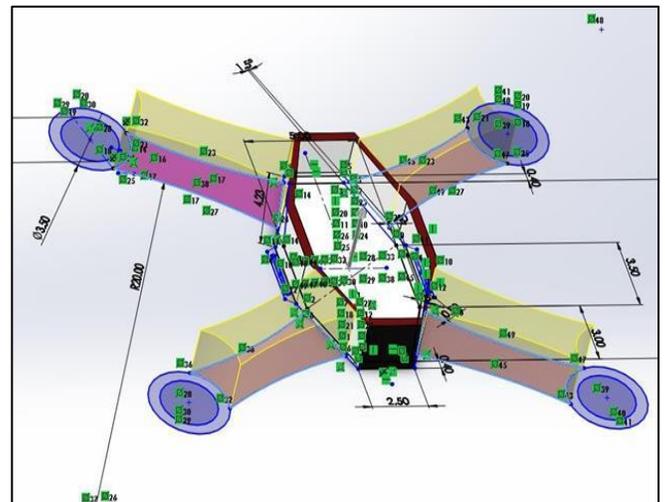


Fig. 10 Aplicación de Matriz Circular a los Brazos y la Operación de Saliente Extruir.

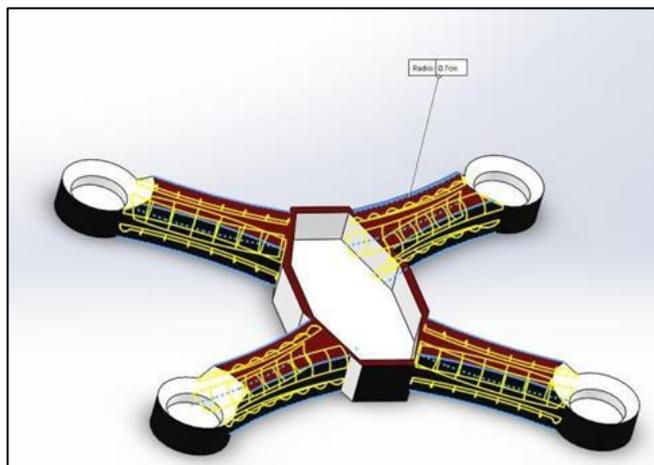


Fig. 11 Operación de Redondeo en las Aristas de los Brazos.

A cada una de las paredes de los brazos del dron se le dibuja un círculo de un 1 cm de diámetro y una operación de extrusión-corte de 7.6 cm de profundidad, como se muestra en la figura 12. Esto se hace para que pasen por ahí los cables de los motores a la tarjeta electrónica.

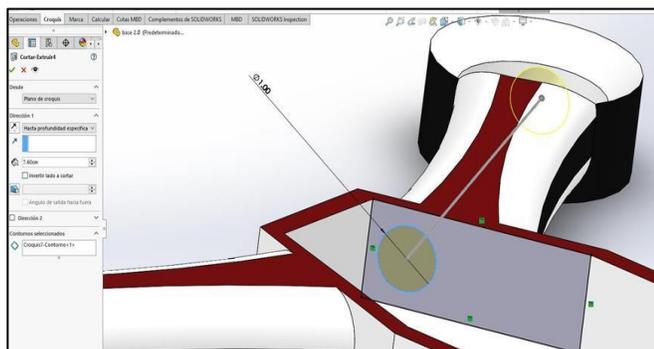


Fig. 12 Operación de Corte Extruir en las Paredes de los Brazos del Dron.

Como la placa electrónica tiene orificios para atornillarse, en la base del dron se aplicarán 4 perforaciones de acuerdo con la medida de diámetro 0.3 cm y se le aplica una operación de corte extruir en los respectivos círculos.

Como se muestra en la figura 13 se instalará una cámara Rev 1.3 en la pared frontal del dron se hacen los orificios para la entrada de los tornillos de la placa y un agujero para el lente de la cámara. Con esta última operación terminaríamos la base del dron.



Fig. 13 Cámara Rev 1.3.

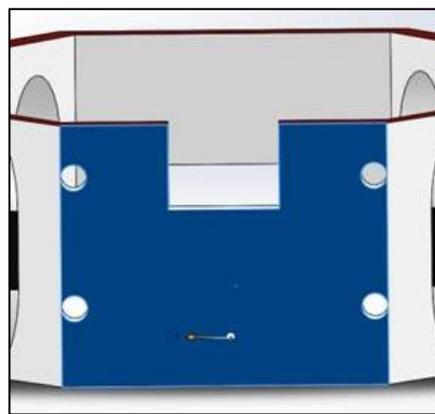


Fig. 14 Operación de Corte Extruir en la Pared Frontal del Dron.

### 4.3.2 Diseño de la parte superior

Se comienza realizando el mismo croquis que se realizó con la base del dron para cubra totalmente la misma, también realizamos la misma operación de saliente extruir de 2 cm y la cama será de 0.5 cm de saliente extruir.

Crearemos las paredes que serán la parte ensambladora de la parte superior con la base. Así que en las partes laterales de la parte superior hacemos 2 rectángulos pegadas a la misma, con un ancho de 0.4 cm y un largo a la misma medida que la pared del medio. Y una operación de extrusión-c de 4 cm.

En la cama de la parte superior se hacen 1 ranura a lo largo de toda la cama con una distancia del eje de 0.5 cm y se aplica simetría para que se haga la segunda ranura, después se aplica en las ranuras la operación corte extruir. Estas ranuras son con el fin de que arriba sirva para poner la batería y amarrarla con cinchos.

Por último, como presenta la figura 15 se aplican chaflanes en las aristas con ángulo de 45° y distancia de 1cm de la parte superior con el fin de estética y rompimiento del flujo del aire.

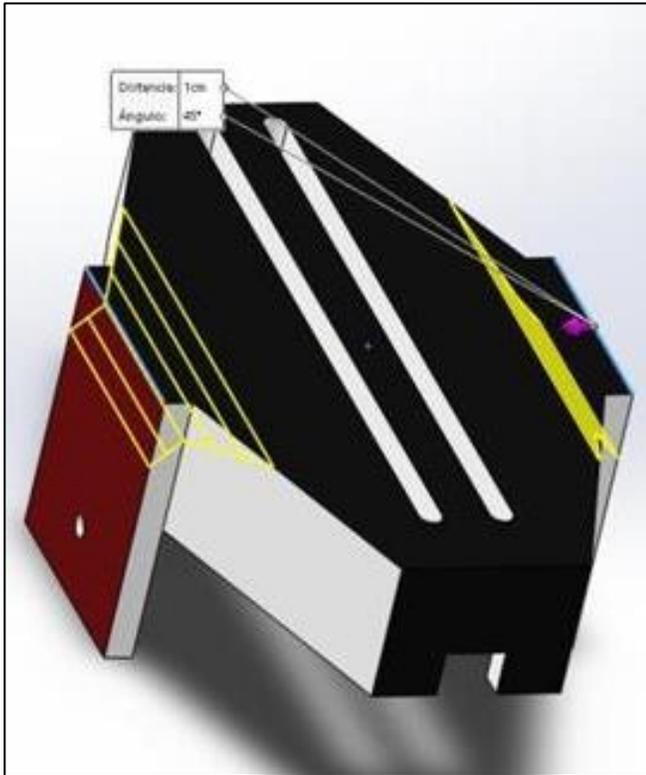


Fig. 15 Operación de Chaflán en las Aristas Laterales del Dron.

**4.3.3 Diseño de la hélice del dron**

Para poder crear una hélice aerodinámica primero creamos un plano paralelo al alzado que tenga una distancia de 5 cm que es las medidas que le pondremos a la hélice.

Después realizamos en el plano alzado una elipse con una distancia de 2.5 cm de ancho y de alto 0.10 cm. Estas medidas vendrán siendo lo grueso de nuestra hélice.

Creamos un croquis en un plano planta entre los 2 planos alzados anteriores, en donde uniremos la elipse del plano alzado con un punto que pondremos en el plano personalizado por medio de la herramienta *spline*.

Al finalizar salimos del croquis y aplicamos la operación recubrir para solidificar nuestra hélice.

Seguimos con la realización de la unión de las 2 hélices con dos círculos de diámetro de 0.7 cm, el más grande de 3.5 cm. Con una distancia de la parte inferior

de la hélice de 1 cm para poder unirlos. Se aplica una operación saliente-extruir de 1 cm, como muestra la figura 16.

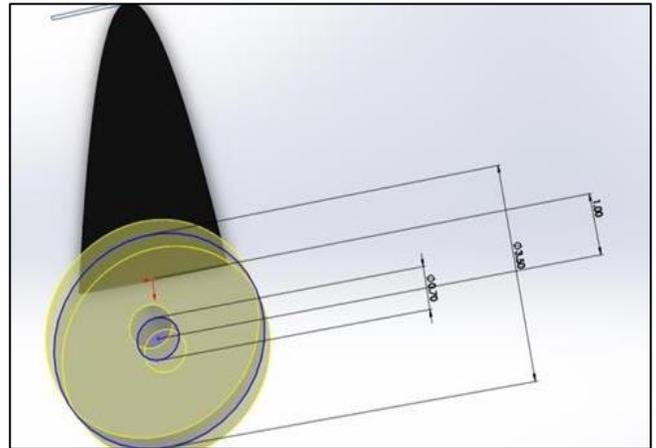


Fig. 16 Croquis de la Unión de las Hélices y Operación de Saliente - Extruir.

Se aplica un redondeo en la unión de la hélice con la base circular para dar uniformidad con un parámetro de redondeo de 0.20 cm.

Continuamos con la operación de flexionar con un ángulo de 45° seleccionando la hélice sin tocar el redondeo, con esto lograremos tener nuestra hélice aerodinámica.

Por último, como muestra la figura 17 se aplica un eje de referencia en el círculo más pequeño y se aplica la matriz circular para hacer la hélice de la opuesto.

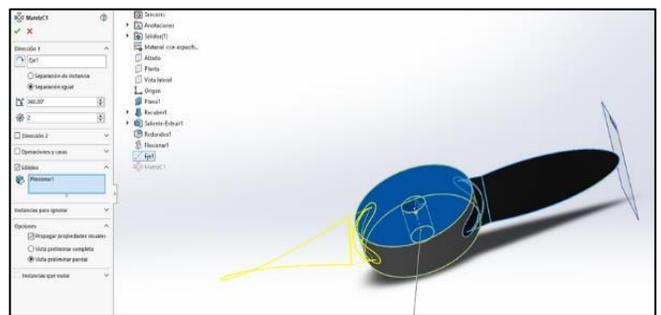


Fig. 17 Operación Matriz Circular de la Hélice del Dron.

**4.3.4 Ensamblaje y renderizado del dron**

Una vez que hemos creado todas las piezas, procedemos a realizar el ensamblaje y renderizado del dron de en el programa SolidWorks®, las siguientes figuras muestran los resultados obtenidos.

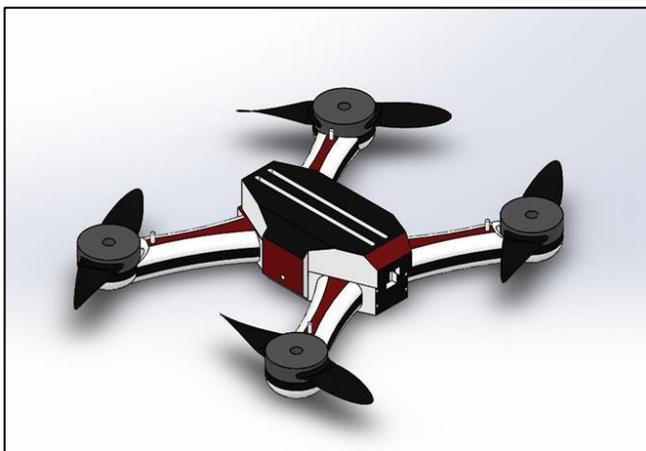


Fig. 18 Vista Isométrica del Dron Ensamblado.



Fig. 19 Renderizado Final del Ensamble.

#### 4.3.5 Manufactura y ensamblaje de las piezas del quadricóptero

Lo primero que se tiene que hacer es guardar las piezas del quadricóptero en formato STL para que el *software* CURA® lo pueda abrir, entonces cargamos la primera pieza en el *software* que vendrá siendo la base del quadricóptero, como se presenta en la figura 20.

Los parámetros que tendrá la base empezando por la altura de capa con un valor de 0.26 mm aprovechando que la boquilla es de 0.4 mm no se perderá cohesión entre las líneas y se reducirán los tiempos a pesar de que lo imprimiremos con una velocidad del 35%, con esta velocidad lograremos que la pieza no se levante durante la impresión, le pondremos un relleno del 50% para hacerlo lo suficientemente fuerte sin gastar tanto material y no hacerlo tan pesado, además el patrón de

relleno será el cubico ya que es el mejor patrón que tiene el *software* para la cuestión de impactos.

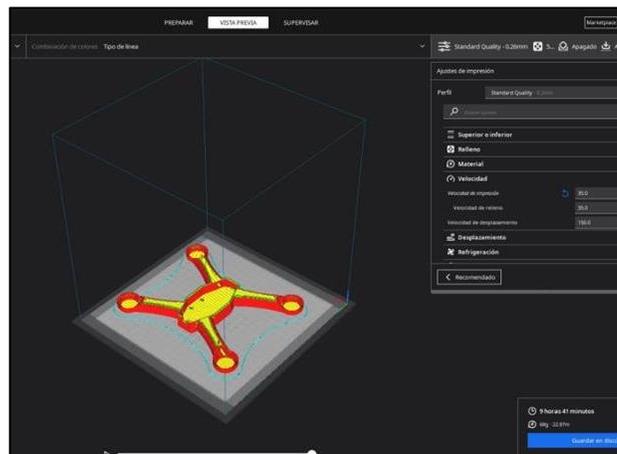


Fig. 20 Base del Cuadricóptero ya Segmentada en el Programa CURA®.

La figura 21 presenta la siguiente pieza en manufacturar, que será la cubierta superior, la cual tendrá los mismos parámetros que la base del quadricóptero para tener uniformidad en toda la estructura del dron, la única diferencia es que esta pieza tendrá la necesidad de llevar soportes en las partes voladizas de los chaflanes para darle sostenimiento en esa parte de la impresión.



Fig. 21 Manufactura de la Base del Cuadricóptero en la impresora Ender 3.

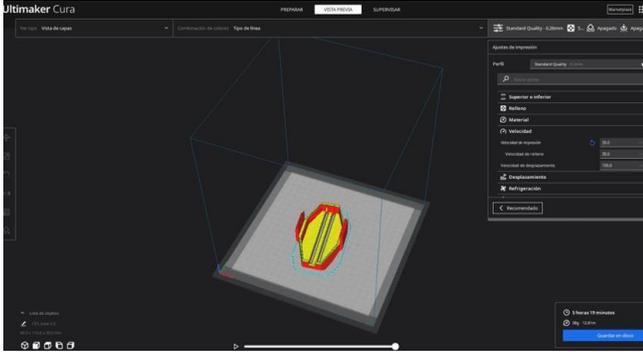


Fig. 21 Cobertura superior del Cuadricóptero en el Programa CURA®.

Una vez impresas las piezas no fue necesario tanto postproceso ya que, si salieron bien impresas, solo se tuvo que hacer un lijado con una lija 240 de madera en los chaflanes donde quite el soporte y un poco de resanador.

## 5. Conclusiones

Basado en un diseño mecánico muy preciso teniendo en cuenta las limitaciones aerodinámicas que debe tener un cuadricóptero, no tuvieron en cuenta casi un remake porque las partes y componentes electrónicos ya están muy bien ensamblados encaja fácilmente en la estructura. El problema que se tiene son los modelos matemáticos no se pueden modelar en paquetes ROS como se esperaba piensan porque no son compatibles con las últimas versiones Ubuntu se decidió probar las matemáticas porque está mejorando el problema es tal vez probar simuladores como Matlab o programas de simulación por computadora. A pesar de estos contratiempos, todos los demás objetivos se lograron sin problemas, porque se puede diseñar, fabricar, ensamblar, probar matemáticamente operar y controlar el cuadricóptero en vuelo llevándolo a múltiples La prueba física es siempre estable.

## 6. Referencias

- [1] R. G. Rodríguez Torres, «Comparación de Modelos Matemáticos y Controladores PID Vs LQR para un Cuadricóptero,» Piura, 2016.
- [2] N. E. Nacif, «Métodos de Diseño,» 2017.

- [3] Escuela de Postgrado Industrial, «Elementos Mecánicos: Qué Son y Cómo se Clasifican,» 22 01 2021. [En línea]. Available: <https://postgradoindustrial.com/elementos-mecanicos-que-son-y-como-se-clasifican/>.
- [4] EUROINNOVA - International Online Education, «Diseño Mecánico,» [En línea]. Available: <https://www.euroinnova.mx/blog/disenio-mecanico>.
- [5] BRR® Refacciones Industriales, «Los 6 Tipos de Mecanismos de Transmisión,» 2022. [En línea]. Available: <https://brr.mx/los-6-tipos-de-mecanismos-de-transmision/>.
- [6] E. Sherwin, «¿Qué es el renderizado 3D y cómo funciona?,» 31 10 2019. [En línea]. Available: <https://all3dp.com/es/2/que-es-renderizado-3d/>.
- [7] Control Dron, «¿Como Funcionan los Drones?,» Control Dron, 2023. [En línea]. Available: <https://www.controldron.com/como-funcionan-los-drones/>.
- [8] Guía Drones, «Cómo Funciona un Dron con Explicacion de Hélices y Motores,» [En línea]. Available: <https://guiadrones.com/base-de-conocimiento/como-funciona-un-dron-con-explicacion-de-helices-y-motores/>. [Último acceso: 6 02 2023].
- [9] S. Mane y M. Ananta, «Design and Fabrication of Multipurpose Drone,» *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, vol. 9, n° VI, pp. 5459-5464, June 2021.
- [10] F. Reuter y A. Pedenovi, «Los Drones y sus Aplicaciones a la Ingeniería,» Santiago del Estero, 2019.
- [11] F. Reyes Cortés y J. Cid Monjaraz, DRONES - Cinemática, dinámica y control de cuadricópteros, Primera ed., Alfaomega, 2019, p. 400.

## **PROPUESTA DE ADAPTACIÓN DE MÁQUINA DE COSER INDUSTRIAL CON ACCIONAMIENTO POR MEDIO DE EXTREMIDADES SUPERIORES**

### **PROPOSAL FOR ADAPTATION OF AN INDUSTRIAL SEWING MACHINE WITH DRIVE-BY UPPER LIMBS**

**Verónica Alida Romo-García <sup>a\*</sup>, Mario Balvanedo Rodríguez-Arenas <sup>a</sup>, Norma Angélica Álvarez-Torres <sup>b</sup>, Sara Torres-Álvarez <sup>c</sup>, Omar Velarde-Anaya <sup>b</sup>**



## **Propuesta de Adaptación de máquina de coser industrial con accionamiento por medio de extremidades superiores**

### **Proposal for adaptation of an industrial sewing machine with drive-by upper limbs**

**Verónica Alida Romo-García <sup>a\*</sup>, Mario Balvanedo Rodríguez-Arenas <sup>a</sup>, Norma Angélica Álvarez-Torres <sup>b</sup>, Sara Torres-Álvarez <sup>c</sup>, Omar Velarde-Anaya <sup>b</sup>**

<sup>a</sup> Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora, Ave. Universidad #271, Colonia Universitaria, C.P. 84293 Nogales, Sonora, México.

<sup>b</sup> Carrera de Ingeniería en Mecatrónica, Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora, Ave. Universidad #271, Colonia Universitaria, C.P. 84293 Nogales, Sonora, México.

<sup>c</sup> Carrera de Ingeniería en Tecnologías de la información, Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora, Ave. Universidad #271, Colonia Universitaria, C.P. 84293 Nogales, Sonora, México.

Correo electrónico: [vromo@utnogales.edu.mx](mailto:vromo@utnogales.edu.mx)

(Recibido: 01 de ene. 2023; Aceptado: 21 de ene. 2023; Publicado: 01 de may. 2023)

#### **Resumen**

ARSOBO S.C. es una I.A.P. (sin fines de lucro) y empresa donde se fabrican artículos para personas con alguna discapacidad motriz o auditiva. Esta institución requiere de apoyo intelectual y tecnológico para hacer más eficiente sus procesos, y a su vez, facilitar el desarrollo de sus labores a los empleados forman parte de la institución y que generalmente cuentan con alguna discapacidad, lo cual forma parte de su filosofía de inclusión laboral. Actualmente, esta empresa cuenta con una máquina de coser industrial para manufacturar todos los aditamentos requeridos en la fabricación de sillas de ruedas que ahí se elaboran, pero ésta debe ser adaptada para ser accionada por una persona únicamente con sus extremidades superiores, debido a problemas de discapacidad motriz en miembros inferiores. En este documento se presentan algunas metodologías empleadas para llevar a cabo el control del motor de AC de la máquina de coser y los resultados obtenidos para que sean evaluados en su empleo de proyectos similares, ahorrando tiempo y recursos económicos.

**Palabras claves:** ARSOBO, discapacidad, máquina de coser, activación, dispositivo.

#### **Abstract**

ARSOBO S.C. It is an I.A.P. (non-profit) and a company that manufactures items for motor or hearing-disabled people. This institution requires intellectual and technological support to make its processes more efficient to facilitate the development of their work because generally has some disability employees who are part of the institution, which is part of its philosophy of inclusion labor. Currently, this company has an industrial sewing machine to manufacture all the accessories required to do wheelchairs that are made there, but it must be adapted to be operated by a person only with their upper extremities, due to problems of motor disability in lower limbs. This document presents some methodologies used to control the AC motor of the sewing machine and the results obtained so that they can be evaluated in their use in similar projects, saving time and economic resources.

**Keywords:** ARSOBO, disability, sewing machine, activation, device.

## 1. Introducción

ARSOBO (Arizona Sonora Border: Projects for inclusión), es una organización no gubernamental auspiciada por Universidades, agencias gubernamentales, empresas privadas e individuos de ambos lados de la frontera entre Estados Unidos y México, cuyo propósito es elaborar artículos médicos para personas con escasos recursos económicos, contruidos en su mayoría por personal con alguna discapacidad, buscando así su inclusión en el ambiente laboral. [1]

Actualmente, están enfocados en tres áreas: fabricación de sillas de ruedas todo terreno, construcción de prótesis y aparatos ortopédicos. También cuentan con una clínica de salud auditiva, donde se evalúa a niños y adultos en búsqueda de alguna discapacidad auditiva. [2]

Como parte del equipo de experimentación adquirido por docentes de la UT de Nogales con recursos PRODEP (para proyecto de Incorporación de Nuevo PTC “Mejora del proceso de manufactura de las sillas de rueda todo terreno en ARSOBO”), se otorgó en donación a la IAP ARSOBO en la ciudad de Nogales, una máquina de coser industrial HIGHLEAD modelo GC0618-1-SC® (ver figura 1), para llevar a cabo la elaboración de respaldos y posa manos, entre otros elementos, propios de las sillas de ruedas que ahí se fabrican.



**Fig. 1 Máquina de coser GC0618-1-SC®.**

Esta máquina es operada mecánicamente con un pedal, accionando un embrague que une al motor y el

mecanismo de la máquina de coser para dar marcha a la costura, como se muestra en la Figura 2.



**Fig. 2 Mecanismo de embrague.**

Como parte de la filosofía laboral de ARSOBO, esta máquina será operada por una persona especialista en tapicería, la cual, en este caso particular, presenta una discapacidad motriz que le impide usar sus extremidades inferiores. Por lo tanto, es necesario adaptar el mecanismo actual de la máquina de coser para que su activación se realice también con el uso de las extremidades superiores.

## 2. Desarrollo

Para llevar a cabo la propuesta de adaptación de la máquina de coser, primeramente, se revisaron sus características mecánicas y eléctricas. Así, se observó que cuenta con un motor monofásico de 120/220 VAC, y capacidad de 0.75 caballos de fuerza (HP).

Después, se formularon algunas opciones para cambiar el accionamiento mecánico del embrague, que originalmente es mediante el uso del pie sobre él para la activación/desactivación del cabezal que acciona el mecanismo de la aguja para llevar a cabo la costura.

Para esto, se observó que es necesario un controlador de motor de AC que lleve a cabo dicha actividad, mediante una respuesta tipo rampa para que el cabezal de costura vaya de un movimiento lento y suave, hasta su máxima velocidad.

Por último, es necesario considerar que el accionamiento se llevará a cabo mediante el uso del codo de la persona (tapicero), ya que debe tener las

manos libres para mover la tela o material de un lado a otro para su costura (ver figura 3).



**Fig. 3** Consideración de mantener manos libres para el uso de la máquina de coser.

### 3. Metodología

Antes de continuar, es importante mencionar que los controladores que se evaluaron fueron elegidos por tener acceso a ellos económicamente (recursos propios de los maestros) o por la facilidad de adquisición mediante donación o presencia en el laboratorio de la UT de Nogales, ya que para éstos elementos no se cuenta con presupuesto asignado.

De esta forma, el primer dispositivo que se empleó fue el Módulo de Control de Velocidad para Motor de CA de la marca y modelo HiLetgo® 2000 W (ver figura 4), por ser considerado práctico y de bajo costo. [3]



**Fig. 4** Módulo control de velocidad para motor CA HiLetgo® 2000 W.

Este elemento está construido por un SCR de alta potencia, puede manejar un voltaje de entrada de 110-220 VAC, una corriente máxima de 25 A y su voltaje de salida o regulación es de 50-220 VAC. Al conectarse al circuito del motor, se observó que solamente permite el funcionamiento de éste sin carga, ya que, al trabajar con el sistema del cabezal de costura, no cuenta con la suficiente potencia de salida para accionarlo. [4]

Después, se utilizó un controlador de la serie GS1 de Automation Direct®, con alimentación monofásica, salida trifásica y capacidad de 0.5 HP (ver figura 5).



**Fig. 5** Controlador Automation Direct® Serie GS1, 0.5 HP.

Al conectarlo al motor, no tuvo la suficiente capacidad para que la máquina trabajara continuamente, ya que se protege a los pocos minutos de actividad, debido a que el controlador es alimentado por 120 VAC, tiene salida trifásica a 220 VAC, y solo se están utilizando dos salidas.

Como siguiente prueba, se cuenta en el laboratorio de la Universidad con un controlador de características similares al GS1, pero con alimentación y salida trifásica con 3 HP. Debido a que la infraestructura de ARSOBO no cuenta con este tipo de instalación eléctrica, se espera realizar los cambios o ajustes para poder lograr llevar a cabo la prueba con ese tipo de acometidas.

#### 4. Resultados

Con las pruebas realizadas hasta el momento, no se han obtenido resultados satisfactorios.

En el primer caso, el Modulo de Control de Velocidad para Motor de CA de la marca y modelo HiLetgo® 2000W, no presentó la suficiente potencia para accionar el sistema con carga.

En el segundo caso, el controlador de la serie GS1 de Automation Direct® con 0.5 HP, tampoco fue suficiente para mover la máquina de coser, solo el motor sin carga (máquina) y al aplicar la carga se protege, dejando de funcionar y ocasionando que la máquina se detenga inmediatamente.

Por último, el controlador de la serie GS1® con 3.0 HP, no ha podido ser probado, ya que la alimentación trifásica en las instalaciones eléctricas de ARSOBO no está disponible y se descartó por el momento el uso de el mismo.

#### 5. Conclusiones

Las pruebas realizadas hasta el momento no han sido suficientes para determinar la capacidad del controlador requerido para lograr un funcionamiento óptimo para el motor de la máquina de coser.

Al iniciar este proyecto, el control de velocidad del motor de AC, había parecido una tarea sencilla de llevar a cabo, pero con el paso del tiempo y el desarrollo de pruebas, se observó que no era así. Variables como los recursos económicos, controladores disponibles, características eléctricas del motor, tipos de corriente y fases, así como las características de la carga, han sido factores que por el momento no se han logrado acoplar para el funcionamiento del sistema de la máquina de coser.

Como trabajo futuro se tiene pensado cambiar el motor monofásico por un trifásico de 0.75 HP y también implementar el sistema en un espacio que cuente con la opción de alimentación trifásica, utilizando el controlador de este tipo de corriente de la serie GS1, por

ya contar con él físicamente en el laboratorio de la Universidad.

Por todo lo anterior, consideramos importante compartir esta investigación con la comunidad científica e interesados en el área, y de esta forma allanar, de alguna manera, el camino en el desarrollo de algún proyecto similar evitando se empleen los elementos mostrados.

#### 6. Agradecimientos

Se agradece a la institución ARSOBO y la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora por brindarnos la confianza y la oportunidad de participar en este tipo de proyectos que como profesores investigadores nos alimentan de experiencias y orgullo.

#### 7. Referencias

- [1] INEGI. (2023). Discapacidad. Obtenido de <https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/discapacidad.aspx>
- [2] Inclusion, A. S. (2023). Arizona Sonora Border: Projects for Inclusion. Obtenido de <https://www.arsobo.org/>
- [3] Shenzhen HiLetgo Technology Co., L. (2018). Hiletsgo. Obtenido de <http://www.hiletgo.com/ProductDetail/1906614.html>
- [4] Direct, A. (2020). GS1 Series AC Drives User Manual. Obtenido de <https://cdn.automationdirect.com/static/manuals/gs1m/gs1m.pdf>

# **PROYECCIÓN DEL PRECIO DEL DÓLAR (MXN) A 2024, MEDIANTE ANÁLISIS DE REGRESIÓN CUADRÁTICA, METODO HOLT – WINTERS, Y SIMULACION DE EVENTOS DISCRETOS.**

## **MXN DOLLAR PRICE PROJECTION TO 2024, BY CUADRATIC REGRESSION ANALISYS, HOLD - WINTERS METHOD AND DISCRETE EVENT SIMULATION.**

Iván Alejandro Vacio-Hernández <sup>a\*</sup>



Ciencias Administrativas y Humanidades (CAYH)

## Proyección del precio del Dólar (MXN) a 2024, mediante Análisis de Regresión Cuadrática, Método Holt – Winters, y Simulación de Eventos Discretos

### Projection of the price of the Dollar (MXN) to 2024, through Quadratic Regression Analysis, Holt – Winters Method, and Discrete Event Simulation

Iván Alejandro Vacio-Hernández <sup>a\*</sup>

<sup>a</sup> Carrera de Licenciatura en Gestión de Negocios y Proyectos, Universidad Tecnológica de Hermosillo, Boulevard de los Seris Final, Parque Industrial Hermosillo, C.P. 83299 Hermosillo, Sonora, México.

Correo electrónico: [ivacio@uthermosillo.edu.mx](mailto:ivacio@uthermosillo.edu.mx)

(Recibido: 05 de ene. 2023; Aceptado: 29 de ene. 2023; Publicado: 01 de may. 2023)

#### Resumen

El precio del Dólar (MXN) es un tema importante en la economía mexicana desde que este país existe. Las variaciones en el precio afectan, no solo a las grandes compañías, sino que también al comercio al detalle y a la pequeña empresa. Por lo anterior, se decidió realizar una investigación sobre el Precio futuro del Dólar (MXN), considerando los periodos históricos de mayor volatilidad de este *commodity* en la historia moderna. Una vez incluida la información histórica del Dólar (MXN) se llevaron a cabo diversos estudios (Regresión Cuadrática, el Método Holt-Winters, y la Simulación de Eventos Discretos) que lograron capturar el comportamiento del Dólar (MXN) y proyectar su valor a 2024.

**Palabras claves:** *Comodity(ies) es un material tangible que se puede comerciar, comprar o vender, DES: Simulación de Eventos Discretos, MAPE porcentaje de error promedio absoluto, ARIMA: Promedio Móvil Autoregresivo Integrado, ANN: Redes Neuronales Artificiales*

#### Abstract

*The United States Dollar Price is a subject of matter that affects the mexican economy since this country exists. Its Price variations affects, not only big companies but retail trade and small businesses also. For the above. It was decided to perform a research based on the future Dollar Price (MXN), considering high volatility historical periods of this commodity trough modern history. Once historical Dollar Prices (MXN) included, several studies were performed (Quadratic Regression, Holt- Winters Method, and Discrete Event Simulation) that managed to capture the US Dollar (MXN) behavior and perform a price projection to 2024.*

**Keywords:** *Comodity(ies) It is a tangible Material that can be trade, buy or sell, DES: Discrete Event Simulation, MAPE: Mean Absolute Percentage Error, ARIMA: autoregressive integrated moving average, ANN: Artificial Neural Network.*

## 1. Introducción

La idea de presentar una proyección del Precio del Dólar (MXN) fue debido al impacto que ha tenido el precio de esta moneda en la economía mexicana, a través del tiempo.

Son muchos los comercios y empresas que dependen de la paridad del peso frente al dólar, algunos, de manera más directa que otros, por las variables microeconómicas que el dólar impacta, como efecto domino.

Es por ello que, para realizar un estudio más completo del comportamiento del valor de esta *commodity*, fue necesario tomar en cuenta los periodos de mayor volatilidad de la misma, en la historia moderna.

Además de ver la relación del Precio del Dólar (MXN) y otras variables macroeconómicas como la Inflación de México, la Inflación de los Estados Unidos de Norteamérica; además de los índices NASDAQ, SP&500 y Dow Jones, que de acuerdo con Maverick (2022) estos últimos, son indicadores clave de la economía y los mercados de los Estados Unidos de Norteamérica.

Una vez que se encontraron los puntos de inflexión históricos del valor del precio del Dólar (MXN), y mediante el uso de Regresión Cuadrática, el Método Holt- Winters y la Simulación de Eventos Discretos, se presentaron al final tres proyecciones que capturaron la tendencia global, y los periodos de alza- estacional y de mayor volatilidad, que ayudaron a emitir un estimado de su valor para 2024.

## 2. Desarrollo

Para poder conocer el precio del Dólar (MXN) a 2024 fue necesario reunir el histórico del precio de esta moneda, tomando en cuenta las variaciones de valor en los periodos de mayor volatilidad de la historia moderna.

Además de su relación con otros indicadores, tales como el Oro (USD), la inflación de México y de los Estados Unidos de Norteamérica; y los Índices NASDAQ, SP&500 y Dow Jones.

Para poder realizar las proyecciones del precio del Dólar (MXN) fue necesario utilizar una proyección

global mediante el uso de Regresión Cuadrática. No se encontró evidencia del uso de esta herramienta para la proyección de este *commodity*. Sin embargo, el coeficiente de regresión cuadrática obtenido validó su uso.

Para el periodo inicio de la estacionalidad alcista de este *commodity* se hizo uso del Holt-Winters. No se encontró evidencia del uso de este método para la proyección del precio del Dólar (MXN), sin embargo, los autores Atoyebi et. al. (2023) y Gbadebo et. al. (2022) se apoyaron en el método de Holt- Winters para proyectar el precio futuro de otras Monedas o *commodities*.

Posteriormente para captar la volatilidad del periodo post pandemia se utilizó una herramienta capaz de identificar patrones de comportamiento de una variable de interés (Dólar en pesos), en términos de una distribución de probabilidad, con parámetros identificables para una proyección, por lo cual se utilizó la Simulación de Eventos Discretos (Babulak, E. & Wang, M., 2010).

Salman et. al (2017) y Li (2021) usaron simulación Montecarlo sobre toma de decisiones en procesos de gestión de *commodities*. No se encontró evidencia del uso de la Simulación de Eventos Discretos para la proyección del Dólar (MXN). Por último, se presentaron los resultados de las proyecciones de cada uno de los métodos utilizados del Precio del Dólar para 2024.

## 3. Metodología

Para llevar a cabo las proyecciones del Precio del Dólar (MXN) fue necesario obtener:

- $n = 404$  periodos mensuales del Precio del Dólar en Pesos Mexicanos (MXN), de diciembre de 1989 a Julio de 2023, fecha en que se realizó la presente investigación (Statista, 2023).
- También se obtuvieron los precios del Oro (USD), Inflación de México (Banxico, 2023), Inflación de los Estados Unidos de Norteamérica (USInflationCalc, 2023); los precios de NASDAQ, S&P 500 y Dow Jones de la Bolsa de valores de los Estado Unidos de Norteamérica (Statista, 2023))
- Después se destilaron los meses donde se observó un incremento mayor a un dólar, proporcional al valor del dólar actual (Banregio, 2023).

### 3.1 Análisis de períodos Alcistas

Realizando un análisis visual se buscaron periodos alcistas, relacionando estas alzas con fechas importantes en la economía, siendo posible identificar tres periodos:

#### 3.1.1 Para el primer periodo (diciembre de 1989 a julio de 2023)

En esta etapa se desarrolló un análisis de Correlación lineal Múltiple (Hines & Montgomery, 1990), entre todas las variables de estudio:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + e$$

Donde:

$y$  = Variable dependiente.

$\beta_0, \beta_1, \beta_2$  = Parámetros de la Función.

$x_1, x_2$  = Variables de control.

$e$  = constante.

Posteriormente se llevó a cabo un Análisis de Covarianzas (Hines & Montgomery, 1990), entre el Dólar (MXN) y las demás variables incluidas en el estudio:

$$Cov(X_1 + X_2) = E[(X_1 - E(X_1))(X_2 - E(X_2))]$$

Donde:

$X_1, X_2$  = Variables de estudio.

Después se elaboró un estudio de Regresión Cuadrática (Oosterbaan, 2020) entre las variables de mayor interés:

$$y_t = at^2 + b_t + c$$

Donde:

$y_t$  = Pronostico de  $t$ .

$a, b, c$  = Constantes de la variable  $t$ .

#### 3.1.2 Periodo de Mediano Plazo (noviembre de 1994 a julio de 2023)

Es en este punto donde el Dólar (MXN) comenzó a experimentar un alza sostenida, en un patrón de series en el tiempo, por lo que se decidió utilizar el método Holt – Winters (Adekunle et. al., 2023):

$$\begin{aligned} p_t &= \alpha (Y_t - s_{t-1}) + (1 - \alpha)(p_{t-1} + b_{t-1}) \\ b_t &= \beta (p_t - p_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \\ s_t &= \gamma (Y_t - p_{t-1} - b_{t-1}) + (1 - \gamma)s_{t-k} \\ y_t &= p_t + hb_t + s_{t-k} \end{aligned}$$

Donde:

$\alpha$  = Peso del algoritmo (suavizamiento) para nivel.

$\beta$  = Peso del algoritmo (suavizamiento) para tendencia.

$\gamma$  = Peso del algoritmo (suavizamiento) para estacionalidad.

$p_t$  = Parámetro de nivel.

$b_t$  = Parámetro de tendencia.

$s_t$  = Parámetro de estacionalidad.

$y_t$  = Pronostico de  $t$ .

#### 3.1.3 Para el periodo post- pandemia (enero de 2020 a julio de 2023)

Es en este periodo donde se observaron diversos cambios importantes en el precio del Dólar (MXN), por lo que, para captar esa volatilidad se utilizó se utilizó la Simulación de Eventos Discretos, encontrando el patrón del precio del Dólar (MXN) como una distribución Lognormal:

$$f(x) = \text{Lognormal} (\min, \mu, \sigma)$$

Según Johnson et. al. (1994) esta distribución viene dada por:

$$f(x) = \frac{1}{(x - \min x)\sqrt{2x\sigma^2}} \exp\left(-\frac{[\ln(x - \min x) - \mu]^2}{2\sigma^2}\right)$$

Donde:

$\min$  = Valor mínimo de la variable de estudio.

$\mu$  = Parámetro de cambio. (Media)

$\sigma$  = Parámetro de escala. (Sigma)

Para obtener la verdadera media de las proyecciones, se utilizaron intervalos de confianza para medias, con un 95% de confiabilidad. De acuerdo con Hines & Montgomery (1990), los intervalos de confianza vienen dados por:

$$\bar{X} - Z_{\alpha/2}\sigma/\sqrt{n} \leq \mu \leq \bar{X} + Z_{\alpha/2}\sigma/\sqrt{n}$$

Donde:

$\mu$  = Media poblacional.

$\bar{X}$  = Media Muestral.

$\sigma$  = Desviación estandar.

$n$  = Tamaño de la muestra.

$Z_{\frac{\alpha}{2}}$  = mitad del error en tabla normal.

#### 3.1.4 Uso de ANOVA

Al final, se decidió utilizar un ANOVA para medias, que agrupara en un solo intervalos los resultados de las proyecciones (Regresión Cuadrática, Método Holt-Winters, Simulación de Eventos Discretos). Según Hines & Montgomery (1990) el ANOVA para medias viene expresado por:

$$t = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{s\sqrt{2/n}}$$

Donde:

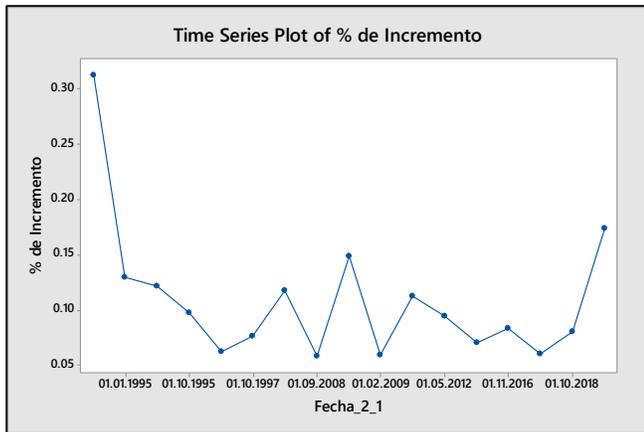
- $t$  = Valor promedio del intervalo.
- $\bar{y}_1, \bar{y}_2$  = Medias de los intervalos.
- $s$  = Desviación media de los intervalos.
- $n$  = Tamaño de la muestra.

#### 4. Resultados

Se tomó el precio del Dólar (MXN) de los últimos 33 años (diciembre 1989- julio de 2023) por mes.

Posteriormente se destilaron los Meses donde hubo un incremento en el precio del Dólar (MXN) mayor a un peso en relación al precio de dólar actual en ventanilla en bancos (Banregio, 2023).

Una vez separados los meses donde, el Precio del Dólar (MXN) experimentó incrementos mayores (y proporcionales) a un peso actual, como se muestra en la figura 1.



**Fig.1 Grafico de los incrementos en el Precio del Dólar (MXN) mayores a un peso actual, en los meses de diciembre de 1989 hasta la fecha en que se llevó a cabo esta investigación en Julio de 2023.**

En la figura 1 se observan tres incrementos históricos muy notables:

- 1) **El primer incremento se ubica en diciembre de 1994.** Esta devaluación del Peso frente al Dólar corresponde a la crisis mexicana denominada “el efecto Tequila” (Biles, 2010) Posterior a la misma grafica se observa otra crisis derivada del rescate a la banca y al tema del FOBAPROA en 1998 (Ventura, 2020).

- 2) **El segundo de octubre de 2008.** Esta otra devaluación del Peso se debió a la crisis hipotecaria de los Estados Unidos de Norteamérica (Kenton, 2022).

- 3) **El tercero en marzo de 2020.** Este periodo de volatilidad se debió al efecto – post pandemia en la economía global (Gopinath, 2020).

Es por ello que se llevó a cabo el análisis de Dólar (MXN) considerando tres periodos:

- 1) **Para el primer periodo (de diciembre de 1989 a julio de 2023):** Se llevó a cabo un estudio de Correlación Lineal Múltiple entre el Precio del Dólar (MXN) y el resto de las variables consideradas en la investigación, se observan en la figura 2. En los resultados del Análisis de Correlación lineal Múltiple (ver figura 2) se muestra una fuerte relación entre el Dólar (MXN) y los índices S&P 500 y NASDAQ, pero especialmente con el Índice Dow Jones.

	dólar (MXN)	Tiempo	Oro (USD)	Inflación anual
Tiempo	0.962 0.000			
Oro (USD)	0.814 0.000	0.896 0.000		
Inflación anual	-0.539 0.000	-0.627 0.000	-0.470 0.000	
Inflación anual	-0.105 0.036	-0.065 0.190	0.047 0.342	0.230 0.000
NASDAQ	0.829 0.000	0.821 0.000	0.783 0.000	-0.345 0.000
S&P 500	0.877 0.000	0.877 0.000	0.796 0.000	-0.415 0.000
Dow Jones	0.907 0.000	0.911 0.000	0.820 0.000	-0.451 0.000

**Fig.2 Análisis de Correlación Lineal Múltiple entre el Precio del Dólar (MXN) vs el Oro (USD), Inflación de México, Inflación de los Estados Unidos de Norteamérica; Índices NASDAQ, S&P 500, Dow Jones, de diciembre de 1989 a julio de 2023.**

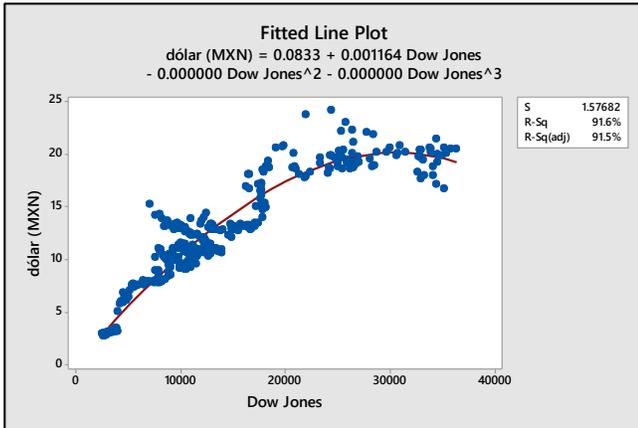
Posteriormente se realizó un Estudio de Covarianzas, entre todas las variables de estudio, como se muestra en la figura 3.

Covarianzas: dólar (MXN), Tiempo, Oro (USD), Inflación an, Inflación an, NASDAQ,				
	dólar (MXN)	Tiempo	Oro (USD)	Inflación anual
dólar (MXN)	29			
Tiempo	608	13635		
Oro (USD)	2451	58260	309937	
Inflación anual	-27	-680	-2432	86
Inflación anual	-1	-13	44	4
NASDAQ	16002	342186	1554874	-11442
S&P 500	4989	107753	461622	-4058
Dow Jones	42386	918996	3943341	-36175

**Fig.3 Análisis de Covarianzas entre el Precio del Dólar (MXN) vs el Oro (USD), Inflación de México, Inflación de los Estados Unidos de Norteamérica; Índices NASDAQ, S&P 500, Dow Jones, de diciembre de 1989 a julio de 2023.**

Al observar relación y varianza común entre el Precio del Dólar (MXN) y los índices más importantes de la

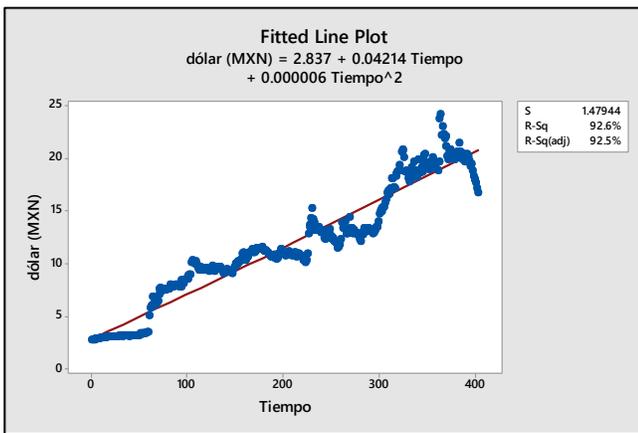
bolsa (NASDAQ, S&P 500 y Dow Jones) se realizaron varios Estudios de Regresión (Lineal, Cuadrática y Cubica), presentados en la figura 4.



**Fig.4 Análisis de Regresión Cubica entre el Precio del Dólar (MXN) y el Dow Jones, de diciembre de 1989 a julio de 2023.**

En la figura 2 se mostró el Análisis (Regresión Cubica) que mejor se adaptó (Dow Jones) al Precio del Oro (MXN).

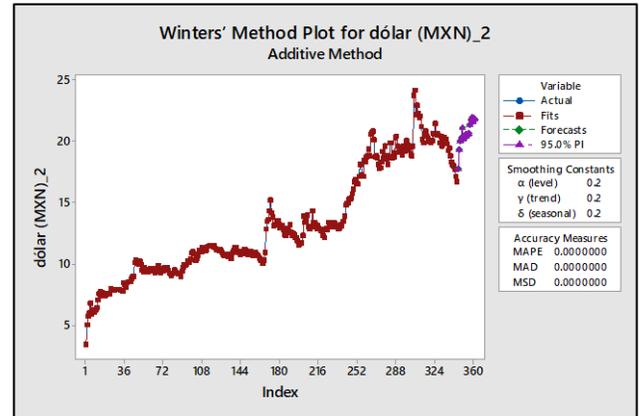
Posteriormente, se realizó otro Estudio de Regresión (Lineal, Cuadrática y Cubica), entre el Precio del Dólar y la variable “tiempo” en meses, el cual se muestra en la figura 5. El modelo regresión que mejor se adaptó al patrón del precio del Dólar (MXN) fue el generado por el Estudio de Regresión Cuadrática (ver figura 5).



**Fig.5 Análisis de Regresión Cuadrática entre el Precio del Dólar (MXN) y la variable “tiempo”, de diciembre de 1989 a julio de 2023.**

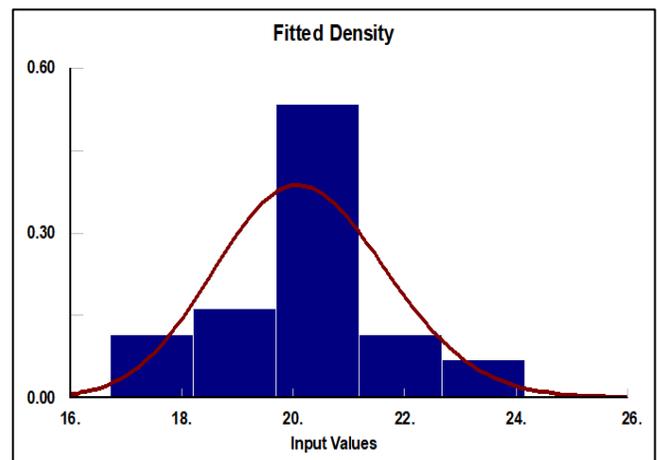
2) Para el análisis del segundo periodo, desde la Crisis del “Efecto Tequila”, “crisis hipotecaria”, y “Post-pandemia” (de noviembre de 1994 a julio de 2023): Se utilizó el análisis Holt-Winters, ya que este permite identificar patrones de comportamiento de la

variable de interés, en términos de estacionalidad y volatilidad dentro de series de tiempo. A parte, noviembre de 1994 marca el inicio de la estacionalidad alcista del Precio del Dólar (MXN) en la historia moderna. En la figura 6, el resultado del Método Holt Winters, realizando un ajuste al patrón del comportamiento del Peso (MXN) con un error = 0% (MAPE).



**Fig.6 Método de Holt- Winters del comportamiento del Precio del Dólar (MXN), de noviembre de 1994 a julio de 2023.**

3) Para el análisis del último periodo (Post Pandemia) se llevó a cabo un estudio de Simulación de Eventos Discretos: Utilizando los datos de los meses de enero de 2020 a julio de 2023, la figura 7 presenta la siguiente distribución de probabilidad del Precio dólar.



**Fig.7 Distribución de Probabilidad del Precio del Dólar (USD) periodo Post- pandemia, enero de 2020 a julio de 2023.**

Del análisis realizado por el Simulador, podemos afirmar que el patrón del comportamiento del Precio del Dólar (MXN) posee un comportamiento:

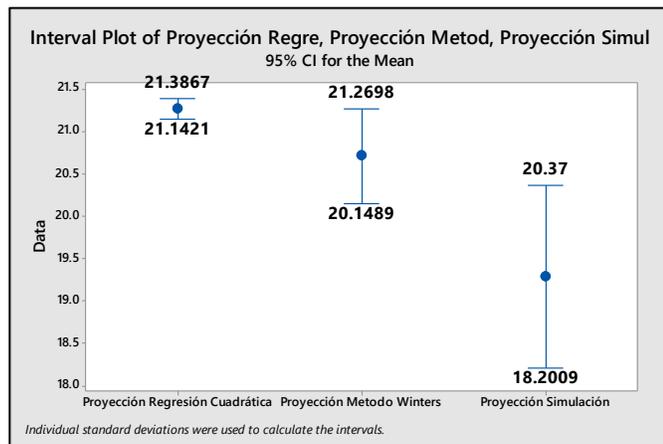
$$f(x) = \text{Lognormal} (-7.57, 3.32, 0.0554)$$

La tabla 1 muestra las proyecciones del precio del Dólar (MXN) para 2024, de los métodos utilizados en los tres periodos.

**Tabla 1 Proyección del Precio del Dólar (USD) para 2024, de los tres métodos utilizados: Regresión Cuadrática, el Método Holt- Winters y Simulación de Eventos Discretos.**

Fecha	Proyección Regresión Cúbica	Proyección Método Winters	Proyección Simulación
ago-23	20.89	17.75	17.03
sep-23	20.93	19.31	18.31
oct-23	20.98	20.05	17.35
nov-23	21.03	20.27	18.92
dic-23	21.08	21.09	22.93
ene-24	21.12	20.22	19.44
feb-24	21.17	20.49	17.55
mar-24	21.22	20.56	16.42
abr-24	21.26	20.41	19.11
may-24	21.31	20.57	20.68
jun-24	21.36	20.69	18.71
jul-24	21.41	21.38	23.14
ago-24	21.45	21.85	23.52
sep-24	21.50	22.00	18.60
oct-24	21.55	21.68	19.08
nov-24	21.59	21.92	18.37
dic-24	21.64	21.84	18.68

Posteriormente se generaron los intervalos de confianza para cada proyección, como se muestra en la figura 8.



**Fig.8 Intervalos de Confianza de las proyecciones del Valor del Dólar (MXN) para 2024, de los Métodos: Regresión Cuadrática, Método Holt-Winters y Simulación del Eventos Discretos.**

En la figura 8 se observan los intervalos de confianza para cada proyección del precio del Dólar (MXN) para 2024, las cuales serían:

- 1) Regresión Cuadrática:

$$(21.14 \leq X \leq 21.38)$$

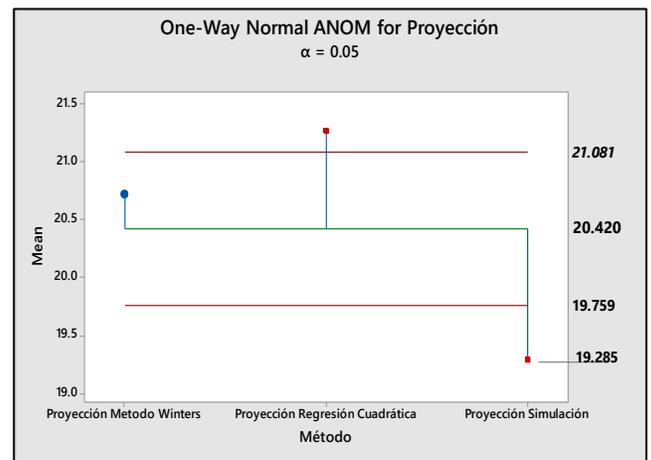
- 2) Método Winters:

$$(20.14 \leq X \leq 21.16)$$

- 3) Simulación de Eventos Discretos:

$$(18.20 \leq X \leq 20.37)$$

La figura 9 presenta un ANOVA para las medias de las proyecciones para generar un solo valor intervalar del precio de Dólar (MXN).



**Fig.9 ANOVA para Medias de las proyecciones del Precio del Dólar para 2024, del Métodos de Regresión Cuadrática, Método Holt-Winters y Simulación del Eventos Discretos.**

Finalmente, se puede afirmar con un 95% de Confiabilidad, que la verdadera media del precio del Dólar (MXN) para 2024, será de:

$$(19.75 \leq 20.42 \leq 21.08)$$

## 5. Conclusiones

En cuanto a la metodología:

- En relación a Regresión Cuadrática, no se encontró evidencia de su uso para la predicción de precio del Dólar (MXN), sin embargo, el índice de regresión resultante en este estudio, valida estadísticamente su uso para realizar proyecciones con la función resultante.

- Tampoco se encontró evidencia en cuanto al uso de Simulación de Eventos Discretos para predecir el precio del Dólar (USD). Sin embargo, la función de la simulación es precisamente identificar patrones en la variable de estudio (Precio del Dólar en pesos), en función de una distribución de probabilidad, para realizar proyecciones futuras. Para lo cual, el simulador identificó estadísticamente con un 95% de confiabilidad, a la distribución Lognormal (con sus respectivos parámetros), como el patrón que mejor describe el comportamiento del Dólar (MXN), en el periodo de mayor volatilidad (post-pandemia).

De acuerdo con el método Holt-Winters, y revisando las técnicas de pronóstico utilizadas por otros autores:

- Pérez et. al. (2022) utilizaron Redes Neuronales Artificiales y ARIMA para pronosticar el valor futuro del Dólar (MXN) con un error (MAPE)= 0.08%.
- Otros autores utilizaron distintas arquitecturas de Redes Neuronales Artificiales (J (Yermal et. al., 2017; Darley et. al., 2021; Azari, 2018; Adekunle et. al., 2023; Atoyebi et. al., 2023; Gbadebo et. al., 2022; Sahir, 2018; Mallqui & Fernández (2019), Sen et. al., 2023), obteniendo un error de pronóstico (MAPE) del 1.58% en adelante.
- Para predecir el precio del Dólar (MXN) en la presente, se utilizó el Método Holt – Winters, obteniendo un error de predicción (MAPE)=0%.
- Por lo anterior, no hay todavía un consenso que permita definir si existe una herramienta mejor que otra.

En relación al Precio del Dólar (MXN). En el análisis global de esta *commodity* se observaron algunos incrementos notables:

- El primer incremento se ubica en diciembre de 1994. Crisis mexicana denominada “el efecto Tequila” (Biles, 2010). También en 1998 hubo otra crisis derivada del rescate a la banca y al tema del FOBAPROA (Ventura, 2020).
- El segundo de octubre de 2008, debido a la crisis hipotecaria de los Estados Unidos de Norteamérica (Kenton, 2022).
- El tercero en marzo de 2020, periodo de alta volatilidad, debido al efecto – post pandemia en la economía en todo el mundo (Gopinath, 2020).

En función de estos eventos y el uso de Regresión Cuadrática, Método Winters y Simulación de Eventos

Discretos, se generaron las siguientes proyecciones del precio del Dólar (MXN) para 2024:

- Regresión Cuadrática:  
 $(21.14 \leq X \leq 21.38)$
- Método Winters:  
 $(20.14 \leq X \leq 21.16)$
- Simulación de Eventos Discretos:  
 $(18.20 \leq X \leq 20.37)$

¿Qué define el precio del Dólar frente al peso?: Generalmente es la oferta y la demanda de la divisa, mediante líneas de crédito en dólares, comercio, y la compra de petróleo.

En cuanto a la relación del Precio del Dólar (MXN) con otras variables Macroeconómicas, este no tuvo relación directa ni con la Inflación de México, ni con la Inflación de los Estados Unidos de Norteamérica.

En cambio, la relación del Precio del Dólar (MXN) con los índices NASDAQ y Dow Jones, es muy fuerte. De acuerdo con Maverick (2022) estos últimos, son indicadores clave de la economía y los mercados de los Estados Unidos de Norteamérica, los cuales representan:

- **NASDAQ:** 3,500 empresas que cotizan en la Bolsa de Valores de los Estados Unidos de Norteamérica, del giro tecnológico, telecomunicaciones, digitales, financieras, etc.
- **Dow Jones:** a las 30 empresas más grandes e importantes de la Bolsa de Valores de los Estados Unidos de Norteamérica.

Por lo que, el desempeño financiero y operativo de estas empresas contribuye también, directamente en el precio del Dólar frente al peso.

Sin perder de vista que se está viviendo una época económica bastante inusual. En marzo de 2022 fue la primera vez que:

- La Economía de los Estados Unidos de Norteamérica alcanza un nivel máximo histórico inflacionario del 8% anual, en los últimos 40 años. (desde enero de 1982).
- Debido a lo anterior, también es la primera vez que la

inflación de México no llegó al 30.86 % anual (como ocurrió también en enero de 1982) (Banxico, 2023).

- Por lo que en marzo de 2022 era de esperarse una Devaluación del Peso frente al Dólar similar a la de inicios de 1982, (cerca del 76%), es decir, un alza del dólar de 20.03 pesos (marzo 2022) a 35.25 pesos, incremento que no sucedió.

Además de otras condiciones por las que el Precio del Dólar pudiera subir en 2024:

- Crisis en torno a Elecciones presidenciales
- Posibles sanciones del T-MEC a México.
- Futuras crisis sanitarias.

Y por las que el Precio del Dólar (MXN) pudiera bajar en 2024:

- Reubicación operativa de fábricas de empresas estadounidenses en China, a México.
- Países productores de petróleo que ya están comenzando a vender barriles de crudo en Yuanes.

Estas condiciones geopolíticas y económicas dependen de diversos actores, sin embargo, pudieran impactar la proyección para 2024.

Finalmente, se puede afirmar con un 95% de Confiabilidad, que la verdadera media del precio del Dólar (MXN) para 2024, será de:

$$(19.75 \leq 20.42 \leq 21.08)$$

En el contexto histórico de las devaluaciones en México, el Dólar (MXN): se mantendrá “estable”, a reserva de las condiciones ya expuestas.

## 6. Referencias

- Maverick, J. (2022) Key Indicators for Following the Stock Market and Economy, Recuperado el 10 de Julio de 2023 desde: <https://www.investopedia.com/ask/answers/032415/what-are-most-common-market-indicators-follow-us-stock-market-and-economy.asp>
- Banxico (2023) Portal de Inflacion, Recuperado el 10 de Julio de 2023 desde: <https://www.banxico.org.mx/tipcamb/main.do?page=inf&idioma=sp>

USInflationCalc (2023) US Historical Inflation Rates: 1914-2023 Recuperado el 10 de Julio de 2023 desde: <https://www.usinflationcalculator.com/inflation/historical-inflation-rates/>

Statista (2023) Precios del Dolar e Indices Bursatiles, Recuperado el 10 de Julio de 2023 desde: <https://www.statista.com/>

Quintana, E (2015) Las devaluaciones de la historia reciente, Recuperado el 10 de Julio desde: <https://www.elfinanciero.com.mx/opinion/enrique-quintana/las-devaluaciones-en-la-historia-reciente/>

Babulak, E. & Wang, M. (2010) Discrete Event Simulation INTECH Open Science DOI: 10.13140/RG.2.1.2068.1767

Salman, Asma & Razzaq, Muthanna. (2017). Bitcoin and the World of Digital Currencies. 10.5772/intechopen.71294.

Li, Kejun & Liu, Yunan & Wan, Hong & Huang, Yining. (2021). A discrete-event simulation model for the Bitcoin blockchain network with strategic miners and mining pool managers. Computers & Operations Research. 134. 105365. 10.1016/j.cor.2021.105365.

Atoyebi, Samuel & Olayiwola, Matthew & Oladapo, James & Oladapo, David. (2023). Forecasting Currency in Circulation in Nigeria Using Holt-Winters Exponential Smoothing Method. South Asian Journal of Social Studies and Economics. 20. 25-41. 10.9734/SAJSSE/2023/v20i1689.

Gbadebo, Adedeji & Akande, Joseph & Adekunle, Ahmed. (2022). Price Prediction for Bitcoin: Does Periodicity Matter? International Journal of Business and Economic Sciences Applied Research. 15. 69-92. 10.25103/ijbesar.153.06

Banregio (2023) Divisas y Metales, recuperado el 25 de Julio de 2023 desde: <https://www.banregio.com/divisas.php>

Hines, W. & Montgomery, D. (1990) Probability and Statistics in Engineering and Management Science

Wiley, ISBN 10: 0471600903 ISBN 13: 9780471600909

Oosterbaan, R.J. (2020). Testing the statistical significance of the improvement of cubic regression compared to quadratic regression using

- analysis of variance (ANOVA). Recuperado el 10 de Julio de 2023 desde <https://www.researchgate.net/publication/341787805>
- Adekunle, Oluwatobi & Gbadebo, Adedeji & Akande, Joseph & Adedokun, Muri. (2023). Forecasting with Competing Models of Daily Bitcoin Price in R. *Journal of Studies in Social Sciences and Humanities* <http://www.jssshonline.com/> Volume 8, No. 2, 2022, 272-287 ISSN: 2413-9270
- Johnson, N., Kotz, S., Balakrishnan, N. (1994) *Continuous Univariate Distributions*, John Wiley & Sons, Volume 1", p207.
- Ventura, D. (2020) Conoce el Fobaproa, la deuda bancaria que los mexicanos seguirán pagando por medio siglo, recuperado el 25 de Julio desde: <https://businessinsider.mx/que-es-fobaproa-historia-mexicanos-pagan-deuda-bancaria/>
- Biles, James. (2010). Chronicle of a debt foretold: Mexico's FOBAPROA debacle and lessons for the US financial crisis. *Progress in Development Studies - Progr Dev Stud.* 10. 261-266. 10.1177/146499340901000305.
- Kenton, W. (2022) What Was the Subprime Meltdown? What Happened and Consequences, Recuperado el 25 de Julio de 2023 desde: <https://www.investopedia.com/terms/s/subprime-meltdown.asp>
- Gopinath, G. (2020) The Great Lockdown: Worst Economic Downturn Since the Great Depression, Recuperado el 25 de Julio de 2023 desde: <https://www.imf.org/en/Blogs/Articles/2020/04/14/blog-weo-the-great-lockdown-worst-economic-downturn-since-the-great-depression>
- Pérez-Frías, Alfredo & Jimenez-Preciado, Ana & Cruz Aké, Salvador. (2022). Forecasting exchange rate with machine learning and deep learning algorithms: the US Dollar (USD) to Mexican Peso (MXN) case. 7. 2022. Recibido el 03 de marzo del 2022; Aceptado el 17 de mayo del 2022; En línea el 31 de julio del 2022, recuperado el 26 de Julio de 2023 desde: <https://www.researchgate.net/publication/362444988>
- Yermal, Lakshmi & Balasubramanian, Palanisamy. (2017). Application of Auto ARIMA Model for Forecasting Returns on Minute Wise Amalgamated Data in NSE. 1-5. 10.1109/ICCIC.2017.8524232.
- Darley, Olufunke & Yussuff, Abayomi & Adenowo, Adetokunbo. (2021). Price Analysis and Forecasting for Bitcoin Using Auto Regressive Integrated Moving Average Model. *Annals of Science and Technology.* 6. 47-56. 10.2478/ast-2021-0009.
- Azari, Amin. (2018). Bitcoin Price Prediction: An ARIMA Approach. KTH Royal Institute of Technology. Recuperado el 10 de Julio de 2023 desde: <https://www.researchgate.net/publication/328288986>
- Adekunle, Oluwatobi & Gbadebo, Adedeji & Akande, Joseph & Adedokun, Muri. (2023). Forecasting with Competing Models of Daily Bitcoin Price in R. 8. 272 - 287
- Atoyebi, Samuel & Olayiwola, Matthew & Oladapo, James & Oladapo, David. (2023). Forecasting Currency in Circulation in Nigeria Using Holt-Winters Exponential Smoothing Method. *South Asian Journal of Social Studies and Economics.* 20. 25-41. 10.9734/SAJSSE/2023/v20i1689.
- Gbadebo, Adedeji & Akande, Joseph & Adekunle, Ahmed. (2022). Price Prediction for Bitcoin: Does Periodicity Matter?

# INVESTIGACIÓN APLICADA QUE IMPACTÉ EN EMPRESAS FAMILIARES Y EN EL DESARROLLO LOCAL REGIONAL SUSTENTABLE

## APPLIED RESEARCH THAT IMPACTED FAMILY BUSINESSES AND SUSTAINABLE LOCAL REGIONAL DEVELOPMENT

Blanca Guadalupe Cruz-Silva <sup>a,\*</sup>, Santos Jesús Castillo <sup>b</sup>, Jorge Oswaldo Rivera-Nieblas <sup>c,d</sup>, Iván Alejandro-Vacío Hernández <sup>a</sup>, María Del Rosario-Pérez-Arguelles <sup>a</sup>



Ciencias Administrativas y Humanidades (CAYH)

## Investigación Aplicada que impacté en Empresas Familiares y en el Desarrollo Local Regional Sustentable

### Applied Research that impacted Family Businesses and Sustainable Local Regional Development

Blanca Guadalupe Cruz-Silva <sup>a,\*</sup>, Santos Jesús Castillo <sup>b</sup>, Jorge Oswaldo Rivera-Nieblas <sup>c,d</sup>, Iván Alejandro-Vacío Hernández <sup>a</sup>, María Del Rosario-Pérez-Arguelles <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Carrera de Licenciatura en Gestión de Negocios y Proyectos, Universidad Tecnológica de Hermosillo, Boulevard de los Seris Final, Parque Industrial, C.P. 83299 Hermosillo, Sonora, México.

<sup>b</sup> Departamento de Investigación en Física, Universidad de Sonora, Apdo. Postal 5-088, C.P. 83000, Hermosillo, Sonora, México.

<sup>c</sup> Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Carreras de Ingeniería Biomédica Mecatrónica y Semiconductores, Tecnológico Nacional de México, Campus Hermosillo, Ave. Tecnológico 115, Col. Sahuaro, C.P. 83170 Hermosillo, Sonora, México.

<sup>d</sup> Carrera de Ingeniería Mecatrónica, Universidad Tecnológica de Hermosillo, Boulevard de los Seris Final, Parque Industrial Hermosillo, C.P. 83299 Hermosillo, Sonora, México.

Correo electrónico: [bgcruzaep@uthermosillo.edu.mx](mailto:bgcruzaep@uthermosillo.edu.mx)

(Recibido: 05 de ene. 2023; Aceptado: 25 de ene. 2023; Publicado: 01 de may. 2023)

#### Resumen

En el contexto de la oferta educativa del Sistema de Universidades Tecnológicas, se describen ciertas investigaciones aplicadas, que favorecen a empresas familiares, en los retos, necesidades en la mejora continua en innovación, que impacté en la organización, procedimientos, procesos, productos, servicios, mercadotecnia y proyectos; especializar la Línea Innovadora de Investigación Aplicada o Desarrollo Tecnológico (LIADT), basado en vocación de la región, planes estratégicos, normatividad interna, competencias y capacidades específicas de estudiantes, docentes, impulsando y favoreciendo a las empresas familiares, a través del conocimiento y fortalecimiento de sus competencias y del personal, lo que detonaría en nuestra economía y sociedad; lo que conlleva a productividad y rentabilidad en comercialización de productos, servicios de organizaciones y fomenta sustentablemente el desarrollo local y regional. El propósito ilustrar a las empresas y planta docente de universidades lo importante de la vinculación, para adquirir nuevos conocimientos en objetivos prácticos, propagación de tecnología, saber qué y de prácticas saber cómo, utilizados para la innovación diseño y mejora. La metodología analizar el valor de planes de estudios, de programas educativos, utilizar los mismos criterios en cada uno, para detonar el impacto que causaría su intervención en la empresa familiar. La contribución describir el impacto y beneficios en la empresa familiar de la vinculación con la universidad Tecnológica de Hermosillo, Sonora, lo que repercute en la competitividad y el Desarrollo Local y Regional Sustentable, con estrategias en el diseño, mejoras y transferencia de tecnología en la empresa familiar de sus procesos.

**Palabras claves:** Investigación, empresa familiar, desarrollo sustentable.

## Abstract

*In the context of the educational offer of the Technological University System, certain applied research is described, which favors family businesses, in the challenges, needs in continuous improvement in innovation, which impacted the organization, procedures, processes, products, services, , marketing and projects; specialize the Innovative Line of Applied Research or Technological Development (LIADT), based on the vocation of the region, strategic plans, internal regulations, specific skills and abilities of students, teachers, promoting and favoring family businesses, through knowledge and strengthening of their skills and staff, which would detonate in our economy and society; which leads to productivity and profitability in the marketing of products, services of organizations and sustainably promotes local and regional development. The purpose is to illustrate to companies and university teaching staff the importance of linking, to acquire new knowledge in practical objectives, propagation of technology, know-what and know-how practices, used for innovation, design and improvement. The methodology analyzes the value of study plans and educational programs, using the same criteria in each one, to detonate the impact that their intervention would cause in the family business. The contribution describes the impact and benefits on the family business of the link with the Technological University of Hermosillo, Sonora, which has an impact on competitiveness and Sustainable Local and Regional Development, with strategies in the design, improvements and technology transfer in the family business of its processes.*

**Keywords:** Research, Family business, Sustainable development.

## 1. Introducción

Este trabajo busca detonar a empresas familiares con vinculación de la planta docente e investigadores de la universidad Tecnológica de Hermosillo, Sonora, lo importante de la vinculación con organizaciones, lo que otorga valor agregado porque el propietario, socio, tiene la oportunidad de fortalecer sus capacidades y competencias, al igual que los profesores e investigadores al especializarse en sus capacidades y competencias, el estudiante cumple con el modelo educativo y fortalece su perfil de egreso. Se pueden beneficiar algunas empresas familiares y universidades tecnológicas, el personal adscrito, tendrían la oportunidad y experiencia de practicar sus conocimientos, habilidades, fortalecer capacidades y competencias en la organización, esto viene a solucionar la necesidad de las empresas familiares en diseños y mejoras y la curva de aprendizaje del capital humano.

La vinculación de la empresa familiar con la planta docente y estudiantes de programas educativos de la Universidad tecnológica de Hermosillo, Sonora, solucionaría problemas de diseño, mejora en la organización, procesos, procedimientos, productos, servicios, proyectos y mercadotecnia en las áreas de dirección, recursos humanos, finanzas, operaciones, mercadotecnia.

Al determinar la Línea Innovadora de Investigación Aplicada o Desarrollo Tecnológico (LIADT), la cual es desarrollada en base a la formación del profesor, plan de estudio y sector productivo, lo que influye en su especialización, trae beneficio y se abren oportunidades a las empresas familiares, al vincularse con los programas educativos por los proyectos, memorias de estadía, materias, algunas estancias y movilidad en la

empresa, con el propósito de adquirir nuevos conocimientos en objetivos prácticos, así como un mecanismo de propagación de tecnología en competencias, capacidades, conocimientos, saber qué y de prácticas saber cómo, utilizados para la mejora, innovación de la organización, procesos, productos, servicios, mercadotecnia, proyectos, así como la creación para satisfacer necesidades humanas. Para fines de enfocar y fomentar el desarrollo sustentable en las empresas familiares, la adquisición de competencias genéricas, específicas y capacidades de los trabajadores familiares, formación profesional, técnicas necesarias para actividades de gestión administrativa y generación de valor agregado y control de estrategias, para la detonación del desarrollo local y regional sustentable. Incluyendo las tendencias actuales a nivel global, actualización de planes de estudio en las competencias y capacidades del perfil de egreso del estudiante con una formación integral, con énfasis en las habilidades blandas. Lo que conllevará la especialización del profesor al cultivar la línea de investigación (LIADT). Estudios similares que motivan a este trabajo han sido publicados por (Santos López-Leyva, 2018), Santamaría Freire, E. J., & Chicaiza Chaguamate, V. A. (2016).

En el estudio se describen estrategias a seguir para impactar, al plan de estudio de TSU y Licenciaturas de los programas educativos y Universidades Tecnológicas, y en las organizaciones en temas como son: un sistema de información y comunicación, desarrollo humano, equipos de trabajo, liderazgo, motivación, el cambio inicia por uno mismo, productos y servicios, entre otros, algunos son impartidos, pero es necesario resaltar y reiterar para detonar el desarrollo local y regional sustentable; y en el programa educativo la actualización del plan de estudio acorde a las

tendencias, las asignaturas, perfil de la planta docente, profesores integrantes de cuerpos académicos “academia de excelencia”, academia institucional y de competencias y tecnología, lo que contribuye a la formación integral y perfil de egreso de estudiante, especialización del profesor, con el fin de apoyar a las capacidades y competencias de los integrantes de la empresa familiar (Rosa María Ozuna-Lizárraga, 2018; Raúl Rojo-Valenzuela 2018; Ramón Ponce-Domínguez, 2018; Joel Enrique Espejel-Blanco 2018.

En síntesis, preocupados por el buen acoplamiento entre la investigación aplicada y las empresas de carácter familiar, se propone una interacción dinámica, por ello uno de los valores agregados del presente trabajo es describir el impacto e importancia en la innovación en las organizaciones a raíz de diseñar una Línea Innovadora de investigación Aplicada o Desarrollo Tecnológico (LIADT), sustentable, acorde a los planes de desarrollo, tendencias de la región y de un plan de estudio actualizado, para fomentar las utilidades, rentabilidad, productividad, competitividad de empresas familiares lo que propiciará el desarrollo local y regional sustentable.

El artículo se integra de una introducción, en ella se indica la importancia, el valor agregado, características, el problema a solucionar hipótesis central y explicaciones de las secciones del artículo. El desarrollo señala la interacción de la línea de investigación con el perfil de egreso, desarrollo local y regional al igual que los actores que participan en la sociedad, la estructura orgánica de los cuerpos académicos, las Líneas de Investigación Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (LIADT), con el impacto y beneficios a la sociedad y la contribución del plan de estudio en la empresa familiar. La metodología, indica la obtención de la información, se representa con una tabla comparativa los programas educativos y empresas familiares, indicando que se requieren diseños, mejoras en las empresas familiares, que pueden subsanar por el capital humano de los cuerpos académicos de los programas educativos. Es factible llevarla a cabo en cada localidad, donde están establecidas las universidades tecnológicas y que existen empresas familiares. Los resultados muestran la interacción del plan de estudio, competencias genéricas y específicas de TSU con vinculación y la investigación, las estrategias a utilizar en la planta docente para el desarrollo humano, el sistema de información y comunicación y la contribución a la innovación a la empresa familiar en recursos humanos, finanzas, mercadotecnia y operaciones. En la discusión, se indican los beneficios

de la vinculación, de academia y la planeación a corto plazo. En las conclusiones se señala el plan de estudio, competencias genéricas, específicas, cuerpos académicos, estrategias para el sistema de información y comunicación y la contribución a la innovación en la empresa familiar y la posibilidad de mejora.

## 2. Desarrollo

Para llevar a cabo el desarrollo de esta investigación aplicada, adquirir nuevos conocimientos dirigidos a una finalidad u objetivos prácticos, y propagar competencias capacidades específicas, saber qué y de prácticas saber cómo, utilizados para la satisfacción de necesidades humanas; impactar a la empresa familiar y detonar el desarrollo local y regional sustentable, resaltando la vocación de la región, Línea Innovadora de investigación Aplicada o Desarrollo Tecnológico (LIADT), perfil de egreso del estudiante, mejorar el desempeño de las empresas familiares, cimiento de la economía y sociedad.

Inicialmente se busca la información en fuentes secundarias, planes de desarrollo, planes estratégicos, reglas de operación del Programa para el Desarrollo Profesional Docente para el Tipo Superior (PRODEP), Reglamento de Consejo de Vinculación y Pertenencia; libros, artículos, documentos plan de desarrollo Institucional, plan de estudios, matriz de asignaturas por cuatrimestre, hoja de asignatura, plan de sesión, número de profesores, convenios, matrícula de estudiantes de la carrera; de fuente primaria la observación, necesidades manifiestas, diagnósticos y experiencia académica y otras fuentes relacionadas; todo para potencializar la importancia que tiene la vinculación con las empresas familiares de parte de profesores y estudiantes.

### 2.1 Desarrollo Regional

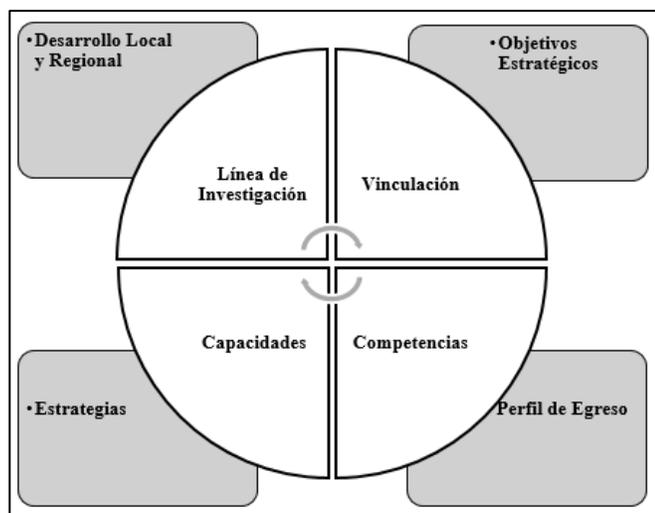
La vinculación busca fortalecer a la organización familiar en la innovación, mejora continua en su organización, procedimientos, procesos, productos, servicios, mercadotecnia y proyectos. Para optimizar los recursos, incrementar utilidades, productividad y competitividad en el personal y organización; competencias y capacidades de estudiantes, personal, todo ello con la especialización y cultivo de la línea de investigación de los profesores conformados en cuerpos académicos de la carrera de Licenciatura en Negocios y Gestión de Proyectos.

Con la vinculación se coadyuvará en el desarrollo regional como lo señala Schejtman y Berdegué 2003, el desarrollo regional es un concepto inherente a la

transición de un nivel económico concreto a otro más avanzado de una zona geográfica determinada. Como un proceso de transformación del sistema económico y social de los pobladores del espacio geográfico, lo cual se traduce en un incremento del bienestar en indicadores económicos, sociales y administrativos.

La casa de estudios se localiza en el municipio de Hermosillo, Sonora, las universidades tecnológicas se localizan en la mayoría de los estados. Maximiza los beneficios, se aprovechan las oportunidades y se consideran los conocimientos científicos, tecnológicos, experiencias, talentos, en diversidad en ciencias, para el caso las universidades tecnológicas, la planta de maestros, investigadores, estudiantes aportan los conocimientos, experiencias, talentos con el fin de utilizar eficientemente todos los recursos; tiempo, humanos, materiales, naturales y financieros en la empresa familiar.

Los participantes en el proceso de desarrollo regional gobierno, empresas, instituciones, hogares y personas se influyen mutuamente al realizar múltiples actividades económicas, sociales y culturales; cuando se desea realizar una estrategia de desarrollo, se debe prestar atención a la interacción de la sociedad porque de lo contrario no se alcanzan los objetivos.



**Fig. 1** Interacción de la línea de investigación con el perfil de egreso, desarrollo local y regional.

La interacción de la empresa familiar con la Universidad es muy poderosa, permite el desarrollo de las capacidades de la empresa, propietarios, personal, familias, capital intelectual de la universidad, localidad, estado la nación. Ya que los investigadores cultivan sus líneas de investigación, la planta docente se especializa,

profesionaliza sus servicios abonando a los perfiles idóneos para la impartición de clase, los estudiantes fomentan sus capacidades y competencias para su perfil de egreso, la universidad fortalece la curva de aprendizaje sustentablemente, incrementada por la interacción con la empresa familiar, en necesidades reales.

Para el desarrollo de la región se debe contar con un nivel mínimo de infraestructura económica, la Universidad Tecnológica de Hermosillo, el Municipio de Hermosillo y el estado de Sonora tienen la infraestructura, la ubicación adecuada de las instalaciones, infraestructura y el capital humano a escala regional indispensable para lograr el desarrollo regional sustentable, elemento fundamental en la productividad y competitividad. Lo mismo sucede en cada universidad instaladas en Sonora y la nación.

**Tabla 1** Interacción de los actores con su participación en la sociedad.

No	Actores	Participación
1	Investigador	Especialización en Líneas de investigación LIADT
2	Estudiantes	Capacidades y Competencias
3	Docentes	Especialidades, contribuir a la LIADT
4	Empresa familiar, socios, propietarios, planta laboral	Diseños, creaciones mejoras
5	Universidad	Fortalecimiento en su posición, a través de la planta docente, vinculación, transferencia de tecnología, mejoras en la empresa familiar
6	Familias	Educación, bienestar, mejor calidad de vida, prácticas, proyectos de sus hijos, estudiantes o egresados de los programas educativos
7	Localidad, región, estado, nación	Se fortalece por la especialización de la planta docente, investigadores, estudiantes, las empresas familiares, al mejorar sus procesos, se determinan los costos, se incrementan sus ventas y sus utilidades, permanencia de la planta de recursos humanos

Con las fortalezas de la educación, vinculación, integrantes de cuerpos académicos, perfil de egreso del estudiante basado en un robusto plan de estudio, se puede realizar la transición de un nivel económico concreto a otro más avanzado en Hermosillo, Sonora, se puede dar en cada uno de los programas educativos de la Institución. Y cada universidad tecnológica del estado y país.

En un proceso de transformación basado en competencias, capacidades de profesores, estudiantes y trabajadores de la empresa familiar. Que se traducirá en incremento del bienestar en indicadores económicos, sociales y administrativos. Se aprovechan las oportunidades y los beneficios de la localidad considerando el conocimiento científico y tecnológico, utilizando eficientemente los recursos disponibles.

Los participantes en el proceso trabajadores, empresas, instituciones, maestros, estudiantes se influyen mutuamente al realizar la vinculación transferencia de tecnología, innovación.

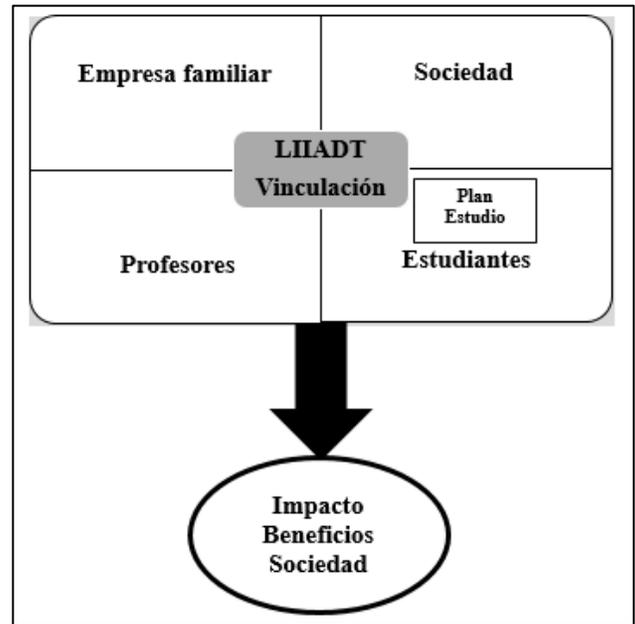
**2.2 Sistema de Información y Comunicación, de los cuerpos académicos**

En un sistema de información y comunicación, es importante definir los liderazgos formales e informales lo que motivará a los equipos colaborativos a realizar el cambio de manera personal y sumar esfuerzos, talentos, conocimientos, experiencias de la planta docente, estudiantes, lo que conlleva a convertirse en equipos de alto desempeño, que impactarán a la empresa familiar, casa de estudios, localidad, región.

En este sistema de información y comunicación se deberá de proveer a la planta docente por todos los medios la información requerida para la formalidad de las evidencias, de los convenios con la formalidad de jurídico y la gestión de la vinculación al área correspondiente, para la interacción con la empresa familiar.

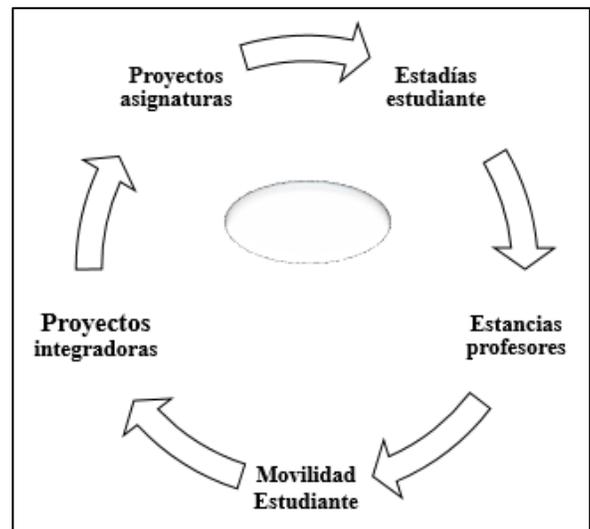
Para que el cultivo de las líneas de investigación se llevé a cabo sustentablemente, al cumplir con todos los requisitos requeridos por los investigadores para dar cumplimiento con los programas que certifiquen al profesor para ser considerado profesional de calidad, al igual que los organismos acreditadores que califican el desempeño de los programas educativos, o la dependencia que evalúa el desempeño Institucional.

La línea de investigación una vez determinada debe interactuar a través de la vinculación con la empresa familiar, profesores y estudiantes en diseños, mejoras en la organización, procesos, procedimientos, mercadotecnia, productos, servicios para que las empresas sean productivas, competitivas en su sector y puedan mantenerse activas en el mundo de los negocios y con ello impactar con beneficios para todos los actores lo que conlleva a una mejor sociedad.



**Fig. 2 Interacción de la línea de investigación con el perfil de egreso, desarrollo local y regional.**

Las licenciaturas y TSU de las universidades tecnológicas, tienen un plan de estudio, la distribución cuatrimestral de las asignaturas, plan de sesión evaluación por unidad y el perfil del TSU y licenciatura. Asignaturas transversales en todos los programas educativos, específicas las tecnológicas, son las que marcan las diferencias entre carreras, otorgan las capacidades y competencias del estudiantado, aquí nacen las especializaciones de los cuerpos académicos al cultivar sus líneas de investigación de manera sustentable, por las asignaturas del plan de estudio, profesión, vinculación con las empresas familiares.



**Fig. 3 Contribución del plan de estudio en la empresa familiar.**

El plan de estudio de cualquier carrera de TSU o licenciatura, está estructurado con su matriz de asignatura, objetivo general, competencias, unidades temáticas, con objetivos específicos, las cuales contemplan saber, saber hacer y el ser, resultado de aprendizaje, referencias bibliográficas, capacidades. En el sexto y décimo cuatrimestre es la estadía del estudiante para titularse con un proyecto en una organización.

Lo valioso del plan de estudio, es que en cada cuatrimestre se puede capitalizar proyectos para la empresa familiar, a través de una vinculación estrecha para realizar mejoras a nivel TSU en su en las áreas de dirección, recursos humanos, finanzas, operaciones y mercadotecnia, a nivel licenciatura se añade el diseño y/o creación.

También es posible que el profesor realice estancias y el estudiante su estadía y proyectos de movilidad. Esto impacta en la empresa familiar en subsanar necesidades, pero lo mejor, los estudiantes y maestros aplican las habilidades blandas, experiencia, los conocimientos saber, saber hacer, con aprendizaje significativo del estudiante y la actualización, especialización de investigadores, profesionalización de la planta docente a través de cuerpos académicos, lo que también fortalece al plan de estudio y al perfil del profesorado.

### 3. Metodología

La figura 4 muestra cómo se utilizó información de fuente secundaria y primaria, la observación y necesidades manifiestas de estudiantes, profesores, funcionarios, revisión y análisis de documentos, antecedentes, procedimientos y procesos institucionales, planes de estudio de programas educativos, mapa cuatrimestral, asignaturas, perfil de egreso de programas educativos, apoyado en planes de desarrollo, Reglamento de Vinculación y Pertinencia, Reglamento de Academia, Reglamento de Evaluación de Aprendizaje, Reglas de Operación del Programa para el Desarrollo Profesional Docente para el Tipo Superior (PRODEP), se complementa con lectura y análisis de artículos, libros.

Para desarrollar este artículo se investigó los temas de la academia de excelencia, la academia institucional, academias tecnológicas, modelo educativo, formación integral y el perfil de egreso del estudiante, competencias y capacidades, especialización del profesor en base a su Línea Innovadora de Investigación

Aplicada o Desarrollo Tecnológico (LIIADT), el sistema de información y comunicación, el liderazgo y motivación de los cuerpos académicos, la empresa familiar.

El impacto y beneficios del capital humano en la productividad, competitividad y beneficios de la empresa familiar, a través de la vinculación con la universidad, para el desarrollo de la investigación aplicada y la transferencia de tecnología, de saber qué, saber cómo; lo que repercute en el desarrollo local sustentable. Se analiza la información en base a observación, necesidades manifiestas, conocimiento, experiencia académica y diagnósticos realizados, Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA).

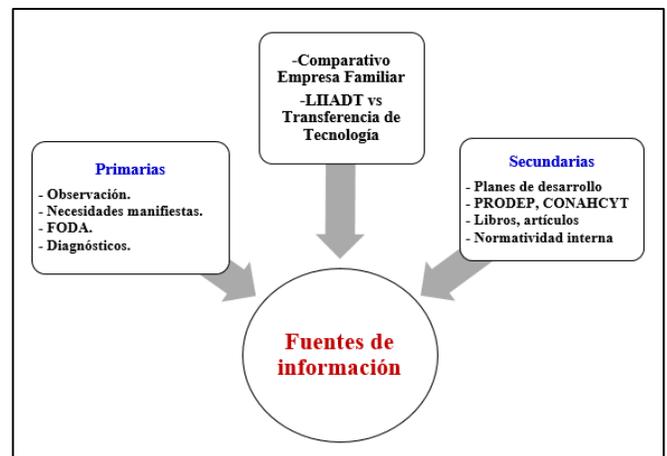


Fig. 4 Fuentes de información de metodología.

La tabla 2 indica en el concepto los documentos requeridos de TSU, licenciatura, las capacidades y competencias del perfil de egreso y la planta docente integrados en cuerpos académicos, con la línea de investigación, LIIADT, en base a la profesión, programa educativo, sector laboral, para la profesionalización, especialización y el cultivo de la línea de investigación.

También las academias de las universidades tecnológicas para el cumplimiento del modelo educativo ser, saber y el saber hacer y las posibles necesidades de las empresas familiares, que requieren de diseños, mejoras en la organización en las áreas de dirección, recursos humanos, finanzas, operativas y mercadotecnia.

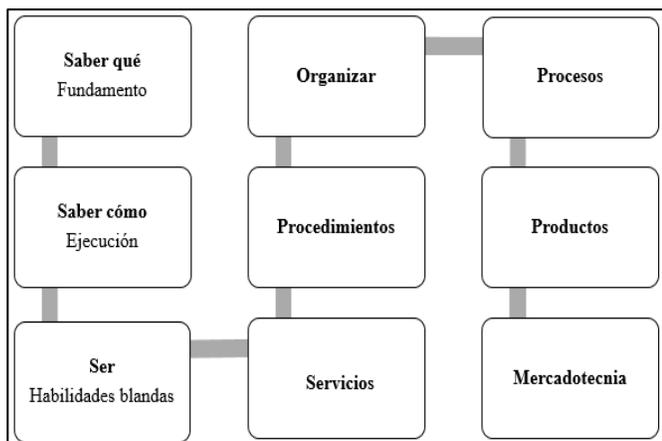
**Tabla 2 Comparativo de programas educativos y empresas familiares.**

No.	Concepto	TSU	Lic.	Perfil Egreso Estudiantes	Planta docente	Cuerpos Académicos	Programas educativos
1	Plan de estudio de la carrera	X	X	Capacidades	PTC- Investigador	LIADT	Academia Excelencia
2	Distribución cuatrimestral de la carrera	X	X	Competencias	Profesor de Asignatura Basificado	Sector productivo	Academia Institucional
3	Asignaturas	X	X		Profesor Asignatura	Profesión	Academias Tecnológicas
4	Plan de sesión	X	X			Programas educativos	
5	Evaluación por unidad	X	X	Perfil idóneo	Perfil idóneo	Especialización Línea investigación	Capacidades Competencia Perfil idóneo
	Saber Saber hacer	Ser		Dirección	Recursos humanos	Finanzas	Operaciones

El plan de estudio, tiene una matriz de asignaturas por cuatrimestre, se indican las capacidades y competencias, asignaturas, materias de integradoras.

De estos planes de estudios emanan las academias específicas tecnológicas, institucionales, la academia de excelencia, donde se integran los cuerpos académicos, cultivan sus líneas de investigación y realizan la transferencia de tecnología, al interactuar con el modelo educativo en saber qué (ver figura 5); adquirir nuevos conocimientos en objetivos prácticos, así como un mecanismo de propagación de tecnología en competencias, capacidades, conocimientos; saber cómo: práctica, aplicación del conocimiento y también las habilidades blandas, el Ser, las cuales deben tener los investigadores, planta docente y los estudiantes.

Se debe reflejar en la interacción de los liderazgos, equipos colaborativos de alto desempeño, al fortalecer la comunicación e información para impactar el diseño y mejoras en la organización.



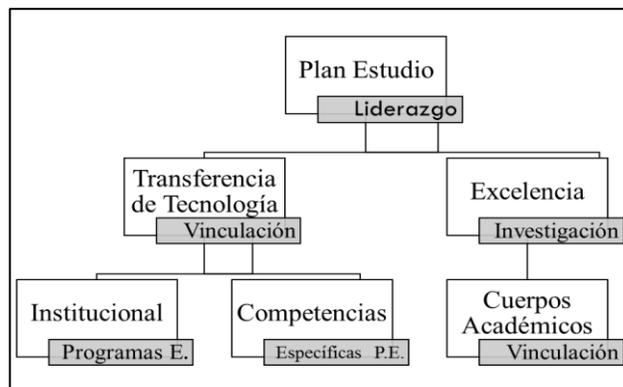
**Fig. 5 Correlaciones entre la línea de investigación, transferencia de tecnología, y el modelo educativo.**

## 4. Resultados

Los resultados obtenidos tienen que ver sobre el Plan de estudio y su interacción, los Cuerpos Académicos, las competencias entre otros.

### 4.1 Plan de estudio

En base a la observación, necesidades manifiestas, diagnósticos, normatividad, documentos internos, planes de desarrollo de los tres niveles de gobierno, teorías de los temas vertidos, se analizó el plan de estudio, se deduce que es necesaria la existencia del liderazgo formal del director del programa educativo, con apoyo de la secretaría académica, quien realiza la gestión académica requerida por la planta docente y estudiantes en la secretaría de vinculación, jurídico. En cada programa educativo se puede dar la transferencia de tecnología, investigación aplicada, las academias Institucionales y las tecnológicas, deben estar formalizadas para el fomento de las competencias específicas del plan de estudio, la vinculación con la sociedad y las organizaciones.



**Fig. 6 Interacción del plan de estudio con vinculación y la investigación.**

### 4.2 Cuerpos académicos

La constitución de los cuerpos académicos, denominada academia de excelencia, debe ser fomentada por el liderazgo formal de los directivos, para formar capital intelectual es importante la motivación, el valor de las funciones del capital intelectual, el salario intangible, es una de las formas para encauzar a los profesores e investigadores al trabajo colaborativo y de alto desempeño, realizar investigación aplicada y transferencia de tecnología, la cual requiere de la vinculación de las empresas familiares y las organizaciones.

La movilidad estudiantil y las estancias de maestros y estudiantes, se deben promover para la actualización del recurso humano, lo que lleva a la vinculación.

Toda acción requiere de evidencias, un sistema de información sistematizado, favorecería para cumplir con los requisitos de legalidad entre las organizaciones y la institución, como pueden ser: cartas, oficios, constancias de satisfacción, convenios de estadía, convenios específicos. Software o plataforma para captura de toda actividad y que impacte a las áreas. Es soporte para los estudiantes, integrantes de cuerpos académicos, directores de programas educativos, que se deben utilizar para participar en las convocatorias de evaluación al desempeño, programas federales, organismos acreditadores, auditorías al desempeño de planta docente y evaluación del desempeño institucional y sobre todo para la transparencia los recursos utilizados.

### 4.3 Competencias genéricas y específicas

La tabla 3 muestra un ejemplo de competencias genéricas y específica de un TSU.

Tabla 3 Competencias genéricas y específicas de TSU.

Competencias TSU	
Genéricas	
1	Desarrollar habilidades interpersonales, gerenciales, segundo idioma
Específicas	
1	Administrar los recursos de las organizaciones.
2	Formular la planeación estratégica organizacional.
3	Evaluar la información financiera
4	Implementar sistemas de calidad con enfoque sustentable.
5	Formular y evaluar proyectos de inversión.
6	Desarrollar diagnósticos locales, regionales y sectoriales.

En las competencias genéricas se desarrollan habilidades interpersonales, gerenciales, segundo idioma. Se mezclan las habilidades blandas, lenguaje y métodos, importante para el desarrollo de capacidades y contribución a las competencias tecnológicas de cada programa educativo.

Las competencias, tecnológicas, específicas es lo que hace la diferencia en las licenciaturas de los programas educativos; en el caso específico de Administración Área Formulación y Evaluación de

proyectos, se realizan diversos tipos de diagnósticos, planeación estratégica, sistemas de calidad, administración de recursos, formular y evaluar proyectos de inversión.

Ambas competencias por su importancia son indispensables para impactar la empresa familiar y cualquier organización, independientemente del sector o giro. Cada programa educativo tiene competencias genéricas y tecnológicas.

Cuando se requiere desarrollar estrategias, primero es necesario, observar, diagnosticar, analizar normatividad interna, documentos que trazan las directrices a seguir, como planes de desarrollo institucional, estado y de la nación. Interactuar con las personas. Buscar teorías que den fundamento a lo que se está recomendando realizar.

Se debe seguir incentivando y fomentando el liderazgo formal e informal, realizar trabajo colaborativo para el desempeño de equipos de alto desempeño, motivados por sus funciones y productos.

### 4.4 Academia

La academia institucional de ciencias básicas, lenguaje, métodos, tecnológicas, genéricas, academia de excelencia, la que representa a los cuerpos académicos, de cada programa educativo, es una estructura para destacar los talentos adormecidos, conocimientos, experiencias, con trazos bien definidos para el cumplimiento de metas, objetivos, indicadores.

Evitar al máximo la guerra de egos, por el bien común, impactar la universidad, empresa familiar, organizaciones, sociedad de una manera sustentable, con proyectos, mejoras, diseños.

Cada docente, investigador, estudiante tiene algo que dar, recibir, se debe escuchar y fomentar la práctica de los valores universales, iniciando por el respeto, para recibir y actuar cuando algo no está bien.

La academia del tipo que sea, fomenta la actualización, al efectuar eventos académicos de manera interna y externa, la interacción con otros docentes, investigadores, con aportes a la profesión.

También para el diseño de productos de calidad para la enseñanza-aprendizaje, investigación aplicada y transferencia de tecnología. Lo que detonaría el desarrollo humano sustentable.

La academia formal debe desarrollar sustentablemente en cada programa educativo, las capacidades y competencias, fortalecer la universidad, al ser evaluada en su desempeño al igual que la evaluación del capital intelectual.

#### 4.5 Sistema de información y comunicación

La figura 7 presenta una de las estrategias, el sistema de información y comunicación sistematizado, que atienda las necesidades específicas de la planta docente, para la emisión de las evidencias de sus funciones, para evitar repetir la información a varias áreas.

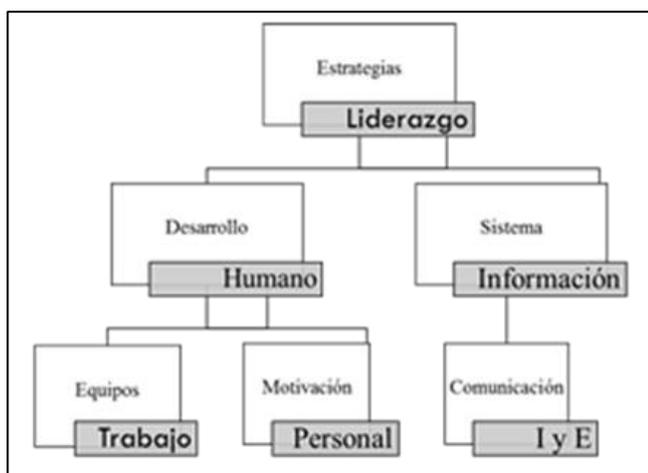


Fig. 7 Estrategias a utilizar en la planta docente para el desarrollo humano y el sistema de información y comunicación.

Al igual que los requerimientos de academias, programas estatales, federales, para que el profesor de tiempo completo, investigadores, profesor de asignatura, realice otro tipo de actividades, se incrementaría la eficiencia, eficacia, la productividad y competitividad en las funciones sustantivas, al utilizar el tiempo para producción académica de calidad y proyectos de investigación, divulgar en una plataforma amigable lo producido, como los proyectos de estadía, producción académica de calidad, academia, entre otros.

Evitar desperdiciar el tiempo, al diseñar y elaborar las evidencias requeridas de las funciones.

Otra estrategia es fortalecer la comunicación e información externa con las empresas familiares y organizaciones a través de una plataforma amigable, para la base de convenios específicos acordados con las funciones de la planta docente, lo que da formalidad y respeta la legalidad y normatividad.

#### 4.6 Estructura cuerpos académicos

La estrategia de definir formalmente la estructura orgánica de los cuerpos académicos y grupos disciplinares, en el sistema de información y comunicación sistematizado, es esencial, para conocer las líneas de dependencia, la comunicación e información formal, seguimiento continuo, debido a que los investigadores de las universidades tecnológicas generalmente inician a participar en la convocatoria del Reconocimiento de perfil deseable, para posteriormente registrarse como cuerpo académico en el Programa para el Desarrollo Profesional Docente para el Tipo Superior (PRODEP), es la plataforma para escalar en el Sistema Nacional de Investigadores, no es la generalidad.

Los docentes maestros de tiempo completo tienen muy definidas sus funciones: docencia, asesoría, tutoría, dirección de memorias de estadía, proyectos de investigación, gestión académica-vinculación y producción académica.

Las universidades tecnológicas, nacieron para hacer transferencia de tecnología, investigación aplicada, la mayoría de los profesores la realizan, pero no la capitalizan por falta de estructura, un sistema de información y comunicación sistematizada y formal.

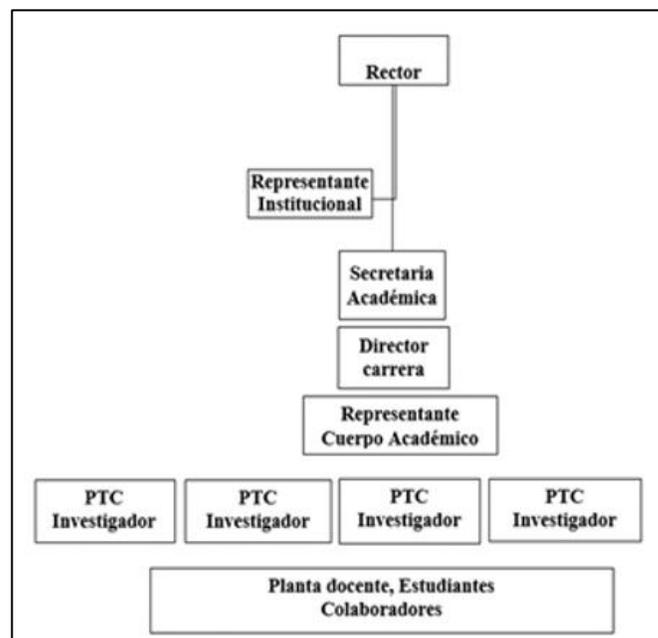


Fig. 8 Sistema de información y comunicación, estructura orgánica de los cuerpos académicos y grupos disciplinares.

**4.7 Contribución**

En la tabla 4 se muestra como la contribución a la empresa familiar debe ser con innovación e investigación aplicada en los diseños, mejoras en el saber y saber hacer en las áreas de dirección, recursos humanos, finanzas, mercadotecnia y operaciones.

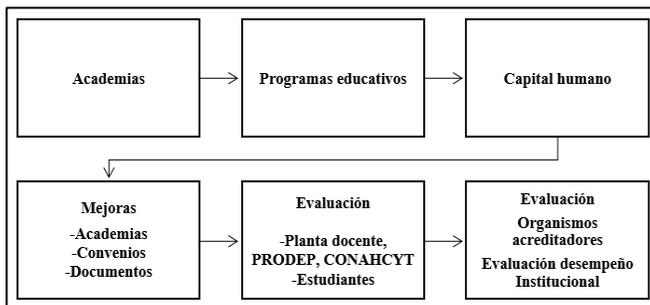
**Tabla 4 Contribución a la innovación a la empresa familiar en recursos humanos, finanzas, mercadotecnia y operaciones.**

No.	Contribución Innovación	Recursos Humanos	Finanzas	Mercadotecnia	Operaciones
I	Beneficios	Organización	Organización	Organización	Organización
	Diseños	Procedimientos	Procedimientos	Procedimientos	Procedimientos
	Mejoras	Procesos	Procesos	Procesos	Procesos
		Servicios	Servicios	Servicios	Productos
		Proyectos	Proyectos	Proyectos	Servicios Proyectos
II	Impacto	Planeación	Planeación	Planeación	Planeación
	Gestión	Recursos Humanos	Finanzas	Mercadotecnia	Operaciones
	Administración de recursos	Tiempo	Humanos Materiales Tecnológicos	Financieros	Naturales
	<b>Eficiencia Eficacia=</b>	<b>Productividad Competitividad</b>	<b>Sustentabilidad=</b>	<b>Solvencia</b>	<b>Rentabilidad</b>

Los beneficios a la empresa familiar son múltiples en cada una de las acciones de las cinco áreas. Los impactos a la empresa familiar será economía, atender necesidades, administración de los recursos del tiempo, humanos, materiales, tecnológicos, naturales y financieros. Con el fin de tener productividad, competitividad, solvencia, rentabilidad, utilidades. Realizar sus acciones de forma ordenada y sustentable.

**5. Discusión**

Al analizar la información se deduce que no ha sido explorado al 100% los beneficios que se podrían obtener del capital humano al conformarse en academias en los programas educativos, si bien existe vinculación con la empresa familiar, organizaciones a través de estudiantes para realizar su estadía en el sexto y décimo primer cuatrimestre, al igual que de algunas asignaturas, no es así con todas las materias del plan de estudio.



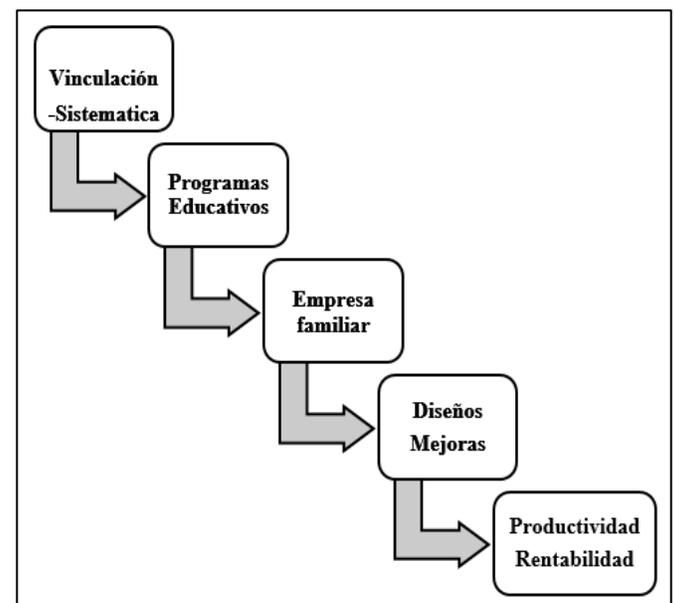
**Fig. 9 Beneficios de la academia con plan de desarrollo sistemático, continuo en los programas educativos.**

**5.1 Vinculación**

No es realizada una vinculación sistemática, ordenada, formal de cada asignatura y estadía en los programas educativos. Es de manera aislada por algunos maestros, sin contar con la evidencia formal de cartas, oficios, constancias de participación, cartas de satisfacción, por consultorías, asesoría o dictámenes técnicos por proyectos desarrollados y de informes técnicos.

Lo que va en detrimento de la mejora continua de la Institución, del fortalecimiento de investigadores, planta docente, estudiantes y organizaciones, al beneficiar menos del 100% a la Institución con el talento, conocimientos, experiencia, competencias, capacidades de la planta académica y de estudiantes a la sociedad.

Tampoco se beneficia a la empresa familiar de la región al 100% en el diseño, mejoras. Los trabajos realizados, la vinculación no se da en todos las asignaturas de los programas educativos, no siempre cuentan con un convenio formal de la Institución y la organización, lo que ha conllevado a rechazo por parte de dictaminadores externos a profesores que participan en el Programa para el Desarrollo Profesional Docente para el Tipo Superior (PRODEP), también repercute a los doctores de la Institución, evidencia para los organismos acreditadores, Desempeño Institucional, no existe sistemáticamente la evidencia lo que repercute en el desarrollo organizacional.

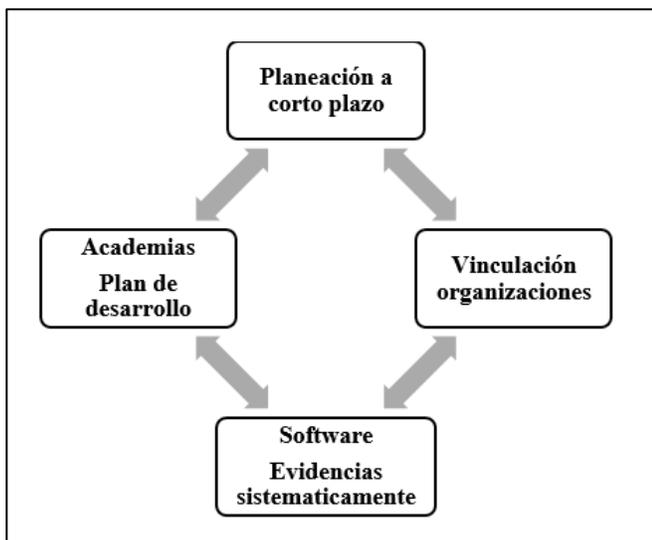


**Fig. 10 Beneficios de la vinculación con plan de desarrollo sistemático, continuo en la empresa familiar.**

**5.2 Beneficios de la planeación.**

Se tiene la posibilidad por parte de funcionarios y directivos de planear a corto plazo, para realizar grandes avances, con planeación, diseño, organización, formalizar todo tipo de academias y programas de trabajo, plan de capacitación, interactuando con la comisión mixta de capacitación para dar la formalidad y el reconocimiento.

Y la posibilidad que la autoridad otorgue la importancia a la necesidad que existe de vincularse con las organizaciones para beneficio de la sociedad y cumplimiento de la misión y visión.



**Fig. 11 Beneficios de planeación sistemática, continua a corto plazo, mediano y largo plazo.**

**6. Conclusiones**

Las causas que la empresa familiar no tenga innovación, diseño o mejoras en sus procesos es multifactorial: desconocimiento, mala administración en sus recursos: tiempo, humanos, materiales, tecnológicos, naturales y financieros, dar más importancia a la operación, entre otros, lo que va en disminución de su productividad, competitividad y de sus utilidades.

La Institución no realiza mejoras, acorde a las necesidades reales por variedad de motivos, cumplir con regulaciones de leyes, reglamentos, programas, normatividad interna, operación de las áreas administrativas y operativas, requerimientos del personal; lo que va en detrimento de las operaciones de

los planes de estudio, con impacto negativo en la empresa familiar y sociedad.

El impacto y beneficios para las empresas familiares en innovación, debe ser con una vinculación formal y apoyo de los programas educativos, para el diseños y mejoras de su organización, en cada una de sus áreas, con el fin de fortalecer sus capacidades y competencias al beneficiarse cada cuatrimestre acorde al plan de estudio.

Las estrategias, propuestas permitirán una forma de trabajo óptima para la empresa familiar, con desarrollo organizacional, así como el fortalecimiento del perfil de egreso de los estudiantes, desarrollo de capacidades y competencias, genéricas y específicas, la especialización y cultivo de las líneas de investigación (LIADT) de los cuerpos académicos y formalizar convenios, documentos, subsanar problemas reales y necesidades en las organizaciones, realizar mejora continua en las áreas administrativas y operativas y concretar satisfactoriamente proyectos que les permitirán incrementar bienestar y calidad de vida. La Institución se vería beneficiada al tener planes de estudio con capital humano con el perfil idóneo.

El impacto que tendrían las Empresas Familiares por la participación de profesores y estudiantes de programas educativos sería detonar su empresa y el desarrollo local y Regional Sustentable.

Se cumplió con el objetivo de la investigación para dar vida al artículo llamado "Investigación Aplicada que Impacté en Empresas Familiares y en el Desarrollo Local Regional Sustentable". Existe oportunidad de incrementar los servicios de la planta académica y estudiantes de cada programa educativo con estadías, asignaturas de cada cuatrimestre para realizar diseños, mejoras acordes a las necesidades de las empresas familiares. Las empresas familiares en México son pequeñas y contribuyen a la economía nacional, sus utilidades se quedan en la nación. Fomentar la formalidad en empresas no registradas, mejora continua, diseño de áreas de apoyo y operativas de las organizaciones.

El vincular la empresa familiar con la universidad se cumplirá con lo que señala la visión y misión de las universidades tecnológicas.

La Ley Federal del Trabajo marca puntualmente que las organizaciones tienen la obligación de dar inducción general, al puesto y un programa de capacitación anual

de sus trabajadores, áreas de oportunidad de estudiantes, profesores para practicar conocimientos, capacidades, competencias y fortalecer a la pequeña y mediana empresa, a la economía familiar, lo que conllevaría a la permanencia de la empresa con una vinculación organizada, formal en beneficio de todos los actores.

La Institución, tiene la posibilidad de diseñar y mejorar con un plan de desarrollo sistemático en: Sistema de Información y Comunicación sistematizado, a partir de los integrantes y colaboradores de los cuerpos académicos, para impactar formalmente en la empresa familiar.

La academia de excelencia, la que presiden los integrantes de los cuerpos académicos, se especializan en su profesión, academias de formación tecnológica, de ciencias básicas, lenguaje, de métodos y habilidades gerenciales, fomentan la formación y perfil de egreso del estudiante, pero que contribuyen al trabajo colaborativo y el desarrollo del desempeño de capacidades y competencias del capital humano, dar la formalidad a las capacitaciones con la comisión mixta de capacitación.

El tener una vinculación formal en cada programa educativo con la empresa familiar, traerá beneficios a la empresa familiar, institución, localidad, región sustentablemente. Se contribuye a la empresa familiar con la innovación y mejora en las áreas de dirección, recursos humanos, finanzas, mercadotecnia y operaciones; de su organización, procesos, procedimientos, productos, servicios con el talento del recurso humano que integran los programas educativos.

Lo que hace rentable, eficiente, eficaz, productiva y competitiva a la empresa familiar y al personal de los programas educativos.

Si en la Institución utiliza la planeación a corto plazo, con la posibilidad de mejora en detonar el sistema de información y comunicación sistematizado, las academias y la vinculación formal de los programas educativas, necesidades sentidas, se cristalizaría el desarrollo interno y externo, trayendo como beneficio el desarrollo local y regional sustantivo.

## 7. Agradecimientos

Se agradece la participación de cada una de las personas de esta Institución que hicieron posible este artículo. Así como al Dr. S. J. Castillo, por su participación para el desarrollo de este documento.

## 8. Referencias

### Libros

[1] Cardenas Sergio, Cabrero Enrique y Arellano David. (2023). La difícil vinculación universidad-empresa en México. Editorial Librería CIDE, México. ISBN9786077843238.

<https://es.everand.com/book/669098298/La-dificil-vinculacion-universidad-empresa-en-Mexico>

[2] Chávez Rodríguez Carlos A. y Garrido Noguera Celso (2018) primera edición. La vinculación Universidad - Empresa para el desarrollo integral con impacto social (Colección Idea Latinoamericana Digital coedición Red Universidad-Empresa América Latina y El Caribe-Unión Europea (ALCUE), A.C. Ciudad de México. ISBN REDUE de este libro: 978-607-8496-08-2.

<https://reduealcue.org/website/content/publicaciones/La-vinculacion-universidad-empresa-para-el-desarrollo-integral-con-impacto-social.pdf>

[3] Díaz Fernández, José Antonio; Prada Rodríguez, Julio (eds.) (2023): Las políticas de desarrollo regional. Del desarrollismo a la consolidación democrática. Madrid, síntesis, 296 pp. ISBN: 978-84-1357-211-6. España.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=890231>

[4] Dutrénit Bielous Gabriela Coordinadora. (2019) Vinculación Academia-Empresa e Innovación en México. Biblioteca de la Educación Superior. Publicaciones ANUIES.

<http://publicaciones.anui.es.mx/libros/v>  
<http://publicaciones.anui.es.mx/libros/250/vinculacion-academia-empresa-e-innovacion-en-mexico>

[5] Esteche, Estelbina, Gerhard, Yanina, Escurra María Liz. (2023). Vinculación universidad-empresa para desarrollar innovación - caso de una universidad privada y emprendedores de la ciudad de Encarnación. Journal article. Publisher Zenodo, español. ISSN: 2309-8333.

<https://zenodo.org/records/10202052>

[6] Fontaines-Ruiz, T., y Maza-Cordova, J. (Ed) (2019). Tecnologías para Investigar, Ecuador: Ediciones RISEI.

[https://editorial.risei.org/index.php/risei/catalog/view/tecnologias\\_aplicadas\\_investigacion/20/115](https://editorial.risei.org/index.php/risei/catalog/view/tecnologias_aplicadas_investigacion/20/115)

[7] García Chediak Rosa Escoto Castillo Ana. (2022). La enseñanza de la investigación aplicada en ciencias sociales: recursos didácticos para el aprendizaje de la

metodología. Primera edición, Universidad Autónoma de México. México. ISBN 978-607-30-6318-0.

[8] González Rodríguez Sergio Manuel, Ávila Jiménez María Dolores, Olmos Santamaría Edgar, Basulto Castillo Angélica, Hernández Pérez Angelina, López Méndez Graciela, Carrillo Regalado Salvador, Guzmán Anaya Leo, Parra Ruiz José María, Gámez Frías Emilia, Aguirre Jiménez Alma Alicia, Morán Martínez Francisco, de la Cerda Valdés Francisco Javier, Jiménez Huerta Edith Rosario. (2018). Desarrollo Regional Medio Ambiente y Cultura. Cultura. Arlequin Editorial y Servicios, S.A. de C.V., Zapopan, Jalisco, México. ISBN 978 607 8338 894.  
[https://books.google.com.mx/books?id=jwunDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=jwunDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

[9] Graglia, J. Emilio. (2014). Desarrollo local y regional. - 1a ed. - Buenos Aires: ACEP Asociación Civil Estudios Populares, 2014. ISBN 978-987-21839-2-9 1. CDD 338.9. Argentina.  
[https://www.kas.de/c/document\\_library/get\\_file?uuid=1af82e74-2fec-9cd9-fe05-ba914a7ba4ba&groupId=252038](https://www.kas.de/c/document_library/get_file?uuid=1af82e74-2fec-9cd9-fe05-ba914a7ba4ba&groupId=252038)

[10] Imanol Belausteguigoitia Rius. (2017). Empresas familiares: dinámica, equilibrio y consolidación. Cuarta edición. McGraw Hill, interamericana Editores S.A. de C.V. 978-607-15-0808-9.  
[https://www.researchgate.net/profile/Imanol-Belausteguigoitia/publication/327405814\\_Empresas\\_familiares\\_dinamica\\_equilibrio\\_y\\_consolidacion/links/5b8d98ffa6fdcc1ddd09fc62/Empresas-familiares-dinamica-equilibrio-y-consolidacion.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Imanol-Belausteguigoitia/publication/327405814_Empresas_familiares_dinamica_equilibrio_y_consolidacion/links/5b8d98ffa6fdcc1ddd09fc62/Empresas-familiares-dinamica-equilibrio-y-consolidacion.pdf)

[11] J. Fernández L., M. I. Fernández e I. Soloaga. (2019). “Enfoque territorial y análisis dinámico de la ruralidad: alcances y límites para el diseño de políticas de desarrollo rural innovadoras en América Latina y el Caribe”, Documentos de Proyectos (LC/TS.2019/65, LC/MEX/TS.2019/16), Ciudad de México, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).  
<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/8a34171e-fe47-468f-aff-3404b329ad1f/content>

[12] La Coordinación General de Universidades Tecnológicas. (2006) Arturo Nava Jaimes, Hugo Moreno Sánchez, Lydia Ruiz Alanis. Coordinación

General de la Obra. Página 24. ISBN 9685727058. México.

[https://dgutyp.sep.gob.mx/Publicaciones/DGUTyP/LibroXVUUTT/CAPITULO\\_I/Capitulo\\_I.pdf](https://dgutyp.sep.gob.mx/Publicaciones/DGUTyP/LibroXVUUTT/CAPITULO_I/Capitulo_I.pdf)

[13] Libro azul. Secretaria de Educación Pública. (agosto 1991). Una nueva opción para la formación profesional a nivel superior.

<http://www.utparral.edu.mx/transparente/files/entrega-recepcion/normas%20leyes%20reglamentos/9.%20Libro%20Azul%20Universidad%20Tecnologica.%20Una%20nueva%20opcion%20para%20la%20formacion%20profesional%20a%20nivel%20superior.pdf>

[14] Medina Suárez María Nuncia. (2014). La investigación aplicada a proyectos volumen I Identificación del Proyecto y Formulación de la Investigación, segunda edición Centro de Investigaciones para el Desarrollo Cayé, Bogotá, D.C. Colombia, ISBN 978-958-584280-9.

[15] Mendoza Díaz Enrique, Mendoza Díaz Yohana. (2021). Tres claves de éxito de la familia empresaria. Editorial UPC. Audio ISBN13: 9786123183967. <https://editorial.upc.edu.pe/tres-claves-de-exito-de-la-familia-empresaria-jc2tv.html>

<https://editorial.upc.edu.pe/tres-claves-de-exito-de-la-familia-empresaria-jc2tv.pdf>

[16] Santamaría Freire, E. J., & Chicaiza Chaguamate, V. A. (2016). Impacto de la profesionalización de las empresas familiares en la generación de competencias. *Teuken Bidikay - Revista Latinoamericana De Investigación En Organizaciones, Ambiente Y Sociedad*, 7(9), 119-138. Recuperado a partir de: <https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/teu/article/view/1012>

[17] Santos López Leyva (2014). La vinculación de la ciencia y la tecnología con el sector productivo una perspectiva económica y social. Editorial Universidad Autónoma de Sinaloa. México. ISBN 9786077370383. <https://editorial.uas.edu.mx/VerLibro.php?id=105>

#### Artículos

[18] Díaz Guzmán Hilario; Corona J. Miguel Ángel; Mayett M. Yésica, (2013). Los retos de las Empresas Familiares ante su continuidad: Caso Tehuacán. *Revista internacional administración finanzas : RIAF*, - Hilo, Hawaii : Vol. 6. P.1-22. IBFR, ISSN 1933-608X, ZDB-ID 2536570-8.

<https://www.econbiz.de/Record/los-retos-de-las-empresas-familiares-ante-su-continuidad-caso-tehuac%C3%A1n-guzm%C3%A1n-hilario-d%C3%ADaz/10009680276>

[19] Santamaría Freire, E. J., & Chicaiza Chaguamate, V. A. (2016). Impacto de la profesionalización de las empresas familiares en la generación de competencias. *Teuken Bidikay - Revista Latinoamericana De Investigación En Organizaciones, Ambiente y Sociedad*, 7(9), 119–138. Vol. 7 Núm. 9 Venezuela. Recuperado a partir de: <https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/teu/article/view/1012>.

[20] Silva Rincón, J. C., Pabón León, J. A., & Barrientos Monsalve, E. J. (2021). El desarrollo regional y la sostenibilidad: revisión sistemática y análisis bibliométrico. *Revista Universidad & Empresa*, vol. 23(41), pp.1-36. Universidad Rosario. <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/empresa/article/view/10403>  
<https://www.redalyc.org/journal/1872/187269734003/html/>

[21] Trasviña Soto, I.C. Espejel Blanco, J.E. & Molina Verdugo, C. (2019). Transferencia de Tecnología Universidad - Pymes como opción de vinculación. *Revista Trascender, Contabilidad y Gestión*, (5), 25-39. <https://doi.org/10.36791/tcg.v0i5.26>.  
<https://investigadores.unison.mx/es/publications/transferencia-de-tecnolog%C3%ADa-universidad-pymes-como-opci%C3%B3n-de-vinc>.

## Documentos

[22] Documento validado por la Dirección General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas en el año 2024. <https://www.uth.edu.mx/images/PIDE/PIDE-2021-UTHuejotzingo-Actualizacion-2024-y-2025.pdf>

[23] Efectos de la falta de profesionalización en empresas familiares de Córdoba, 2020. Universidad siglo XXI. Carrera de Contador Público. Córdoba. [https://repositorio.21.edu.ar/bitstream/handle/ues21/19543/Monti\\_%20Anah%C3%AD\\_TFG%20FINAL%20-%20Anah%C3%AD%20Monti.pdf?sequence=1](https://repositorio.21.edu.ar/bitstream/handle/ues21/19543/Monti_%20Anah%C3%AD_TFG%20FINAL%20-%20Anah%C3%AD%20Monti.pdf?sequence=1)

[24] Secretaría de Educación Pública. Dirección General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas. Gobierno del Estado de Sonora. Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología. Universidad

Tecnológica de Jalisco. Plan Institucional de Desarrollo 2020-2025, Visión 2030. México. <https://www.utj.edu.mx/wp-content/uploads/2021/09/PIDEvision2030.pdf>

[25] Irma Cecilia Tasvi&Ntilde; A Soto-Clara Molina Verdugo-Juan Antonio L&Oacute;pez Olivarr&acute;A. Transferencia tecnológica universidad empresa. ISBN. 9786200396815. EEUU. <https://www.buscilibre.com.mx/libro-transferencia-tecnologica-universidad-empresa/9786200396815/p/53029048>

## Normatividad interna

[26] Página de la Dirección de Planeación: <https://sites.google.com/a/uthermosillo.edu.mx/planeacion/>

[27] Sindicato de Personal Académico y Administrativo de las Universidades tecnológicas del Estado de Sonora (SPAAUTES) <https://uts.sonora.edu.mx/acciones/convenios/beneficia-contrato-colectivo-a-spautes-uts>

## **ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PREPARACIÓN DE MÁQUINA CNC MODELO CHEVALIER EM1620L**

## **STANDARDIZATION OF THE PREPARATION PROCESS OF THE CHEVALIER EM1620L MODEL CNC MACHINE**

**Dámaso Octavio Ochoa-Landin <sup>a, c\*</sup>, Ramona Oneyda Barreras-Nieblas <sup>a</sup>, Priscilla Chufe-Ancheta <sup>a</sup>, Sergio Octavio Duarte-Delgado <sup>b</sup>, Martin Antonio Villa-Bracamontes <sup>b</sup>**



## **Estandarización del proceso de preparación de Máquina CNC modelo Chevalier EM1620L**

### **Standardization of the preparation process of the Chevalier EM1620L CNC machine model**

**Dámaso Octavio Ochoa-Landin <sup>a, c\*</sup>, Ramona Oneyda Barreras-Nieblas <sup>a</sup>, Priscilla Chufe-Ancheta <sup>a</sup>, Sergio Octavio Duarte-Delgado <sup>b</sup>, Martin Antonio Villa-Bracamontes <sup>b</sup>**

<sup>a</sup> Carrera de Ingeniería Mecánica, Universidad Tecnológica de Hermosillo, Boulevard de los Seris Final, Parque Industrial Hermosillo, C.P. 83299 Hermosillo, Sonora, México.

<sup>b</sup> Carrera de Ingeniería Mecatrónica, Universidad Tecnológica de Hermosillo, Boulevard de los Seris Final, Parque Industrial Hermosillo, C.P. 83299 Hermosillo, Sonora, México.

<sup>c</sup> Departamento de Metal-Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecánica, Tecnológico Nacional de México, Campus Hermosillo, Ave. Tecnológico 115, Col. Sahuaro, C.P. 83170 Hermosillo, Sonora, México.

Correo electrónico: [damaso.ochoa@uthermosillo.edu.mx](mailto:damaso.ochoa@uthermosillo.edu.mx), [ramona@uthermosillo.edu.mx](mailto:ramona@uthermosillo.edu.mx), [pchuffe@uthermosillo.edu.mx](mailto:pchuffe@uthermosillo.edu.mx)

(Recibido: 01 de ene. 2023; Aceptado: 6 de feb. 2023; Publicado: 01 de may. 2023)

#### **Resumen**

En este artículo se presenta la forma de cómo estandarizar el proceso de preparación de máquina CNC modelo chevalier EM1620L, donde el desarrollo de este proyecto fue mejorar los indicadores de calidad, recursos y unificar las capacidades para la operación de la máquina CNC, la cual se efectuará con la elaboración de un manual de operación de proceso, los tiempos muertos en el set up, esto sucede cuando se está efectuando el set up de la máquina y se toma demasiado tiempo en realizarse por diversos factores, por lo cual se decidió llevar a cabo un proyecto para disminuir esos tiempos muertos y mejorar la calidad de los productos en el diseño y fabricación y así, fortalecer la empresa en el sector productivo y la comunidad.

**Palabras claves:** Estandarizar, manual, máquina CNC.

#### **Abstract**

This article presents the way of how to standardize the preparation process of the CNC machine model chevalier EM1620L, where the development of this project was to improve the quality indicators, resources and unify the capacities for the operation of the CNC machine, which is It will be carried out with the elaboration of a process operation manual, the dead times in the set up, this happens when the set up of the machine is being carried out and it takes too long to be carried out due to various factors, for which it was decided to carry out carry out a project to reduce these dead times and improve the quality of the products in the design and manufacture and thus, strengthen the company in the productive sector and the community.

**Keywords:** Standardize, manual, CNC machine.

## 1. Introducción

El Control Numérico por Computadora (CNC) surgió de la necesidad de ahorrar los procesos, tiempos de manufactura, aumento de inversión, además de aportar cambios significativos a la industria metalmeccánica, buscó solucionar problemáticas generada en las empresas manufactureras. La estandarización en los procesos de maquinado de fresadora CNC, en el área de mecanizado, ya que uno de los principales problemas era la falta de un tiempo estimado en la fabricación de prototipos ocasionando retrasos en el tiempo de entrega. [1] [2] [3]

Para la realización de este proyecto se consultaron varias referencias de información con la finalidad de obtener un manual estandarizado eficaz, evitando rechazo del prototipo por la ausencia de tiempo, se consultaron distintas referencias de máquinas-herramientas.

## 2. Desarrollo

Se realizó un muestreo con 3 operarios, que son los que más recurren en el uso de la máquina, se les tomo el tiempo que tardan en la preparación de la máquina CNC, los resultados se muestran en la figura 1.



Fig. 1 Set up de la máquina.

### 2.1 Toma de tiempos de preparación de máquina CNC

Se cronometró y registró el tiempo de preparación de la máquina que tarda cada operador y como resultado se obtuvieron los siguientes tiempos:

- El operador 1 tardó 80 minutos en maquinar la pieza.
- El operador 2 tardó 50 minutos en maquinar la pieza.
- El operador 3 tardó 40 min en maquinar la pieza.

En base a los resultados en la figura 2, se puede observar la variación de preparación entre los tres operadores es alta, pese a la experiencia con la que cuenta cada una de ellos, la cual tiene como consecuencia que el tiempo de preparación de la máquina dependa de la persona que maneja la máquina, como consecuencia no se puede estimar el tiempo de maquinado de un prototipo.

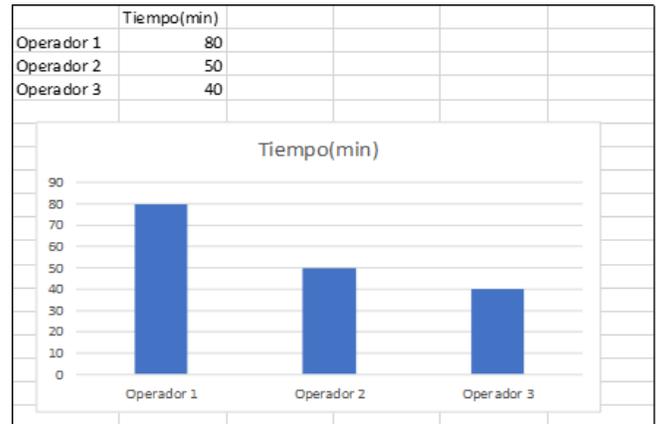


Fig. 2 Gráfica de tiempo de operadores.

De ahí la necesidad de la empresa de la de un manual de uso para que los empleados que utilizaran la máquina, realicen uniformemente el procedimiento de preparación y disminuir la variación de tiempos.

## 3. Metodología

### 3.1 La Implementación de la estandarización

Primeramente, se analizó cada componente del tablero de la máquina según el modelo.



Fig. 3 Panel de mando.

### 3.2 Identificación de flujo de trabajo

Después se identificó y documento todo el flujo de trabajo de la preparación de la fresadora, durante el mapeo se visualizó los pasos de cada proceso e

identificar los cuellos de botella para a partir de allí desarrollar un diagrama de flujo que se adapte a las necesidades de la empresa.



Fig. 4 Set up de la pieza.

### 3.3 Documentación de los procesos

Esta documentación consistió en los siguientes pasos:

- 1) Registra cada uno de los procedimientos y pasos para realizar la preparación, esto debe hacerse para identificar, prevenir y corregir errores que aumentan los costos y afectan la calidad en los procesos.

Tabla 1 Registro de ciclos y su descripción.

CICLOS		DESCRIPCION
8025	8055	
G66	G66	Seguimiento de perfil
G68	G68	Desbaste en eje X
G69	G69	Desbaste en eje Z
G81	G81	Torneado de tramos rectos en X
G82	G82	Torneado de tramos rectos en Z
G83		Taladrado
	G83	Taladrado / Roscado con macho
G84	G84	Cilindro curvo
G85	G85	Refrentado curvo
G86	G86	Roscado en Z
G87	G87	Roscado en X
G88	G88	Ranurado en X
G89	G89	Ranurado en Z

- 2) Se tomó evidencia fotográfica en base a la documentación previa cada uno de los pasos que se llevan a cabo para la preparación de la máquina
- 3) Previamente se realizaron diferentes pruebas de la manera correcta de la secuencia de pasos a seguir, teniendo como resultado el siguiente manual. manual\_cnc\_chevalier.pdf
- 4) Involucra al personal: Involucra a todo el miembro de la empresa en el proceso de estandarización, mantenlos informados y comunica cada uno de los logros. Este fue un paso fundamental para obtener mejores resultados, ya que los cambios realizados impactan directamente la forma en que venían trabajando, por lo que mantenerlos

alineados y comprometidos con el proceso garantiza el éxito del mismo.

- 5) Análisis y monitoreo: Como mencionamos en un principio, la estandarización de procesos requiere de una mejora continua y esto requiere realizar análisis y medir los resultados de la estrategia de forma periódica para identificar las oportunidades de mejora en la estandarización.

## 4. Resultados

Al realizar la estandarización con el uso del manual, el tiempo de preparación de la máquina se unifico, realizando con los mismos 3 operadores la toma de tiempo que tardo cada uno de ellos en realizar la actividad como se puede observar en la figura 5, en la cual podemos observar en color azul como varia el tiempo entre cada operador y las barras guindas está en un rango de tiempo similar.

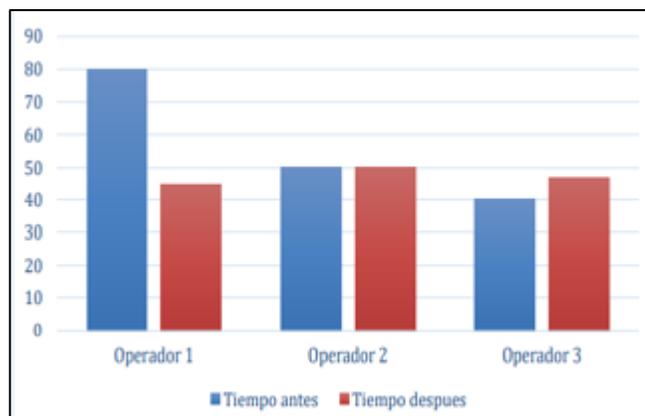


Fig. 5 Tiempo de preparación de la máquina antes y después de la estandarización.

La grafica se elaboró en base a la siguiente tabla.

Tabla 1 Comparación de tiempos antes y después de la estandarización.

	Tiempo antes	Tiempo después
Operador 1	80	45
Operador 2	50	50
Operador 3	40	47

## 5. Conclusiones

El método propuesto nos permite de la estandarización del proceso, es una actividad que requirió del apoyo de todos los niveles de la

organización, tanto en la etapa de la documentación del proceso con los operarios, como en las siguientes etapas, de revisión y corrección de los documentos a nivel Dirección y nivel Gerencia; pero primordialmente el contar con la autorización y aprobación por parte de la Dirección General, proporcionó al trabajo realizado un mayor valor e impacto para la toda la empresa.

Donde el producto final fue el manual ([manual\\_cnc\\_chevalier.pdf](#)) mostrado en la figura siguiente.

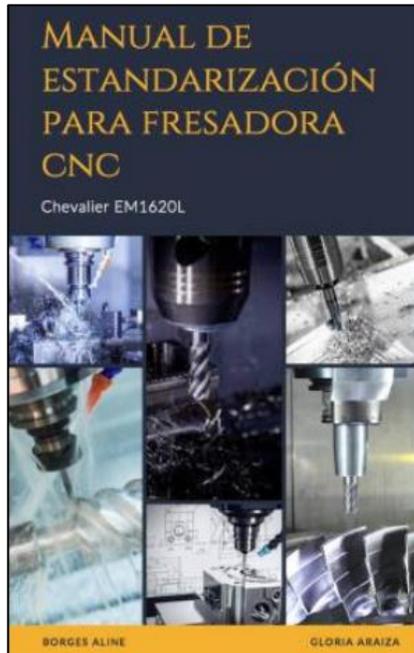


Fig. 4 Manual CNC Chevalier.

## 6. Agradecimientos

Se agradece al Centro de Innovación y prototipado empresa en donde se desarrolló la estancia.

## 7. Referencias

[1] Check, A. F., & Krar, S. F. (2003). Tecnología de las máquinas-herramienta. Alfaomega.

- [2] CNC o control numérico por computadora - Definición mundocompresor.com. (n.d.).
- [3] Mundocompresor. Retrieved July 28, 2022, de: <https://www.mundocompresor.com/diccionario-tecnico/cnc>.
- [4] Diseño y construcción de un prototipo de máquina CNC con acoplamiento FDM para la fabricación de piezas en 3D. (n.d.). Universidad Antonio Nariño. Retrieved July 31, 2022, de [http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/4948/1/TG2021-1%20OSWALDO%20HERNANDEZ%20\\_%20CARLOS%20RAMOS.pdf](http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/4948/1/TG2021-1%20OSWALDO%20HERNANDEZ%20_%20CARLOS%20RAMOS.pdf)
- [5] La historia del CNC (control numérico por computadora). (2019, August 30). Forestal Maderero. Retrieved July 25, 2022, from <https://www.forestalmaderero.com/articulos/item/la-historia-del-cnc-control-numericopor-computadora.html>
- [6] ¿Qué es el mecanizado CNC y cómo funciona el mecanizado CNC? - JITA. (2020, December 4). Jita Rapid Prototyping Services. Retrieved July 25, 2022, from: <https://www.jtproto.com/es/what-is-cnc-machining-and-how-cnc-machining-works/>
- [7] Ragan, S. M. (2012, April 2). Punch Tape Programmable Metal Mill from 1952 - Make. Make Magazine. Retrieved July 25, 2022, from: <https://makezine.com/2012/04/02/punch-tape-programmable-metal-mill-from-1952/>

---

Agradecemos a todos los colaboradores que participaron en la realización de esta obra en especial a la comisión de Cuerpos académicos y Grupos Disciplinarios de la Universidad Tecnológica de Hermosillo, Sonora.