



**PRIMER CONGRESO INTERNACIONAL
DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL
ISU CARLOS CISNEROS**

**ISBN: 978-9942-45-349-5
Noviembre 22 – 24, 2023
Riobamba, Ecuador**

CICT2023 Editores

**Francisco Nájera, Cristina Orozco, Roberto A. Larrea
Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros**



Prefacio

El Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros dentro de sus líneas de acción orientada al ámbito de Investigación, Desarrollo e Innovación a través de su coordinación y plan operativo, establece actividades académicas de divulgación científica que permita difundir y comunicar los avances científicos y tecnológicos de manera que se acerque la ciencia a la sociedad y se fomente interés por la misma, promoviendo el diálogo entre docentes investigadores, estudiantes y público en general. En este sentido, se tiene como objetivo dentro de la planificación de actividades de la Coordinación de Investigación el desarrollo del primer congreso de ciencia y tecnologías que permita al ISU Carlos Cisneros visibilizar su trabajo investigativo y de innovación tecnológica, así como también extender una cordial invitación a toda la comunidad científica a participar de este evento. Teniendo presente que los congresos de divulgación científica son espacios ideales para fomentar y establecer conexiones entre investigadores, presentar temas científicos de manera accesible y comprensible a un público no especializado y abordar cuestiones de ciencia y tecnología de relevancia social en diversos campos.

El Primer Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología (CICT2023), se desarrolló del 22 al 24 de noviembre, 2023 en la ciudad de Riobamba, Ecuador. Es el primer evento de divulgación científica desarrollado por el Instituto Tecnológico Superior Universitario Carlos Cisneros, en el cual se abordó diferentes líneas de investigación que permitió discutir avances y desarrollo tecnológico en diversas áreas.

Por medio de la presente se establece un agradecimiento a todos los miembros del Comité del Programa Técnico CICT2023, así como también a todos los revisores. La realización del evento con estándares de alta calidad no podría haber sido realizado sin todo el esfuerzo puesto para su desarrollo. De la misma manera se agradece a todos los autores quienes han dedicado mucho tiempo en sus investigaciones y que con los resultados de las mismas han contribuido con la presentación de trabajos de muy alta calidad y de interés para toda la comunidad académica.

Comité Organizador CICT2023

Coordinador general:

Ing. Francisco Nájera MSc.

Rector ISU Carlos Cisneros

Coordinador técnico del congreso:

Ing. Cristina Orozco. MSc.

Coordinadora de Investigación ISU Carlos Cisneros

Coordinador de publicación:

Ing. Roberto Larrea PhD.

Editor de la Revista de Divulgación

Científica TECH Carlos Cisneros

Comité Científico CICT2023

Comunicaciones:

PhD. Leonardo Rentería UNACH

PhD. Luis Patricio Tello UNACH

M_Eng. Luis Chuquimarca UPSE

MSc. Vanessa Vásconez UNACH

Sistemas y Control:

Mgs. John Germán Vera ESPOCH

Mgs. Cristian Germán Santiana ESPOCH

Mgs. Christian Núñez UNACH

Computación:

PhD. Lorena Molina UNACH

PhD. Fernando Molina UNACH

Mgs. Ana Congacha UNACH

Mecánica:

MSc. Kleber Jaramillo UNACH

Procesos Industriales:

Mgs. Edwin Rodolfo Pozo ESPOCH

Mgs. Alex Merizalde ISTCC

Automotriz

MSc. Luis Fernando Buenaño ESPOCH

Ciencias de la Educación

PhD. Gustavo Orozco UNACH

Mgs. Edgar Brossard IST RIOBAMBA

MSc. Paula Moreno UNACH

Administración y Empresas

Econ. Carlos Izurieta UNACH

PhD. María Belén Bravo ESPOCH

Ciencias Agropecuarias y Agrícolas

PhD. Luis Arboleda ESPOCH

Mgs. Nora Mejía ESPOCH

Información de Derechos de Autor



Los derechos de autor en todos los trabajos aceptados para ponencia y posterior publicación de esta obra Memorias del Congreso CICT2023 permanecen con los autores del manuscrito, el congreso CICT2023 sólo adquiere los derechos de la publicación por medio de la revista TECH en la cual se realiza la publicación de esta obra. Los autores poseen libertad de utilizar su propio material. Sin embargo, si la totalidad o cualquier parte del material publicado es reproducido en otro sitio, el autor deberá reconocer a la revista TECH Carlos Cisneros como el sitio original de la publicación.

EL autor asume toda la responsabilidad por cualquier causal incurrida en las posibles violaciones a derechos de terceras personas por el material suministrado al congreso CICT2023.

El autor declara que la contribución realizada con su artículo es original y que constituye a un trabajo propio, no incurriendo así en plagio o cualquier acto de ilegalidad o falta de ética a la investigación.

El autor manifiesta que el manuscrito no ha sido publicado o enviado a otra revista para su publicación, ni que este ha sido rechazado por alguna causal a nivel de revisión.

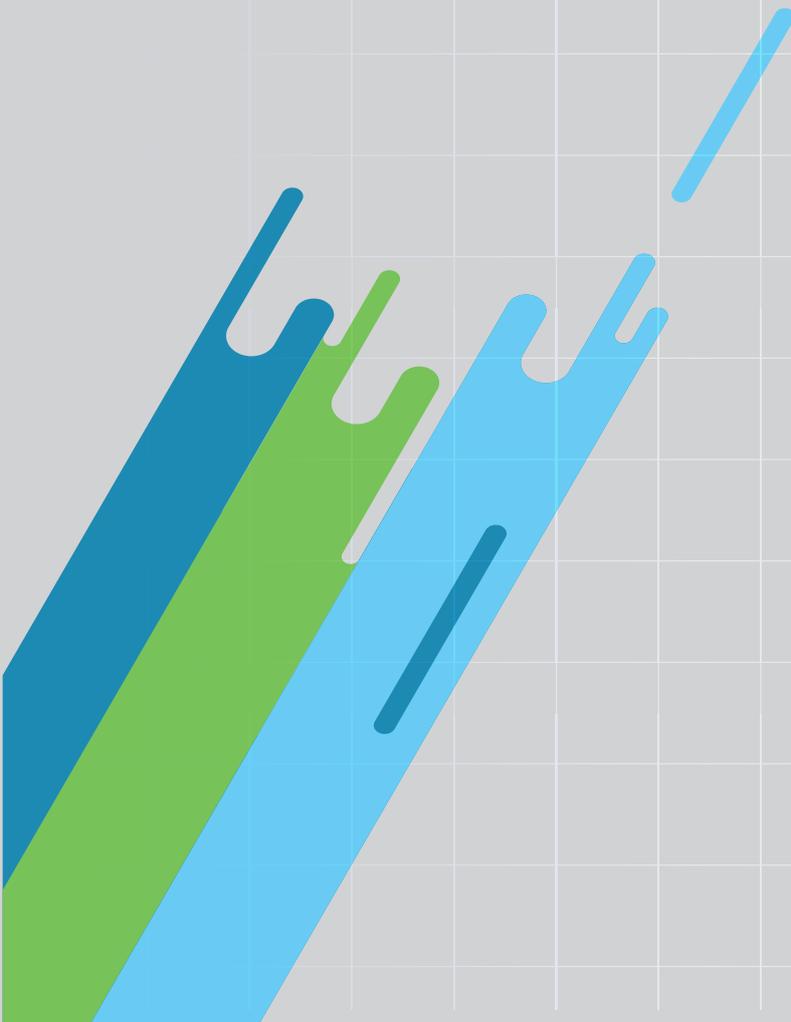
Tabla de Contenidos

páginas

Artículos

- 1** | DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE TORNILLO DE BANCO PARA USO EN LOS TALLERES DE FABRICACIÓN MECÁNICA
- 11** | ANÁLISIS INTEGRAL DE PRÁCTICAS EVALUATIVAS EN EL INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CARLOS CISNEROS: PATRONES, DIFERENCIAS Y OPORTUNIDADES DE MEJORA
- 23** | CHARACTERIZATION OF THE OPERATION AND DETERMINATION OF DIAGNOSTIC METHODS FOR THE INVERTER OF A TOYOTA PRIUS HYBRID THIRD GENERATION YEAR 2010.
- 34** | EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DOCENTE A TRAVÉS DE LA HETEROEVALUACIÓN: UN ESTUDIO DE CASO EN EL ISU CARLOS CISNEROS
- 44** | CONSTRUCCIÓN DE TABLEROS TÁCTILES PARA FACILITAR EL APRENDIZAJE EN NIÑOS CON DISCAPACIDAD UTILIZANDO MICROCONTROLADORES
- 54** | CONSECUENCIAS DE LA REFORMA TRIBUTARIA EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO DEL ECUADOR
- 60** | ANÁLISIS DEL TIEMPO DE RESPUESTA Y CONSUMO DE DATOS DE LA RED MÓVIL, PARA EL ROUTER CLOUD INDUSTRIAL DELTA DX-3001H9-V
- 68** | EVOLUCIÓN DE LA VESTIMENTA PURUHÁ Y SU INFLUENCIA EN LA PARROQUIA CACHA
- 76** | POWER BI COMO HERRAMIENTA DE ANÁLISIS DE DATOS DE UNA FICHA ESTUDIANTIL, ESTUDIO DE CASO: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
- 87** | ANÁLISIS DE CUEROS NATURALES Y SINTÉTICOS: UN ENFOQUE SOSTENIBLE PARA LA INDUSTRIA DE CURTIEMBRE Y TENERÍA
- 99** | DESARROLLO DE PROCEDIMIENTOS PARA LA APLICACIÓN DE ROBÓTICA EDUCATIVA EN PROYECTOS STEM
- 106** | ANÁLISIS DEL DISEÑO DE LAS OREJAS DE IZAJE DE UN AUTOTANQUE DE 8000 GALONES, APLICANDO ELEMENTOS FINITOS MEDIANTE SOFTWARE CAE.
- 118** | CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA LAVADORA, PELADORA Y REBANADORA DE PAPAS
- 129** | ÍNDICE DE CAPITAL HUMANO Y SU RELACIÓN CON EL PIB MEDIANTE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN COBB-DOUGLAS

Diseño y Construcción de un Tornillo de Banco Eficiente para Procesos de Fabricación Mecánica



"Diseño y Construcción de un Tornillo de Banco Eficiente para Procesos de Fabricación Mecánica"

"Design and Construction of an Efficient Bench Vise for Mechanical Manufacturing Processes"

Javier Edmundo Jaramillo Ortega¹
Edwin Gonzalo Ortega Ponce²
Mónica Alexandra Carrión Cevallos³

¹Instituto Superior Tecnológico "Carlos Cisneros", Ecuador, javier.jaramillo@istcarloscisneros.edu.ec

²Independiente, Ecuador, edwinortegatec@gmail.com

³Instituto Superior Tecnológico "Carlos Cisneros", Ecuador, monica.carrion@istcarloscisneros.edu.ec

RESUMEN

El presente trabajo consiste en diseñar y fabricar un tornillo de banco eficiente como medio de sujeción para procesos de fabricación mecánica, evaluando su factibilidad técnica para la producción en un taller con máquinas herramientas como torno, fresadora, taladradora y prensa; se realizó un estudio técnico de diseño estructural empleando normas de fabricación ISO con materiales en estado de suministro que ofrece el mercado local como plancha de acero laminada en caliente ASTM A36 de 4mm, UPN 80, fundición nodular ASTM A536, acero AISI 1018, acero AISI 1045, ensamblado con soldadura SMAW y tornillería. Con el objetivo general de diseñar una solución que reduzca los tiempos de producción al máximo y optimice la fabricación mediante procesos de mecanizado con y sin arranque de viruta, que cumpla con las características técnicas de calidad y garantía para el usuario final, podrá ser instalada de manera sencilla en los mismos talleres donde fueron construidos; comprobando los resultados del diseño mediante el análisis con herramientas computacionales. El proceso en general terminará por comprobar la funcionalidad del dispositivo al estar sometido a un esfuerzo de cedencia y el medio de sujeción al límite de su capacidad; para poder ofrecer un resultado que se traduzca en datos de resistencia mecánica comprobados que tendrán como función el otorgar datos de operación. La investigación se realizó mediante un análisis de campo para evidenciar la capacidad del útil de sujeción que se encuentra en el mercado nacional, y compararlo con el fabricado en esta propuesta. Al término del proyecto, es funcionalmente operativo; respondiendo a pruebas de torque, fuerza, paralelismo de las mordazas, desplazamiento rápido de la mordaza móvil y perpendicularidad de los elementos sujetos

Palabras clave: Tornillo de banco, Manufactura en máquinas herramientas, CAD, CAE, Tornillo de potencia

ABSTRACT

The present paper consists of designing and manufacturing an efficient bench vise as a means of clamping for mechanical manufacturing processes, evaluating its technical feasibility for production in a workshop with machine tools such as lathe, milling machine, drilling machine and press; A technical study of structural design was carried out using ISO manufacturing standards with materials in supply status offered by the local market such as ASTM A36 4mm hot rolled steel sheet, UPN 80, ASTM A536 nodular cast iron, AISI 1018 steel, AISI steel 1045, assembled with SMAW welding and screws. With the general objective of designing a solution that reduces production times to the maximum and optimizes manufacturing through machining processes with and without chip removal, that meets the technical characteristics of quality and guarantee for the end user, it can be installed simple way in the same workshops where they were built; checking the design results through analysis with computational tools. The process in general will end by checking the functionality of the device when it is subjected to a yield stress and the means of fastening to the limit of its capacity; in order to offer a result that translates into verified mechanical resistance data that will have the function of providing operating data. The research was carried out through a field analysis to demonstrate the capacity of the clamping tool found in the national market, and compare it with the one manufactured in this proposal. At the end of the project, it is functionally operational; responding to tests of torque, force, parallelism of the jaws, rapid movement of the mobile jaw and perpendicularity of the clamped elements.

Keywords: Bench vice, machine tools, CAD, CAE, Power Screw.

Recibido: (dejar en blanco) Aceptado: (dejar en blanco)

Recibido: 18/09/2023 Aceptado: 27/10/2023
Received: 18/09/2023 Accepted: 27/10/2023

1 INTRODUCCIÓN

El tornillo de banco es una herramienta de sujeción que se usa como dispositivo auxiliar en el trabajo de actividades mecánicas manuales, así como en la sujeción de materiales para ser mecanizados por arranque de viruta en máquinas y herramientas.

Esta herramienta tiene dos mordazas una fija y una móvil que se acciona a través de un tornillo de potencia, que se juntan paralelamente para sujetar elementos y en otros casos para mecanizado de materiales como aceros de bajo, medio contenido de carbono, acero estructural, varios grados de acero inoxidable con dureza promedio entre 120 y 650 en la escala Brinell (HB).

El campo de aplicación en operaciones manuales de aserrado, limado, montaje, ajuste mecánico etc., que garantiza condiciones seguras de trabajo constituyéndose un dispositivo importante en los talleres de fabricación manufacturera y en centros educativos de formación profesional técnica, que permita desarrollar habilidades procedimentales en los estudiantes por lo que es necesario contar con este utillaje en un puesto de trabajo.

El objetivo de este proyecto implica el diseño y la fabricación de un tornillo de banco que sea eficiente y duradero, accesible en su construcción y útil en talleres, además, se debe indicar que una vez manufacturada esta entenalla, podrá ser instalada de manera sencilla en los mismos talleres donde fueron construidos, permitiendo la creación de un puesto de trabajo adicional adaptado para el entorno de producción.

Generalmente son construidos de hierro fundido gris y acero forjado, en la presente investigación se propone un diseño con perfiles estructurales y aleaciones ferrosas que se pueden encontrar con facilidad en estado de suministro en el mercado nacional

La construcción de este dispositivo es considerado como un proyecto integrador de saberes dentro del área mecánica ya que permite combinar conocimientos relacionados con la resistencia, deformación, selección de materiales, manufactura por mecanizado y ensamblaje mediante uniones soldadas y no soldadas, al final del proyecto, se

obtendrá un tornillo de banco que podrían usar en futuros proyectos y talleres.

Cortés y Consuelos [1] diseñan y manufacturan una prensa de banco utilizando como material base aluminio, mecanizando todas las partes en máquinas herramientas convencionales y CNC utilizando pernos como medios sujeción. Por otra parte el diseño de un banco de trabajo de hierro fundido de Sivasankaran [2] sin utilizar pernos como medio de sujeción propone un análisis por elementos finitos usando un software tipo CAE (ANSYS) para determinar el mejor prototipo en función de las deformaciones. El diseño de Chougule [3] tiene al hierro fundido, acero de bajo y medio contenido de carbono como materiales de construcción y representa un típico tornillo de banco, con ligeras modificaciones siendo prototipado mediante impresión en 3D.

De los tornillos de banco analizados se coincide con el propuesto por Chougule [3], la fabricación del tornillo de potencia por mecanizado con el de Cortés y Consuelos [1] y la sujeción y ensamblaje como el de Sivasankaran [2], en todos los modelos descritos [1] [2] [3] [4] [4] se utiliza un software tipo CAE para la simulación de cargas ya que permite evaluar y validar virtualmente el diseño, obteniendo resultados confiables y eficientes, reduciendo costos y tiempos de desarrollo, en este caso se realizará un pre diseño utilizando las diferentes cargas, fuerzas, momentos, tensiones o condiciones que afectarían al modelo, utilizando teorías de falla. Con los elementos estructurales predefinidos se analiza mediante simulación por elementos finitos (FEA) el tornillo de banco.

Al igual que Sandeep Kumar [5] se fabricará un tornillo de potencia usando la luneta que es un dispositivo para evitar la flexión, soportar y guiar la pieza en el mecanizado, para mantener tolerancias de cilindridad y concentricidad en el elemento garantizando la movilidad de la mordaza móvil.

En base a la bibliografía analizada, la metodología empleada. Se plantea como hipótesis: al diseñar un tornillo de banco es posible construirlo con máquinas herramientas convencionales como: torno paralelo, fresadora, taladro y prensa hidráulica.

2 METODOLOGÍA Y MATERIALES

El diseño apropiado se refleja en el funcionamiento de un producto, el mismo que debe basarse en los procesos de manufactura que estén al alcance del constructor, según Pahl & Beitz [6], las metodologías de diseño en ingeniería son una secuencia concreta de acciones para el diseño de sistemas técnicos que derivan su conocimiento de la ciencia del diseño, de la psicología cognitiva y de la experiencia práctica en diferentes campos.

El diseño propuesto en el presente artículo utiliza materiales en estado de suministro que se pueden encontrar en el mercado local tales como UPN 80, plancha laminada en caliente de 4mm, los mismos que acelera el proceso de fabricación además seleccionar materiales como hierro fundido nodular ASTM tipo A536 Grado 60-40-18 para la tuerca, AISI 1018 para el tornillo de potencia y acero AISI 1045 para las mordazas.

El modelado del tornillo de banco se realizó en un software del tipo CAD (Diseño asistido por computador) y el cálculo de resistencia mecánica en un software del tipo CAE (Ingeniería asistida por computador).

2.1 Diseño

En la figura 1 se muestra el tornillo de banco con sus partes, datos necesario para el pre diseño y diseño.

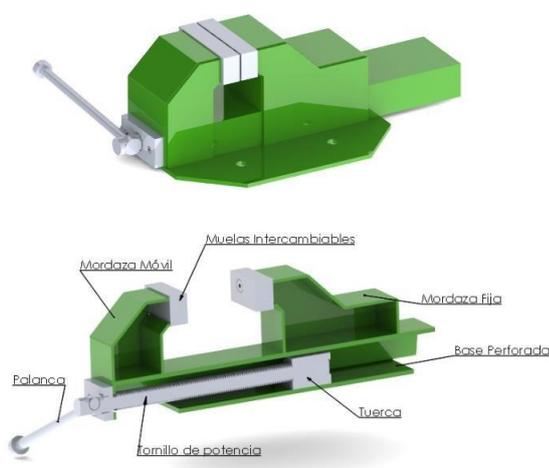


Figura 1 Partes del tornillo de banco

Para el desarrollo del tornillo de banco se toma como referencia la medida de la fuerza isométrica de la mano y del antebrazo [7], tomando esta carga inicial y usando sistemas de pares equivalente se conoce las cargas que se aplicarán en cada parte, con estos elementos se realiza el pre diseño seleccionando los elementos estructurales como se muestra en la figura 1.

Como dato preliminar tenemos la fuerza promedio que es de 27.5Kgf y la longitud de palanca del tornillo de banco de 250mm que genera un torque inicial de 6187.5Kg*mm para el pre diseño

Cada elemento será simulado en el software tipo CAE, teniendo como referencia que el factor de seguridad debe ser mayor a 1,25 para herramientas [8]

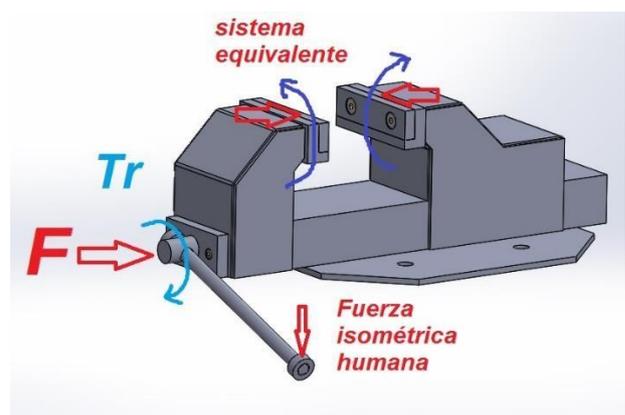


Figura 2 Sistema estático equivalente para uso en software tipo CAE

Para la planificación del mecanizado se considera la maquinaria accesible al medio previo a la manufactura del tornillo de banco. La construcción obedece a un grupo de procedimientos necesarios para el cumplimiento de normas de fabricación ISO 1101 e ISO 286 [9]

Las especificaciones técnicas se establecen en el diseño.

- Altura 155 mm
- Largo 345 mm
- Ancho 300 mm
- Peso aproximado 16,357 Kg
- Apertura máxima de las mordazas: 85mm

En un análisis preliminar se contempla el uso de máquinas herramientas para la fabricación de componentes y la unión de juntas mediante soldadura y tornillería.

El control dimensional para la construcción del dispositivo se realizará, teniendo en cuenta la tolerancia admisible de 0,2 mm/m en cilindridad y 0,03 mm en concentricidad para el tornillo de potencia, perpendicularidad entre la base y las mordazas de 0,1 mm, paralelismo entre las mordazas de 0,05 mm, todos estos datos referenciados de la norma ASME Y14.5.[10] permitiendo ajustarse al planteamiento del diseño, asegurando un funcionamiento

Las mordazas son intercambiables, esto con la finalidad de usarlas para materiales semiduros y la facilidad de cambio cuando haya desgaste, como se muestra en la figura 3.

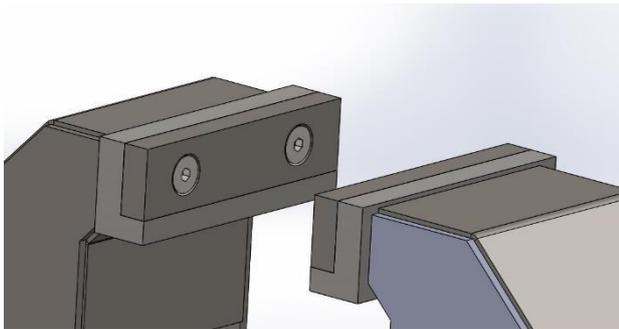


Figura 3 Muestras intercambiables.

Se usa la norma DIN 103 [8] para establecer los parámetros del tornillo de avance con un diámetro exterior de 24,5 mm, paso de 3mm y un ángulo de perfil de 30°

Como se observa en la figura 1 el torque genera una fuerza axial, usando la ecuación 1 a partir del torque encontramos dicho parámetro que se utilizará en el análisis de elementos finitos.

$$Tr = \frac{F * dm}{2} * \left(\frac{l + \pi * f * dm * \sec\alpha}{\pi * dm - f * l * \sec\alpha} \right)$$

Donde

Tr=Torque

F= Fuerza axial

f= coeficiente de rozamiento

dm= diámetro medio

α= ángulo de cresta

l= paso

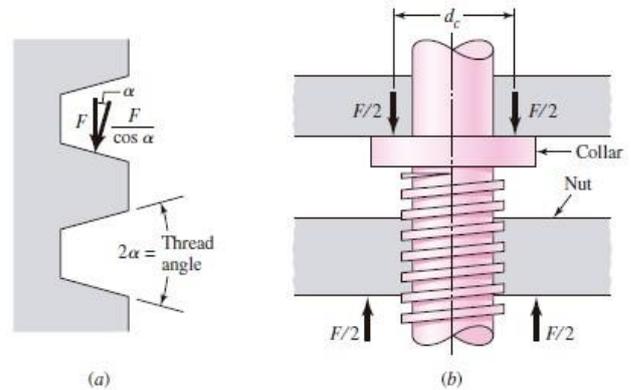


Figura 4 Fuerzas que actúan en un tornillo de potencia generado por el torque a) La fuerza normal en el tornillo se incrementa con el ángulo b) Fricción producida por el collarín

En la figura 4 se muestra cómo actúan las fuerzas en el tornillo de potencia, con los siguientes valores, torque (Tr) de 67375 N*mm y una fuerza axial (F) de 5040,712 N.

Para el análisis de elementos finitos se utiliza los parámetros mostrados en la tabla 1 y la figura 4

Tabla 1 Parámetros para cálculo

Tipos de contactos	Bonded (unida mediante calor o presión), Frictional (coeficiente de fricción).
Calidad de malla	Máxima 1 Mínima 0,19 Promedio 0,87 Desviación estándar 0,13
Restricciones	Fijo en la base
Fuerza	En el extremo de la palanca 270N En las mordazas 2521N para cada una
Momento Flector	En las mordazas 283000N*mm

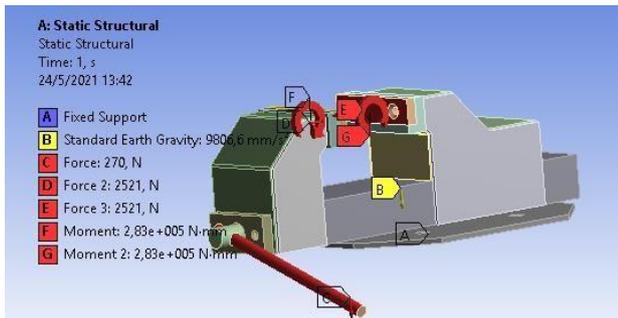


Figura 5 Parámetros para el cálculo

El análisis tipo CAE del conjunto nos da un coeficiente de seguridad de 1,26, una deformación máxima de 0,97mm al final de la palanca. Como se muestra en la figura 4

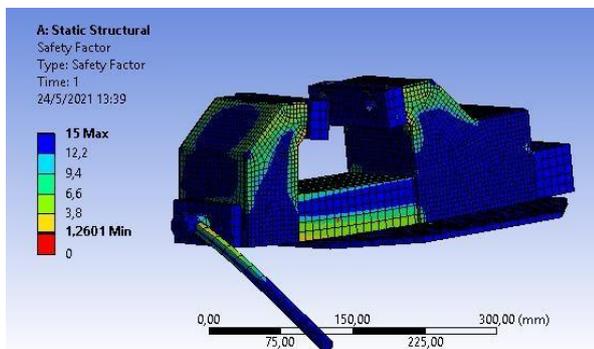


Figura 6 Coeficiente de seguridad

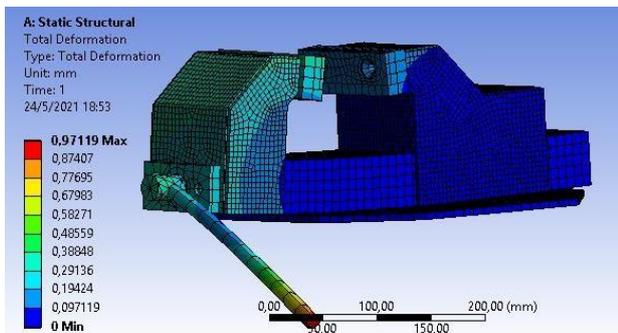


Figura 7 Deformación lineal

La figura 8 muestra la deformación máxima del tornillo se encuentra entre 0,24mm y 0,32mm.

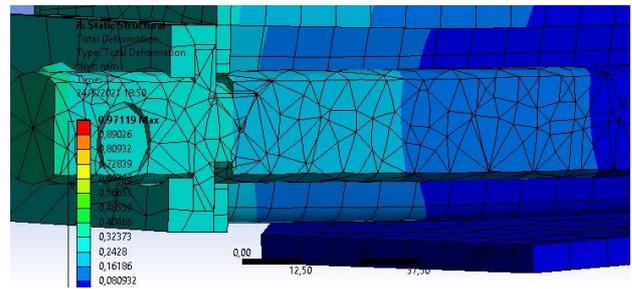


Figura 8 Pandeo del tornillo de potencia

2.2 Materiales

El empleo de componentes estándar, simplifica los procesos de fabricación, facilita las compras, evita las inversiones en herramientas y equipo y acelera el ciclo de manufactura. [1]

Los materiales necesarios para la construcción se muestran en la tabla 2:

Tabla 2 Materiales para fabricación

Elemento	Material
Mordaza fija y móvil	Plancha de acero laminada en caliente ASTM A36 de 4mm de espesor
Mordaza móvil	UPN 80, 350 mm de longitud
Tuerca	Fundición nodular ASTM A536 Grado 60-40-18
Palanca y collarín	Acero AISI 1018
Muelas	Acero AISI 1045, templado en aceite dureza 55HRC
Tornillos	M10 grado 8 para la base y M8 grado 5 para las muelas en las mordazas

2.3 Metodología de mecanizado

En la fabricación del tornillo, tuerca, placas de sujeción, palanca se aplica las normas ISO 286 y 2785 de fabricación mecánica, con los ajustes, tolerancias geométricas, calidades superficiales y grados de rugosidad normalizados.

Para la unión de partes se utiliza soldadura SMAW y tornillería

En la figura 9 se muestra la mordaza fija, las medidas a considerar y el ensamblaje mediante soldadura, además se toma en cuenta la deformación térmica de la plancha de acero en el armado del tornillo de banco.

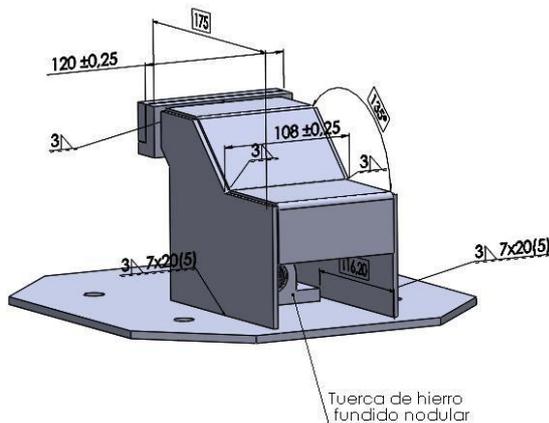


Figura 9 Medidas para la mordaza fija

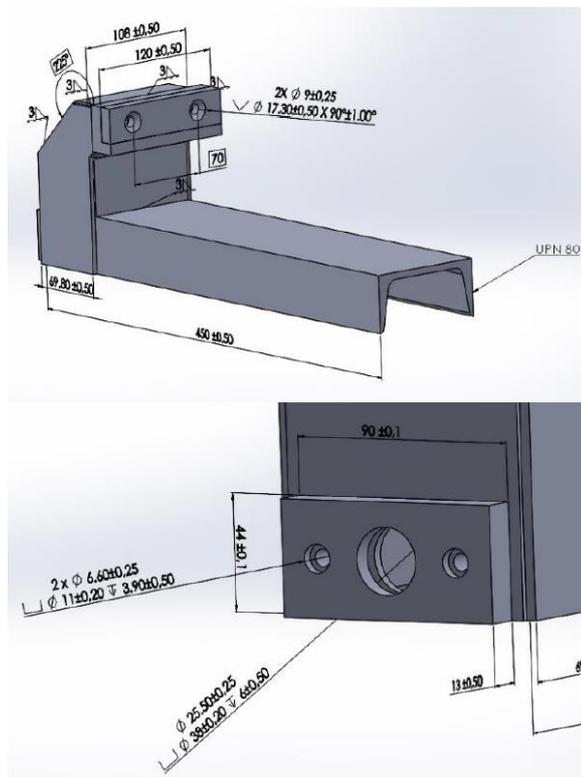


Figura 10 Medidas para la mordaza móvil

En la figura 10 se muestra la mordaza móvil, longitudes, y ensamblaje por soldadura de sus partes.

Para el control dimensional se utilizará instrumentos como calibrador, micrómetros para exteriores y micrómetros para interiores; y para el control geométrico, reloj comparador para interior, reloj comparador para exterior, galgas y escuadras.

3. RESULTADOS

Para el análisis computacional se muestra una condición extrema, en este caso con la apertura máxima de las muelas genera un momento flector en las mordazas con un esfuerzo Máximo de 227.47 MPa como se muestra en la figura 11.

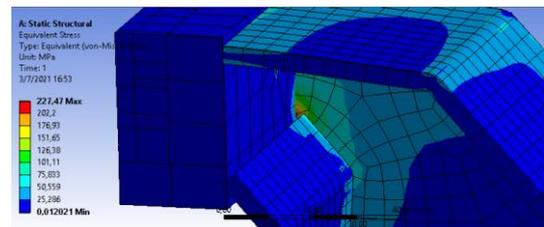


Figura 11 Esfuerzo equivalente máximo en MPa. en condiciones extremas para la mordaza móvil.

Las características de los dos tornillos de banco se muestran en la tabla 3, al tornillo adquirido en el mercado local se le denominará como TB1 y el construido en esta propuesta como TB2 además se los muestra en la figura 12

Tabla 3 Características del tornillo de banco adquirido y el propuesto

Características	TB1s	TB2
Altura	160 mm	155 mm
Largo	350 mm	350 mm
Ancho	300 mm	300 mm
Peso Aproximado	17 Kg	16,4 Kg
Apertura máxima de mordazas	90 mm	85 mm
Longitud de palanca	240 mm	250 mm
Tornillo de potencia	DIN 103 De=24.5 mm	DIN 103 De=24.5 mm

Para demostrar la funcionalidad del tornillo de banco propuesto se somete a esfuerzos cortante a un tubo cuadrado de 25.4 mm de lado, 2mm de espesor y se

lo compara con un tornillo de banco adquirido en el mercado local

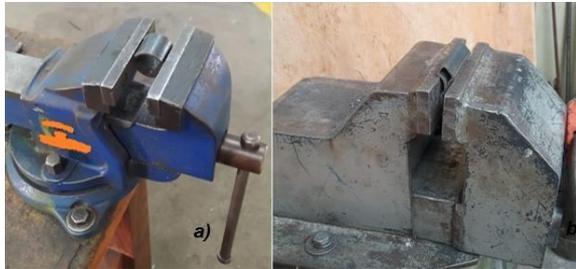


Figura 12 Tornillos de banco aplicando carga en tubos cuadrados. (a) TB1 b) TB2

El esfuerzo cortante a aplicarse para deformar los tubos se calcula en función de la fuerza axial F producto del torque Tr con la ecuación 1.

La fuerza F para el cálculo se toma de la fuerza isométrica de la mano [7], en la tabla 4 se muestra los valores de toque y fuerza axial además del esfuerzo cortante resultante que deformaron a la tubería cuadrada sometida a prueba.

Tabla 4 Valores de torque y fuerza para deformación de tubería

Tornillo de banco	TB 1	TB2
Torque (Tr) N*mm	67375	64680
Fuerza axial N.	5040	4849
Esfuerzo cortante $M^*Pa.$	170.46	177.56

En la figura 13 se muestra los tubos deformados en los tornillos de banco TB1 TB2, en los dos tornillos de banco no existieron deformaciones plásticas en ninguna de sus partes, entendiendo que las mordazas son las que reciben el mayor esfuerzo.

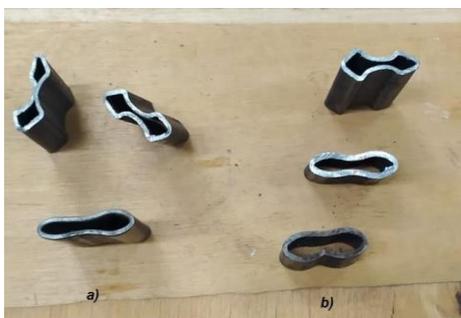


Figura 13 Tubería deformada a) en TB1 b) en TB2

4. CONCLUSIÓN

El modelo propuesto se considera suficientemente robusto para soportar cargas en comparación con el modelo existente, así el modelo propuesto fue evaluado en el software calculando la deformación para una carga dada que se compara con los resultados de los tornillos de banco existente en el mercado nacional dando resultados satisfactorios

El diseño y fabricación del tornillo de banco ha cumplido con parámetros de calidad y resistencia y con esfuerzos de trabajo de campo, faculta un manejo fácil y fácil para sujeción, con una fuerza isométrica máxima de presión manual de 5040 N

El protocolo de pruebas registra eficiencia en alto torque y la compresión entre tornillo y tuerca

La tuerca para el deslizamiento del tornillo de potencia puede ser también construido de bronce fosfórico pudiendo reemplazar al hierro fundido propuesto en el presente artículo.

El tornillo de banco está funcionando con normalidad en el taller de Mecánica Industrial A2 de la Unidad Educativa Carlos Cisneros

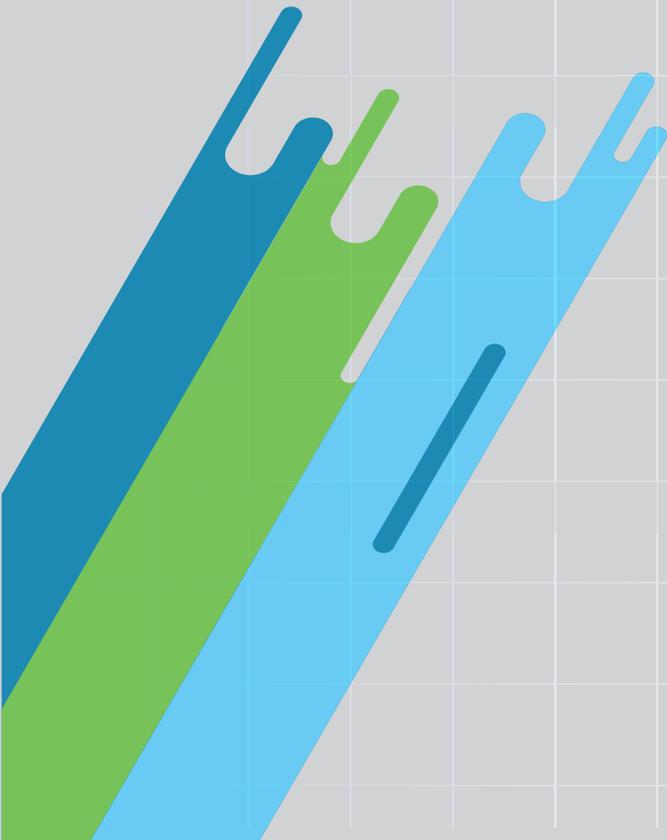
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] D. Cortes and G. Consuelos, "Modelado, diseño y analisis teorico practico de una prensa de banco," p. 118, 2006, [Online]. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15998525>.
- [2] P. Sivasankaran, "Design and Analysis of Modular Fixture for Machine Vice," vol. 8, no. 1, pp. 1–6, 2018.
- [3] Shrikant M. Chougule and D. B. Waghmare, "Design & Manufacturing of Components of Modified Bench Vise on Rapid Prototype Machine," *Int. J. Appl. or Innov. Eng. Manag.*, vol. 4, no. 7, pp. 39–51, 2015.
- [4] R. Yadav and J. Singh, "Implementation of CATIA V5 in Modeling and Simulation of Workbench Vice," *Int. J. Emerg. Technol. Eng.*

Res., vol. 6, no. 5, pp. 106–110, 2018,
[Online]. Available:
www.ijeter.everscience.org.

- [5] S. Kumar, S. Anand, H. Tiwari, G. Chamoli, A. Kukreti, and P. Kumar, “Design and Fabrication of Bench Vice and Toggle Screw Jack,” *Int. J. Mach. Des. Manuf.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–10, 2018.
- [6] G. Pahl, W. Beitz, J. Feldhusen, K. H. Grote, and K.-G. erfolgreicher Produktentwicklung, “Methoden und Anwendung.” Springer, 2007.
- [7] M. L. Mateo Lázaro, F. Berisa Losantos, and A. Plaza Bayo, “Nuevas tablas de fuerza de la mano para población adulta de Teruel,” *Nutr. Hosp.*, vol. 23, no. 1, pp. 35–40, 2008.
- [8] B. Nisbett and R. G.-J.Keith, “Diseño en ingeniería mecánica Shigley,” *Mc Graw Hill*, p. 1039, 2011.
- [9] ISO, “Dimensional and geometrical product specifications and verification.” 2011, Accessed: Sep. 12, 2019. [Online]. Available: <https://www.iso.org/obp/ui/fr/#iso:std:iso:286:-1:ed-2:v1:en>.
- [10] ASME, “ASME Dimensioning and Tolerancing Handbook ASME Y14.5-2009.” p. 227, 2009, [Online]. Available: <http://books.google.com.co/books?id=XOxqQgAACAAJ>.

**ANÁLISIS INTEGRAL
DE PRÁCTICAS EVALUATIVAS
EN EL INSTITUTO SUPERIOR
UNIVERSITARIO CARLOS CISNEROS:
PATRONES, DIFERENCIAS Y
OPORTUNIDADES DE MEJORA**



**ANÁLISIS INTEGRAL DE PRÁCTICAS EVALUATIVAS EN EL INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO
CARLOS CISNEROS: PATRONES, DIFERENCIAS Y OPORTUNIDADES DE MEJORA
COMPREHENSIVE ANALYSIS OF EVALUATIVE PRACTICES AT THE CARLOS CISNEROS
UNIVERSITY INSTITUTE: PATTERNS, DIFFERENCES, AND IMPROVEMENT OPPORTUNITIES**

**Montalvo Armijos Renny Geovanny¹,
Guaño Alvarez Ana Cristina²,
Zabala Aguiar Luis Alberto³,**

¹ Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros, Ecuador, renny.montalvo@istcarloscisneros.edu.ec

² Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros, Ecuador, anita.guano@istcarloscisneros.edu.ec

³ Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros, Ecuador, luis.zabala@istcarloscisneros.edu.ec

RESUMEN

El análisis realizado en el Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros (ISUCC), muestra una mejor comprensión de las prácticas evaluativas en la institución. La representación visual de los datos a lo largo de diferentes períodos y tipos de evaluación revela patrones, diferencias y tendencias significativas que contribuyen al desarrollo de estrategias de mejora en el ámbito académico. Los resultados derivados de esta investigación ofrecen una valiosa oportunidad para presentar de manera más efectiva los datos obtenidos a través del proceso de evaluación docente en el ISUCC. Estos simplifican la presentación de los datos recopilados durante el proceso evaluativo, proporcionando una perspectiva práctica y accesible para su análisis y comprensión. Los datos recopilados provienen de un grupo total de 172 docentes que han estado activos en el instituto entre junio de 2020 y marzo de 2023. A través de un estudio minucioso de estos datos, se han observado patrones interesantes en la autoevaluación, la coevaluación y la evaluación por parte de las autoridades. En el marco de las actividades emprendidas por la Unidad de Evaluación Docente ISUCC, se ha logrado desarrollar un enfoque integral que ha culminado en la obtención de los resultados que se exponen en la presente investigación. Un componente fundamental de este logro es la creación de gráficos detallando la información y que trazan con claridad el desarrollo del proceso evaluativo. Esto revela una progresión evidente en la forma en que los docentes se autoevalúan, evolucionando desde calificaciones iniciales bajas que insinúan una falta de seriedad hacia la autoevaluación.

Palabras clave: autoevaluación, coevaluación, evaluación docente.

ABSTRACT

The analysis conducted at the Carlos Cisneros Higher University Institute (ISUCC) provides a more profound understanding of evaluative practices within the institution. Visual representation of data across various time periods and types of assessment reveals significant patterns, differences, and noteworthy trends that contribute to the development of improvement strategies in the academic domain. The results derived from this research offer a valuable opportunity to present data obtained through the faculty evaluation process at ISUCC more effectively. They simplify the presentation of data collected during the evaluation process, providing a practical and accessible perspective for analysis and comprehension. The collected data originates from a total group of 172 instructors who have been actively engaged at the institute from June 2020 to March 2023. Through a meticulous examination of this data, intriguing patterns in self-assessment, peer assessment, and assessment by authorities have been observed. Within the framework of the activities undertaken by the ISUCC Faculty Evaluation Unit, an all-encompassing approach has been developed, culminating in the acquisition of the results presented in this research. A critical component of this achievement is the creation of detailed graphs that lucidly depict the evolution of the evaluation process. This reveals a noticeable progression in how instructors self-evaluate, evolving from initial lower ratings that implied a lack of seriousness towards self-assessment.

Keywords: *self-assessment, peer-assessment, teacher evaluation.*

Recibido: 18/09/2023
Received: 18/09/2023

Aceptado: 27/10/2023
Accepted: 27/10/2023



1. INTRODUCCIÓN

El diseño de una estrategia evaluativa requiere unas bases empíricas por tanto fue necesario el diagnosticar las practicas evaluativas en la Institución Educativa Politécnico de Soledad, entidad oficial que se ha tomado como referente, en el Municipio de Soledad [1]. Las reflexiones incluidas en las autoevaluaciones previas al feedback de los observadores mostró la satisfacción unánime de los docentes con la metodología que utilizaron durante las sesiones, pero no con su planificación de las mismas. Sus propuestas de mejora para futuras clases se centraron en ajustar más la cantidad de los contenidos a la duración de las clases y atender a la heterogeneidad de sus estudiantes [2].

Normalmente, el profesorado, en su calidad de experto en la materia, construye una secuencia de actividades y contenidos que pretenden guiar al alumnado en la consecución de los objetivos de aprendizaje, pero este es un camino diferente para cada uno de los individuos que conforman el grupo, que deben construir sus propias bases de orientación. Del mismo modo, el alumnado debe reconocer e identificar los criterios de evaluación como parte importante de la construcción de su propio aprendizaje, y revelarlos previamente reduce la autonomía del aprendiz y no facilita el aprendizaje, lo dice [3]. Sugerir prácticas de autoevaluación además de dar un resultado enriquecedor y respetuoso con la autonomía docente, les permitirá autodirigirse hacia su desarrollo profesional [4]. Estos tipos de procedimientos evaluativos tienen como elementos comunes fomentar la autonomía del aprendizaje, promover un conocimiento más profundo de la materia que se aprende, propiciar el cambio de rol del alumnado (de aprendiz pasivo a activo), acostumbrar al alumnado a reflexionar críticamente y mejorar su comprensión de los procesos interiores que pone en marcha para aprender autónomamente [3]. Los cambios introducidos por este Real Decreto 1393/2007 exigían que las universidades modificasen sus normativas relacionadas con la evaluación de los alumnos para convertirlas en normativas sobre la evaluación de los aprendizajes, capaces de facilitar la transferencia de enseñanzas, y abrían la puerta a otros cambios vinculados a los sistemas de garantía de la calidad ligados a cada título [5].

El rol de coevaluador “muestra la interfaz que visualiza el docente coevaluador del aplicativo web, está conformada por cuatro secciones tales como:

procesos, resultados, ayuda en línea y cursos disponibles” [6]. Las pautas de Autoevaluación y Coevaluación del alumnado, están orientadas claramente a un saber procedimental del aprendizaje y sólo algunos de sus indicadores aluden a la formación valórica, que constituye la categoría emergente, por lo tanto, su uso está orientado a la regulación continua de los aprendizajes [7]. Esta disparidad refuerza el hecho de que, ante un examen práctico de laboratorio, los alumnos tienen una percepción bastante diferente a la del profesor en cuanto a la calificación obtenida [8]. El proceso de aprendizaje a distancia lo asumimos como la suma de interacciones e interactividades mediadas por la tecnología que se da en lapsos de tiempo determinados, conforme a una intencionalidad educativa específica, planeada y sustentada a fin de favorecer el aprendizaje [9].

Los alumnos valoraron positivamente (con una media de 3 puntos) el proceso de autoevaluación y coevaluación de los tutoriales, dado que les permitía reflexionar sobre su trabajo y sus posibles mejoras [10]. Se habla de autoevaluación cuando los estudiantes toman la responsabilidad de controlar y hacer juicios sobre aspectos de su propio aprendizaje [11].

La autoevaluación, es saber evaluar las técnicas y los métodos o didácticas para la adquisición del conocimiento en la formación integral de la persona y fomentar con ello un clima de respeto, confianza, ejercitar la diferencia y la contradicción propia del acto de aprender con base al grupo y al diálogo recíproco de profesores y estudiantes [12].

Dentro de las potencialidades existentes en la integralidad, se destaca la capacidad para comprender la complejidad de la realidad, el reconocimiento del carácter pluridimensional, multifactorial, estructural y acumulativo del proceso evaluativo y la visión del rol que deben desempeñar los implicados. En este proceso hay que aprovechar cada ocasión para mostrar que los esfuerzos son multiplicadores y generan impactos globales [13]. Los alumnos presentan mayor aceptación de sus calificaciones y son conscientes del trabajo que lleva una evaluación por parte del profesorado y consideran más justas las notas obtenidas [14]. Esta metodología exige una planificación muy clara y detallada que permita a los alumnos saber en todo momento qué se espera de ellos y cuál es su papel en cada actividad, por lo que –además de las pautas del dossier- se les ofrece un cronograma del

cuatrimestre para que puedan organizarse y trabajar de manera más autónoma [15].

Se encontró que más de la mitad de los encuestados (47 de 69) consideran muy importante que se tome en cuenta su opinión en el proceso de evaluación. En una u otra medida, todos los estudiantes encuestados piensan que es importante que se tome en cuenta su opinión en este proceso [16]. Cabe destacar la importancia del propio estudiante en el proceso evaluador en este tipo de experiencias y es que en la concepción tradicional de la enseñanza, las actividades de aprendizaje son básicamente memorísticas y repetitivas; por ello, es de esperar una modalidad de evaluación sumativa y cuantitativa, individual y centrada en los resultados finales, sin considerar el proceso [17]

El presente estudio tiene como objetivo presentar un análisis detallado de la evaluación docente desarrollada en el ISU Carlos Cisneros en los períodos académicos comprendidos entre junio de 2020 y marzo de 2023.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la redacción del artículo, es importante destacar que los resultados correspondientes al semestre de abril a agosto de 2023 aún no habían sido divulgados al público. Por lo tanto, el análisis y la presentación de datos se limitan únicamente hasta el mes de marzo de 2023.

El estudio se llevó a cabo con los datos obtenidos de la coevaluación realizada por pares y por las autoridades del ISU Carlos Cisneros durante los períodos académicos comprendidos entre junio de 2020 y marzo de 2023.

Los datos fueron organizados en Microsoft Excel LTSC Professional Plus 2021, y posteriormente procesados y analizados en SPSS Versión 25. El análisis se realizó utilizando estadísticas descriptivas como medias y desviaciones estándar (DE).

En la tabla 1 se presenta un resumen de los promedios de evaluación obtenidos por período académico.

Tabla 1: Cantidad de docentes evaluados en los cuatro períodos

	Jun - Oct 2021	Dic 2021- Abr 2022	May - Oct 2022	Nov 2022 - Mar 2023
Autoevaluación	97,71	98,84	99,25	99,29
Coevaluación por pares	91,55	87,43	89,14	90,91
Coevaluación Autoridades	96,66	96,00	97,08	96,76

3. RESULTADOS

Los resultados obtenidos a través de la investigación actual proporcionan una valiosa oportunidad para presentar los datos derivados del proceso de evaluación docente en el Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros de una manera más efectiva y aplicable. Estos hallazgos permiten simplificar la presentación de los datos recopilados durante el proceso evaluativo en la institución, ofreciendo una perspectiva más pragmática y accesible para su análisis y comprensión.

Para la exposición de los hallazgos, se han examinado minuciosamente los datos recopilados de un grupo total de 172 docentes que han desempeñado sus roles en el Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros durante los períodos abarcados desde junio de 2020 hasta marzo de 2023.

La figura 1 exhibe un cambio significativo en la Autoevaluación a lo largo del tiempo, desde el comienzo del proceso hasta el más reciente período académico concluido entre noviembre de 2022 y marzo de 2023. Los datos recolectados reflejan un promedio de evaluación del 95,17%, tomando en consideración que el puntaje mínimo es 74,40% y el máximo alcanza el 100%. Esto evidencia una notoria disparidad en la forma en que cada docente percibe el proceso de autoevaluación.

Los datos revelan una progresión evidente en la forma en que los docentes se autoevalúan, evolucionando desde calificaciones iniciales bajas que insinúan una falta de seriedad hacia la autoevaluación. Sin embargo, esta tendencia cambia a medida que avanzan los períodos

académicos, indicando una mejora en la percepción y enfoque de los docentes hacia el proceso.

Es importante señalar que, a pesar de la mejora constatada en períodos anteriores, la curva muestra un declive en el último periodo evaluado. Esto sugiere que no se ha establecido una tendencia uniforme en este segmento particular. En resumen, los datos reflejan una evolución positiva general en la Autoevaluación de los docentes a lo largo del tiempo, aunque se observa cierta variabilidad en la última etapa evaluada.

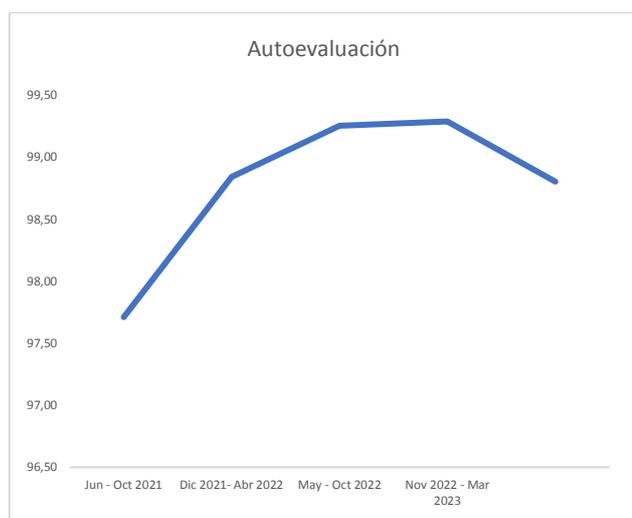


Figura 1: Resultados de Autoevaluación

La figura 2, exhibe los resultados obtenidos de una evaluación entre colegas académicos, una modalidad conocida como coevaluación. Esta gráfica refleja un patrón decreciente en la etapa inicial del proceso evaluativo. Sin embargo, esta tendencia sufre un cambio notable a partir del segundo ciclo académico, donde se observa una variación en los resultados, y finalmente disminuye nuevamente en el periodo final de evaluación.

La dinámica de estos patrones se ve moldeada por una variedad de factores que influyen directamente en los valores registrados. Estos factores son diversos e incluyen desde evaluaciones que se apegan rigurosamente a los estándares establecidos por las normativas institucionales, hasta evaluaciones que se basan en la percepción personal de quien realiza la evaluación hacia el individuo evaluado.

En la figura 2, se brinda una visualización de cómo los resultados de la coevaluación experimentan cambios a lo largo de distintos intervalos académicos. Estas variaciones pueden atribuirse a una interacción compleja de elementos, que incluyen la conformidad con directrices establecidas y las perspectivas personales que impactan el proceso de evaluación en sí. Los valores mostrados, oscilan en un amplio rango, desde 61,78 hasta 100,00. Esta variabilidad indica una gama significativa de resultados y sugiere diversidad en las evaluaciones realizadas por los pares.

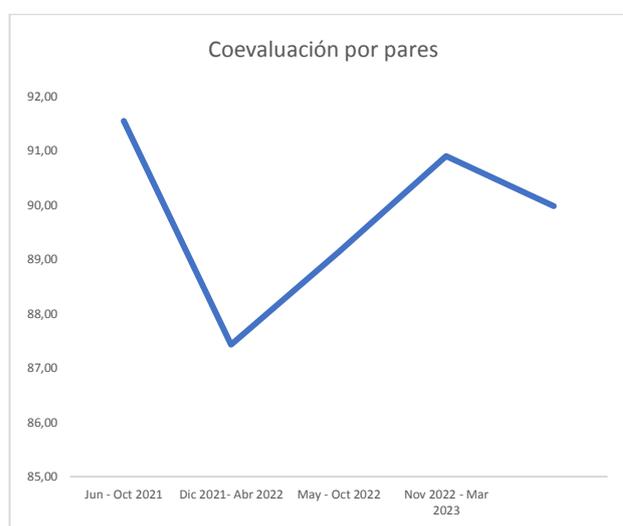


Figura 2: Resultados de Coevaluación por pares

En cada período académico, se lleva a cabo una evaluación de los docentes por parte de las distintas autoridades de la institución. La **figura 3** representa cómo se han desarrollado estas evaluaciones, evidenciando una tendencia decreciente en el segundo y último período, siendo el descenso más pronunciado en el segundo período.

Es notorio que algunos valores alcanzan el máximo del 100%, indicando que un número significativo de docentes reciben las calificaciones más altas. La variación entre los valores mínimos y máximos resalta una notable diversidad en las evaluaciones realizadas por las autoridades. Dentro de estos valores, se identifica un mínimo de 71,12%, que

podría considerarse atípico y señalar mediciones inusuales o problemas en el proceso de evaluación.

Adicionalmente, se puede observar que tanto en el segundo período académico como en el último evaluado, se presentan disminuciones en las calificaciones. Sin embargo, esta tendencia de descenso es menos marcada en comparación con las evaluaciones realizadas por pares académicos.

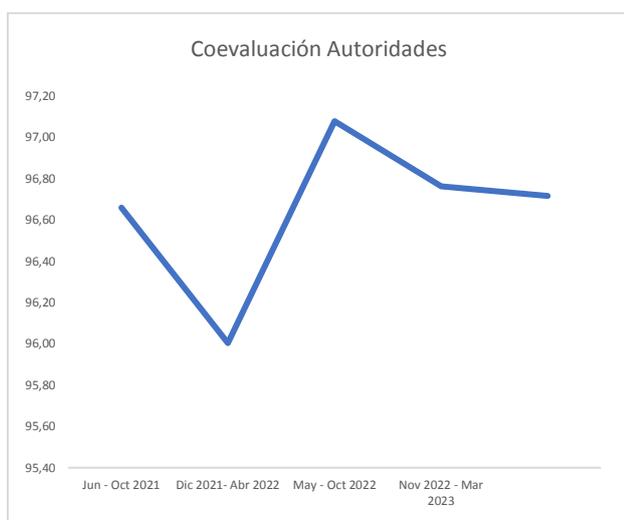


Figura 3: Resultados de Coevaluación realizada por autoridades

La Figura 4 exhibe la evolución individual a lo largo de cuatro períodos de evaluación docente en el Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros. Esta representación gráfica refleja cómo los docentes han sido calificados en diferentes momentos y proporciona una visión reveladora de las tendencias observadas. Se destaca que la gran mayoría de los docentes han mantenido niveles de calificación relativamente altos a lo largo de estos períodos.

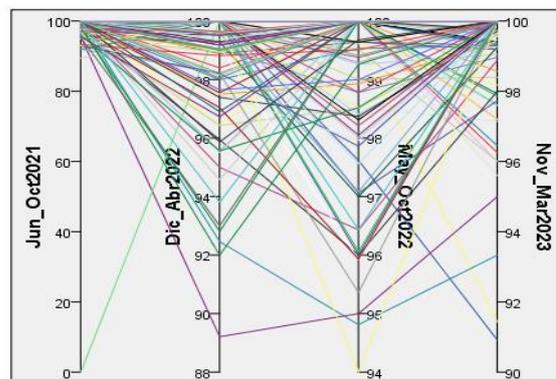


Figura 4: Evolución individual de los resultados de Evaluación Docente

En el análisis de la tabla 1, se evidencia que un 3% de los docentes ha recibido calificaciones en el rango más bajo, correspondiente a 85. En contraste, el porcentaje más elevado, que alcanza el 33%, se ubica en el rango de 89.45, señalando una prevalencia de evaluaciones en este intervalo. Asimismo, el 31% de los docentes ha obtenido calificaciones en el rango de 93.79, mientras que un 27% ha sido evaluado dentro del rango de 98.13. Por otro lado, un 6% del cuerpo docente ha logrado el rango de calificación más alto posible.

Esta distribución de calificaciones subraya que el grupo más amplio de docentes, representando un 91% del total, se encuentra en un intervalo que va desde 89.45 hasta 99.46. Esto destaca la tendencia general hacia calificaciones satisfactorias y sugiere que la mayoría de los docentes mantienen un nivel de desempeño notable como se muestra también en la tabla 1.

Tabla 2: Cantidad de docentes evaluados en los cuatro períodos

Evaluación	Docentes
85.11 - 89.44	5
89.45 - 93.78	56
93.79 - 98.12	54
98.13 - 99.46	47
99.47 - 100.00	10

Con base en el análisis efectuado, se evidencia una marcada disparidad entre las evaluaciones llevadas a cabo por colegas académicos y aquellas realizadas por las autoridades institucionales. Así

mismo, estas evaluaciones difieren de una forma significativa, de las autoevaluaciones. En contraste, se constata que, entre la autoevaluación y la coevaluación realizada por las autoridades, las diferencias no son tan amplias. Esta compleja dinámica se encuentra detalladamente ilustrada en la Figura 5, que ofrece un panorama claro de estos patrones evaluativos.

La percepción y el nivel de exigencia de los pares académicos sean más rigurosos en comparación con las evaluaciones llevadas a cabo por las autoridades. Esta distinción en los criterios de evaluación se refleja en la divergencia de calificaciones y constituye un aspecto clave en la comprensión de las evaluaciones docentes. La figura en cuestión proporciona una representación visual que permite examinar de manera más detallada estas diferencias y su implicación en el proceso de evaluación.

La figura 5 emerge como una herramienta valiosa para capturar las diferencias sutiles pero influyentes entre los diversos métodos de evaluación utilizados. Además de resaltar la brecha entre las percepciones de colegas y autoridades, también subraya cómo la autoevaluación y la coevaluación de autoridades presentan similitudes más marcadas en comparación con otros tipos de evaluación. Este análisis visual resulta esencial para el desarrollo de estrategias que impulsen una evaluación más equilibrada y precisa en el ámbito académico.

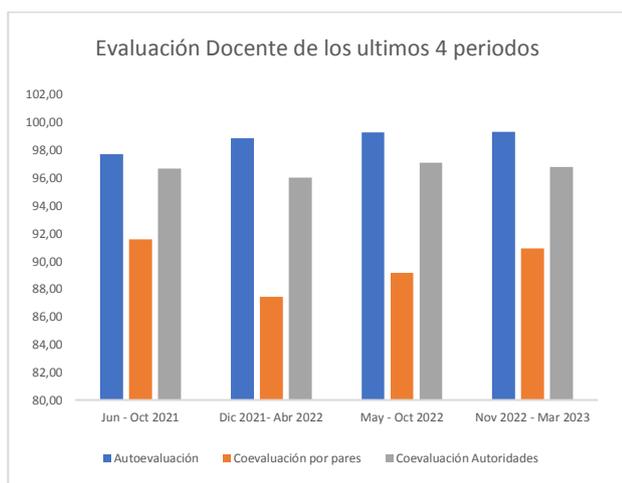


Figura 5: Descripción de la evaluación docente en los 4 últimos periodos académicos

En el marco de las actividades emprendidas por la Unidad de Evaluación Docente del Instituto Superior

Universitario Carlos Cisneros, se ha logrado desarrollar un enfoque integral que ha culminado en la obtención de los resultados que se exponen en la presente investigación. Un componente fundamental de este logro es la creación de una representación visual altamente informativa que traza con claridad el desarrollo del proceso evaluativo. Esta figura ejerce un papel esencial al brindar una perspectiva completa de cómo ha ido evolucionando de manera gradual el proceso de evaluación en cuestión. Es precisamente esta figura, identificada como la figura 5, la que encapsula y comunica visualmente dicha evolución y sus aspectos más relevantes.

La figura 5 emerge como una herramienta crucial, para ilustrar de manera precisa y concisa el progreso de la evaluación docente en el ISU Carlos Cisneros. A través de esta representación gráfica, se captura de manera efectiva la cronología y las transformaciones que ha experimentado el proceso evaluativo a lo largo del tiempo. Al adoptar un enfoque visual, esta figura transmite información detallada de una manera más accesible y comprensible, permitiendo a los involucrados en la investigación y a la comunidad académica en general, una comprensión más profunda de la evolución de las prácticas evaluativas en la institución.

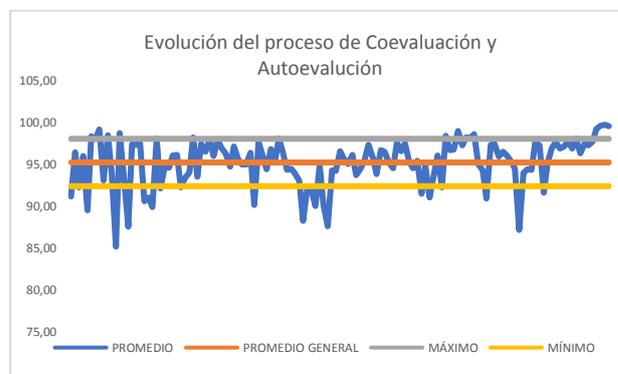


Figura 6: Descripción de la evaluación docente en los 4 últimos periodos académicos

4. DISCUSIÓN

Según [18] Para la Autoevaluación en los resultados obtenidos se analiza que un 55% de los estudiantes se colocaron la nota completa (1 punto), un 32% una nota entre 0,9 y 0,95 y un 9% no estaba habilitado ser parte de la evaluación.

En lo que respecta a la Autoevaluación llevada a cabo en el ISU, se ha evidenciado que tan solo un 6% de los docentes se autoevalúa constantemente con la calificación más alta.

Los resultados apuntan a que existe una correlación significativa de intensidad moderada y alta entre los tres tipos de evaluación estudiados. Esto quiere decir, que, en la práctica, el uso de estos tres tipos de evaluación puede resultar herramientas complementarias para realizar una evaluación lo más precisa posible. De igual modo, estos valores de correlación apuntan a que ante un mismo fenómeno o hecho evaluable, tanto el propio sujeto, como sus compañeros y docentes, lo evalúan de manera similar [19].

En esta distribución, se muestra que el 79,4% de los estudiantes comprende las competencias y las evidencias del proyecto formativo. El 94,1% identifica las diferentes actividades de evaluación a realizar y el 91,2% considera que la metodología de proyectos formativos contribuye a facilitar el desarrollo de competencias [20].

El promedio más bajo obtenido es de 88.7% el cual se corresponde con el nivel de suficiencia y metodología. Este se relaciona con el método planteado en el proyecto, debido no fue seguido de manera minuciosa en el proceso. El valor más alto fue 92.5 referido a la aplicabilidad y objetividad. Se evidencia que la plataforma es operativa y sus resultados en cuanto a la funcionalidad del sistema son medibles [21].

La calificación obtenida por los alumnos dependerá del número de entregas de actividades y autoevaluaciones, y no de las calificaciones obtenidas en ellas [22].

Ninguna semana se obtuvo una nota media, por parte de los estudiantes, inferior a 6,07. Por tanto, se puede concluir que las notas fueron buenas, siempre superando el 6 como término medio. Además, no se aprecian diferencias significativas en las notas obtenidas por usar autoevaluación o evaluación por pares [23].

5. CONCLUSIÓN

Los hallazgos de la investigación actual brindan una oportunidad valiosa para presentar de manera más efectiva y aplicable los datos derivados del proceso de evaluación docente en el Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros. Estos resultados permiten simplificar la presentación de los datos recopilados durante la evaluación en la institución, lo que ofrece una perspectiva pragmática y accesible para su análisis y comprensión.

Para exponer los hallazgos, se analizaron minuciosamente los datos recopilados de un grupo total de 172 docentes que desempeñaron sus roles en el Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros durante los períodos académicos que abarcan desde junio de 2020 hasta marzo de 2023.

Se observa un cambio significativo en la Autoevaluación a lo largo del tiempo, desde el inicio del proceso hasta el periodo académico más reciente. Los datos muestran un promedio de evaluación del 95.17%, considerando que el puntaje mínimo es de 74.40% y el máximo alcanza el 100%. Esto indica una notable disparidad en cómo cada docente percibe el proceso de autoevaluación, pasando de calificaciones iniciales bajas que sugieren una falta de seriedad en la autoevaluación a una mejora en la percepción y enfoque de los docentes hacia el proceso a medida que avanzan los periodos académicos.

Se presentan los resultados de la coevaluación entre pares académicos. Estos patrones son influenciados por diversos factores que afectan los valores registrados, lo que se debe a la interacción compleja de elementos que incluyen el cumplimiento de estándares institucionales y las perspectivas personales de quienes evalúan, las mismas que afectan el proceso de evaluación.

Es notorio que algunos valores alcanzan el máximo del 100%, indicando que un número significativo de docentes recibe las calificaciones más altas. La variación entre los valores mínimos y máximos resalta una diversidad en las evaluaciones realizadas por las autoridades. Dentro de estos valores, se identifica un mínimo de 71.12%, que podría ser atípico y señalar mediciones inusuales o problemas en el proceso de evaluación.

Además, este estudio resalta las diferencias en las evaluaciones docentes realizadas por diversos grupos y ofrece una perspectiva de la evolución del

proceso evaluativo en el Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros. La visualización de estos resultados juega un papel fundamental para comprender y mejorar las prácticas evaluativas en el ámbito académico.

Es importante resaltar además que toda la evaluación llevada a cabo se fundamenta en la perspectiva individual del evaluador, careciendo aún de parámetros que permitan eliminar la subjetividad en la autoevaluación y en la evaluación realizada por los colegas.

6. AGRADECIMIENTOS

Querido Instituto Superior Universitario "Carlos Cisneros",

El más sincero agradecimiento por brindarnos la invaluable oportunidad de participar en la labor de llevar a cabo el proceso de Evaluación Docente en su prestigiosa institución. Es con mucha gratitud que reconocemos el honor que nos han conferido al encomendarnos esta tarea de suma importancia.

La labor encomendada, que involucra la evaluación docente con sus tres componentes esenciales: Heteroevaluación, Autoevaluación y Coevaluación, ha sido un desafío apasionante y enriquecedor. Estos elementos fundamentales no solo permiten una evaluación comprehensiva de la calidad docente, sino que también fomentan el crecimiento profesional y la mejora continua en el ámbito académico.

Gracias a la confianza depositada y a la obtención de los resultados de los cuatro últimos periodos académicos aprobados, hemos tenido el privilegio de elaborar un artículo que refleja con precisión los avances, descubrimientos y hallazgos derivados de este proceso de evaluación. Este artículo no solo contribuirá al enriquecimiento del conocimiento en el campo educativo, sino que también resalta el compromiso de su institución con la excelencia académica y la mejora constante.

Se valora profundamente la colaboración, el apoyo y la orientación brindados por el equipo del Instituto Superior Universitario "Carlos Cisneros". Su dedicación incansable ha sido fundamental para el éxito de esta labor y para la realización del artículo. Nos sentimos honrados por haber tenido la

oportunidad de trabajar junto a profesionales tan comprometidos y talentosos.

Una vez más, extendemos nuestro agradecimiento más sincero por permitarnos formar parte de este proceso y por haber compartido su visión de la educación de calidad. Estamos seguros de que esta experiencia seguirá influyendo en nuestro crecimiento personal y profesional en los años venideros.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] S. S. Bocanegra, «Auto y coevaluación, complementariedad significativa en la evaluación de las Ciencias Sociales», *Escenarios*, vol. 12, n.º 1, Art. n.º 1, 2014, doi: 10.15665/esc.v12i1.105.
- [2] M. I. G. Alonso, R. Domínguez-Fernández, Á. Díez-Fernández, Á. Pérez-Pueyo, y C. Gutiérrez-García, «Autoevaluación y coevaluación de la práctica docente del profesorado universitario», *Rev. Infancia Educ. Aprendiz.*, vol. 5, n.º 2, Art. n.º 2, jun. 2019, doi: 10.22370/ieya.2019.5.2.1724.
- [3] E. C. Prieto y J. I. G. Ballesteros, «AUTOEVALUACIÓN, COEVALUACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES».
- [4] S. T. Basurto Mendoza, J. A. Moreira Cedeño, A. N. Velásquez Espinales, y M. Rodríguez Gámez, «Autoevaluación, Coevaluación y Heteroevaluación como enfoque innovador en la práctica pedagógica y su efecto en el proceso de enseñanza-aprendizaje», *Polo Conoc. Rev. Científico - Prof.*, vol. 6, n.º 3, Art. n.º 3, 2021.
- [5] G. Rodríguez Gómez, M. Ibarra Saiz, y E. García Jiménez, «Autoevaluación, evaluación entre iguales y coevaluación: conceptualización y práctica en las universidades españolas», *Self-assessment, peer assessment and co-assessment: conceptualization and practice in spanish higher education institutions*, 2013, Accedido: 8 de agosto de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://idus.us.es/handle/11441/68957>
- [6] A. E. Faggioni Game y J. F. Cuesta Mosquera, «Desarrollo de un Sistema de Autoevaluación y Coevaluación (PDT) docente para diagnosticar competencias pedagógicas del profesorado de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas.», bachelorThesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de

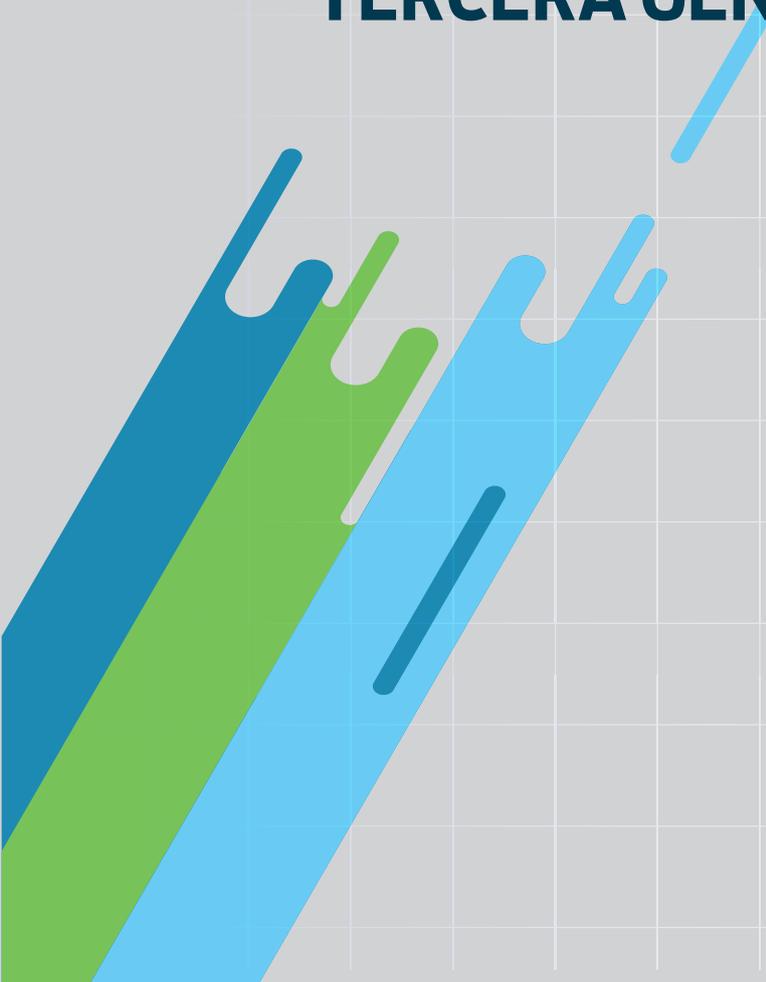
- Ingeniería en Sistemas Computacionales., 2021. Accedido: 8 de agosto de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/52653>
- [7] A. R. Migueles, «DESMITIFICANDO ALGUNOS SESGOS DE LA AUTOEVALUACIÓN Y COEVALUACIÓN EN LOS APRENDIZAJES DEL ALUMNADO», *Rev. Estud. Exp. En Educ.*, vol. 13, n.º 25, Art. n.º 25, 2014.
- [8] J. V. Toledo Marhuenda, M. I. Tomás Rodríguez, S. Hernández Sánchez, y E. J. Poveda Pagán, *El proceso de coevaluación y autoevaluación de las prácticas de laboratorio de fisioterapia y su correlación con la evaluación del profesor. Póster*. Universidad Politécnica de Cartagena, 2011. Accedido: 8 de agosto de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.upct.es/handle/10317/2379>
- [9] A. P. Morales y N. P. R. Mendoza, «El trabajo colaborativo a distancia y el proceso de autoevaluación y coevaluación mediante rúbricas», *Mem. Encuentro Int. Educ. Distancia*, n.º 2, Art. n.º 2, dic. 2013, Accedido: 8 de agosto de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://www.udgvirtual.udg.mx/remeied/index.php/memorias/article/view/166>
- [10] T. F. Nieto y V. L. Pastor, «Evaluación auténtica, coevaluación y uso de las TIC en educación física: un estudio de caso en secundaria», *Rev. Infancia Educ. Aprendiz.*, vol. 3, n.º 2, Art. n.º 2, jun. 2017, doi: 10.22370/ieya.2017.3.2.697.
- [11] M. Cabrera, «Evaluación, autoevaluación y coevaluación de los estudiantes de cuarto año de la carrera de Maestro de Educación Primaria de Maldonado», ene. 2023, Accedido: 8 de agosto de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.cfe.edu.uy/handle/123456789/2191>
- [12] A. S. Castro, «Evaluación, autoevaluación y coevaluación de los profesores universitarios. Mitos y creencias», *Rev. Docencia Univ.*, vol. 5, n.º 1, Art. n.º 1, may 2005, Accedido: 8 de agosto de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistadocencia/article/view/941>
- [13] R. L. T. Caballero, «La autoevaluación, la coevaluación y la evaluación compartida en la evaluación de la integralidad en educandos del preuniversitario cubano», *Cuad. Educ. Desarro.*, n.º 28, Art. n.º 28, 2011, Accedido: 8 de agosto de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://ideas.repec.org//a/erv/cedced/y2011i2896.html>
- [14] P. E. Coll Aliaga y J. C. Martínez Llario, «La coevaluación y autoevaluación en la asignatura de Distribución de la Información Espacial del MUIGG en la UPV», en *INNODOCT/18. International Conference on Innovation, Documentation and Education*, Editorial Universitat Politècnica de València, mar. 2019, pp. 637-9344. doi: 10.4995/INN2018.2018.8821.
- [15] C. B. Arós, P. I. García, y A. S. Pallàs, «La coevaluación y la autoevaluación dentro del sistema evaluativo de una asignatura de la carrera de Pedagogía».
- [16] M. L. López, «La percepción de los estudiantes de Publicidad de ULACIT acerca de la autoevaluación y la coevaluación».
- [17] G. Jiménez Valverde, «Obtención de notas individuales a partir de una nota de grupo mediante una evaluación cooperativa», 2006, Accedido: 8 de agosto de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/57467>
- [18] Ureña, Claudia, «Autoevaluacion-Coevaluacion-y-Heteroevaluacion-para-un-trabajo-por-competencias-en-las-Carreras-de-Informatica.pdf», octubre de 2016. https://www.researchgate.net/profile/Claudia-Urena/publication/366423035_Autoevaluacion_Coevaluacion_y_Heteroevaluacion_para_un_trabajo_por_competencias_en_las_Carreras_de_Informatica/links/63a117a8e42faa7e75d8f30c/Autoevaluacion-Coevaluacion-y-Heteroevaluacion-para-un-trabajo-por-competencias-en-las-Carreras-de-Informatica.pdf (accedido 8 de agosto de 2023).
- [19] D. H. Galindo-Domínguez, «COMPLEMENTARIEDAD EN LA PARTICIPACIÓN DEL ALUMNADO EN SU PROCESO DE EVALUACIÓN: LA AUTOEVALUACIÓN, COEVALUACIÓN Y HETEROEVALUACIÓN.»
- [20] S. Cardona Torres, J. Vélez Ramos, y S. Tobón Tobón, «Contribución de la evaluación socioformativa al rendimiento académico en pregrado», *Educar*, 2016, Accedido: 8 de agosto de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/154566>
- [21] E. R. Revelo, J. C. C. Rodríguez, E. J. H. Antepara, y B. C. C. Perdomo, «Evaluar para

formar: proceso sistematizado de coevaluación y autoevaluación para predecir cursos de formación docente.», *Univ. Soc.*, vol. 15, n.º 1, Art. n.º 1, ene. 2023.

- [22] J. Ramis Bibiloni, M. M. Payeras Capellà, y L. Carrasco Martorell, «Experiencia de Implantación de Estrategias de Autoevaluación y Coevaluación en el Grado de Ingeniería Telemática», en *XIII Jornadas de Ingeniería telemática (JITEL 2017). Libro de actas*, Editorial Universitat Politècnica de València, ene. 2018, pp. 326-333. doi: 10.4995/JITEL2017.2017.6485.
- [23] J. M. G. C. Miguel Ángel Vega Rodríguez, «La Autoevaluación y Evaluación por Pares en Distintas Asignaturas: ¿Cómo Afecta a la Mejora de la Docencia?», 2017.



**CARACTERIZACIÓN DEL
FUNCIONAMIENTO Y DETERMINACIÓN
DE MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO
POR IMÁGENES PARA EL INVERSOR
DE UN TOYOTA PRIUS HYBRID
TERCERA GENERACIÓN AÑO 2010**



CARACTERIZACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO Y DETERMINACIÓN DE MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES PARA EL INVERSOR DE UN TOYOTA PRIUS HYBRID TERCERA GENERACIÓN AÑO 2010.

CHARACTERIZATION OF THE OPERATION AND DETERMINATION OF IMAGE DIAGNOSTIC METHODS FOR THE INVERTER OF A TOYOTA PRIUS HYBRID THIRD GENERATION YEAR 2010.

Matute Ponce Juan Fernando¹,
Quinteros Peñafiel Santiago Israel²,

¹ Instituto Superior Tecnológico Luis Rogerio González, Ecuador, juanfermat@hotmail.com

² Instituto Superior Tecnológico Luis Rogerio González, Ecuador, sanquinpe87@hotmail.com

RESUMEN

En el presente documento se analiza el despiece del inverter y se caracteriza por áreas de tal manera que se pueda reconocer los elementos clave que podrían ser diagnosticados, medidos o comparados con la finalidad de entender el funcionamiento y proponer un diagnóstico acertado del inverter de un Toyota Prius 3G año 2010, dentro de los elementos más llamativos son los circuitos integrados encontrados, que controlan los IGBT de potencia, los cuales convierten la corriente Alterna (AC) a Corriente Directa (CC), o viceversa, los capacitores en la carcasa del inverter son quizá las piezas clave al momento de inversión de voltajes, a todos los conjuntos, transistores, chips se describen sus características y valores característicos de operación, posterior a ellos se plantean alternativas de diagnóstico, de las cuales se selecciona el diagnóstico por imagen llegando a demostrar que los transistores de la etapa CC/CC están afectados, la metodología aplicada resulta ser de utilidad brindando resultados claros y de fácil interpretación.

Palabras Claves: Caracterización, diagnóstico por imagen, inverter, Transistores IGBT.

ABSTRACT

In this document, the breakdown of the inverter is analyzed and it is characterized by areas in such a way that the key elements that could be diagnosed, measured or compared can be recognized in order to understand the operation and propose an accurate diagnosis of the inverter of a Toyota. Prius 3G year 2010, among the most striking elements are the integrated circuits found, which control the power IGBTs, which convert Alternating Current (AC) to Direct Current (CC), or vice versa, the capacitors in the inverter casing They are perhaps the key pieces at the time of voltage inversion, to all the assemblies, transistors, chips their characteristics and characteristic values of operation are described, after them diagnostic alternatives are proposed, from which diagnosis by image is selected reaching demonstrate that the transistors of the CC/CC stage are affected, the applied methodology turns out to be useful, providing clear and easy-to-interpret results.

Keywords: Characterization, diagnostic imaging, inverter, IGBT transistors.

Recibido: 18/09/2023

Aceptado: 27/10/2023

Received: 18/09/2023

Accepted: 27/10/2023

1. INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental en los últimos años ha incrementado sustancialmente a raíz del crecimiento poblacional, el parque automotor representa el 13% de la contaminación a nivel mundial. [1] La industria automotriz en pretensión de reducir los índices de contaminación y en cumplimiento de lo estricto de las normativas ambientales busca implementar nuevos sistemas que optimicen el consumo de combustible y reduzcan las emisiones, uno de los pasos para llegar a ello es la creación y puesta en funcionamiento de los vehículos híbridos que asisten ya desde el siglo XIX, [2]. Uno de los pioneros en el Ecuador en la implementación de los vehículos híbridos es la marca coreana KIA y la japonesa TOYOTA.

En los últimos años a finales del 2022 según [3], la venta de vehículos híbridos creció en un 172% y continua, el aumento sustancial del parque automotor híbrido obliga a los centros de servicio, talleres automotrices y técnicos del área a prepararse para los nuevos retos que estas tecnologías implican en el tema de diagnósticos, reparación y mantenimiento. [4]. Según reportes de Toyota uno de los elementos que más frecuencia de fallo presenta es el inversor de los vehículos híbridos [5].

La relevancia que el presente documento tiene para los técnicos y estudiantes del área Automotriz es elevado, esto considerando que en el medio la documentación para efectuar los procesos de diagnóstico es limitada o tiene un costo considerable, el presente trabajo tiene como finalidad describir el funcionamiento de las distintas etapas del inversor y al final proponer varias metodologías de diagnóstico aplicables a los elementos clave del inversor, esto con la pretensión de a futuro efectuar un diagnóstico integral de un inversor averiado y determinar el área afectada y lograr su recuperación, lo que provocaría que los costos de mantenimiento de los vehículos híbridos bajen.

En la sección I del documento se describen las partes más importantes, así como las funciones clave del inversor, en la sección II se describe y caracteriza las distintas partes y etapas del inversor con la finalidad de identificar elementos clave que podría ser los causantes del fallo operativo del inversor, en la sección III se establece algunas metodologías comprobadas que podrían aplicarse a los elementos del inversor con la finalidad de diagnosticar su estado y operatividad, en la sección IV se establece los resultados más relevantes de la investigación y metodologías, en la sección V se dan

a conocer las conclusiones más relevantes. Lograr identificar los elementos en fallo así como también poder recuperar un inversor resultaría ser un paso importante hacia la comprensión de estos nuevos sistemas implementados en el sector de la movilidad, el aporte al conocimiento resulta ser uno de los objetivos clave del presente documento que ofrecerá a los lectores la comprensión y entendimiento de cómo trabaja u opera un sistema inversor, los usuarios de vehículos gastan mucho dinero cambiando los elementos del sistema híbrido, entre ellos el inversor, lograr prolongar la vida útil o lograr recuperarlo con la comprensión de su funcionamiento resulta ser un motivante para llevar a cabo el trabajo que a continuación se desarrolla.

Sistema inversor de un vehículo híbrido

Este componente es parte fundamental del vehículo híbrido, incorpora una gran cantidad de elementos electrónicos y eléctricos, pero toda la gestión de funcionamiento es controlada por la unidad de control del sistema híbrido ECU HV, esta última se encarga de controlar al inversor y generar cualquier tipo de diagnóstico del mismo incluidos los DTC. El inversor se encarga de transformar y administrar el flujo de electricidad entre la batería y el motor eléctrico. Además, posee un convertidor integrado que envía parte de la electricidad del sistema a la batería auxiliar de 12 V[3].

Sistema propulsor de un vehículo híbrido

Toyota denomina a la transmisión utilizada en el Prius como "Power Split Device". Esta transmisión no tiene una caja de cambios convencional con distintos engranajes, ni una caja automática de variador continuo con correa. Este vehículo dispone de un "engranaje planetario" para transmitir el movimiento a las ruedas. No tener una caja de cambio normal aporta ventajas notables y especialmente necesarias en un coche como éste: menos peso, más espacio y menos pérdidas por rozamiento [4].

Moto-generadores

Los moto-generadores son motores eléctricos trifásicos de imán permanente que trabajan con un voltaje nominal de 650 V y sus ventajas dentro del vehículo híbrido son su compactidad, su fácil refrigeración, su bajo mantenimiento, su baja sonoridad tal como lo indican los catálogos Toyota; también tienen desventajas como su posibilidad de desmagnetización, riesgo de averías en el inversor, su limitada entrega de par a alta velocidad y por supuesto su alto costo en caso de avería y requiera ser reemplazado, estos motores son parte fundamental para que el sistema híbrido del Toyota Prius funcione [5].

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de la presente investigación se aplicó una metodología investigativa experimental de carácter descriptivo que permitió establecer características fundamentales del inversor de un Toyota Prius 2010, la metodología antes mencionada se aplica de manera directa sobre el objeto de estudio.

Análisis de diagnóstico por imagen en componentes de un inversor. Para el funcionamiento de un vehículo híbrido es necesario un elemento fundamental que se encargue de las funciones vitales de este, el inversor de un híbrido viene a ser su corazón y el encargado de cuatro funciones controladas siempre por una unidad de control electrónica las cuales se detallan a continuación. Elevar la tensión de la batería híbrida llevándola de los 200V a aproximadamente 500V, dicha elevación de tensión es realizada por un circuito llamado BOOSTER, Usando la tensión del BOOSTER, es decir con los 500V lograr generar una corriente que dé el movimiento de los motogeneradores de manera independiente, dicho movimiento será controlado por una unidad de control electrónico HV. Lograr controlar la situación de operación de los motogeneradores, para aprovecharlos como motores para el impulso, o como generadores para la carga. Cargar la batería de accesorios de 12V, reduciendo la tensión de la batería HV de 200V a una tensión apta para cargar la batería de 12V, esto a través de un convertor DC/DC, incorporado en el mismo conjunto inversor.

Descripción de FADOS9F1

FADOS9F1 conocido por ser un dispositivo que tiene la finalidad de test característico para diagnóstico de elementos electrónicos y placas de circuitería identificando pruebas de voltaje y análisis de corriente. Posee dos características fundamentales de funcionamiento, la primera es generar alimentación DC programable, ya que su voltaje de salida es variable entre 16 - 20 voltios a 1500mA máximos se forma claramente el gráfico DC voltaje - corriente de las placas eléctricas y sus componentes analizándolos bajo test producto de la generación de imágenes Lissajous y niveles de frecuencia. La segunda caracterización es funcionar como sonda de medición de temperaturas a distancia por una punta de prueba de infrarrojos IR, que a su vez es un sensor que detecta el estado de temperatura de componentes que se encuentran en funcionamiento continuo y que es posible que estén sobrecalentados por falta de disipación de calor.

Pruebas en componentes electrónicos bajo test FADOS9F1.

Los componentes bajo test que se pueden analizar de forma general son resistencias, capacitores, bobinas, diodos de uso general o Zener, transistores de tipo NPN, PNP, JFET, MOSFET, circuitos integrados, compuertas lógicas y micro controladores con circuitería externa. El FADOS9F1 posee un software y hardware exclusivos para pruebas bajo test en el cual se denotan el buen o mal funcionamiento de circuitería y elementos eléctricos que estén enmascarados por placas o capsulas de sellado, para referirnos al diagnóstico por imágenes es importante conocer las firmas básicas que generan los componentes principales o circuitos equivalentes que el programa identifica mediante el software.

Elevador de tensión (BOOSTER).

El elevador de tensión es el encargado de elevar los 200V que entrega la batería HV a unos 500V que ser entregados a los inversores de cada motogenerador. Para realizar dicha función el Booster cuenta con dos elementos principales incorporados, un reactor y un módulo denominado IPM el cual está compuesto por transistores IGBT, los mismos que se encargan de dos funciones específicamente. La primera es con el reactor crear una fuente que eleve la tensión la cual será enviada hacia el inversor que controla los motogeneradores, y la segunda es permitir que la tensión generada por los MGs llegue hacia la batería HV. El BOOSTER cuenta además con un circuito RC que significa resistencia-condensador el cual está encargado de estabilizar el sistema y además mantenerse descargado cuando el sistema sea desconectado de la fuente de energía. Figura 10: Circuito Booster. Los condensadores en este circuito son 3, se encargan de almacenar los picos de voltaje para luego entregarlo en valores altos de aproximadamente 500V, paralelamente a los capacitores se encuentra una resistencia conformada internamente por varios resistores para poder disipar de una mejor manera la potencia, A través de diagnóstico por imágenes se consiguió formar un circuito equivalente que representa al BOOSTER para así lograr determinar su funcionamiento en las diferentes situaciones y poder testear cada uno de sus componentes para llegar a una conclusión de buen o mal funcionamiento. En la primera función del BOOSTER es decir la de llevar el voltaje elevado hacia el control de los motogeneradores, se activa el transistor Q2 cargando el reactor con la tensión de la batería híbrida, luego el transistor Q2 es desactivado generando una autoinducción

del reactor generando un voltaje elevado a la salida del mismo, cabe recalcar que solamente uno de los dos transistores puede ser activado, en este caso Q1 esta desactivado, dejando pasar la corriente solamente el diodo D2 ya que el diodo D1 no logra ser polarizado. Figura 11: Circuito Booster enviando voltaje al inversor. En la segunda función del BOOSTER es decir cuando trae el voltaje generado del motogenerador hacia la batería híbrida, se activa el transistor Q1, en este caso el que no se encuentra polarizado es el D2 por lo que no da paso a la tensión, pero al estar accionado Q1 la tensión pasa por este, para el cual el transistor Q2 esta desactivado, el voltaje pasa por el reactor que debido a su baja resistencia no genera gran caída de tensión y finalmente la tensión llega a la batería HV. Figura 12: Circuito Booster recibiendo voltaje del inversor.

Para la caracterización del inversor se ejecutó la siguiente secuencia de pasos con la finalidad de identificar características fundamentales del inversor, en primera instancia se realizó una revisión exhaustiva del material bibliográfico, manuales de taller, para identificar los procesos más adecuados de despiece, el elemento de estudio fue analizado de manera externa e interna con la finalidad de identificar sus puertos de entrada de alto voltaje y bajo voltaje, así como sus puntos de conexión a la corriente alterna (AC) del trans eje y la corriente continua (CC) de la batería, posterior a ello se procede a la fase de despiece del inversor siguiendo las normas y procesos que garantizan seguridad y preservan la integridad del objeto analizado, con el inversor desarmado se identificó y se organizó en áreas de análisis, esto en base a la especificado en el manual de despiece del fabricante, con el inversor dividido en áreas teóricas se recurre a manuales e información obtenida de varias fuentes con la finalidad de identificar las áreas clave del inversor, áreas como, conversor de Corriente Continua (CC) a Corriente Alterna (AC), esto se detallara en los resultados obtenidos.

Con las áreas identificadas se analiza los componentes fundamentales que las caracterizan, se aplica los fundamentos básicos de electrónica para medir resistencias, capacitancias, continuidad, y con un método exploratorio aplicado y posterior descripción de las características físicas, eléctricas y electrónicas de los componentes como, condensadores, diodos, transistores, se caracteriza los elementos clave que posteriormente podrían ser estudiados con la finalidad de proponer varias metodologías de diagnóstico, con las partes del inversor caracterizadas se propone un método de diagnóstico para cada elemento en específico

aplicando los principio fundamentales de la electrónica, por último se selecciona un método de diagnóstico de acuerdo al área más afectada encontrada en el inversor para poderlo aplicar y conocer su fiabilidad, la metodología propuesta presenta sus limitaciones debido a que no describe a detalle el funcionamiento de las placas y circuitos del inversor, los métodos son específicos para el inversor del Toyota Prius 3G año 2010, las metodologías están en base a los elementos encontrados dentro del inversor.

3. RESULTADOS

El inversor del Toyota Prius analizado presenta las siguientes entradas y salidas de voltaje, así como las entradas de señal y comunicación con la unidad de control del sistema Híbrido. Lo mencionado se lo puede apreciar en la figura 1 y 2.

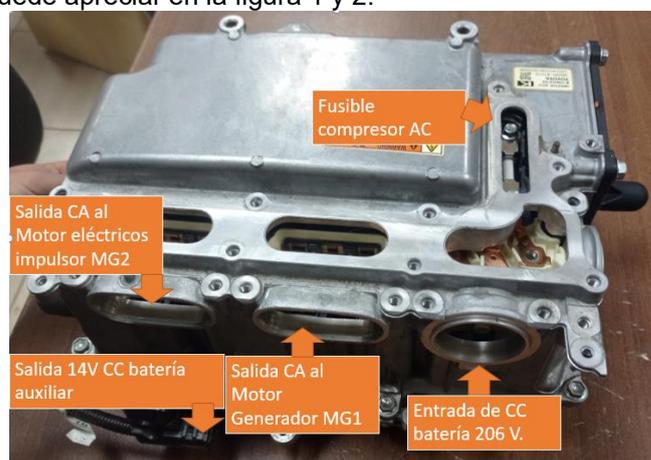


Figura. 1. Entradas y salidas externas del inversor

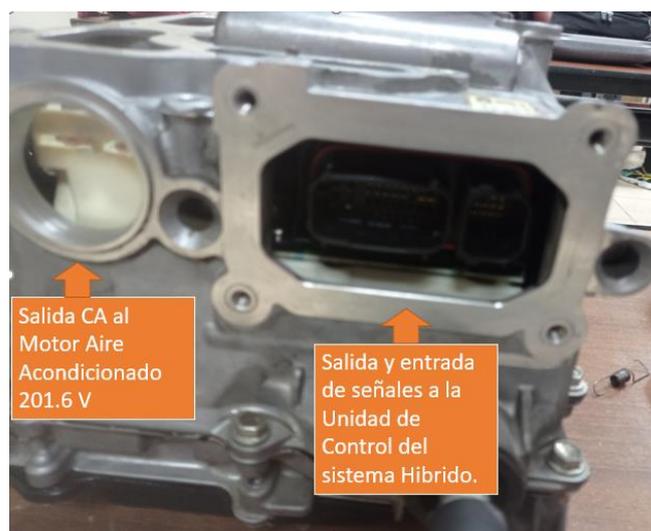


Figura. 2. Salidas al compresor AC y señales de la unidad de control.

Antes de proceder al desarmado de la unidad se

debe revisar que las conexiones y bornes de contacto no estén sulfatados y flojos, luego de ello se retira el chasis o protección de aluminio, al retirar la tapa del inversor se encontraron las unidades de control del inversor y la circuitería encargada de controlar los procesos que suceden dentro del inversor en la figura 3, se observa los principales elementos encontrados al momento de retirar el cobertor superior del inversor.



Figura 3. Capacitores de las distintas fases de conversión.

En la tabla 1, se visualizan los resultados de las mediciones realizadas en los pines del capacitor.

Tabla I. Medidas de los Capacitores y resistencias.

Pin Inicial	Pin Final	Valor medido
A	B	156uf
B	D	114 uf
A	D	439 uf
Resistencia	kohm	144

Los resultados vistos en la tabla 1 dejan notar que el capacitor está conformado de sub capacitores de diferentes medidas, esto con la finalidad de lograr estabilizar el voltaje de la batería, el conjunto dispone de 3 capacitores de 296 uf, 2 capacitores 157 uf y un capacitor de 0,512 uf, además de ellos el sistema del inversor dispone de dos capacitores adicionales externos como se observa en la figura 4, cuyo valor esta sobre los 0,8 uf, los capacitores del Toyota Prius 2010 son del tipo película plástica metalizada y fueron fabricados por Matsushita bajo la marca Panasonic



Figura 4. Capacitores externos de 0,8 uf

Una función principal de estos capacitores es atenuar los transitorios de voltaje y las sobretensiones que están asociadas con la acumulación y el colapso de la energía almacenada en el inductor de 329 μH, los capacitores y resistencias pueden ser medidos y comprobados con un multímetro, un analizador de imágenes etc.

Continuando con el desmontaje del conjunto inversor, al retirar el chasis y la protección de aluminio, se encontró el módulo de control electrónico del inversor (F1759-4707005) y varios circuitos más, que en la figura 5 son detallados de mejor manera.

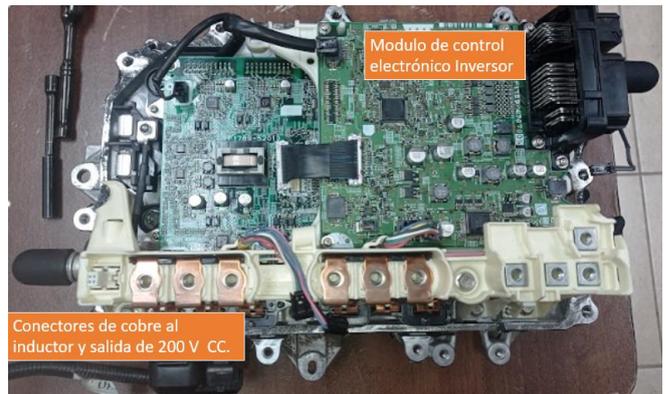


Figura 5. Módulo de control electrónico del inversor.

El módulo de control electrónico recibe las señales de la unidad de control del sistema híbrido y es el encargado de comandar los distintos sistemas del inversor, como lo es el sistema de conversor de CC a CA, el sistema de reducción de voltaje de 201 V CC a 14 V CC para cargar el sistema de alimentación auxiliar. Las barras colectoras son sustancialmente gruesas para reducir la inductancia y resistencia, están atornilladas directamente al módulo de la electrónica de potencia. Tres barras colectoras de cobre están agrupadas, dos de las cuales son para cada terminal del inductor. La otra barra colectoras proporciona un común para los 201 V a 12 V CC-CC del convertidor, y el suministro positivo para este convertidor está conectado a la terminal de entrada.

En el módulo de control electrónico del inversor destacan varios circuitos integrados de los cuales no se cuenta con mucha información, se encontró un circuito integrado con el código TAMAGAWA AU6802N1, según la ficha técnica [6] estos reciben señales de los sensores de rotación de los motores. Emite una señal sinusoidal de control, que después de la amplificación se alimenta a una bobina giratoria, y luego la señal sinusoidal se toma en dos bobinas estacionarias. La amplitud de la señal sinusoidal en las bobinas SIN y COS en comparación con la señal de excitación original da la rotación del eje del motor, y de manera muy precisa: el chip puede detectar hasta 10-12 bits, es decir, 1/1024 o 1/4096 revoluciones esto es 0.0879° convertido a grados.

Retirado el módulo de control del inversor se retiran los rieles, estas rieles o barras colectora poseen dos sensores de corriente, figura 6, con electrónica diferente, el uno es de color negro y el otro de color blanco, como dispone de dos motos generadoras con salidas diferentes, por lo que se deben colocar sensores de corriente con diferentes sensibilidades en los rieles. Por razones de economía, se mide la corriente de sólo dos fases, ya que se puede calcular la tercera.

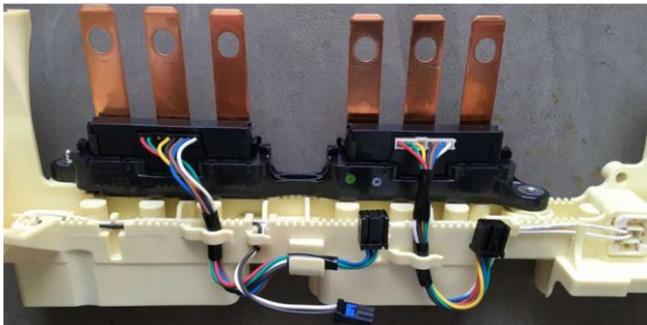


Figura. 6. Sensores de corriente de las dos fases de los motores.

Retirado el módulo de control principal del inversor se ubica el sistema de control de los IGBT de potencia. Esta placa de circuito, que se muestra a la derecha, es multicapa e incluye electrónica de regulación de potencia, dos microprocesadores MG idénticos, un convertidor boost microprocesador, dos circuitos integrados (IC) Tamagawa AU2802 para velocidad y posición de MG, medición de corriente MG, dispositivos de enclavamiento de seguridad y retroalimentación de temperatura. La placa de circuito que se ve en la parte media de la figura 7 es la placa del controlador y fuente de alimentación.

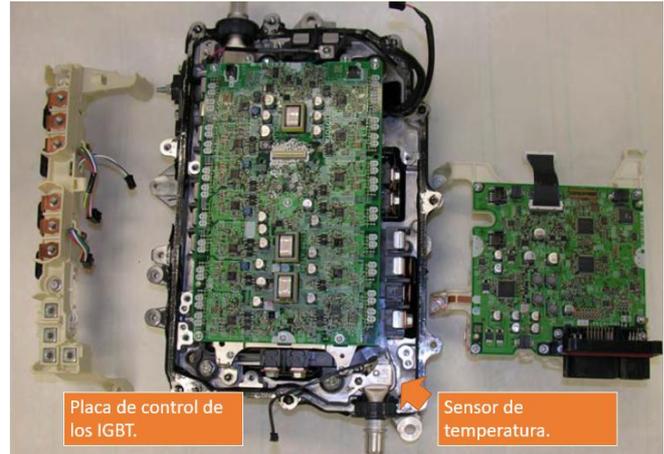


Figura. 7. Placas electrónicas de control del inversor.

La placa del controlador (F1789-52010) incluye fuentes de alimentación de aislamiento reguladas, controlador aislado electrónica y hardware para evitar fallas y superposiciones, así como voltaje, corriente y temperatura, circuitos de detección para cada transistor bipolar de puerta aislada (IGBT). Hay 22 grupos de 5 pines para propósitos de conducción y detección para cada IGBT. Para localizar los IGBT es necesario cortar los 110 PINES que lo unen con la placa de control, estos pines están diseñados de tal manera que soporten altas intensidades y calor, para refrigerar el conjunto de transistores de potencia se cuenta con un sistema intercambiador de calor, por el cual circula refrigerante, esto está aislado de la carcasa del inversor mediante una pasta térmica, figura 8.



Figura. 8. Pasta térmica que aísla los IGBT de la carcasa.

Retirado la placa de control, se apreciaron los IGBT, estos transistores son identificados de acuerdo a la figura 9, los transistores IGBT son transistores de alta frecuencia que trabajan junto con los diodos, los transistores del Motor generador 1 y 2 trabajan de acuerdo a las situaciones o condiciones de funcionamiento, es preciso considerar que, la energía almacenada en la batería es energía del tipo continua, por otro lado, la energía que usan o generan los moto generadores, son del tipo alterna, es por ello que, mediante la saturación de los transistores producen las distintas ondas ya sea alterna o continua. La batería del Toyota prius almacena 201 V de CC, pero el motor eléctrico funciona con 600 V CA, el trabajo de conversión de CC a CA lo hacen los IGBT, la función de elevador de tensión bidireccional lo hacen en conjunto con un grupo de transistores IGBT, 4 en total, y con el uso de un inductor de 260 μH .

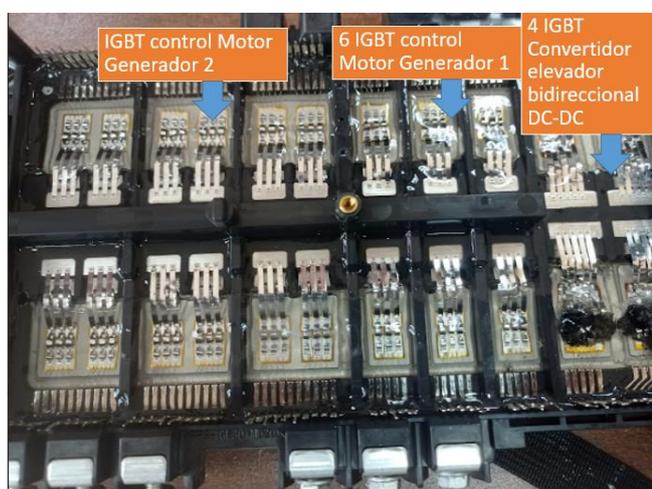


Figura. 9. Transistores IGBT y Diodos.

Como se aprecia en la figura 9, uno de los hallazgos más relevantes en este proceso fue, la falla en los transistores de potencia de la etapa de conversión bidireccional Booster, es decir en la etapa donde la energía es reducida de 201 V CC a 14V CC o aumentada a de 201 V a 600 V, o viceversa, este apartado será analizado más a profundidad en las siguientes secciones del documento, con la finalidad de establecer una metodología aplicable al diagnóstico del inversor. Los transistores IGBT están inmersos en una especie de pasta o silicón que los aísla de la temperatura o cualquier otro componente que pueda afectar su funcionamiento, los transistores IGBT y los diodos son controlados por chips que llevan la codificación DF047, cada transistor tiene identificado sus pines A: ánodo, K: cátodo, G: compuerta, E: emisor, S: sentido (pin de detección de corriente).

Por la parte posterior del inversor, al retirar una

especie de cárter metálico del inversor podemos localizar un inductor que medido nos da un valor de 260 μH , figura 10, en esta sección que según el manual del fabricante es llamada etapa de conversión bidireccional booster, es esta área destaco los elementos como, un capacitor de filtrado de 0.582 μF y otro Condensador filtro de 0.8 μF / 900VDC, la misión es limitar las interferencias, se cuenta con 5 convertidores resonantes P105J400, que toman el alto voltaje lo filtran y lo llevan a la salida de 12 VCC al final de la conversión pasa a través de dos estranguladores de filtro de interferencia de ferrita, en rieles gruesos debido a la corriente de $\sim 100\text{A}$; estos tienen la nota blanca con la inscripción UUxxCL001 . La rectificación la lleva a cabo el diodo negro en la parte inferior central, etiquetado como SHIZUKI TS11424A. El último elemento del circuito es un cubo negro sin etiqueta en el medio de la figura 10, con una ranura para tornillo, que es solo un capacitor de pulso de 50 μF , que suaviza los transitorios de conmutación.



Figura. 10. Zona de Convertidor booster Bidireccional.

4. DISCUSIÓN

En las distintas fases de descripción y caracterización del conjunto inversor del Toyota Prius 3G, se encontraron chips, circuitos impresos, condensadores, transistores bipolares, inductores, resistencias, para los cuales se propone métodos de diagnóstico que por lo general pretenden no ser invasivos como:

- Diagnostico por rayos X
- Diagnostico por cámaras termografías
- Diagnóstico por imagen
- Diagnostico por evaporación de líquido.

En el inversor se dispone de circuitos complejos, que necesitan un amplio conocimiento de la electrónica, la metodología aplicada para comprobar su efectividad es el diagnóstico por imagen. El inversor analizado presentaba anterior a su desmontaje un código P0A94 que según [7] implica falla en la etapa de conversión CC/CC es decir en la etapa en donde gracias al inductor de 260 μH y el resto de elemento

analizados reduce el voltaje de la batería de 200V CC a 14 V CC para cargar la batería auxiliar del sistema, la metodología propuesta inicia con la inspección del código mediante escáner, posterior al desmontaje y desarmado según lo detallado en el presente documento identificar los IGBT involucrados en la etapa de conversión de acuerdo al circuito detallado en la figura 11, es notable la presencia de 4 transistores IGBT. [7]

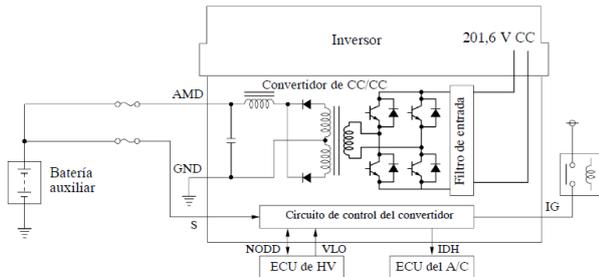


Figura. 11. Circuito de la etapa CC/CC

Con los IGBT identificados se instaló la aplicación del trazador de imágenes *RASTRE CURVE* serial DRFCU-1722-1B7DFA-2022, y se inicia con el análisis y trazo de las señales de los competentes que conforman la etapa de conversión CC/CC, según [8] el software es de fácil uso e interpretación de resultados ya que brinda un catálogo de imágenes características de los componentes más comunes como transistores, diodos, además permite visualizar cortos y circuitos abiertos, en la figura 12 se puede evidenciar el trazo característico de un transistor y la figura 13 un corto circuito.

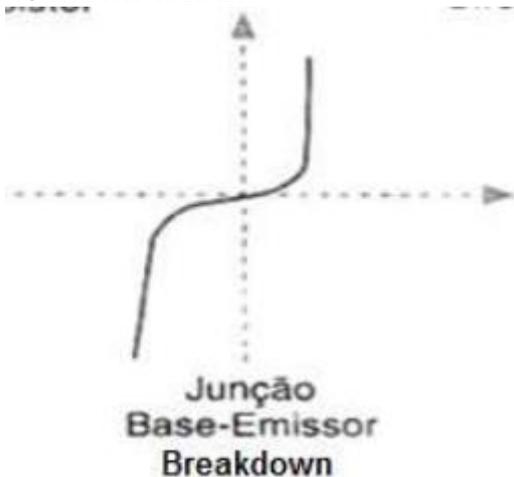


Figura. 12. Trazo característico de un transistor

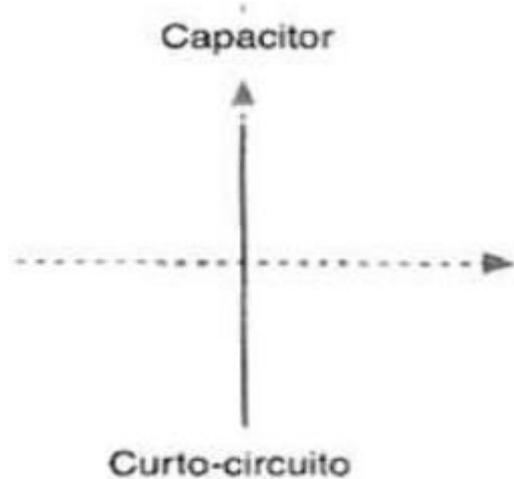


Figura. 13. Trazo característico de un corto circuito.

Identificado los IGBT de la etapa CC/CC se instala e inicia el funcionamiento el equipo de Trazo el cual permite visualizar en sus dos canales los trazos del componente medido y compara, mostrando a un costado de la pantalla la grafica que indica cuanto diferencia existe entre los trazos, que según [8] para que un elemento este en óptimas condiciones la diferencia debe ser 0%, con estos datos se inició las pruebas en los IGBT de la etapa CC/CC obteniendo los siguientes resultados según las figuras 14, 15, 16 y 17, los cuales muestran una inconsistencia en las señales a excepción de la figura 16 y 17 que muestran un diferencia del 0% que permite visualizar el correcto funcionamiento de los Transistores Figura 18.

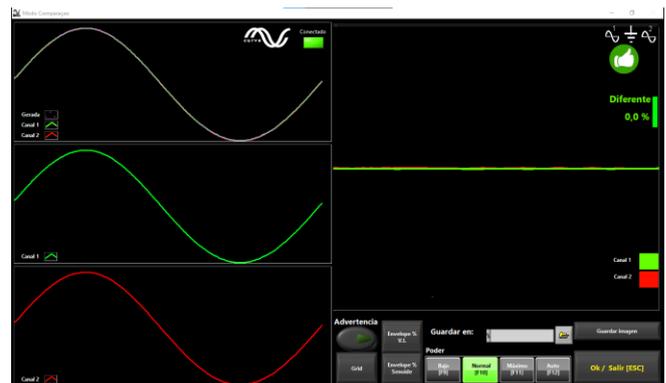


Figura. 14. Trazo IGBT 1 buen estado

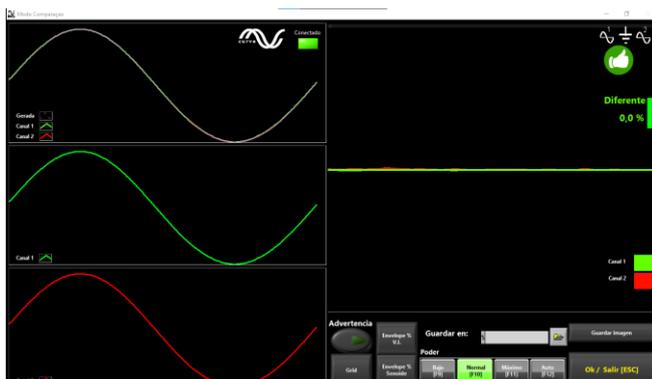


Figura. 15. Trazo IGBT 2 buen estado.

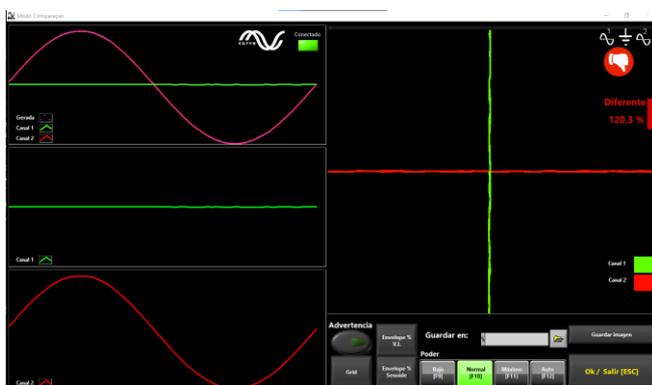


Figura. 16. Trazo IGBT 3 mal estado

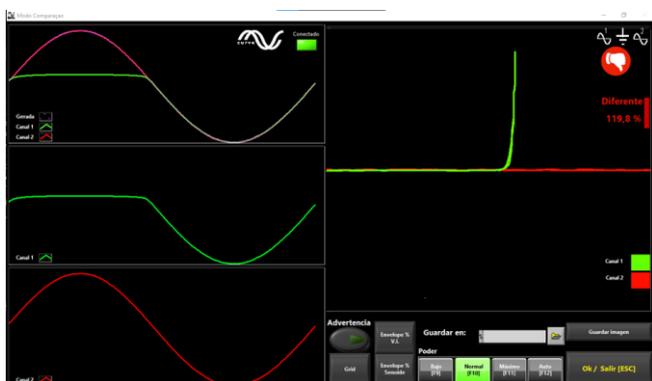


Figura. 17. Trazo IGBT 4 buen estado



Figura. 18. IGBT del área CC/CC

5. CONCLUSIÓN

El inversor del Toyota prius 3G año 2010 analizado presenta un innumerable numero de circuitos y componentes muchos de los circuitos integrados carecen de información, el conocimiento de la electrónica es fundamental para la interpretación y entendimiento de este elemento que a futuro podría continuar en estudio con la finalidad de generar un sistema de control que permita operar el inversor para cargar una batería bajo regímenes controlados por el usuario.

Al momento de intentar desensamblar el inversor para acceder a los transistores IGBT que según la presente investigación es el área que mayormente presenta falla específicamente en el área CC/CC, nos encontramos con una placa soldada con 110 pines que por el momento no se encuentra la forma de acceder de manera no invasiva o que permita volver a usar el inversor.

Se desarmaron dos inversores los cuales presentaban la misma falla en la etapa CC/CC, esto podría deberse al uso inadecuado de baterías auxiliares, demostrar esta hipótesis podría ser trabajo para futuras investigaciones, el método aplicado de diagnóstico por imagen es quizá el método más sencillo que no requiere el análisis y comprensión al 100% del circuito, pero presenta sus límites típicos del equipo.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Diario el Mundo, «EL MUNDO,» El coche causa el 13% de la contaminación; viviendas, comercios e instituciones, el 56%, 10 10 2019. [En línea]. Available: <https://www.elmundo.es/motor/2017/01/26/5889f3f7e2704e98418b4678.html>. [Último acceso: 20 05 2023].
- [2] PRIMICIAS EC , «Las ventas de vehículos híbridos y eléctricos crecen casi 300%,» 2 12 2021. [En línea]. Available: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/ventas-vehiculos-hibridos-electricos-ecuador/>. [Último acceso: 17 5 2023].
- [3] AEADE, «AEADE,» 1 1 2023. [En línea]. Available: <https://www.aeade.net/>. [Último acceso: 20 06 2023].
- [4] Canseco, Manuel, Modelado y simulación del sistema de propulsión de un vehículo híbrido serie, CUENCA : Ups, 2004.
- [5] TOYOTA PERU, «COMPONENTES TOYOTA PRIUS,» TOYOTA , PERU , 2015.

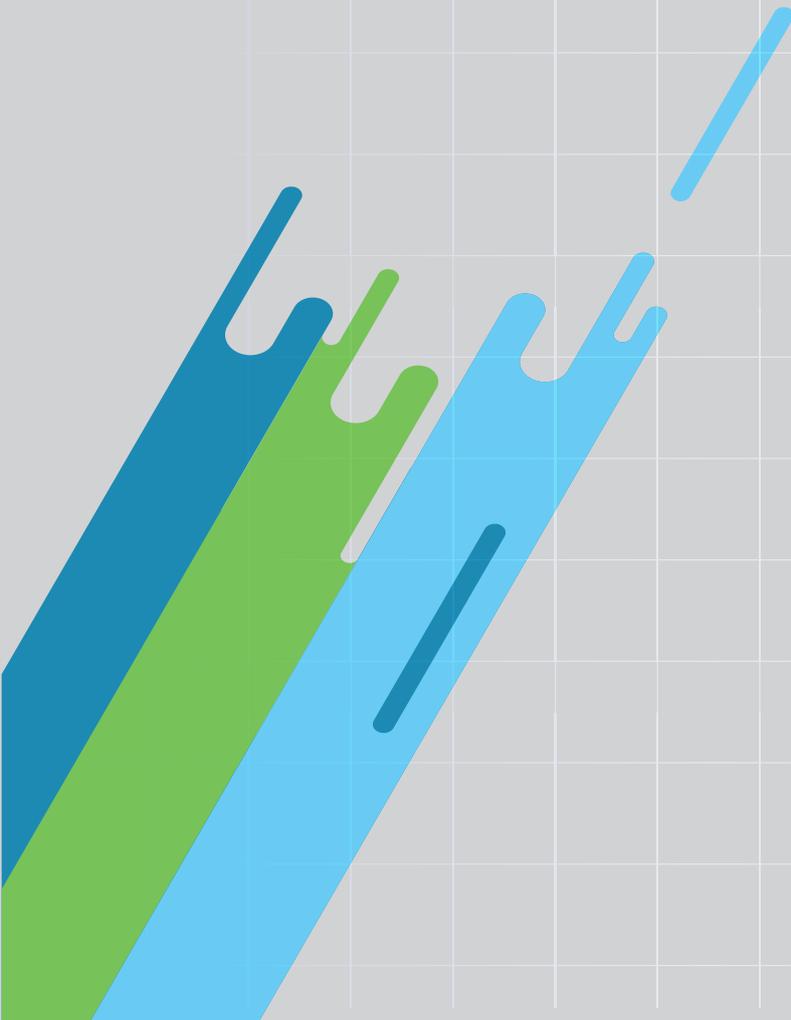
[6] TAMAGAWA SEIKI CO., LTDA, *Manual de usuario*, 2020.

[7] V. H. J. FLORES, *ANÁLISIS DEL SISTEMA INVERSOR DE UN VEHÍCULO HÍBRIDO, TOYOTA PRIUS*, Quito : UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL, 2016.

[8] TOYOYA, *Manual de Taller Toyota Prius 3G*, Japon: Toyota , 2010.



EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DOCENTE A TRAVÉS DE LA HETEROEVALUACIÓN EN EL ISU CARLOS CISNEROS



**EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DOCENTE A TRAVÉS DE LA HETEROEVALUACIÓN EN EL ISU
CARLOS CISNEROS
EVALUATION OF TEACHING PERFORMANCE THROUGH HETEROEVALUATION AT THE ISU CARLOS
CISNEROS**

**Guaño Alvarez Ana Cristina¹,
Montalvo Armijos Renny Geovanny²,
Zabala Barragan Leticia Aurelina³,
Alvarado Cadena Jorge Roberto⁴,**

¹ Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros, Ecuador, anita.guano@istcarloscisneros.edu.ec

² Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros, Ecuador, renny.montalvo@istcarloscisneros.edu.ec

³ Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros, Ecuador, leticia.zabala@istcarloscisneros.edu.ec

⁴ Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros, Ecuador, Jorge.alvarado@istcarloscisneros.edu.ec

RESUMEN

Heteroevaluación es una estrategia que busca evaluar el desempeño de los docentes por parte de colegas, autoridades y estudiantes de manera objetiva y sistemática. Los resultados obtenidos en la presente investigación, se destaca que, en promedio, la evaluación docente se sitúa en torno al 94.81%, indicando una tendencia general positiva en el desempeño docente. Sin embargo, se observan fluctuaciones a lo largo de los diferentes períodos académicos, con picos de excelencia que alcanzan el 96.85% y niveles más bajos alrededor del 88.72%, tomando como valoración una nota equivalente a muy buena, aun estando en el nivel más bajo.

El estudio se enfoca en tres áreas principales de la heteroevaluación: "Evaluación," "Pedagogía y Conocimiento," y "Relaciones Humanas y Atención al Estudiante." En "Evaluación," se observa que, a pesar de un rendimiento positivo, este aspecto tiende a tener calificaciones más bajas en comparación con los otros dos ámbitos evaluados. No obstante, se destaca un aumento significativo durante el período de diciembre de 2021 a abril de 2022. En "Pedagogía y Conocimiento," se registra una valoración del 95%, con fluctuaciones a lo largo de los períodos académicos. Por último, en "Relaciones Humanas y Atención al Estudiante," se valora con el 95.47%, con máximos y mínimos en diferentes momentos, por lo tanto, nos indica que, las labores realizadas por los docentes están muy bien valorada por quienes realizaron la evaluación.

Palabras clave: heteroevaluación, evaluación docente, pedagogía, relaciones humanas

ABSTRACT

Hetero-evaluation is a strategy aimed at assessing the performance of teachers by colleagues, authorities, and students in an objective and systematic manner. The results obtained in this research highlight that, on average, teacher evaluation stands at around 94.81%, indicating a generally positive trend in teacher performance. However, fluctuations are observed across different academic periods, with peaks of excellence reaching 96.85% and lower levels around 88.72%, even though this still corresponds to a very good rating, even at the lowest point.

The study focuses on three main areas of hetero-evaluation: "Assessment," "Pedagogy and Knowledge," and "Human Relations and Student Care." In "Assessment," it is observed that, despite positive performance, this aspect tends to have lower ratings compared to the other two assessed domains. Nevertheless, a significant increase is noted during the period from December 2021 to April 2022. In "Pedagogy and Knowledge," a rating of 95% is recorded, with fluctuations across academic periods. Finally, in "Human Relations and Student Care," it is valued at 95.47%, with highs and lows at different times, indicating that the work carried out by the teachers is highly appreciated by those who conducted the evaluation.

Keywords: hetero-evaluation, teacher evaluation, pedagogy, human relations.

Recibido: 18/09/2023
Received: 18/09/2023

Aceptado: 27/10/2023
Accepted: 27/10/2023



1. INTRODUCCIÓN

es importante destacar que la propuesta cíclica de heteroevaluación representa una estrategia pedagógica que sirve para impulsar el aprendizaje autónomo en entornos virtuales. En virtud de que favorece el seguimiento y la retroalimentación oportuna del aprendizaje de los estudiantes al momento de evaluar las evidencias generadas en las actividades didácticas en las que participa desde la plataforma educativa[1].

El enfoque social se ha vuelto indispensable para la educación y por ende para guiar los procesos de cambio que en ésta área del saber se requieren, es por ello que actualmente las investigaciones y los paradigmas educativos están dirigidos a la profundización de los procesos de enseñanza y de aprendizaje desde la interacción social, al respecto teorías como la social cultural de Vigotsky y el interaccionismo simbólico, consideran al individuo como un ser que adquiere el conocimiento a través de la relación que establece con su entorno[2].

A través de la heteroevaluación, los docentes logran acuerdos, destacan razones, observan prioridades en el proceso de enseñanza-aprendizaje, alternando un seguimiento horizontal, desde la experiencia adquirida, asumiendo las mejoras en el minuto propicio que pretende la escuela activa[3].

Como consecuencia de las acciones utilizadas para la valoración de la metodología propuesta, se constató que el Proceso de autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación, concebido para caracterizar el comportamiento estudiantil y mejorar su desempeño, es funcional, en tanto los postulados teóricos concebidos pudieron materializarse en las unidades de análisis seleccionadas como parte del estudio de caso, lo que constituyó una evaluación empírica del mismo[4].

La evaluación como proceso valorativo sujeto a criterios previamente establecidos debe respetar la dignidad humana y el orden jurídico superior que ordena principios y derechos de rango Constitucional, los cuales no deben desconocerse por leyes o normas inferiores. Entre estos principios se encuentran la Dignidad Humana que es preponderante en el reconocimiento del sujeto de derechos que constituye un estudiante como ciudadano[5].

se infiere que el instrumento, en cuanto a su forma, tiene elementos positivos: es de fácil manejo, sus instrucciones son claras, expone el propósito de la evaluación y su longitud es adecuada. Además, en cuanto a su contenido, tiene ítems que sirven para evaluar los siguientes aspectos del desempeño del docente: manejo de la pedagogía y de la didáctica, las estrategias metodológicas utilizadas por el docente y el cumplimiento del maestro con su quehacer académico[6].

Si bien se establece el proceso de retroalimentación como parte clave del acompañamiento, no se declara literalmente que se debe realizar entre la pauta de autoevaluación y la observación, lo que lleva a realizar la retroalimentación basado en lo observado por el asesor, pero sin consideración de la autoevaluación, no impactando en el puntaje obtenido por el docente [7].

Al concluir cada actividad práctica grupal, se recogió información referente a la autoevaluación como a la coevaluación. Finalmente, el docente proporcionó al concluir la asignatura su heteroevaluación [7]. La sociedad del conocimiento es el nuevo tipo de sociedad que se comienza a construir en todo el mundo. Consiste en trabajar de manera colaborativa en la resolución de los problemas con apoyo en la tecnología de la información. En esta nueva sociedad, se requiere transformar el proceso de formación [8].

La apropiación de competencias enfatiza el abordaje de situaciones-problema específicos, por lo que una enseñanza por competencias representa la oportunidad para garantizar la pertinencia y utilidad de los aprendizajes escolares en términos de su trascendencia personal, académica y social [9]. Cuando hablamos de los instrumentos de evaluación debemos referirnos a un conjunto de herramientas didácticas-pedagógicas activas de la interacción que tienen los estudiantes con el conocimiento fundamentado por los profesores, es así que estos materiales de valoración y medición integral instituyen un contorno esencial para el aumento estudioso y letrado de los estudiantes en el cual se echar de ver, examina y experimenta nociones, elementos y cuantificaciones despejadas de evaluación [10].

Es importante cuestionarse por el grado de eficiencia en la utilización y distribución de recursos, de acuerdo con los parámetros de la norma que rige la institución, el compromiso y participación de los

miembros implicados, con el objeto de que se produzcan los resultados deseados y planeados [11]. El proceso autoevaluativo se considera una modalidad básica que comporta para el profesorado un alto grado de responsabilidad y toma de decisiones; pues al considerar el grado de dominio de las competencias asume de modo consciente el proceso que siguió, su implicación y el interés en éstas para un óptimo desempeño de la docencia [12].

Uno de los componentes de la formación profesional de los estudiantes de la Universidad Católica de Cuenca, la docencia, puede entenderse como un episodio alentado por la excelencia académica y compartido con el docente [13]. La evaluación del profesorado no debe verse como una estrategia de vigilancia jerárquica que controla las actividades de los profesores, sino como una forma de fomentar y favorecer el perfeccionamiento del profesorado, como una manera de identificar las cualidades que conforman a un buen profesor para, a partir de ahí, generar políticas educativas que coadyuven a su generalización [14]. La evaluación debe estar integrada en el proceso de enseñanza aprendizaje convirtiéndose así en un instrumento de acción pedagógica, que se debe adaptar a las características de los educandos [15].

De acuerdo con [16], se generan consideraciones pedagógicas que promueven la comprensión de la evaluación docente como un proceso reflexivo, formativo e integral que favorece el desarrollo profesional de los profesores, los procesos educativos y las prácticas académicas de investigación-acción. [17] dice en su trabajo que, En la heteroevaluación que es la que realiza de manera unilateral el profesor u otras personas, se evalúa el desempeño y al aprendizaje significativo, que también aquí los criterios han de ser conocidos por las partes.

La evaluación es parte fundamental de toda actividad educativa, pero este proceso ha sido confundido durante décadas, considerándose como la calificación que le permite al estudiante ser o no promovido en una asignatura [18]. Dado que los alumnos revisan contribuciones del wiki, podría ser un número excesivo en wikis con muchas pequeñas contribuciones. Para evitarlo, no todas las revisiones son susceptibles de ser evaluadas, sino que sólo lo serán aquellas que contengan un mínimo número de datos (normalmente texto) modificado. De esta manera, se garantiza suficiente información para

evaluar [19]. Por lo expuesto, el estudio persigue analizar los resultados de la heteroevaluación versus la coevaluación y su incidencia en el plan de mejora del docente para alcanzar la calidad educativa [20]

Partiendo de la experiencia misma, la incidencia de la buena práctica docente en el nivel inicial es fundamental para el niño dentro de su proceso de desarrollo ya que, al ser su primera experiencia escolarizada, el docente debe cuidar que sea una experiencia alentadora, ilusionada, propendiéndose a que este niño forme una conducta de aprender de forma intrínseca [21].

En consecuencia, frente a la problemática del docente en el país, el Estado debe encaminar sus políticas educativas a atender al agente principal de la educación propiciando un incremento del nivel de desempeño docente y por consiguiente, el logro de aprendizajes de calidad en los estudiantes [22]. Aunque se sabe que la evaluación del desempeño docente ha de tener como objetivo retroalimentar al profesor con la finalidad de incidir en la mejora de la calidad y, a la vez, fungir como un mecanismo de rendición de cuentas, se ha visto que frecuentemente esto no se logra [23].

El objetivo de la heteroevaluación docente es establecer un proceso sistemático y objetivo mediante el cual otros individuos, como colegas, supervisores o estudiantes, evalúen el desempeño de un docente. Este objetivo busca proporcionar una evaluación externa e imparcial de la enseñanza, centrándose en aspectos como la calidad de la instrucción, la metodología utilizada, la interacción con los estudiantes y la efectividad en la transmisión del conocimiento. A través de la heteroevaluación, se busca identificar fortalezas y áreas de mejora en la práctica docente, lo que puede contribuir a un desarrollo profesional continuo. Además, esta evaluación tiene como objetivo garantizar altos estándares de calidad en la educación, promoviendo la excelencia en la enseñanza y, en última instancia, mejorando la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. La heteroevaluación docente es una herramienta esencial para la mejora constante de la pedagogía y la promoción de la responsabilidad en el ámbito educativo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos se obtuvieron de los procesos de Evaluación Docente del ISU Carlos Cisneros en los períodos académicos comprendidos entre junio de

2020 y marzo de 2023 a través de la aplicación EVADOC que es administrada dentro de la institución.

De acuerdo al reglamento interno de evaluación integral de desempeño docente, el sistema de calificación de cada pregunta tiene una ponderación según la siguiente escala:

Tabla 1: Cuantificación de respuestas

Categoría	Calificación	Cuantificación
1	Siempre	5
2	Casi siempre	4
3	A veces	3
4	Muy pocas veces	2
5	Nunca	1

Donde la valoración según la cuantificación, 5 es el 100%, se obtiene el resultado de cada docente con el promedio de todas las respuestas de cada pregunta y materia.

Los datos obtenidos se organizaron en Microsoft Excel LTSC Professional Plus 2021, y su análisis se desarrolló en SPSS Versión 25, utilizando estadísticas descriptivas como medias y desviaciones estándar (DE).

En la tabla 2 se presenta un resumen de las valoraciones para el proceso de heteroevaluación de los períodos académicos objeto del presente estudio.

Tabla 2: Cantidad de docentes evaluados en los cuatro períodos

	Jun - Oct 2021	Dic 2021- Abr 2022	May - Oct 2022	Nov 2022 - Mar 2023
Evaluación	92,80	94,90	94,47	93,78
Pedagogía	94,23	95,68	95,29	94,77
Relaciones Humanas	95,08	96,17	95,50	95,14

3. RESULTADOS

Durante estos cuatro períodos académicos, se ha acumulado una considerable cantidad de información valiosa acerca de la Heteroevaluación. Esto, a su vez, brinda la oportunidad de presentar los resultados de una manera más eficaz.

Los resultados posibilitan a las autoridades la toma de decisiones con respecto a la calidad del cuerpo docente, incluyendo medidas relacionadas con su capacitación, reconocimientos y posibles sanciones en caso de ser necesarias. Este proceso contribuye a elevar el nivel de eficacia institucional.

La Figura 1 proporciona una visión detallada de la evolución y desarrollo del proceso de Evaluación Docente en el contexto de la Heteroevaluación a lo largo de cuatro períodos académicos, desde junio de 2021 hasta marzo de 2023. Durante este extenso período, se destaca un consolidado del 94.81%, lo que indica una tendencia general positiva en el desempeño de la evaluación.

Esto se basa en un valor máximo registrado del 96.85%, lo cual indica que en ciertos momentos del proceso de evaluación se alcanzaron niveles de desempeño excepcionales y sobresalientes. Esto puede reflejar, por ejemplo, casos en los que los docentes obtuvieron calificaciones muy altas o lograron destacarse de manera significativa en la evaluación.

Por otro lado, existe un valor mínimo de 88.72%, que representa los niveles más bajos alcanzados en la evaluación. Esto sugiere que hubo momentos en los que el desempeño no alcanzó los estándares deseados y que, en comparación con el valor máximo, hubo lapsos en los que los docentes no obtuvieron calificaciones tan altas como en otros momentos. Esta variabilidad en los resultados puede tener diversas causas y merece un análisis detallado para comprender los factores que contribuyeron a estos extremos en la evaluación.

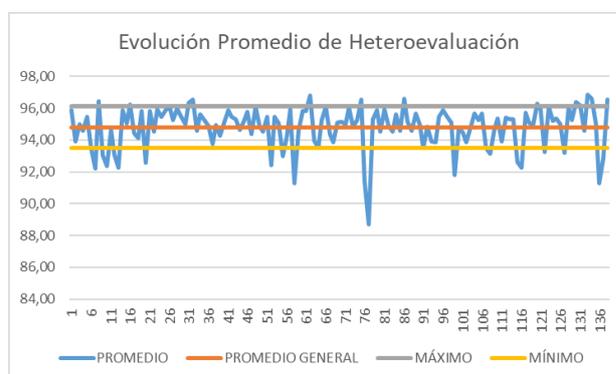


Figura 1. Evolución de Heteroevaluación.

En el ámbito de la heteroevaluación, se identifican tres secciones fundamentales que desempeñan un papel crucial en el proceso educativo. Estas secciones son las siguientes:

Evaluación: Esta sección se enfoca en garantizar que los resultados de las pruebas se entreguen puntualmente a los estudiantes. La entrega oportuna de los resultados es esencial para proporcionar retroalimentación efectiva y permitir a los estudiantes comprender su desempeño, identificar áreas de mejora y seguir su progreso académico.

Pedagogía y Conocimiento: En esta área, se aborda la calidad de la enseñanza y la adquisición de conocimientos por parte de los estudiantes. Implica la evaluación de las estrategias pedagógicas utilizadas por los docentes, así como la efectividad de la transmisión del conocimiento y la comprensión por parte de los estudiantes.

Relaciones Humanas y Atención al Estudiante: Esta sección se centra en la calidad de las interacciones humanas en el entorno educativo, así como en la atención y el apoyo brindados a los estudiantes. Incluye aspectos como la comunicación, la empatía, la disposición para resolver dudas y problemas, y la satisfacción general de los estudiantes en relación con el apoyo recibido.

La Figura 2 muestra cómo ha evolucionado el primer aspecto, la "Evaluación", a lo largo de los cuatro períodos académicos más recientes. Durante este período de tiempo, se ha observado un valor de 93.98%. Esto significa que, se ha mantenido un buen desempeño en la entrega oportuna de los resultados de las pruebas a los estudiantes. El valor máximo alcanzado fue del 97.34%, lo que refleja una eficiencia excepcional en este aspecto, mientras que el valor mínimo registrado fue del 86.58%, señalando momentos en los que la entrega de resultados no fue tan eficaz.

Es relevante resaltar que el valor más alto se logró durante el período comprendido entre diciembre de 2021 y abril de 2022, lo que sugiere un destacado desempeño en la entrega puntual de los resultados durante ese lapso específico. Estos datos son esenciales para comprender la dinámica de la heteroevaluación en relación con la sección de "Evaluación" y pueden servir como base para investigaciones más profundas y la toma de decisiones educativas informadas.



Figura 2. Entrega oportuna de resultados al estudiante.

Dentro del ámbito denominado "Pedagogía y Conocimiento", representado en la Figura 3, que ilustra calificaciones del 95%. En esta figura, se observa un valor máximo de 96.91% y un valor mínimo de 89.65%. Es importante resaltar que el valor más bajo se registró durante el periodo comprendido entre junio y octubre de 2021, mientras que el porcentaje más alto se alcanzó en el intervalo de diciembre de 2021 a abril de 2022. En los periodos posteriores, se mantuvieron niveles estables de rendimiento en este ámbito.



Figura 3. Componente de Pedagogía y Conocimiento.

La Figura 4 presenta un análisis detallado del último aspecto, que se centra en las "Relaciones Humanas y Atención al Estudiante". En esta representación gráfica, se destacan dos puntos de referencia importantes: un valor máximo de 97.54% y un valor mínimo de 89.73%. Estos valores revelan la amplitud de variación en la calidad de las relaciones humanas y la atención proporcionada a los estudiantes a lo largo del período de estudio.

El valor más alto se observó durante el período que abarca desde diciembre de 2021 hasta abril de 2022, lo que indica un destacado desempeño en este aspecto durante ese lapso específico. Sin embargo, es importante notar que en los periodos posteriores se experimentó una disminución en el nivel de satisfacción y calidad en las relaciones humanas y la atención al estudiante.

Estos hallazgos subrayan la importancia de mantener un enfoque constante en la mejora de las relaciones entre los actores educativos y en la atención al estudiante para garantizar una experiencia educativa óptima en la institución. La variación observada a lo largo del tiempo resalta la necesidad de implementar estrategias y medidas que fomenten un entorno favorable y de alta calidad en términos de relaciones humanas y atención al estudiante.



Figura 4. Componente Relaciones Humanas.

La Figura 5 permite evaluar tres aspectos clave a lo largo de cada uno de los periodos académicos considerados. Resulta de especial importancia señalar que uno de estos aspectos, relacionado con el ámbito de "Evaluación", que se centra en la entrega puntual de los resultados de las pruebas a los estudiantes, destaca por presentar un valor significativamente inferior en comparación con los otros dos ámbitos evaluados.

Es particularmente notorio que, durante el periodo comprendido entre diciembre de 2021 y abril de 2022, este aspecto registra el valor más alto en comparación con los otros dos ámbitos de evaluación. Esto sugiere un marcado mejoramiento en la entrega puntual de los resultados de las pruebas a los estudiantes durante ese periodo específico.



Figura 5. Comparativo de Heteroevaluación.

4. DISCUSIÓN

Se puede decir que casi un 50% de los docentes monitorean poco el proceso de aprendizaje durante la hora de clase, por lo que se recomienda una supervisión más específica hacia el proceso educativo para el cumplimiento de los objetivos de la Educación Física escolar, la formación integral y armónica del estudiante[25].

En cuanto a la percepción de los estudiantes, la dimensión en la que mejor se desempeñaron sus profesores fue en planeación con una media de 6.49 y DS de .348, mientras que competencias docentes y atención a los estudiantes muestran las medias más bajas con 6.33 y 6.34 respectivamente, a pesar que sus intervalos de confianza son bastante amplios[26].

El desempeño docente de acuerdo a la encuesta a los alumnos en el campo de las ciencias destaca en las tres dimensiones en estudio el nivel bueno, siendo el más representativo el de gestión de los procesos de enseñanza- aprendizaje con el 61,3%, seguido por planificación del trabajo pedagógico con el 57,3 % y responsabilidades profesionales con el 48,7% [27].

El nivel de participación individual en el trabajo cooperativo entre los estudiantes de Filología ha alcanzado una valoración sustancialmente diferente (entre una $p < 0.05$ y una $p = 0.00$) por parte del estudiante y por las docentes en cuanto a la fluidez en la transmisión de contenidos, el carácter motivador del trabajo del grupo, el reparto equitativo de roles y el nivel de éxito en la consecución del objetivo de la tarea [28].

Los conocimientos declarativos de carácter factual, es decir, los de hechos específicos que tienen una intencionalidad memorística son evaluados esencialmente mediante pruebas escritas (tipo cuestionario), instrumentos que alcanzan un 56.6% de popularidad dentro de la FEyH. En tanto, las pruebas orales no son comunes a nivel de facultad (1.9%), siendo el departamento de Lenguas, Literatura y Comunicación, el único que figura con este tipo de instrumentos (12.5%) [29].

Según el componente de heteroevaluación, se observa que el 95.6 de los docentes, han sido calificados como Bueno, por cuanto no se advierte diferencia estadística por el alto riesgo de sesgo para obtener la respuesta ante la posible evidencia de identificación [30].

De las observaciones realizadas y el análisis estadístico ejecutado a la muestra representativa, se deduce que la menor cantidad de profesores se localizan en los extremos, es decir el 2.4% son considerados con un excelente desempeño, el 7.3% presenta un mal desempeño docente, pero 39% de los docentes observados se ubica con un buen desempeño docente. Mientras que el 12% está categorizado como muy bueno, este último porcentaje está representado solamente por el sexo femenino [31].

5. CONCLUSIÓN

La heteroevaluación docente es una herramienta utilizada para garantizar la calidad en la educación, promoviendo la excelencia en la enseñanza y mejorando la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. Esta evaluación permite identificar fortalezas y áreas de mejora en la práctica docente, contribuyendo al desarrollo profesional continuo de los docentes.

Los resultados de la heteroevaluación docente brindan a las autoridades educativas información valiosa para tomar decisiones relacionadas con la capacitación, reconocimiento y posibles sanciones de los docentes. Este proceso contribuye a elevar el nivel de eficacia institucional y a mantener estándares de calidad en la enseñanza.

El análisis de la heteroevaluación a lo largo de varios períodos académicos revela una tendencia general positiva en el desempeño de la evaluación. También

se observa variabilidad en los resultados, con momentos de desempeño excepcional y otros en los que no se alcanzan los estándares deseados. Esto indica la necesidad de investigar las causas de esta variación y tomar medidas para garantizar la consistencia en la calidad de la enseñanza.

La atención a la entrega oportuna de resultados, la calidad de la pedagogía y la interacción humana en el entorno educativo son aspectos clave que influyen en la eficacia de la heteroevaluación docente. El análisis detallado de estos componentes resalta la importancia de mantener un enfoque constante en la mejora de las relaciones entre los actores educativos y en la atención al estudiante para garantizar una experiencia educativa óptima en la institución.

6. AGRADECIMIENTOS

A través de estas líneas, queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento por la confianza depositada en todo nuestro equipo para liderar el proceso de Evaluación Docente. Reconocemos la importancia y la responsabilidad que implica dirigir un proceso que abarca sus tres componentes esenciales: Heteroevaluación, Autoevaluación y Coevaluación, y dentro de la Heteroevaluación, sus tres secciones principales: Evaluación, que se enfoca en la entrega oportuna de los resultados de las pruebas a los estudiantes; Pedagogía y Conocimiento; y Relaciones Humanas y Atención al Estudiante.

Esta encomienda ha sido una oportunidad invaluable para nosotros, ya que nos ha permitido no solo cumplir con nuestras obligaciones profesionales, sino también contribuir al desarrollo de un valioso artículo científico que, sin duda, aportará al crecimiento y mejora de nuestro sistema educativo.

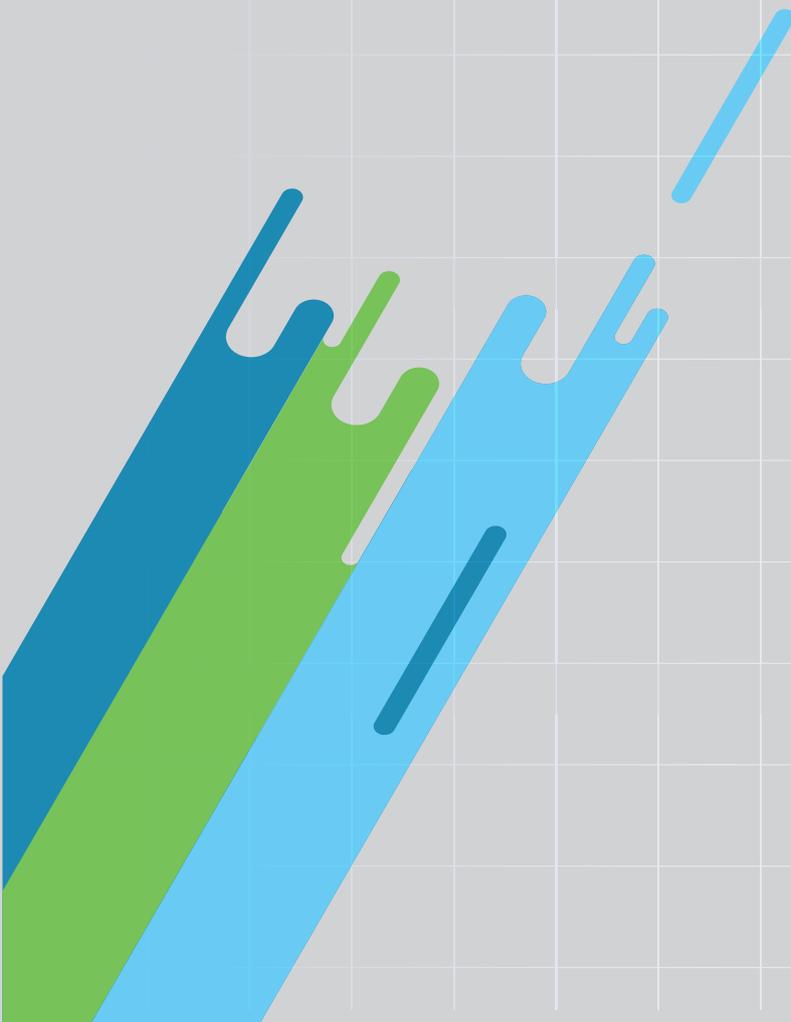
Es nuestro compromiso continuar trabajando con diligencia y dedicación en este proceso, garantizando la integridad y la calidad de las evaluaciones, y promoviendo constantemente la excelencia en la enseñanza y el aprendizaje. Agradecemos nuevamente por la confianza en nuestro equipo y esperamos seguir contribuyendo de manera positiva en este importante campo.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. C. O. García, «Una propuesta de heteroevaluación para el seguimiento y la retroalimentación oportuna en la educación virtual», *DOCERE*, n.º 27, Art. n.º 27, dic. 2022, doi: 10.33064/2022docere274220.
- [2] K. T. Q. Gutiérrez, «Transformación del Aprendizaje desde el Enfoque Social (TADES)», *Rev. Sci.*, vol. 4, n.º 13, Art. n.º 13, ago. 2019, doi: 10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2019.4.13.17.322-334.
- [3] S. T. Basurto-Mendoza, J. A. Moreira-Cedeño, A. N. Velásquez-Espinales, y M. Rodríguez-Gámez, «Self-evaluation, Co-evaluation and Hetero-evaluation as an innovative approach in pedagogical practice and its effect on the teaching-learning process», vol. 6, n.º 3, Art. n.º 3, 2021.
- [4] A. F. Sotelo y M. G. V. Arévalo, «Proceso de autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación para caracterizar el comportamiento estudiantil y mejorar su desempeño», *Rev. San Gregor.*, n.º 9, Art. n.º 9, jun. 2015, doi: 10.36097/rsan.v1i9.52.
- [5] Z. R. F. Peláez, «¿POR QUÉ LA EVALUACIÓN EN EL MEDIO EDUCATIVO DEBE SER ÉTICA PARA UN DESARROLLO VERDADERAMENTE HUMANO?».
- [6] A. Pérez Cardona, N. Calderín Careth, y L. S. Fuentes Fuentes, «Percepciones de diferentes actores educativos sobre la evaluación docente en la Facultad de Educación de CECAR», *Escenarios*, vol. 1, n.º 17, Art. n.º 17, jul. 2015, doi: 10.21892/20119097.148.
- [7] D. H. Galindo-Domínguez, «COMPLEMENTARIEDAD EN LA PARTICIPACIÓN DEL ALUMNADO EN SU PROCESO DE EVALUACIÓN: LA AUTOEVALUACIÓN, COEVALUACIÓN Y HETEROEVALUACIÓN.», 2021.
- [8] S. Cardona Torres, J. Vélez Ramos, y S. Tobón Tobón, «Contribución de la evaluación socioformativa al rendimiento académico en pregrado», *Educación*, 2016, Accedido: 8 de agosto de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/154566>
- [9] F. Díaz Barriga y R. Barroso Bravo, «DISEÑO Y VALIDACIÓN DE UNA PROPUESTA DE EVALUACIÓN AUTÉNTICA DE COMPETENCIAS EN UN PROGRAMA DE FORMACIÓN DE DOCENTES DE EDUCACIÓN BÁSICA EN MÉXICO», *Perspect. Educ.*, vol. 53, n.º 1, pp. 36-56, ene. 2014, doi: 10.4151/07189729-Vol.53-Iss.1-Art.210.
- [10] D. M. Barreno Guaranda, «El desempeño docente y su incidencia en los momentos de la evaluación educativa autoevaluación – coevaluación - heteroevaluación) de los estudiantes del Colegio Nacional Pasa parroquia Pasa cantón Ambato», masterThesis, 2015. Accedido: 11 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/13178>
- [11] G. J. D. Chaparro, «Evaluación de desempeño docente», 2008.
- [12] A. M. Riv, M. C. D. Garr, y M. M. Domíngu, «Evaluación de las competencias docentes», 2010.
- [13] J. F. Vizuela Carpio, D. G. García Herrera, y A. Z. Castro Salazar, «Evaluación del componente docencia en el proceso de enseñanza aprendizaje de enfermería», *Rev. Arbitr. Interdiscip. Koinonía*, vol. 7, n.º Extra 2, pp. 516-539, 2022.
- [14] F. J. Tejedor Tejedor, «Evaluación del desempeño docente», *Rev. Iberoam. Eval. Educ.*, vol. 5, n.º 1, pp. 318-327, 2012.
- [15] J. A. R. Rodríguez, B. A. Martínez, y J. del R. Lopez, «Evaluación del proceso docente educativo en los entornos virtuales», *Salud Integral*, vol. 1, n.º 1, Art. n.º 1, ago. 2023, doi: 10.5281/zenodo.8256605.
- [16] Y. A. Olarte-Arias, C. N. Madiedo-Clavijo, y A. E. Pinilla-Roa, «Evaluación docente como factor de desarrollo profesional desde una pedagogía reflexiva», *Rev. Fac. Med.*, vol. 67, n.º 3, pp. 277-285, jul. 2019, doi: 10.15446/revfacmed.v67n3.62539.
- [17] C. E. Restrepo, «Evaluación y Formación Estrategias y Políticas para la Autoevaluación y la Heteroevaluación en la Virtualidad Directrices en escolme», *Rev. CIES Escolme*, vol. 1, n.º 1, Art. n.º 1, mar. 2010, Accedido: 11 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://revista.escolme.edu.co/index.php/cies/article/view/18>
- [18] B. M. Hernández Herrera, «Guías didácticas de heteroevaluación como estrategia que favorece el desarrollo de las competencias en el pensamiento aleatorio en los estudiantes del grado séptimo de la institución educativa villa flora», jul. 2014, Accedido: 11 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en:

- <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/75015>
- [19] D. Molina Cabrera, «Heteroevaluación de trabajos colaborativos en wikis», report, jul. 2012. Accedido: 11 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://rodin.uca.es/handle/10498/14841>
- [20] J. del R. V. Coronel, «Heteroevaluación vs coevaluación y su incidencia en el plan de mejora para alcanzar la calidad educativa», *Ibero-Am. J. Educ. Soc. Res.*, vol. 2, n.º 2, Art. n.º 2, dic. 2022, doi: 10.56183/iberoeds.v2i2.581.
- [21] M. A. S. Cubillos y A. E. C. Sosa, «Incidencia del Desempeño Profesional del Docente de Educación Inicial», *Rev. Sci.*, vol. 4, n.º 13, Art. n.º 13, ago. 2019, doi: 10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2019.4.13.8.160-181.
- [22] G. L. Guevara y L. E. A. Rodríguez, «INFLUENCIA DEL PROGRAMA DE COACHING LINARTE SOBRE EL DESEMPEÑO DOCENTE EN LOS EDUCADORES DE UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIVADA», 2017.
- [23] L. F. Gómez López y M. G. Valdés, «La evaluación del desempeño docente en la educación superior», *Propósitos Represent.*, vol. 7, n.º 2, abr. 2019, doi: 10.20511/pyr2019.v7n2.255.
- [24] Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad de Valladolid. España *et al.*, «Students' perceptions of a graduated scale used for self-assessment and peer-assessment of written work in pre-service physical education teacher education (PETE)», *cultura_ciencia_deporte*, vol. 11, n.º 31, Art. n.º 31, mar. 2016, doi: 10.12800/ccd.v11i31.641.
- [25] D. M. Jara-Arias, H. G. Aldas-Arcos, C. M. Ávila-Mediavilla, y W. H. Bravo-Navarro, «Self-evaluation and hetero-evaluation of the didactic process of the physical education class», vol. 5, n.º 11, Art. n.º 11, 2020.
- [26] G. Bueno Castro, *Propuesta de modelo de autoevaluación y heteroevaluación de la práctica docente en Escuelas Normales de Sonora*. BUENO CASTRO, GISSEL, 2015. Accedido: 11 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorioinstitucional.uson.mx/handle/20500.12984/6128>
- [27] A. Juárez Echevarría, «Desempeño docente en una institución educativa policial de la Región Callao», 2012, Accedido: 11 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/c0534e49-45bd-4a2f-b66e-bf9faecffb6>
- [28] S. Á. González, «El trabajo cooperativo y la triple evaluación dinamizan la enseñanza-aprendizaje de una lengua extranjera».
- [29] J. Salazar Ascencio, «Encuesta de Satisfacción Estudiantil versus Cultura Evaluativa de la Docencia», *Rev. Iberoam. Eval. Educ.*, vol. 3, n.º 1, pp. 120-132, 2010.
- [30] H. O. Villarreal Torres, «Evaluación del desempeño docente en la Universidad San Pedro, 2017-l», *Univ. San Pedro*, abr. 2019, Accedido: 11 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/10895>
- [31] G. I. Martínez Chairez y A. Guevara Araiza, «La evaluación del desempeño docente», *Ra Ximhai Rev. Científica Soc. Cult. Desarro. Sosten.*, vol. 11, n.º 4, pp. 113-124, 2015.

**CONSTRUCCIÓN
DE TABLEROS TÁCTILES PARA
FACILITAR EL APRENDIZAJE EN NIÑOS
CON DISCAPACIDAD INTELECTUAL
UTILIZANDO MICROCONTROLADORES**



**CONSTRUCCIÓN DE TABLEROS TÁCTILES PARA FACILITAR EL APRENDIZAJE EN NIÑOS CON DISCAPACIDAD INTELECTUAL UTILIZANDO MICROCONTROLADORES
CONSTRUCTION OF TOUCH BOARDS TO FACILITATE LEARNING IN CHILDREN WITH INTELLECTUAL DISABILITY USING MICROCONTROLLERS**

**Zabala Barragan Leticia Aurelina¹,
Alvarez Brito Héctot Vicente²,
Maza Salazar Stalyn Vladimiri³**

¹ Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros, Ecuador, leticia.zabala@istcarloscisneros.edu.ec

² Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros, Ecuador, hector.alvarez@istcarloscisneros.edu.ec

³ Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros, Ecuador, stalyn.maza@istcarloscisneros.edu.ec

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en el marco del proyecto de Vinculación con la sociedad en la Unidad Educativa Especializada Carlos Garbay, con estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Carlos Cisneros con condición Universitaria. Mediante la solicitud de repotenciar las diferentes unidades. En la entrevista con los profesores se evidencia el uso de pictogramas en los procesos educativos para niños con discapacidad intelectual, ya que es una de las principales técnicas usadas por los profesores con sus estudiantes. Existen láminas para la enseñanza de procesos de aseo personal, hora de la comida, aprendizaje de colores, números, etc. Se ha considerado que esta técnica es susceptible de mejora incluyendo la capacidad de que el estudiante escoja mediante botones las tareas adecuadas, como colores, números, etc.

En este sentido el proyecto se enfoca en modernizar y mejorar la automatización del proceso educativo al reemplazar las hojas de papel con módulos didácticos desarrollados mediante el uso de microcontroladores. Para la obtención del prototipo se han desarrollado varias etapas, desde el diseño del circuito impreso, desarrollo y programación del algoritmo para el microcontrolador y el ensamblaje de los componentes. Se destaca la importancia del modelado en 3D para la visualización y las pruebas antes de la construcción física.

El diseño del tablero parte de las láminas con pictogramas que usan los profesores de la Unidad Educativa especializada Carlos Gargay, las mismas son usadas como apoyo sensorial a las actividades que desarrolla cada profesor en clase. el presente módulo pretende ser el punto de partida para un estudio sobre las mejoras que se pueden obtener en los procesos de enseñanza de los niños con discapacidad intelectual al incluir material didáctico que usa nuevas tecnologías.

Palabras clave: aprendizaje, módulos táctiles, microcontroladores, discapacidades.

ABSTRACT

This work was carried out within the framework of the Community Engagement project at the Carlos Garbay Specialized Educational Unit, in collaboration with students from the Carlos Cisneros Higher Technological Institute. The project aimed to enhance various teaching units. During interviews with the teachers, it became evident that pictograms are used in the educational processes for children with intellectual disabilities, as one of the primary techniques employed by the teachers with their students. There are visual aids for teaching personal hygiene, mealtime, learning colors, numbers, and more. It has been considered that this technique can be improved by allowing the students to select appropriate tasks through buttons, such as colors, numbers, etc.

In this context, the project focuses on modernizing and improving the automation of the educational process by replacing paper sheets with didactic modules developed using microcontrollers. To obtain the prototype, several stages were undertaken, including the design of the printed circuit board, algorithm development and programming for the microcontroller, and component assembly. The importance of 3D modeling for visualization and testing before physical construction is highlighted.

The design of the board is based on the pictogram sheets used by the teachers at the Carlos Garbay Specialized Educational Unit. These sheets serve as sensory support for the activities carried out by each teacher in the classroom. This module aims to be the starting point for a study on the improvements that can be achieved in the teaching processes for children with intellectual disabilities by including didactic materials that utilize new technologies.

Keywords: *learning, tactile modules, microcontrollers, disabilities.*

Recibido: 18/09/2023

Aceptado: 27/10/2023

Received: 18/09/2023

Accepted: 27/10/2023



1. INTRODUCCIÓN

La inclusión educativa es un derecho fundamental que permite a todos los niños aprender juntos, independientemente de sus habilidades o discapacidades. La inclusión educativa es un derecho fundamental lo determina la constitución de la república del Ecuador. Sin embargo, los niños con discapacidad intelectual pueden enfrentar desafíos únicos en el proceso de aprendizaje. En este contexto, surge la necesidad de herramientas pedagógicas innovadoras y accesibles que puedan facilitar su aprendizaje.

Trabajos afirman que el uso de herramientas computacionales favorecen el aprendizaje en este tipo de discapacidades especiales [1], El uso de dispositivos electrónicos permiten captar la atención de los niños facilitando que las terapistas puedan realizar de mejor manera los procesos de enseñanza con las terapias. Otro aspecto importante fue la facilidad de uso que tiene el dispositivo al utilizar los pacientes en cada una de las terapias [2]

Cada niño con discapacidad es un mundo único que requiere cuidado y atención personalizada. La realidad actual que viven los países de Latinoamérica, tanto en el ámbito económico como en el de desarrollo, hace que el cuidado y la educación de estos niños represente un reto para sus familiares, maestros y su entorno en general [3]

Según el artículo [4], indica que la discapacidad intelectual afecta la manera en que se recibe, procesa y organiza la información, también dificulta el aprendizaje de aptitudes académicas y dificulta la relación social.

Por otro lado en el artículo [5], hace énfasis en la falta de equipamiento adecuado, y la necesidad de aportar con este sector vulnerable. A si también. El artículo [6] exponen que las herramientas didácticas desarrolladas alcanzan impacto social representado en integración escolar, equiparación de oportunidades, costos y tecnología.

En este contexto, surge la necesidad de herramientas pedagógicas innovadoras y accesibles El objetivo del trabajo es la automatización de las plantillas de hojas por tableros didácticos y proporcionar una herramienta educativa que sea tanto funcional como atractiva para los niños.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En el diseño del tablero didáctico se ha utilizado únicamente metodología cualitativa, ya que se ha partido de la experiencia docente de los profesionales que desarrollan su labor en la Unidad Educativa Carlos Gargay, mediante entrevistas y reuniones de trabajo se levantaron requerimientos funcionales del mismo. Posterior al proceso de construcción se utilizará metodologías tanto cualitativas como cuantitativas, para medir el efecto de la utilización del mismo en los procesos de enseñanza, tales como entrevistas, resultados de pruebas diagnósticas, registros de calificación, tratando de determinar estadísticamente si han existido mejoras significativas en los procesos de aprendizaje.

En el desarrollo del módulo didáctico para el aprendizaje de niños con discapacidad mediante el uso de un teclado basado en microcontroladores, se propone 4 etapas principales que se listan a continuación:

- Circuito electrónico de control.
- Algoritmo de control.
- Ensamblaje y pruebas.
- Validación inicial

Figura 1: *Etapas del desarrollo del tablero didáctico*



Fuente: los autores

El detalle del desarrollo de cada etapa se puede encontrar a continuación:

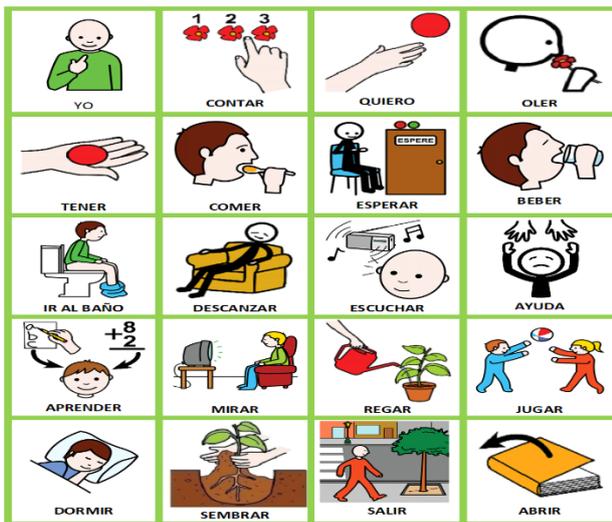
En el proceso de desarrollar un módulo prototipo para el aprendizaje de diversas temáticas, como actividades diarias, comidas, objetos, colores y otros

temas, se parte de la idea de automatizar el material didáctico con el que cuenta la institución.

En lugar de utilizar láminas de papel, se emplean módulos didácticos que han sido desarrollados mediante el uso de microcontroladores.

Este enfoque busca modernizar y mejorar la automatización del proceso educativo, proporcionando una experiencia interactiva y efectiva para los estudiantes mediante el uso de un teclado.

Figura 2: Material didáctico de la unidad educativa.

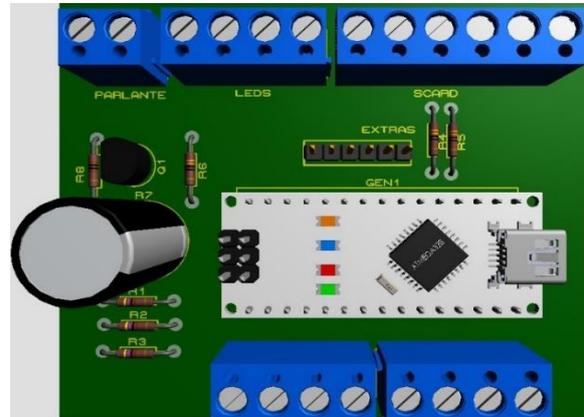


Fuente: Unidad Educativa Carlos Garbay

La implementación del prototipo se inicia con la etapa de diseño del circuito impreso, la cual es esencial para el desarrollo del proyecto. A continuación, se procede a la transferencia de este diseño a una placa de cobre mediante el proceso de estampado. Este paso es fundamental ya que permite obtener de la tarjeta impresa final que será empleada en la fase de pruebas y ensamblaje final.

Como siguiente paso en el desarrollo del proyecto, se realiza el modelado en tres dimensiones (3D) del circuito. Esta representación tridimensional permite visualizar la ubicación de los componentes y preestablecer el producto final para el proceso de ensamblaje que se llevará a cabo en una fase posterior. Este modelado es esencial para realizar pruebas y verificaciones necesarias antes de proceder con la construcción física del prototipo.

Figura 3: Diseño del circuito



Fuente: los autores

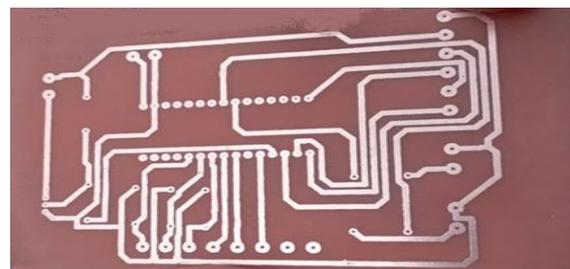
El diseño del circuito y su posterior transferencia a la placa de cobre son pasos cruciales en el camino hacia la implementación exitosa del prototipo. Estos procesos aseguran la fabricación de una tarjeta de circuito impreso funcional que servirá como componente esencial en la construcción final del dispositivo.

Figura 4: Placa sumergida en el corrosivo.



Fuente: los autores

Figura 5: Circuito impreso al salir del ácido.

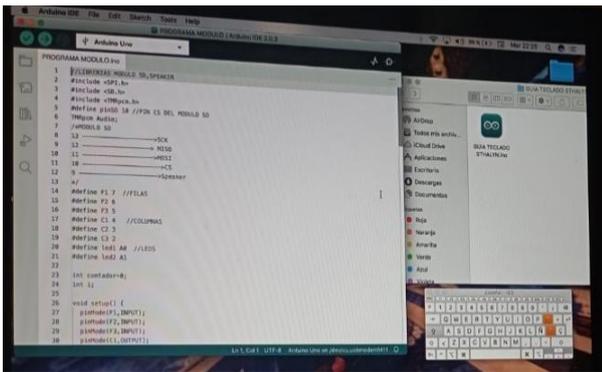


Fuente: los autores

Una vez que se ha obtenido el circuito impreso, el siguiente paso crítico consiste en llevar a cabo la programación de los microcontroladores. Esta fase es esencial, ya que permite la gestión y control de los diferentes módulos que serán necesarios en las etapas posteriores del ensamblaje. A través de la programación, se habilita la funcionalidad y la coordinación de estos componentes de manera eficaz.

La programación de los microcontroladores se posiciona como una etapa clave en la secuencia de desarrollo, brindando la capacidad de gobernar los diversos módulos que serán incorporados posteriormente. Esta programación es de gran importancia para asegurar que el prototipo opere de manera óptima y cumpla con los objetivos previamente establecidos.

Figura 6: Módulo de programación de microcontroladores

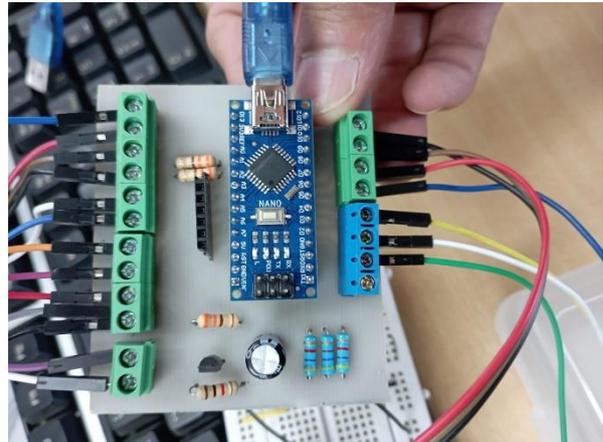


Fuente: los autores

La programación de los microcontroladores marca un hito significativo en el proyecto, y a partir de este punto, se procede con el ensamblaje de los distintos circuitos y elementos que conformarán el prototipo. Mediante este proceso se materializa la funcionalidad y la interacción de los componentes diseñados, dando vida al proyecto en su conjunto.

Como se puede evidenciar el ensamblado representa un paso primordial hacia la culminación del proyecto, ya que integra todos los elementos programados y físicos en una unidad funcional. Esta fase es crucial para garantizar que el prototipo operará de acuerdo a las especificaciones previamente definidas y cumplirá con los objetivos de diseño.

Figura 7: Ensamblaje de componentes electrónicos

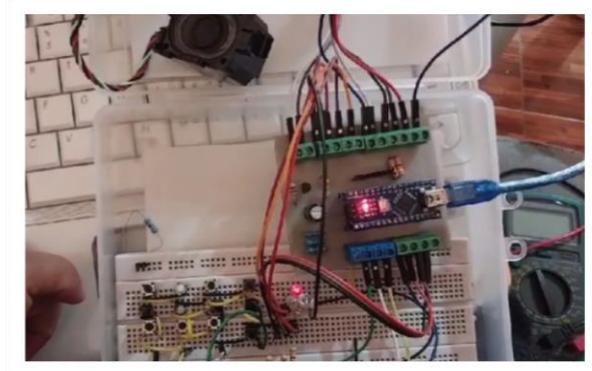


Fuente: los autores

Después de haber llevado a cabo la fase de ensamblaje, se da inicio a una serie de pruebas que son necesarias para alcanzar una configuración óptima del prototipo. Estas pruebas desempeñan un papel fundamental en el proceso, ya que tienen como objetivo garantizar que el proyecto funcione de manera eficiente y esté en línea con los estándares de funcionales establecidos. A través de estas pruebas, se verifica el funcionamiento de los componentes individuales, así como su integración en el conjunto, permitiendo ajustes y mejoras según sea necesario.

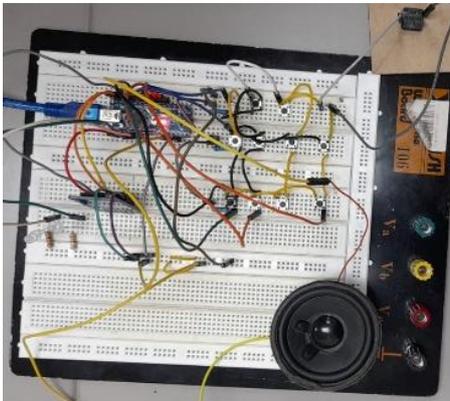
Por lo tanto, esta fase permite la integración de cambios o reajustes que resuelvan cualquier problema potencial para el perfeccionamiento del prototipo, asegurando que esté listo para cumplir con sus funciones previstas.

Figura 8: Inicio de la fase de pruebas



Fuente: los autores

Figura 9: Implementación ampliada



Fuente: los autores

Paralelamente al progreso en el desarrollo de su circuito de control, es necesario la implementación previa de los diversos componentes, para las pruebas de funcionalidad inicial, en este proceso se refleja la creación y configuración de la interfaz visual que permitirá la interacción y visualización del prototipo.

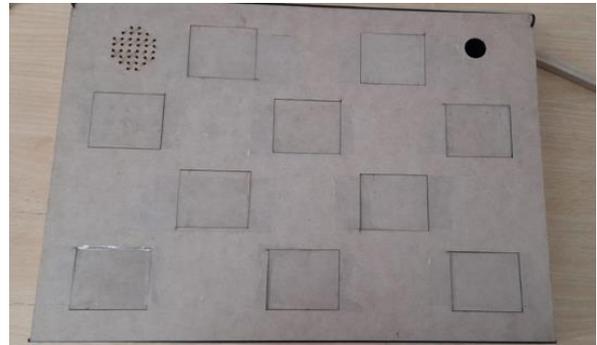
La atención dedicada al diseño y la implementación del componente de presentación es fundamental para asegurar que el proyecto funcione de manera integral y efectiva. Estas figuras proporcionan una visión clara de cómo se aborda este componente, destacando su importancia en el desarrollo global del prototipo.

Figura 10: Carcasa básica del



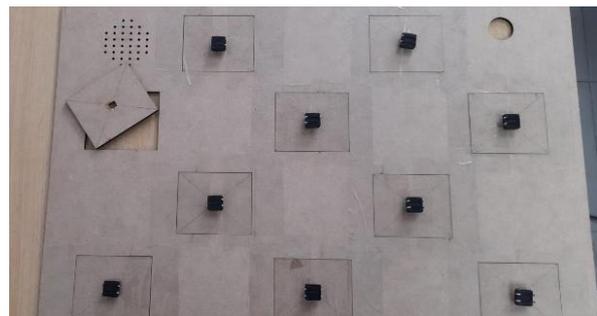
Fuente: los autores

Figura 11: Tapa superior del prototipo



Fuente: los autores

Figura 12: Cubierta superior con sus respectivos pulsadores



Fuente: los autores

Una vez culminadas todas las etapas de construcción requeridas, se presenta el prototipo funcional.

El prototipo ha pasado por una etapa inicial de validación donde el personal docente de la Unidad Educativa Carlos Garbay ha verificado las funcionalidades del tablero didáctico.

Este prototipo ahora se encuentra preparado para su adaptación mediante la incorporación de las plantillas de aprendizaje pertinentes. Esta fase de personalización permitirá ajustar el prototipo según las necesidades específicas de enseñanza y aprendizaje.

3. RESULTADOS

La presentación del prototipo ensamblado marca un hito importante en el proyecto, ya que señala la transición hacia la etapa de personalización y adaptación del dispositivo para su aplicación educativa.

Como resultados relevantes del primer proceso de validación se pueden anotar los siguientes:

- El prototipo responde a los requerimientos levantados en los procesos de entrevistas.
- Mediante la presión de un botón cambia entre las diferentes funcionalidades.
- Las funcionalidades actualmente disponibles son: actividades de aseo personal, aprendizaje y reconocimiento de colores, juego didáctico con canciones, con el control de volumen respectivo.

Figura 13: Prototipo básico ensamblado



Fuente: los autores

3. DISCUSIÓN

De acuerdo a la investigación realizada se han analizado trabajos orientados a atender necesidades de las personas con diferentes discapacidades como es el caso del "SEMLEB una Herramienta Para La Enseñanza De La Lecto-Escritura En Niños Con Discapacidad Visual" [7], el "Desarrollo de algoritmos de aprendizaje automático basados en plataformas open-hardware y open-software, aplicados a un módulo de educación básica inclusiva" [8], también el "Desarrollo de un módulo "off-line" que permita el funcionamiento de un dispositivo de aprendizaje del alfabeto braille" [9]. Por otro lado el "Diseño y desarrollo de un módulo para determinar la postura humana empleando técnicas de visión artificial y reconocimiento de patrones como herramienta de soporte en el

desarrollo de la motricidad gruesa de niños con discapacidad" [10]. Finalmente el "Desarrollo de un módulo lector braille electrónico para personas con discapacidad visual orientado a portabilidad y ergonomía" [11], entre otros, que en su conjunto se enfocan a la implementación de herramientas que ayudan a mejorar aspectos como lectura, escritura, motricidad fina, aportando así de forma significativa a procesos de enseñanza aprendizaje.

Es necesario discernir que las técnicas tradicionales han sido un eje fundamental para la aplicación de metodología al momento de generar aprendizaje significativo en niños con discapacidad, sin embargo, la inclusión de la tecnología apoya al proceso de alfabetización, motricidad y autonomía, tal como lo exponen en los trabajos [9], [11], [12].

En cuanto a módulos similares al que se desarrolla en el presente trabajo no se identifica la existencia dentro del entorno, por lo que serviría de base para otros investigadores que quieran emprender en enfoques similares que se encuentran descritos en las conclusiones.

4. CONCLUSIÓN

El trabajo se ha centrado en la automatización del material didáctico de la Unidad educativa especializada Carlos Garbay, buscando reemplazar las hojas de papel con módulos didácticos basados en microcontroladores, listo para personalizarse mediante la incorporación de las plantillas de aprendizaje necesaria, ofreciendo una experiencia interactiva y efectiva para estudiantes.

Se ha considerado la etapa de programación como el elemento más relevante del desarrollo donde se debió conjugar tanto el manejo de dispositivos de almacenamiento como lo es una memoria SD para los archivos de audio, dispositivos de salida de audio con etapa de amplificación y el manejo de teclas para la manipulación por los usuarios.

En la realización de los audios se debió considerar las recomendaciones de los profesores de la unidad educativa para que estén acordes a las necesidades de los niños con discapacidad intelectual.

El presente proyecto es el punto de partida para investigaciones futuras donde se pretende cuantificar el efecto que tendría la inclusión de material didáctico interactivo en procesos educativos en niños con discapacidad intelectual, en donde las

primeras valoraciones se harán con el teclado presentado.

El módulo con las funcionalidades descritas será entregado a los docentes de la Unidad Educativa especializada Carlos Garbay de la ciudad de Riobamba, donde el mismo será incluido dentro de los procesos de enseñanza a niños con discapacidad intelectual.

5. AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento y admiración por el excepcional trabajo que realizan día a día los docentes de la Escuela especializada Carlos Garbay en atención a niños y jóvenes con discapacidad en la ciudad de Riobamba, así también por la apertura para que los jóvenes de la institución aporten con un granito de arena.

También quiero felicitar a los jóvenes que bajo mi supervisión han realizado no solo un trabajo técnico, sino también por su dedicación al hacer del mundo un lugar más inclusivo y accesible para todos. Han demostrado que la tecnología puede ser una fuerza poderosa para el bien, y estoy seguro de que su proyecto inspirará a muchos otros jóvenes.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

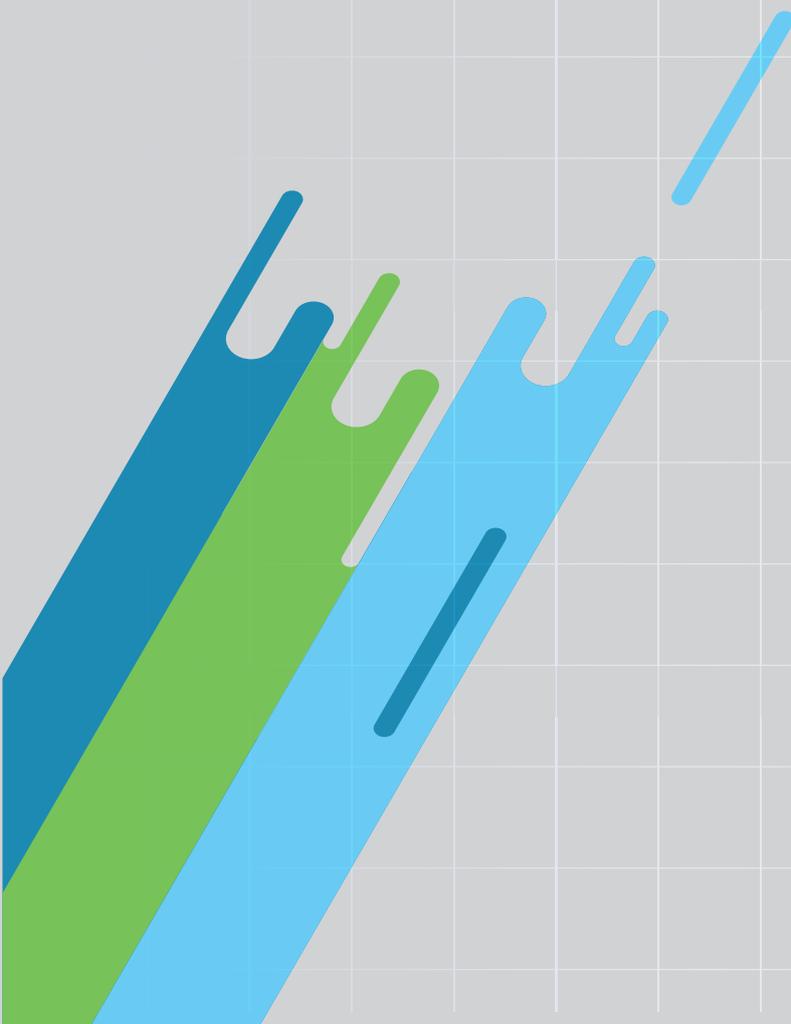
- [1] U. E. Gómez Prada, «Diseño de un software para favorecer el aprendizaje de estudiantes con necesidades especiales», 2010. <https://www.redalyc.org/pdf/4136/413635664008.pdf> (accedido 13 de septiembre de 2023).
- [2] A. Illescas y C. Geovanny, «Diseño y desarrollo de una caja multi-modular interactiva para el soporte de la terapia del lenguaje para niños con discapacidad y desórdenes de la comunicación».
- [3] C. Timbi-Sisalima, V. Robles-Bykbaev, E. Guiñansaca-Zhagüi, M. Capón-Albarracín, y G. Ochoa-Arévalo, «ADACOF: una aproximación educativa basada en TIC para el aprendizaje digital de la articulación del código fonético en niños con discapacidad», *Perfiles Educ.*, vol. 37, n.º 149, pp. 187-202, sep. 2015.
- [4] D. Zapata, J. Malasha, y M. Rodríguez, «EL ANIMAL KINGDOM COMO HERRAMIENTA PARA EL APRENDIZAJE DE NIÑOS CON DISCAPACIDAD INTELECTUAL», *Gente Clave*, vol. 7, n.º 2, Art. n.º 2, jul. 2023, Accedido: 13 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://revistas.ulatina.edu.pa/index.php/genteclave/article/view/287>.
- [5] M. D. Angamarca Castillo y G. M. Angamarca Naula, «Diseño y construcción de módulos de estimulación de sensopercepciones con una interfaz de control a partir de señales de frecuencia cardiaca y saturación de oxígeno», bachelorThesis, 2022. Accedido: 13 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21937>.
- [6] «El SEMLEB Una Herramienta Para La Enseñanza De La Lecto-Escritura En Niños Con Discapacidad Visua», 2008. Accedido: 13 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.iis.org/cds2008/cd2008csc/CISCI2008/PapersPdf/C673JL.pdf>
- [7] H. A. Galarza Vecilla, «Análisis, estudio y diseño de prototipo del módulo de evaluación/valoración de terapias proyecto FCI 011 – TEMONET en fase II de la Universidad de Guayaquil», Thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones, 2021. Accedido: 13 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/60710>
- [8] S. J. Sarmiento Sinche, «Desarrollo de algoritmos de aprendizaje automático basados en plataformas open-hardware y open-software, aplicados a un módulo de educación básica inclusiva.», bachelorThesis, 2019. Accedido: 13 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/24335>
- [9] L. A. N. Lagos, «DESARROLLO DE UN MÓDULO "OFF-LINE" QUE PERMITA EL FUNCIONAMIENTO DE UN DISPOSITIVO DE APRENDIZAJE DEL ALFABETO BRAILLE», 2021.
- [10] L. G. Aguilar Siguenza, «Diseño y desarrollo de un módulo para determinar la postura humana empleando técnicas de visión artificial y reconocimiento de patrones como herramienta de soporte en el desarrollo de la

motricidad gruesa de niños con discapacidad», masterThesis, 2020. Accedido: 13 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18689>.

- [11] P. A. Montalvo Aguilar, «Desarrollo de un módulo lector braille electrónico para personas con discapacidad visual orientado a portabilidad y ergonomía», bachelorThesis, 2021. Accedido: 13 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19987>
- [12] C. Hernández, L. F. Pedraza, y D. López, «Dispositivo tecnológico para la optimización del tiempo de aprendizaje del lenguaje Braille en personas invidentes», *Rev. Salud Pública*, vol. 13, n.º 5, pp. 865-873, oct. 2011, doi: 10.1590/S0124-00642011000500015.



**CONSECUENCIAS DE LAS REFORMAS
TRIBUTARIAS DEL IMPUESTO
A LA RENTA EN EL CRECIMIENTO
ECONÓMICO DEL ECUADOR
EN EL PERÍODO 2010 - 2020**



CONSECUENCIAS DE LAS REFORMAS TRIBUTARIAS DEL IMPUESTO A LA RENTA EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO DEL ECUADOR EN EL PERÍODO 2010 - 2020

CONSEQUENCES OF THE TAX REFORM ON THE ECONOMIC GROWTH OF ECUADOR

Karina Estefanía Valle Toaquiza¹
Marcela Dolores Carrillo Baldeón²
Ximena Alexandra Vaca Reinoso³
Emma Patricia Paguay Guacho⁴

¹Instituto Superior Tecnológico Carlos Cisneros, Ecuador, karina.valle@istcarloscisneros.edu.ec

²Instituto Superior Tecnológico Carlos Cisneros, Ecuador, marcela.carrillo@istcarloscisneros.edu.ec

³Instituto Superior Tecnológico Carlos Cisneros, Ecuador, ximena.vaca@istcarloscisneros.edu.ec

⁴Instituto Superior Tecnológico Carlos Cisneros, Ecuador, emma.paguay@istcarloscisneros.edu.ec

RESUMEN

Las reformas tributarias consisten en los cambios de la estructura de uno o varios impuestos o del sistema tributario en función de la situación nacional que se esté viviendo, las mismas que no han podido ser previstas dentro del presupuesto público. Son importantes porque permiten fortalecer y ampliar los ingresos tributarios también consiguen más recursos para adelantar programas sociales u obras y determinar un mayor control de la evasión tributaria. El objetivo de esta investigación es evidenciar si las consecuencias de las reformas tributarias son positivas o negativas con respecto a los resultados obtenidos del producto interno bruto PIB en un análisis en retrospectiva de las distintas reformas e indicadores. Se analizaron los indicadores desde el 2010 hasta el 2020, evidenciándose una relación directamente proporcional entre el índice de recaudación de impuestos y el producto interno bruto que determina el crecimiento económico de un país medido desde la producción de bienes y productos. Se realizó un estudio con enfoque cuantitativo, descriptivo en donde se evidencia que en efecto las reformas tributarias contribuyen al crecimiento económico, evidenciándose un crecimiento del PIB de 2010 a 2020 del 70%, mientras que las recaudaciones en el mismo lapso de tiempo, del 55%.

Palabras Clave: Reforma tributaria, recaudación, impuesto a la renta, crecimiento económico.

ABSTRACT

Tax reforms consist of changes in the structure of one or more taxes or the tax system depending on the current national situation, which could not be foreseen within the public budget. They are important because they allow us to strengthen and expand tax revenues, they also obtain more resources to advance social programs or works and determine greater control of tax evasion. The objective of this research is to demonstrate whether the consequences of the tax reforms are positive or negative with respect to the results obtained from the GDP in a retrospective analysis of the different reforms and indicators. The indicators were analyzed from 2010 to 2020, showing a directly proportional relationship between the tax collection rate and the gross domestic product that determines the economic growth of a country measured from the production of goods and products. A study was carried out with a quantitative, descriptive approach where it is evident that tax reforms indeed contribute to economic growth, showing GDP growth from 2010 to 2020 of 70%, while collections in the same period of time, 55%. %.

Keywords: *Tax reform, collection, income tax, economic growth*

Recibido: 18/09/2023
Received: 18/09/2023

Aceptado: 27/10/2023
Accepted: 27/10/2023

:

1. INTRODUCCIÓN

El sistema tributario nace de la necesidad de fondos para mantener las actividades regulares y el buen funcionamiento de la sociedad organizada. En las antiguas civilizaciones los tributos podían ser trabajo físico, alimentos, animales, entre otros, su fin era mantener a las clases dominantes que ejercían el poder en las ciudades y mantenían el buen funcionamiento de las mismas, el suministro de agua, iluminación y el ejercicio del poder por ser propietarios de grandes extensiones de tierra (Alvear, Elizalde, & Salazar, 2018). El sistema tributario fue evolucionando a medida que las necesidades de las sociedades cambiaron, con la implementación de sistemas democráticos la finalidad del sistema tributario se dividió entre mantener las funciones del Estado en lo referente a los servicios básicos, que de alguna forma son remunerados al Estado y, el desarrollo social y económico del territorio, el sistema tributario actual consiste en gravámenes que se crean para recaudar ingresos con motivo de financiar el funcionamiento del Estado, la prestación de bienes y servicios de primera necesidad, el gasto público en general, que repercuten positivamente en la sociedad; conforme esto, se ejerce de forma efectiva el poder tributario (Garzón, Ahmed, & Peñaherrera, 2018).

Por su parte, Ecuador ha practicado la tributación desde la época de la colonia, la cual fue cambiando de acuerdo a los gobiernos y a los intereses de las personas influyentes de los períodos. Durante el auge petrolero se incrementó la recaudación y el gasto público hasta los 80, la siguiente década fue de inestabilidad permanente y reformas fiscales, hasta que retornó la estabilidad con la dolarización a partir del año 2000 (Garzón, Ahmed, & Peñaherrera, 2018). La creación de la Dirección General de Rentas y el Servicio de Rentas Internas es en 1997 son las instituciones desde las cuales se ejerce la política fiscal actualmente (Granda & Burgos, 2017) y a partir de las cuales se han hecho modificaciones de acuerdo a los objetivos de los gobiernos en curso y a la nación. A partir de este período Ecuador ha atravesado el cambio de la matriz productiva de la mano de reformas tributarias, nuevos impuestos e incentivos (Segura & Segura, 2017); lo que influye directamente en el desarrollo económico del país.

Las reformas tributarias responden siempre a la situación que se esté viviendo que han estado fuera de previsiones dentro del presupuesto público, por ejemplo las emergentes por el terremoto en la costa en 2016 o las que emanan de la legislación

humanitario por contexto COVID, en general las que buscan incentivar una actividad de interés para la reactivación económica del país, las reformas tienen su base legal en las leyes, reglamentos, normativas y tienen como fin mejorar el proceso de redistribución de la riqueza y la revalorización del sistema tributario del país (Macías, Villamar, & Álava, 2019).

Según Mogrovejo, Campoverde & Palacios (2023) manifiestan que los cambios dados por la reforma tributaria y la recuperación económica provocaron un incremento en la recaudación impulsada en gran medida por el IR con un crecimiento del 36% durante el primer semestre del 2022 que coinciden con el criterio de Estupiñán y Burgos (2023) Dentro de las reformas con referencia al impuesto a la renta se encuentra la reducción de impuesto para ciertas provincias del país, con actividad relacionada a fines pecuarios (ganaderos) y actividades agroindustriales, la reducción es del 10%, en esta nueva reforma también se elimina el anticipo del impuesto a la renta ya que esta será voluntaria, además existen reformas para sectores priorizados. La presente investigación se enfocará en el ejercicio de la política fiscal en Ecuador los cambios que ha sufrido a través de reformas, por lo que se hace necesario identificar cuáles han sido las consecuencias de la implementación de estas reformas en el crecimiento económico del país, utilizando para ello el análisis del PIB de los últimos 10 años. Adicionalmente se estudiará si las reformas que se han implementado han tenido efecto positivo o no en el crecimiento económico del país, a través de un análisis estadístico de los datos del PIB y del impuesto a la renta recaudado en el período 2010-2020.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente artículo tiene un enfoque cuantitativo que de acuerdo a (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014) es “el estudio que permite examinar los datos de manera numérica, especialmente en el campo de la estadística” (p.8) por cuanto se analizan las métricas del PIB y del IR en los últimos 10 años, por lo tanto, también se desarrolló bajo el método deductivo, el cual es la construcción de conclusiones a partir de una premisa base que se asume como verdadera” (Arias, 2012) considerando como premisa base, los resultados del PIB y del IR, debido a que el análisis se centra en generalizar los efectos en el crecimiento económico en positivos o

negativos. Se utilizarán los datos publicados por el Banco Central y el Servicio de Rentas Internas con respecto a las variables en estudio y los resultados se expresan en millones de dólares americanos. Para el análisis de la incidencia del PIB en el crecimiento económico se utilizaron los procedimientos de recaudación tributaria y crecimiento económico aplicadas en un análisis de regresión entre el PIB y el IR como variable dependiente.

3. RESULTADOS

Se evidencia un PIB ascendente a través de los años, asimismo, se evidencia una variación positiva año a año), exceptuando el año 2016 y el 2020, en donde se aplicaron reformas tributarias concretamente relacionadas con el terremoto en la región costa y la pandemia en 2020, durante al año de pandemia la economía del Ecuador experimento un impacto negativo considerable por la suspensión de muchas actividades productivas, lo que se evidencio en la reducción de la producción nacional, mermando el crecimiento por problemas de causa mayo

4. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

En lo referente al impuesto a la renta este ha sufrido variaciones en el periodo 2010 al 2016 modificando la recaudación tributaria reflejando un máximo incremento del 28% al 2011 , y una reducción del 18,4% al 2016 ocasionado por la recesión debido a la caída del precio del petróleo y el terremoto que azotó al Ecuador, también en el año 2020 se produjo un disminución del 7,61% debido a la pandemia del COVID 19

5. CONCLUSIÓN

El PIB es el resultado de la producción nacional y ésta a su vez se traduce en los ingresos generados como resultado de la actividad productiva del país, un mayor ingreso se traduce en una mayor base imposible es decir una mayor recaudación tributaria que se obtiene a través de incentivos y control tributario dando como resultado el crecimiento y bienestar del país.

Del análisis realizado a la variable independiente (PIB) y la variable dependiente (impuesto a la renta)

mostraron que en el periodo 2010-2020 el PIB tendría un crecimiento promedio anual de 6% y el impuesto a la renta del 7,4%

En la presente investigación a través del análisis de datos se observa que las reformas tributarias son un instrumento fundamental que influye de manera directa en la economía de un determinado territorio, el objeto de estudio Ecuador.

Se concluye que las reformas implementadas por los organismos correspondientes han incidido de manera positiva en la recaudación de tributos por ende en el crecimiento económico, cuando existen casos fortuitos que no se pueden controlar a través de las reformas económicas el Estado puede afrontar las consecuencias de dichos episodios, fortaleciendo la economía a nivel de país, cubriendo las necesidades más básicas de la población.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Alvear, P., Elizalde, L. y Salazar, M. Evolución del Sistema Tributario Ecuatoriano y su influencia en el presupuesto general del Estado. Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, En línea. (2018).
- [2] Garzón, M., Ahmed, A. y Peñaherrera, J. El sistema tributario y su impacto en la Economía Popular y Solidaria en el Ecuador. Uniandes Episteme: Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación. 1-16. (2018).
- [3] Granda, R. y Burgos, J. Las reformas tributarias en el Ecuador: IVA. Machala - Ecuador: UTMACH (2017)
- [4] Segura, S. y Segura, E. Las recaudaciones tributarias y el crecimiento económico. Un análisis a través del PIB de Ecuador. Revista Empresarial, 34-40. (2017).
- [5] Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. Metodología de la Investigación. Mexico: Mc Graw Hill. (2014).
- [6] Arias, F. (2012). El método de investigación. Caracas: Episteme.

ANEXO:

Tabla 1: Reformas Tributarias de los últimos 10 años.

Año	Reforma
2010	La reducción progresiva de la tarifa del Impuesto a la Renta Sociedades del 25% al 22%.
2014	Reforma para el impuesto a la renta único para la actividad bananera.
2016	Exoneraciones y rebajas especiales para personas de la tercera edad y con discapacidad/ Tributo del 3% de las utilidades de las sociedades como incentivo y exenciones en las zonas afectadas/Devolución del anticipo cuando la actividad económica se haya visto afectada y el anticipo supere el impuesto causado.
2017	Incremento del 22% al 25% del IR para sociedades, exceptuando micro y pequeñas, también exportadoras. / Reducción de 10 puntos porcentuales en el IR para empresas que reinviertan sus utilidades en activos productivos en el país.
2018	Exoneraciones en el IR de 8 a 10 años y nuevas inversiones productivas en sectores priorizados/ la remisión del 100% de los intereses, multas y cargos correspondientes a obligaciones fiscales y tributarias para determinados contribuyentes del SRI/ Exoneración del ISD para pagos realizados en el exterior por importaciones de bienes de capital y materias primas / Exoneración del 50% del pago del IR de las utilidades por concepto de reinversión en la adquisición de nuevos activos productivos.
2019	Eliminación del anticipo del IR y su voluntariedad equivale al 50% del impuesto cargado en el año anterior, establecimiento del anticipo como crédito tributario para el pago del IR/ Establecimiento del IVA pagado en adquisiciones locales o importaciones de bienes podrá ser usado como crédito tributario hasta en 5 años/ Las personas naturales con ingresos netos mayores a cien mil no podrá deducir gastos personales/ nuevas condiciones para el pago de IR, IVA e ICE para microempresas/ Condición única y temporal para sociedades que hayan gravado ingresos iguales o superiores a un millón en el ejercicio 2018.
2020	De acuerdo a la Ley humanitaria, las entidades financieras otorgarán créditos comercial ordinario, productivo o

microcrédito superior a 25 mil a pagar en 48 meses, de donde podrán reducir el IR en 50% del valor de intereses recibidos por esos préstamos/ Voluntariedad de anticipo al IR por sujetos pasivos, se reconocerá a favor los intereses correspondientes/ Los gastos por concepto de turismo interno, se considerarán gastos personas deducibles para personas naturales para efectos de la declaración del IR en 2020 y 2021/ Cobro del cobro anticipado del IR para sociedades.

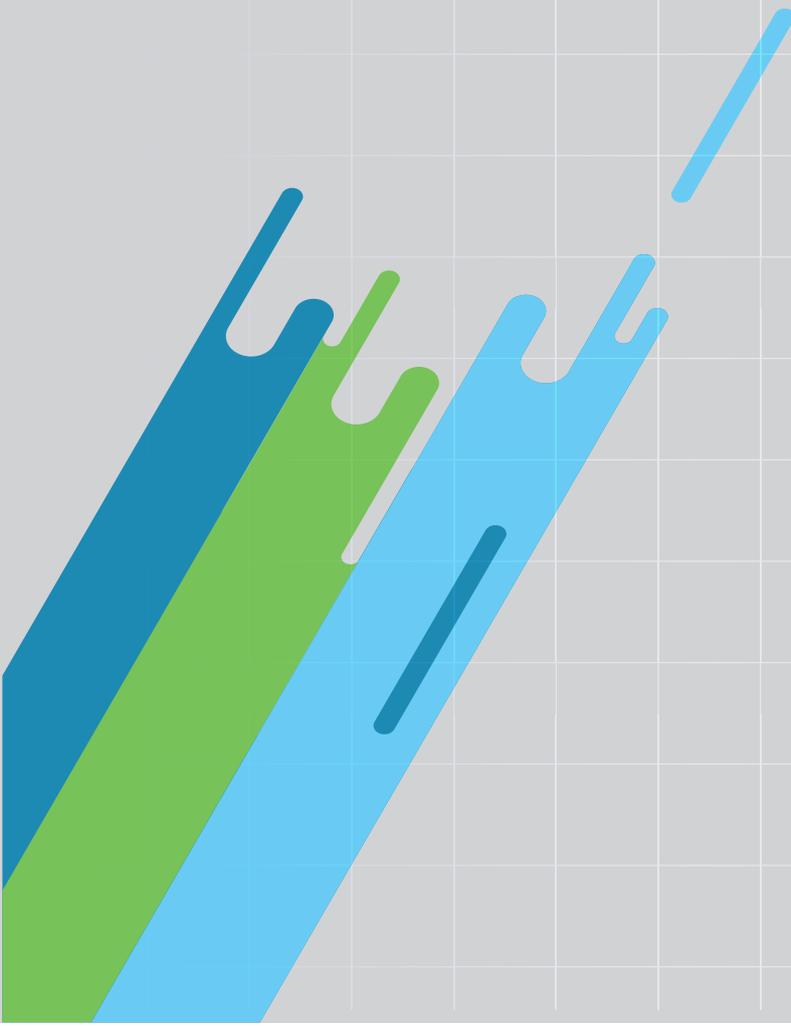
Fuente: Tomado de las estadísticas generales de recaudaciones SRI y Boletín estadístico mensual del Banco Central del Ecuador 2020.

Tabla 2. Histórico de resultados PIBe IR

Año	PIB	Variación anual	IR	Variación anual
2010	69,555	-	2,428	-
2011	79,277	13,98	3,112	28,2
2012	87,623	10,53	3,391	9
2013	94,473	7,82	3,933	16
2014	100,543	6,43	4,273	8,6
2015	101,094	0,55	4,833	13,1
2016	96,217	-4,82	3,946	-18,4
2017	104,296	8,4	4,177	5,9
2018	107,562	3,13	4,368	4,6
2019	107,436	-0,12	4,769	9,2
2020	99,271	-7,6	4,406	-7,6

Fuente: Tomado de las estadísticas generales de recaudaciones SRI y Boletín estadístico mensual del Banco Central del Ecuador 2020

**ANÁLISIS DEL TIEMPO DE RESPUESTA Y
CONSUMO DE DATOS DE LA RED MÓVIL,
PARA EL ROUTER CLOUD
INDUSTRIAL DELTA DX-3001H9-V**



ANÁLISIS DEL TIEMPO DE RESPUESTA Y CONSUMO DE DATOS DE LA RED MÓVIL, PARA EL ROUTER CLOUD INDUSTRIAL DELTA DX-3001H9-V

ANALYSIS OF RESPONSE TIME AND DATA CONSUMPTION OF THE MOBILE NETWORK, FOR DELTA DX-3001H9-V INDUSTRIAL CLOUD ROUTER

Dennys Santiago Tucunango Oviedo¹,
Luis Fernando López Ayala²,
Cristian David Márquez Zurita³

¹Instituto Superior Tecnológico Carlos Cisneros, Ecuador, dennys.tucunango@istcarloscisneros.edu.ec

²Instituto Superior Tecnológico Carlos Cisneros, Ecuador, fernando.lopez@istcarloscisneros.edu.ec

³Instituto Superior Tecnológico Carlos Cisneros, Ecuador, cristian.marquez@istcarloscisneros.edu.ec

RESUMEN

La aplicación del teleservicio o soporte remoto dentro del proceso de diagnóstico y mantenimiento de equipos y maquinarias es parte del avance en relación a industria 4.0, de modo que un técnico de servicio puede a través del internet y equipos M2M ejecutar un diagnóstico y en el mejor de los casos solventar las dificultades presentadas, evitando así los gastos de traslados. Este documento presenta un análisis tanto del tiempo de respuesta del envío y recepción de datos, así como del consumo de datos de la red móvil que provee acceso a internet al Router Industrial de la marca Delta, al momento de establecer conexión y transferir información a un controlador Lógico Programable Siemens S7-1200, para determinar consumos y la rapidez con la que se podría brindar soporte remoto a este tipo de dispositivos. Los resultados obtenidos resaltan que en cuanto a al tiempo de respuesta, al manejar una red 3G, los tiempos se van extendiendo en función del tamaño del programa que se desea transferir o recibir del PLC, ya que incide el lugar de ubicación del router y la cobertura de la operadora que provee el servicio, por lo que se puede pensar en routers con conectividad 4G o 5G, si es demandante transferir datos en tiempos reducidos. En cuanto al consumo de datos se puede determinar que es relativamente bajo en función de la cantidad de datos que puede proveer una operadora para la navegación, y además que el servicio remoto no es una actividad constante, por lo que no se incurriría en gastos mayores al del traslado de una persona al sitio.

Palabras clave: Teleservicio, Router, Industrial, 3G, VPN, M2M, latencia.

ABSTRACT

The application of teleservice or remote support within the process of diagnosis and maintenance of equipment and machinery is part of the advance in relation to industry 4.0, so that a service technician can, through the internet and M2M equipment, execute a diagnosis and in the best of cases solve the difficulties presented, thus avoiding travel expenses. This document presents an analysis of both the response time of sending and receiving data, as well as the data consumption of the mobile network that provides Internet access to the Delta brand Industrial Router, when establishing a connection and transferring information to a Siemens S7-1200 Programmable Logic Controller, to determine consumption and the speed with which remote support could be provided to this type of devices. The results obtained says that in terms of connection speed when managing a 3G network, these times are extended depending on the size of the program that is to be transferred or received from the PLC and the latency of the network, since the location of router affects it and the coverage of the operator that provides the service, so you can think about routers with 4G or 5G connectivity, if it is demanding to transfer data in reduced times. Regarding data consumption, it can be determined that it is relatively low based on the amount of data that an operator can provide for navigation, in addition, the remote service is not a constant activity, so the costs are not greater than the transfer of a person to the site.

Keywords: Teleservice, Router, Industrial, 3G, VPN, M2M, latency

Recibido: 18/09/2023

Aceptado: 27/10/2023

Received: 18/09/2023

Accepted: 27/10/2023

:



1. INTRODUCCIÓN

La aplicación del teleservicio o soporte remoto dentro del proceso de diagnóstico y mantenimiento de equipos y maquinarias a nivel industrial es parte del avance en relación a industria 4.0 [1], debido a que un técnico de servicio puede a través del internet y equipos M2M (Machine to Machine) ejecutar un diagnóstico de manera independiente y en la mayoría de casos solventar las dificultades presentadas, evitando así los gastos que se originan por el traslado y logística [2].

A nivel industrial este soporte está muy relacionado a los sistemas de automatización que integran las máquinas, donde se tienen controladores programables, interfaces gráficas, ordenadores industriales entre otros equipos, a los cuales se requiere tener acceso. La mayoría de estos dispositivos mantienen un protocolo de comunicación basado en TCP IP (Protocolo de Control de Transmisión/ Protocolo de Internet), por lo que el uso de routers industriales que incluyan funciones de Red Virtual Privada (VPN), así como acceso a internet a través de la Red Móvil, es una de las opciones para el enlace de manera remota [3].

Es así que el router industrial es un dispositivo de red especializado, diseñado para su uso en entornos industriales y entornos hostiles, a diferencia de los enrutadores de consumo, que normalmente se utilizan en hogares y oficinas, además estos dispositivos admiten protocolos industriales como Modbus o Profinet, para interactuar con máquinas y sistemas de control industrial [4].

Para la conectividad admiten la red móvil 3G, 4G o incluso 5G, además de las conexiones Ethernet por cable tradicionales. Este respaldo celular garantiza la resiliencia y flexibilidad de la red en instalaciones remotas o temporales permitiendo también una gestión remota del equipo, lo que permite a los administradores configurar y monitorear el dispositivo desde una ubicación central [5].

El router utilizado para esta aplicación es del fabricante Delta Electronics, el cual permite conexión a internet en 3G con una tasa de transmisión de datos de descarga de 21.6 Mbps y de subida de 5.76 Mbps, lo suficiente para las operaciones de conexión de manera remota para el tráfico de datos con un Controlador Lógico Programable (PLC) [6].

Por tanto, el objeto de estudio es analizar el tiempo de respuesta y consumo de datos móviles que se tendría al momento de requerir acceso a un PLC del fabricante Siemens, modelo S7-1200, conectado por su puerto ethernet de velocidad de transferencia, máxima de 100 Mbit/s [7], al puerto LAN del router, y por otro lado un ordenador con acceso a internet, que disponga del software TIA Portal.

Esta conexión será posible gracias a la funcionalidad de creación de un túnel seguro a través de una (VPN), que le permite crear una conexión segura y cifrada a otra red a través de Internet, asegurando la privacidad y seguridad en línea [8].

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el presente trabajo se hace uso de los siguientes componentes hardware y software, vistos en la tabla 1.

Tabla 1: Componentes hardware y software utilizados

Hardware / Software	Características
Router Industrial Delta DX-3001H9-V	Soporta protocolo VPN Conectividad 3G. UMTS/HSPA+ Redundancia doble chip. Antena 2.5dBi omni direccional
PLC S7-1200 CPU 1215C	Alimentación 24VDC. Memoria integrada de 125Kbyte Memoria de carga de 25Mbyte Área de datos remanentes 14Kbyte. Protocolo Profinet Interfaz física RJ45
Cable Profinet	Blindado con 4 núcleos Conductor AWG22 0,64 mm

Adicional a los elementos antes detallados se hace necesario los equipos y programas enlistados.

- Tarjeta SIM operadora Claro Ecuador
- Ordenador Portátil
- Software TIA Portal V17
- Software DIA Cloud

El esquema de conexión de los componentes se presenta en la figura 1.

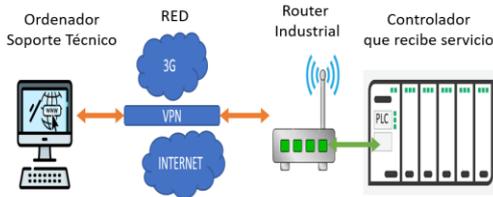


Figura 1: Esquema de conexión a través de router industrial.

La latencia de la red móvil 3G de claro al momento de las pruebas es de 44ms, mientras que la velocidad de navegación es de 4,98Mbps de bajada y 3,42Mbps de subida, así como se puede ver en la figura 2.



Figura 2: Test de velocidad red móvil 3G Claro

El presente trabajo se desarrolla a través de una investigación experimental, de modo que se establecen relaciones causa y efecto, manipulando una variable independiente en este caso el tamaño del programa desarrollado para el PLC y se observa su efecto en las variables dependientes, en este caso el consumo de datos y el tiempo de respuesta en un entorno controlado.

La primera fase se basó en la recolección de datos a través de la observación directa con la ayuda del software de monitoreo del router donde se puede determinar las tasas de transmisión de datos al momento de transferir un programa desde el ordenador al PLC, en donde se toma nota de los diferentes datos a medida que se incrementa el tamaño del programa a ser enviado.

En una segunda fase se realiza el proceso de descarga del programa desde el PLC al ordenador, de la misma manera monitoreando desde el software de diagnóstico del router las tasas de transmisión de datos para analizar cantidad de datos utilizados y tiempos de respuesta a medida que el tamaño del programa alojado en el PLC incrementa.

En una tercera etapa se establece una conexión en línea al PLC y se analiza la cantidad de datos recibidos y enviados en un determinado intervalo de tiempo para obtener el consumo.

Finalmente se analizan los datos obtenidos en un cuadro comparativo y se discuten estos resultados.

3. RESULTADOS

Dentro de la primera etapa del proceso se procedió a la creación del túnel seguro, momento en el cual se crea el puerto virtual de DiaCom, el cual tiene un tráfico de datos inicial de 0 bytes para el envío y recepción, así como se observa en la figura 3.

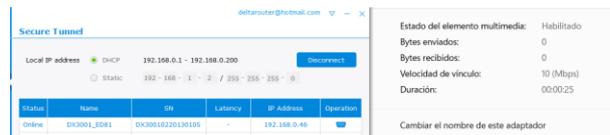


Figura 3: Conexión de túnel seguro y registro de bytes iniciales.

Se procedió a realizar el envío de un primer programa cuyo tamaño es de 5820 Bytes, más los datos de configuración que tiene un valor de 43 Bytes, como se observa en la figura 4.

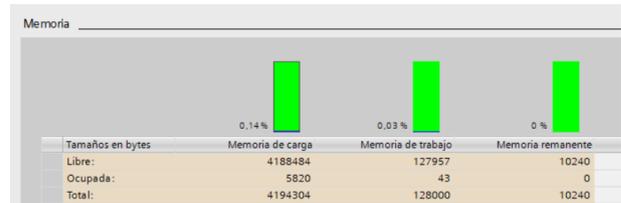


Figura 4: Utilización memoria del PLC.

Se puede observar cómo se tiene un registro de envío de datos desde el router de 11515 Bytes, mientras que de recepción del router se tiene 12874 Bytes, en tanto que el tiempo que tardo este proceso es de 2 minutos con 10 segundos, así como se puede observar en la figura 5.

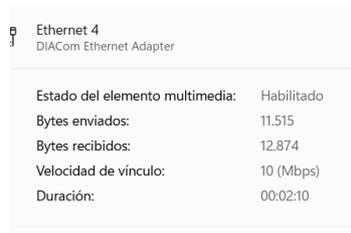


Figura 5: Tráfico de Datos envió programa PC-Router-PLC.

Se realizó este proceso incrementando proporcionalmente el tamaño del programa para

analizar los datos obtenidos, y estos se muestran en la tabla 2.

Tabla 2: Datos obtenidos en la descarga de programa PC-Router-PLC

Tamaño Programa [Byte]	Datos enviados [Byte]	Datos recibidos [Byte]	Tiempo Respuesta [min:seg]
5863	11515	12874	2:10
11525	39340	35843	3:15
24201	70903	59814	5:23
47980	108763	82960	6:38
95200	149619	105189	7:25

Como se puede observar para la operación de transferencia del programa al PLC, se tiene un consumo de datos en unidades de Megabytes relativamente pequeños, que van en el orden de 0.01MB hasta 0.15MB para el envío y 0.01MB hasta 0.10MB para la recepción de programas de 5KB hasta 95KB, que implica ocupar un 2% de la memoria total del PLC.

En la segunda etapa se realizó el proceso de extracción del programa del PLC al ordenador, donde se han establecido los mismos tamaños de programa para el PLC, y se obtienen los datos presentados en la tabla 3.

Tabla 3: Datos obtenidos en la descarga de programa PLC-Router-PC

Tamaño Programa [Byte]	Datos enviados [Byte]	Datos recibidos [Byte]	Tiempo Respuesta [min:seg]
5863	38130	93236	3:23
11525	60124	118540	4:05
24201	85568	143213	6:53
47980	106634	168410	7:48
95200	127985	195002	8:34

Para el proceso de descarga de un programa alojado en el PLC, utilizando como pasarela el router hacia el ordenador, se obtuvo un consumo de datos en unidades de Megabytes de igual manera relativamente pequeños, que van en el orden de 0.03MB hasta 0.12MB para el envío y 0.09MB hasta 0.19MB en la recepción, mientras que el tiempo incrementa de manera proporcional al tamaño del programa.

Para el tercer análisis se realizó una conexión en línea al PLC para navegar durante un intervalo de

tiempo, para un mismo programa de tamaño fijo, y los datos obtenidos se muestra en la tabla 4.

Tabla 4: Datos utilizados en conexión en línea entre PC-Router-PLC

Tamaño Programa [Byte]	Tiempo Online [min]	Datos enviados [Byte]	Datos recibidos [Byte]
5863	1	18260	24345
5863	2	23665	40388
5863	3	29138	56604
5863	4	34510	72354
5863	5	40030	88536

Para esta conexión denominada online, donde se monitorea el estado del PLC a través de un ordenador utilizando como pasarela el router, el consumo de datos es proporcional en función del tiempo que se mantenga la conexión online. Se puede ver como el consumo de datos para el envío va en el orden de 0.01MB para el primer minuto hasta 0.04MB a los 5 minutos de conexión, mientras que en la recepción va desde 0.02MB para el primer minuto hasta 0.08MB a los 5 minutos de permanecer conectado.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para el primer caso de transferencia de un programa desde el PC al PLC mediante el router, el consumo de datos de envío es mayor al de recepción y no necesariamente el consumo de datos móviles es el mismo que el del tamaño del programa preparado para el PLC [11], de modo que este se compone además de datos que se envían a la memoria remanente, y a la memoria de trabajo del PLC. Esto se puede observar en la figura 6.

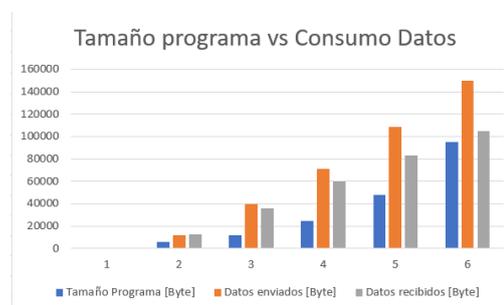


Figura 6: Representación gráfica Tamaño programa vs Consumo Datos, transferencia programa PC-PLC

Por otro lado, el tiempo que conlleva el proceso de envío de un programa, va incrementando en función del tamaño del programa a transferir, sin embargo no es un incremento lineal, de modo que esto depende de la velocidad de la conexión de internet 10, y la latencia, esto se puede ver en la figura 7.

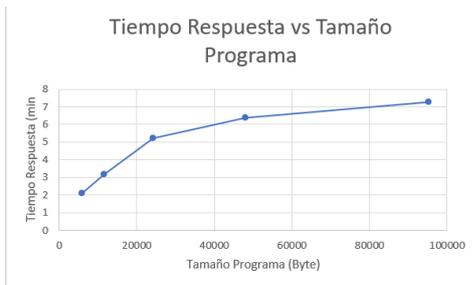


Figura 7: Representación gráfica del Tiempo Respuesta vs Tamaño Programa, transferencia programa PC-PLC.

Para el caso de la transferencia del programa del PLC al PC, los datos de recepción serán mayores a los de envío y no son del mismo tamaño al del programa del PLC, considerar que se transfieren datos adicionales de la memoria remanente y de trabajo del PLC al PC, esto se observa en la figura 8.

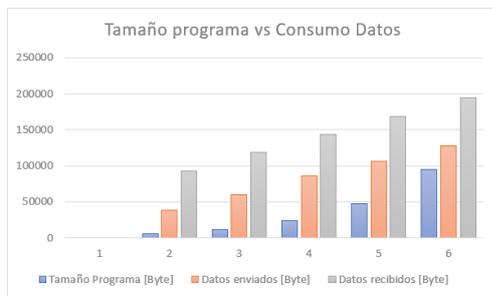


Figura 8: Representación gráfica del Tamaño programa vs Consumo Datos, transferencia programa PLC-PC

En cuanto al tiempo de respuesta, presenta un comportamiento similar, donde no se considera una linealidad, por la velocidad de navegación que mantenga el router y la latencia [9], esto se puede observar en la figura 9.



Figura 9: Representación gráfica del Tiempo Respuesta vs Tamaño Programa, transferencia programa PLC-PC.

Finalmente, en la tercera etapa de pruebas se puede observar como para un monitoreo online del PLC, cuando este contiene un programa de tamaño fijo, el consumo de datos por cada minuto transcurrido incrementa de manera constante, de modo que se mantiene la misma cantidad de datos de recepción y envío a lo largo del tiempo, por lo que se tiene un consumo lineal, esto se observa en la figura 10.

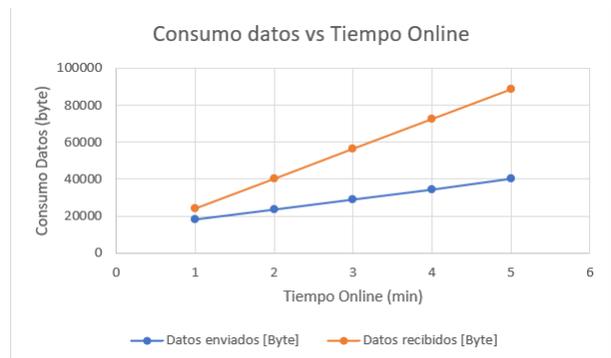


Figura 10: Representación gráfica Consumo datos vs Tiempo Online, conexión en línea PC-PLC.

5. CONCLUSIÓN

Bajo las pruebas y análisis desarrollados se puede considerar que la conexión para soporte remoto a un PLC, a través de un router con conectividad a internet con red 3G, es una opción aceptable de modo que el consumo de datos que se podrían tener es relativamente bajo, y en la actualidad las operadoras ofrecen planes de datos con un número considerable de Megabytes, que van desde los 100MB o 200MB, hasta el orden de Gigabytes.

Mientras que los tiempos de respuesta a pesar que incrementan en función del tamaño de los

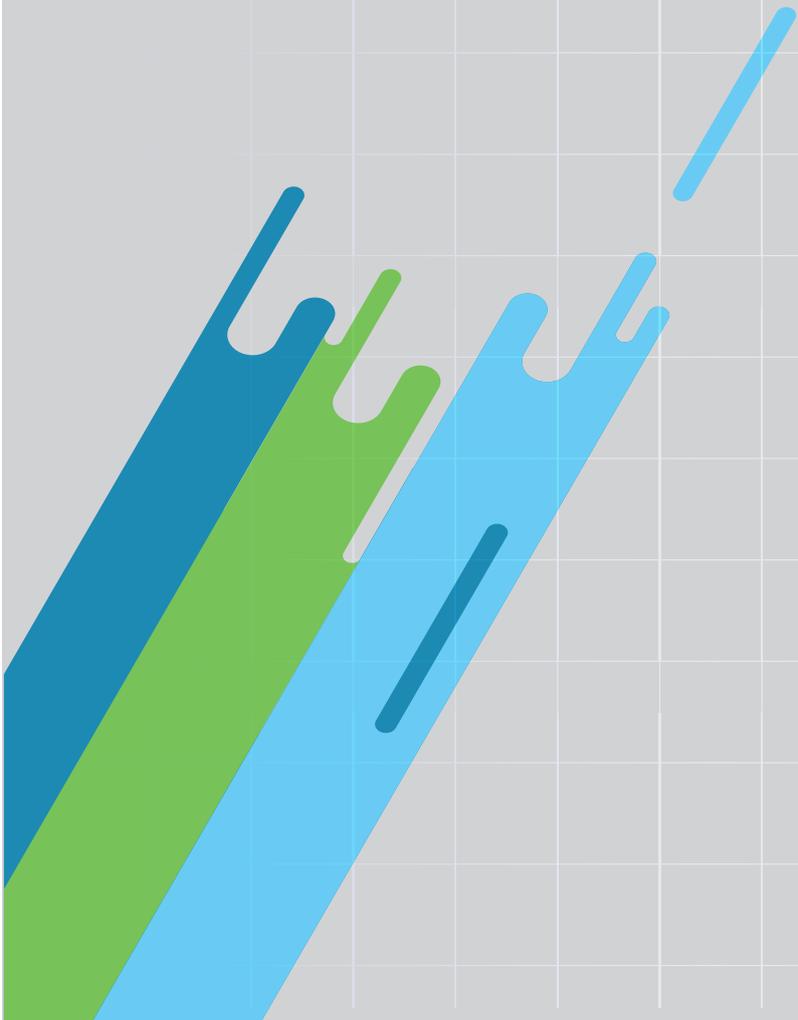
programas que se desean transferir o recibir del PLC, hay que considerar que el servicio remoto no es una actividad que se la ejecuta diariamente a toda hora, por lo que resulta más conveniente a nivel económico y logístico que realizar un traslado hacia el sitio donde se encuentre el dispositivo a verificar.

Sin embargo, si se desea mejorar los tiempos de respuesta hay que considerar que existen routers que permiten navegar en 4G y 5G, pero también se debe tomar en cuenta que la cobertura de estas redes no está disponible en todo el territorio ecuatoriano, por lo que finalmente navegaría en una red 3G.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Fernández A. "Remote supervision and control based on wireless technology to operation of central pivot irrigation machine". *Sistemas y Telemática*. Vol. 16 N° 44, pp. 63-74. Feb., 2018.
- [2] Gómez Gil, J. D., & Gómez Gómez, E. L. Implementation of a Centralized Remote System as a Way to Improve Aeronautical Maintenance. *Ciencia y Poder Aéreo*, 14(2),62-81. ISSN: 1909-7050. 2019
- [3] Chaparro Mesa, Jorge Enrique, Barrera Lombana, Nelson, & León Socha, Fredy Alonso. (2021). Módulo Terminal Remoto, para la adquisición de datos, monitoreo y control de procesos Agroindustriales - AgriculTIC. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 29(2), 245-264.
- [4] M. Kalúz, J. García-Zubía, M. Fikar and L. Čirka, "A Flexible and Configurable Architecture for Automatic Control Remote Laboratories," in *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 8, no. 3, pp. 299-310, 1 July-Sept. 2015, doi: 10.1109/TLT.2015.2389251.
- [5] J. Parada y J. Carrillo. "Automatización de sistemas de riego: estrategias de control a través de dispositivos móviles". *Renovat: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales, Tecnología e Innovación*. N° 1, pp. 138-160. Dec., 2016.
- [6] Delta Electronics: DX-3001H9-V Industrial 3G/WAN VPN Router User Manual, Taoyuan Technology Center, 2020
- [7] Siemens (2022). Hoja de datos 6ES7215-1AG40-0XB0. <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Product/6ES7215-1AG40-0XB0>. Recuperado el 12-10-2023
- [8] Roo, A., Red privada virtual como alternativa para el acceso remoto Télématique, 3(1), 26-41. 2004
- [9] Aranda, J. M., (2015). Diseño y Evaluación del Desempeño de una Red de Comunicaciones para Medición Inteligente en Network Simulator-2. *Ingeniería*, 20(1), 21-35.
- [10] Castro-Delgado, A., & Quintero-Flórez, V. (2020). Análisis del impacto del intervalo de tiempo de transmisión sobre la latencia en la red de acceso radio de sistemas 5G. *Científica*, 24(1), 23-32. <https://doi.org/10.46842/ipn.cien.v24n1a03>
- [11] Sabino, A., Reis-Martins, P., & Carranza-Infante, M. (2020). Experiencias y retos del uso de datos de aplicaciones móviles para la movilidad urbana. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22(1), 82-93. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.3039>

EVOLUCIÓN DE LA VESTIMENTA PURUHÁ Y SU INFLUENCIA EN LA PARROQUIA CACHA



EVOLUCIÓN DE LA VESTIMENTA PURUHÁ Y SU INFLUENCIA EN LA PARROQUIA CACHA *EVOLUTION OF PURUHÁ CLOTHING AND ITS INFLUENCE IN THE CACHA PARISH*

Rigcha Sinchi Martha Cecilia ¹
Guerra Orozco Sandra Elizabeth²
Benítez Cevallos Luis Eulogio³
Chávez Solís Verónica Priscila⁴

¹Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros, Ecuador, martha.rigcha@istcarloscisneros.edu.ec

²Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros, Ecuador, sandra.guerra@istcarloscisneros.edu.ec

³Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros, Ecuador, luis.benitez@istcarloscisneros.edu.ec

⁴Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros, Ecuador, verónica.chavez@istcarloscisneros.edu.ec

RESUMEN

La vestimenta del pueblo indígena Puruhá de Cacha es sintetizadora de su cultura, de ahí el interés de mantener la vitalidad de estas tradiciones. El presente trabajo tiene como propósito reflexionar sobre la evolución de la vestimenta puruhá y su influencia en la cultura de la parroquia Cacha de la Provincia de Chimborazo. Se realizó una investigación bibliográfica y descriptiva, a partir de la revisión y análisis de la bibliografía consultada relacionada con el objeto de estudio. Los métodos de investigación empleados fueron el analítico-sintético y el histórico-lógico, a partir de la revisión del contenido de documentos como técnica fundamental de investigación. La reflexión realizada muestra que la vestimenta es un elemento cultural fundamental para los pueblos Puruhá, que han mantenido a lo largo de su historia algunos de los símbolos originales de su identidad, aunque en la actualidad se observan algunos cambios. De esta manera, los símbolos iconográficos están presentes en la vestimenta, utensilios y decoración, a pesar de la transculturación que enfrenta este pueblo.

Palabras clave: Cacha, Puruhá, textiles, cultura, vestimenta.

ABSTRACT

The clothing of the Puruhá Cacha indigenous people is a synthesis of their culture, hence the interest in maintaining the vitality of these traditions. The purpose of this work is to reflect on the evolution of Puruhá clothing and its influence on the culture of the Cacha parish of the Province of Chimborazo. A bibliographic and descriptive research was carried out, based on the review and analysis of the consulted bibliography related to the object of study. The research methods used were analytical-synthetic and historical-logical, based on the review of the content of documents as a fundamental research technique. The reflection carried out shows that clothing is a fundamental cultural element for the Puruhá indigenous people, who have maintained throughout their history some of the original symbols of their identity, although currently some changes are observed. In this way, iconographic symbols are present in clothing, utensils and decoration, despite the transculturation faced by this people.

Keywords: Cacha, Puruhá, textiles, culture, clothing.

Recibido: 18/09/2023
Received: 18/09/2023

Aceptado: 27/10/2023
Accepted: 27/10/2023



1. INTRODUCCIÓN

Ecuador es un país pluricultural y multiétnico, donde habitan pueblos Puruhá originarios con características propias que los distinguen unos de otros. Este hecho fue oficialmente reconocido desde enero de 1996 en la Constitución Política de la República, confirmado en la última reforma constitucional de la Asamblea Nacional de agosto de 1998 y en la Constituyente de 2008. De esta forma, la concepción de la nación homogénea, con una misma cultura, ha sido desplazada por otra manera de entender al país en su diversidad de pueblos: originarios colonizados durante cientos de años [1].

Entre los pueblos originarios está el kichwa o quíchua, integrado por varios grupos distribuidos a lo largo del callejón interandino, con una cohesión cultural a partir su unidad lingüística, a pesar de contar con varios dialectos. Este pueblo está compuesto por distintos grupos locales con sus particularidades, entre ellas: la vestimenta, el calzado y los colores favoritos.

La indumentaria es un artefacto cultural, un medio de expresión que demuestra la identidad cultural de los pueblos Puruhá. Los pueblos crean su vestimenta en base a su cultura y sus necesidades prácticas, por ellos la indumentaria de cada pueblo es única y refleja símbolos y significados propios, lo que les permite manifestar su identidad y diferenciarse de otros grupos étnicos [2] [3].

El pueblo quichua de la Sierra puede ser subdividido por sus regiones de asentamiento: la Sierra norte, la Sierra central y la Sierra sur. Los grupos de la Sierra Central son descendientes de la gran nación Puruhá y toman los nombres de sus comunidades. Entre ellos, los pueblos Puruhá del cantón Riobamba son: Cachas, Licto, Pungalá, Calpi y Quimiag [4].

Son pocos los pueblos Puruhá que conservan su forma de vestir originaria, ya que a lo largo de la historia han incorporado otros modos de vestir, siguiendo la cultura preponderante. De esta forma, en la actualidad se encuentran vestimentas que pueden considerarse mestizas. Sin embargo, en la tradición textil Puruhá, aún están vigentes características culturales ancestrales, a pesar de las modificaciones que han sufrido desde la colonia, hasta la época actual.

En este sentido, el pueblo indígena Puruha de Cacha es una comunidad que posee una gran

variedad de símbolos representativos en sus prendas de vestir, costumbres y tradiciones, que posibilita mantener la vitalidad de memoria vestimentaria [5] [6]. Por la diversidad de prendas y collares esta vestimenta es reconocida como una atracción turística de la provincia, que le permiten diferenciarse de otros pueblos o comunidades.

Hoy en día, en el ámbito académico latinoamericano se viene debatiendo sobre la necesidad de recuperar los saberes ancestrales, de construir epistemologías propias del sur y de potenciar la interculturalidad [7] [8]. Sin embargo, aun son pocos los estudios interpretativos y analíticos publicados sobre la cultura del pueblo indígena Puruha de Cacha, fundamentalmente debido al desinterés en realizar investigaciones con enfoque social [3].

De tal manera, existe desconocimiento sobre las tradiciones, historias y de la propia vestimenta de estos pueblos considerada uno de los elementos representativos e identificativos para dicha comunidad. Desconocer estos aspectos de la cultura indígena milenaria, como es el verdadero significado de cada uno de sus símbolos, generaría la pérdida de identidad en las futuras generaciones. Además, no se aprovecharía la riqueza cultural ecuatoriana para el desarrollo de vestimenta con identidad propia para las industrias de la moda y otras aplicaciones contemporáneas, sobre la base del estudio de los rasgos semióticos tanto del indumento como de sus significados [9] [10].

Por lo expresado, se ha identificado la necesidad de sistematizar los estudios realizados en torno a los valores culturales y sociales de la vestimenta Puruhá del pueblo indígena Puruha de Cacha, encontrados fundamentalmente en tesis de grado y posgrado de las carreras relacionadas con el diseño, específicamente con el diseño de moda, aunque también se abordan estos elementos en los estudios de comunicación social, ciencias sociales, arte y turismo. De esta forma, el objetivo del presente trabajo es reflexionar sobre la evolución y las particularidades de la vestimenta Puruhá y su influencia en la cultura de la parroquia Cacha.

2. METODOLOGÍA Y MATERIALES

Se realizó una investigación bibliográfica y descriptiva, a partir de la revisión y análisis de la bibliografía consultada relacionada con el objeto de

estudio: la vestimenta Puruhá en su evolución histórica, características actuales y manifestaciones en la Parroquia Cacha.

Los métodos de investigación empleados fueron el analítico-sintético y el histórico-lógico, a partir de la revisión del contenido de documentos como técnica fundamental de investigación.

Se revisaron 19 trabajos publicados en los últimos 10 años, el 74 % de los cuales corresponde al último lustro. Los trabajos revisados versan sobre el objeto de estudio específico y otros contienen información general sobre los pueblos, tradiciones y vestimenta indígenas. De ellos, nueve corresponden a trabajos de titulación de grado, una tesis de Maestría y dos doctorales, tres artículos, un libro, dos capítulos de libros y una página en internet.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tradición de las confecciones textiles en la Parroquia de Cacha

La parroquia rural Cacha, considerada la cuna del pueblo Puruhá, está situada en la provincia de Chimborazo, a unos 8 km de Riobamba. En esta zona, en el siglo XVII se fomentó la creación de pequeñas fábricas de tejidos o hilados de lana, algodón y cabuya, denominadas obrajes, donde trabajaban los indígenas. En estas labores, frecuentemente, los hombres morían, producto de la mala alimentación y las enfermedades no atendidas. Las mujeres, por su parte, se ocupaban de lavar y escoger la lana y de hilar. De esta forma, el pueblo de Cacha históricamente ha estado vinculado a la elaboración de productos textiles, de manera artesanal [2].

En reconocimiento a sus valores culturales y étnicos, en 1980 el Concejo Cantonal de Riobamba declaró Cacha como parroquia rural, lo cual fue ratificado en 1981 por el presidente de la República. Esto le ha permitido a este pueblo indígena contar con cierta autonomía social y económica y desarrollar iniciativas con vistas a mantener las técnicas artesanales de tejido, otorgando identidad cultural a esta comunidad, en términos históricos y simbólicos.

En 1979 se creó el Centro Artesanal de Cacha, donde fueron creados los primeros ponchos, con un diseño pictórico propio, por lo que pasaron a denominarse ponchos de Cacha. Además, para

perpetuar la tradición textil, la Federación de Cabildos Indígenas del pueblo indígena Puruha de Cacha FECAIPAC en 1992 organizó varios talleres dirigidos a los jóvenes indígenas, con vistas a socializar las técnicas del tejido de diversas prendas como bayetas, fajas y ponchos. Por su parte, la Diócesis de Riobamba instaló talleres para la producción y comercialización de tejidos y artesanías, lo que generó impactos culturales en las comunidades.

Siguiendo sus tradiciones ancestrales, las vestimentas del pueblo Puruhá son realizadas con fibras animales, entre ellas, las que provienen de los camélidos andinos domesticados (llama y alpaca) y no domesticados (guanaco y vicuña), la oveja y el gusano de seda. También se emplean fibras vegetales que se obtienen de las hojas maduras de la cabuya o agave. Sin embargo, también han incorporado el uso de fibras sintéticas, como el llamado orlón, muy empleado en la actualidad producto del desarrollo de la industria textil. No obstante, un gran porcentaje de artesanos indígenas aún siguen utilizando las fibras naturales en la confección de sus vestimentas [5].

Actualmente, en Cacha un grupo pequeño de familias mantiene las tradiciones de la producción textil y son fundamentalmente las personas mayores las que se ocupan de estas labores y [2]. Los hombres se han especializado en la elaboración de ponchos tejidos, *kawiñas* (blusas) y *bayetas*, mientras que las mujeres se dedican sobre todo a la confección de fajas, *shigras* (bolsos) y cintas para sujetar el cabello.

Características de la vestimenta de los Puruhás de Cacha

La vestimenta típica de los Cachas presenta una gran variedad de colores como: negro, rojo, azul, morado, verde y rosa. En este aspecto se diferencian de otros pueblos, en los que se usan vestidos de un solo color, además, se caracteriza por la variedad de diseños en los tejidos, sobre todo en las *chumbis* o fajas, que en sus dibujos relatan historias propias de la comunidad [11].

Los investigadores consultados han determinado la existencia de diferencias en los modos de vestir de las mujeres y los hombres, donde las mujeres usan accesorios decorativos, tales como: el *tupu* (prendedor o alfiler grande con el que se sujeta el

rebozo o bayeta), *chumbis* y *huallcas* (collares), mientras que la vestimenta de los hombres está más asociada al trabajo, y está compuesta por compuesta por pantalón, camisa blanca, ponchos de diferentes tipos, alpargatas de caucho y sombrero.

Para los hombres del pueblo indígena Puruha de Cacha, el poncho es una de sus prendas de vestir más importantes. Este se diferencia del resto de los pueblos de la nación Puruhá por ser de varios colores: negro, rojo, azul, morado y blanco, con y sin rayas negras. En ocasiones los colores en el poncho definen la afiliación a determinada comunidad parroquial. El más usado es el coco poncho o cacha poncho. Además, existen otros tipos de ponchos como el *sikipataponcho*, la *jerga*, y el luto poncho.

El *coco poncho* es una prenda adornada con varias *chakanas* (cruz andina), ordenadas como franjas largas. Los colores tienen diferentes significados e identifican el rango de quien los porta:

- Rojo, como ostentación de la autoridad.
- Azul, lo utilizaban los alcaldes
- Verde y rosado, eran empleados por autoridades de menor nivel.
- Blanco, se utiliza para actos ceremoniales, como el matrimonio.
- Negro, es empleado para los velorios y entierros.

En los días de trabajo, a la indumentaria masculina se adiciona el *chumbi kawiña* para sostener la cintura y dar fuerza al momento de realizar un trabajo pesado, ya sea el arar u otras faenas netamente del campo. El sombrero masculino es de lana y para los rituales se usa un sombrero blanco-verde.

Las mujeres de Cacha visten *anaco* (saya) de color negro o azul, elaborado con fibras de ovino. Esta es sujeta por tres tipos de fajas: la *mama chumbi*, la *kawiña chumbi* y la tercera que puede ser *lama quingo* o *pura quingo*. La *mama chumpi* cumple la función de proteger el vientre, por lo que es una faja de tejido basto, más corta y ancha, que las otras dos cuya función si es sostener el vestido.

La bayeta o rebozo es de colores como el rojo, verde, rosado y azul. Las mujeres adultas usan el *tupu* o prendedor, originalmente hecho de plata, el collar de cuentas (*mulllos*) rojos, blancos, verdes.

Además, las mujeres Cachas usan sombrero blanco de lana, con el filo bordado y adornado con cintas de colores. Sin embargo, actualmente, el sombrero pesado de fibra de ovino ha sido reemplazado por el de paño de diversos colores: blanco, café o negro, según la ocasión.

El vestuario festivo más vistoso que el cotidiano, en los vestidos ceremoniales y para los personajes de las danzas se lucen los más hermosos atuendos.

Si bien se conservan muchas de las tradiciones, la vestimenta de los Puruhá de Cacha ha sufrido cambios a lo largo de su historia, tanto en su apariencia, como en las materias primas y las formas tradicionales de elaborarla. En la actualidad, se usan vestidos más ligeros, además, son más económicos por la escasez de recursos. Por otra parte, los jóvenes buscan combinar la moda con la tradición, por lo que en lugar del poncho utilizan chompa.

La modernización del tejido responde a la tendencia de abandonar la vestimenta tradicional, por identificarse como signo distintivo y de pertenencia a una comunidad indígena. Sin embargo, los diseños originales continúan vigentes en la elaboración del *coco poncho* y las *chumbis*, con importante presencia de motivos con formas de animales. Camélidos, aves, águilas, jaguares y serpientes se mantienen en los diseños, por ser considerados seres mitológicos.

La vestimenta Puruhá original, aparte de ser un atuendo incomparable, es costosa, ya que es elaborada de manera artesanal con telas finas y accesorios de metales preciosos como el oro y la plata. Por ello, en ocasiones se sustituyen las fibras tradicionales por otras más ligeras y sintéticas, y los accesorios se realizan con otros metales como el bronce, abaratando los costos.

Por otra parte, en la actualidad se realizan diversos emprendimientos para recuperar las tradiciones y la identidad Puruhá a través de la vestimenta. Para ello, se crean modernos diseños sin perder los rasgos identitarios originales, de tal forma que los jóvenes se sientan identificados y conserven su cultura [12] [13]. A los inicios de los años 2000 la indumentaria Puruhá dio un giro trascendental iniciándose su auge textil moderno, reivindicando el apego a la identidad cultural de algunas mujeres jóvenes [14].

Para recuperar la vestimenta tradicional de la parroquia de Cacha, la Unidad Educativa Intercultural Bilingüe “Fernando Daquilema”, en la comunidad de Shilpalá, realiza talleres con los estudiantes de quinto y sexto, los cuales constituyen un proceso pedagógico pues, además de conocimientos aportan experiencias de vida, contribuyendo a la formación integral de los estudiantes [15].

El impulso dado al rescate de los valores y costumbres étnicos de los Puruhás, ha conseguido que queden atrás los tiempos en que gran parte de ellos, sobre todo los jóvenes, preferían vestirse como mestizos, para lograr mayor aceptación social y tener más oportunidades de trabajo en la ciudad. De esta forma, en las calles de la Provincia Chimborazo se observa que, cada vez son más los que usan con orgullo la vestimenta Puruhá, tanto en ocasiones especiales en el nadar cotidiano. A esto también ha aportado el reconocimiento socio político de Ecuador como un país pluricultural.

Pomaima y otros [14] critican el hecho de que la mayoría empresas textiles indígenas desconocen la cosmogonía, el simbolismo y los códigos culturales de la cultura Puruhá, por lo que lo descontextualizan en las prendas, objetos y utensilios de uso vigente. Sin embargo, otra visión del fenómeno de la moda indígena ha sido planteada por Mendieta [16], al hacer alusión a una entrevista a la antropóloga G. Bernal, en la que la experta manifiesta que esta manera de expresión de la cultura no es una forma de comercializarla, ya que no se pretende vender la cultura, sino que se vende una ropa que utiliza los imaginarios de esta cultura. Además, resalta que las principales compradoras no turistas sino las propias mujeres indígenas.

Ayudando estas ideas, Mendieta [16] cita a Sisa Morocho, diseñadora de la marca Sumak Churay (buen vestir), quien plantea que lo que las mujeres necesitaban para vestir con orgullo el atuendo Puruhá era motivación y nuevos diseños, que reflejaran su personalidad y su cultura.

Además de la comercialización de las vestimentas puruha, también se han llevado modelos propios del pueblo indígena a las pasarelas de la moda. En 2017 en Riobamba, se realizó el primer desfile de moda intercultural comunitario, evento que permitió mostrar las raíces y la superación de los pueblos Puruhá de la cultura Puruhá [16].

Es común a todos los pueblos Puruha de Ecuador, que los jóvenes se dejen llevar por la modernización y asimilación de otras culturas, que se ha generado en la sociedad. Además, también influye el aspecto económico, ya que debido a la migración y el alto costo de estas prendas de vestir ha existido la tendencia al no hacer uso de ellas [17]. Por ello, es importante incentivar el uso de la vestimenta autóctona en los jóvenes con diseños llamativos, para que prevalezca la cultura indígena, generando emprendimientos que pueden ayudar a los jóvenes a no sentirse discriminados, a la par que se estimula la creatividad y se generan empleos.

Desde el punto de vista académico, el análisis de la vestimenta y las tradiciones culturales de los pueblos Puruha es una fuente importante de conocimientos, que pueden ser objeto de estudios, no solo de titulación y maestrías, sino también doctorales [18] [19].

Como se ha visto, la vestimenta indígena actual de los pueblos originarios se ha convertido en un sector importante y creciente en la industria de la moda y de la confección textil. Por ello, en la carrera de Diseño de modas es necesario conocer sobre las características de la vestimenta indígena, principalmente de la cultura Puruhá, para respetar y honrar las tradiciones y la herencia de estas comunidades, así como contribuir a la preservación de su patrimonio cultural y a una mayor representación de la diversidad étnica en la moda.

Saber sobre la evolución de la vestimenta Puruhá puede proporcionar ideas y conceptos para crear diseños únicos, que fusionen elementos tradicionales con la moda contemporánea, pero respetando la herencia cultural y las sensibilidades de las comunidades Puruhá. En este sentido, para los futuros diseñadores locales, estudiantes hoy día de la carrera Diseño de modas, se abren puertas a posibilidades de colaboración con los artesanos, promoviendo el comercio justo y la sostenibilidad.

La moda actual en comunidades y pueblos originarios busca simbolizar y celebrar la diversidad étnica y cultural. Al conocer la evolución de la vestimenta indígena, los futuros diseñadores pueden crear colecciones que reflejen la autenticidad y la riqueza de las culturas indígenas, sin perder su identidad, respetando la diversidad cultural y la responsabilidad social en la industria de la moda. Basándose en principios, donde el

conocimiento de las características originarias de la vestimenta indígena es esencial para crear una moda auténtica, diversa y culturalmente consciente.

4. CONCLUSIÓN

A partir de la revisión bibliográfica realizada se concluye que el pueblo indígena Puruhá de Cacha ha mantenido a través de la historia algunos de los símbolos originarios de su identidad en la vestimenta, aun cuando se observan algunos cambios en la actualidad. De esta forma, los símbolos iconográficos están presentes en la vestimenta, utensilios y adorno, a pesar de la transculturación a que se enfrenta este pueblo.

Se evidencia, entonces, que la vestimenta es un elemento cultural fundamental para el pueblo indígena Puruha de Cacha y sus diferentes generaciones siguen vistiendo y reafirmado la identidad cultural.

El impacto de este trabajo es contribuir a la revalorización de la vestimenta tradicional del pueblo indígena Puruha de Cacha, reconociendo los diseños originales presentes en sus tradiciones, de forma tal que los nuevos diseñadores de moda utilicen en las prendas los códigos y la iconografía Puruhá, sin transgredir su valor simbólico. Todo ellos, contribuye a mantener el legado y la memoria histórica del pueblo Puruhá de Cacha.

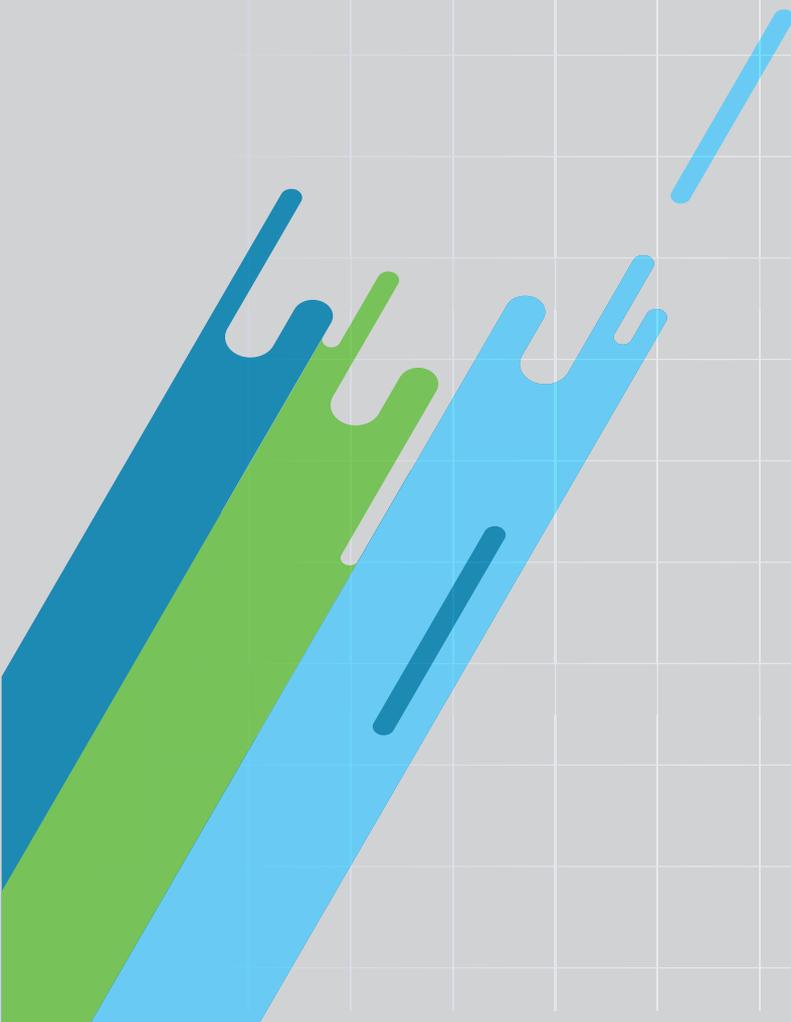
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Simbaña, F., Rodríguez Caguana, A. ¡Así encendimos la mecha! Treinta años del levantamiento indígena en Ecuador: una historia permanente. Quito: Ediciones Abya-Yala, 2020.
- [2] Arévalo Ortiz, R. P. La cultura visual en el proceso del tejido Puruhá. Cuadernos, 90, 145-159, 2021.
- [3] Menéndez Esparza, D. Indumentaria del pueblo étnico de Puruhá- Cachas masculina y femenina. [Trabajo de titulación]. Cuenca: Universidad del Azuay, 2014.
- [4] Pintag Nieto, E. T. Indumentaria femenina originaria de los grupos étnicos indígenas del Cantón de Riobamba. [Trabajo de titulación]. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2019.
- [5] Aucanshala Sanga, H. E. Análisis simbólico de los tejidos de la Cultura Puruhá. [Trabajo de titulación]. Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2019.
- [6] Chicaiza Moposita, K. G. Estudio comparativo del sistema vestimentario de la comunidad Cacha entre el periodo 1979 – 2019. [Trabajo de titulación]. Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2020.
- [7] Arévalo Ortiz, R. P. Repositorio digital para el registro de la memoria fotográfica de la nacionalidad Kichwa Puruhá. En P. A. Carretero Poblete, & J. M. Loaiza Peñafiel, Epistemología Andina (págs. 31-58). Quito: Editorial Centro de Estudios Sociales de América Latina, 2020.
- [8] Tuaza, L. A. La construcción del conocimiento en las comunidades indígenas de Chimborazo. En P. A. Carretero Poblete, & J. M. Loaiza Peñafiel, Epistemología Andina (págs. 59-72). Quito: Editorial Centro de Estudios Sociales de América Latina, 2020.
- [9] Vallejo Barreno, N. B. Análisis iconográfico Cacha para la creación de un libro de composiciones, para aplicaciones contemporáneas. [Trabajo de titulación]. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2016.
- [10] Medina Robalino, A. Indumentaria e identidad: análisis de la vestimenta de la mujer indígena desde el diseño. Cuadernos, 148, 153-162, 2021.
- [11] Pilco Kaya, J. Revista digital fotográfica sobre la indumentaria de la nueva generación de mujeres kichwas de Cacha del pueblo Puruwá radicadas en la ciudad de Quito. [Trabajo de titulación]. Quito: Universidad Politécnica Salesiana, 2016.
- [12] Haro Guamán, C. E. Diseño de una Guía de rescate cultural enfocada en los bienes intangibles del pueblo Puruhá en la Provincia de Chimborazo. [Trabajo de titulación]. Riobamba: Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, 2021.
- [13] Estrella Estrella, I. A. Morfología de los elementos figurativos de la estética Puruhá para su aplicación en el diseño textil. [Magister Tesis]. Cuenca: Universidad de Cuenca, 2019.
- [14] Pomaina Pilamunga, B. S., Quinaluiza Diaz, J. I., Shagñay Shagñay, A. I., Cristian Adolfo, A. Y. Iconografía, simbolismo e indumentaria de la nación Puruhá, uso cultural y social vigente. Revista de Investigación en Ciencias de la Administración ENFOQUES, 5(19), 183-200, 2021. DOI: 10.33996/revistaenfoques.v5i19.115
- [15] Melena Tingo, M. B. Recuperación de la vestimenta tradicional de la Parroquia Cacha, mediante Talleres Educativos. [Trabajo de titulación]. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, 2019.
- [16] Mendieta, J. A. Moda indígena en Ecuador: para no negar la identidad. 2017. Disponible en:

- <https://distintaslatitudes.net/oportunidades/11128-2>
[consultado el 12 de agosto de 2023].
- [17] Curicama Atupaña, E. P. Evolución de la vestimenta de los descendientes autóctonos y su influencia en la cultura actual del pueblo Puruhá, en las comunidades pertenecientes a la Parroquia Columbe, Cantón Colta, Provincia Chimborazo. [Trabajo de titulación]. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, 2021.
- [18] Arévalo Ortiz, R. P. Iconografía en el diseño textil de la nacionalidad puruhá, Chimborazo. [Tesis Doctoral]. Buenos Aires: Universidad de Palermo, 2018.
- [19] Medina Robalino, A. Indumentaria e identidad: análisis de la vestimenta de la mujer indígena desde el diseño. El caso del pueblo chibuleo (Tungurahua, Ecuador 1990-2016). [Tesis Doctoral]. Buenos Aires: Universidad de Palermo, 2019.



Power BI como herramienta de análisis de datos de una ficha estudiantil, estudio de caso: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo



“Power BI como herramienta de análisis de datos de una ficha estudiantil, estudio de caso: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”

“Power BI as a data analysis tool for a student file, case study: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”

Hernán Darío Centeno Aulla¹
Carlos Mauricio Barreto Domínguez²,
Paul Rafael Mayorga Vallejo³,
Mónica Maricela Villarreal Bonifaz⁴,

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador, hernan.centeno@esepoch.edu.ec

² Unidad Educativa Gabriel Bahamonde, Ecuador, mauricio.barreto@educacion.gob.ec

³ Unidad Educativa Juan de Velasco, Ecuador, paul.mayorga@educacion.gob.ec

⁴ Unidad Educativa Provincia de Chimborazo, Ecuador, monica.villarreal@educacion.gob.ec

RESUMEN

En la actualidad en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) se encuentra implementado un sistema de ficha del estudiante, dicho sistema sirve como herramienta para la recolección de información personal referente a los estudiantes, esta información es analizada de manera manual y confidencial por el área de psicología educativa de la ESPOCH para los respectivos estudios de las situaciones actuales de la comunidad estudiantil. Con el objetivo de brindar una herramienta de ayuda en la gestión de datos en el área de desarrollo de software de la Dirección de Tecnologías de la Información de la ESPOCH se pone en marcha el proyecto de una herramienta dinámica para el análisis automatizado de datos del sistema de ficha del estudiante, para lo cual se hace uso de PowerBI por ser un gestor de procesamiento de información el mismo que incluye diferentes métricas y parámetros para el estudio de información. En el proyecto desarrollado se presenta un tablero con diferentes filtros que fueron planteados por la psicóloga educativa de la ESPOCH e incluye diferentes componentes gráficos como: tablas de datos, tarjetas con valores numéricos producto de las consultas realizadas, diagramas de barras, diagramas pastel, diagramas de líneas. En este proyecto se hace énfasis a la información obtenida referente a hábitos de consumo en los estudiantes (alcohol, tabaco y drogas), tomando como muestra un total de 14 mil fichas respondidas, determinando que el 41% consume alcohol, el 27% consume tabaco y el 7% consume drogas. Con el proyecto implementado se integra una solución óptima que reduce tiempo en el análisis de datos permitiendo tener una visión actualizada del estudio de la información de los estudiantes de la ESPOCH.

Palabras clave: ficha del estudiante, confidencial, análisis, información.

ABSTRACT

Currently, at the Higher Polytechnic School of Chimborazo (ESPOCH), a student record system is implemented. This system serves as a tool for collecting personal information regarding students. This information is analyzed manually and confidentially by the area of educational psychology of the ESPOCH for the respective studies of the current situations of the student community. With the aim of providing a tool to help in data management in the software development area of the Information Technology Directorate of the ESPOCH, the project of a dynamic tool for the automated analysis of system data is launched. of the student's file, for which PowerBI is used as it is an information processing manager that includes different metrics and parameters for the study of information. In the developed project, a dashboard is presented with different filters that were proposed by the educational psychologist from ESPOCH and includes different graphic components such as: data tables, cards with numerical values resulting from the queries made, bar diagrams, pie diagrams, diagrams of lines. In this project, emphasis is placed on the information obtained regarding consumption habits in students (alcohol, tobacco and drugs), taking as a sample a total of 14 thousand answered cards, determining that 41% consume alcohol, 27% consume tobacco and 7% use drugs. With the implemented project, an optimal solution is integrated that reduces time in data analysis, allowing an updated vision of the study of information from ESPOCH students.

Keywords: *student file, confidential, analysis, information*

Recibido: 18/09/2023
Received: 18/09/2023

Aceptado: 27/10/2023
Accepted: 27/10/2023



1. INTRODUCCIÓN

En la época actual, el desarrollo de las tecnologías de la información ha tenido un salto colosal [1], debido que la implementación de aplicaciones web actualmente incluye gran variedad de herramientas que reducen el trabajo contando con medios que facilitan la construcción de sistemas informáticos [2], estos sistemas informáticos tienen como objetivo la automatización de procesos evitando fallas involuntarias y de este modo obtener importantes reducciones de tiempo y costo [3], gestionando gran parte de las actividades diarias que se lleva a cabo en el sector de negocios en donde se esté desempeñando [4], cabe indicar que la mayoría de sistemas informáticos utiliza bases de datos para el alojamiento de información que se gestiona en los mismos y a la vez es el encargado de la ejecución de peticiones realizadas por usuarios y administradores de los sistemas [5], la visualización de los datos se lo hace por medio de reportes para lo cual el desarrollador de software internamente ejecuta comandos SQL en la base de datos [6]. En este aspecto no se realiza un tratamiento a la información obtenida de los sistemas informáticos.

En el presente trabajo se habla del análisis y tratamiento de la información obtenida del sistema de ficha del estudiante de la ESPOCH, por lo que se implementa un modelo de toma de decisiones y tratamiento de datos en el cual se debe preparar, sondear y explorar los datos para sacar la información oculta y útil [7] integrando una búsqueda de características viables de los datos según el objetivo de estudio de cada caso [8], para realizar este proyecto se tomó como herramienta principal a PowerBI de Microsoft [9] siendo aquí en donde realizaremos nuestros análisis de datos y visualización de información ya que permite crear modelos de datos e informes eficaces [10], PowerBI en su entorno de trabajo integra el lenguaje DAX el mismo que usa patrones y conceptos de programación únicos [11], es un lenguaje de funciones, lo quiere decir que todo lo que podemos hacer es invocar funciones existentes [12] y de esta manera se procede a la creación de tableros inteligentes que permiten obtener una gran cantidad de información en un corto espacio de tiempo [13].

2. REVISIÓN TEÓRICA

En este apartado del presente trabajo se plantean varias definiciones de inteligencia de negocios y posterior se define las etapas que comprende la inteligencia de negocios.

Es una amplia categoría de aplicaciones, tecnologías y procesos para recolectar, almacenar, acceder y analizar datos para ayudar a los usuarios a tomar mejores decisiones [14].

El conjunto de herramientas y aplicaciones para la ayuda a la toma de decisiones que posibilitan acceso interactivo, análisis y multiplicación de la información corporativa de misión crítica [15].

Etapa de extracción

Esta etapa consiste en extraer los datos de los sistemas origen aplicando diferentes reglas para aumentar la calidad y consistencia de los mismos, finalmente se graba la información en un formato acorde para las herramientas de análisis [16].

Etapa de consolidación

Esta etapa consiste de la recopilación de los datos de las diferentes fuentes, ya sean internas o externas de manera automática o semiautomática con el fin de normalizarlos, depurarlos y estructurarlos, almacenándolos en la bodega de datos [17].

Etapa de explotación

Explotación de la información. Representa los procedimientos y herramientas de trabajo para que el usuario consulte al modelo de datos preparado, por medio del planteamiento de preguntas, la búsqueda de información, la identificación de tendencias y todos aquellos elementos que contribuyen a la evaluación y toma de decisiones [18].

Etapa de visualización

se definen en el contexto de la inteligencia de negocios, como instrumentos que permiten analizar anticipadamente grandes cantidades de información en diferentes bases de datos y ayudar a tomar decisiones más estratégicas [19].

Una vez establecidos los conceptos referentes a inteligencia de negocios durante el desarrollo del presente documento se va identificando cada una de las etapas ya descritas.

3. ANTECEDENTES

En el área de psicología educativa de la DBEP en conjunto con la DTIC de la ESPOCH implementaron un sistema de ficha del estudiante el mismo que permite recabar información de la comunidad estudiantil, dichos datos son actualizados cada período académico y almacenados en las bases de datos de la ESPOCH.

Esta información es de vital importancia para el área de psicología educativa de la ESPOCH ya que permite tener un enfoque de la situación actual de cada estudiante, bajo esta premisa el sistema de ficha del estudiante presenta reportes de la información recabada. Para acceder a estos reportes la psicóloga educativa debe seleccionar el período académico y la información que requiere obtener. Con estos datos obtenidos de los reportes se procede hacer el análisis de los casos pertinentes lo que implica tiempo empleado y el procedimiento se debe realizar periódicamente y en base a la necesidad de realizar estudios de casos.

Considerando que el sistema de ficha de estudiante solo muestra reportes con la información de los estudiantes de la ESPOCH, se decide implementar un sistema de toma de decisiones el mismo que debe ser dinámico e interactivo con el usuario, de esta manera se puede obtener información de manera visual mediante gráficos y predicciones del comportamiento de los estudiantes en el transcurso del tiempo y a su vez la psicóloga educativa puede tomar decisiones oportunas y en tiempo real.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Área de estudio

El desarrollo de la presente investigación es el resultado del trabajo colaborativo realizado por el área de psicología educativa de la DBEP y el área de desarrollo de sistemas informáticos de la DTIC las mismas que pertenecen a la ESPOCH que es una institución de educación superior ubicada en ciudad de Riobamba – Ecuador.

4.2. Herramientas

Para el desarrollo de tableros de análisis de información de los datos obtenidos del sistema de ficha del estudiante las herramientas principales utilizadas fueron: el motor de base de datos SQL Server, y PowerBI.

- **SQL Server.** Es el motor de base de datos utilizado por el sistema de ficha del estudiante para el almacén de información por ser uno de los lenguajes más recursivos por el uso de expresiones que facilitan tener una mejor visión en la consulta de datos que se realizaban [20]
- **PowerBI.** Es una aplicación de Windows destinada a la integración de datos y la creación de visualizaciones [21], esta aplicación permite visualizar los datos de manera gráfica y dinámica.

Lenguaje DAX. El lenguaje DAX se creó a partir del lenguaje Excel y por tanto incluye todas las funciones Excel e incluye funcionalidades propias [22], por medio de este lenguaje se va a realizar el filtrado de información para obtener los datos de nuestro interés.

5. DESARROLLO DE TABLEROS

Previo al desarrollo de un sistema de toma de decisiones haciendo uso de la herramienta PowerBI sobre la información de la comunidad estudiantil de la ESPOCH se hizo un análisis a la base de datos de manera especial de la estructura de las tablas que alberga las respuestas de las preguntas del sistema de ficha del estudiante, en donde se puede observar que se maneja una estructura de tablas no relacionadas (figura 1), para lo cual el sistema utiliza

Una vez establecidas las tablas que van a intervenir para el estudio de las situaciones actuales en los estudiantes en el dashboard de PowerBI se integra en primera instancia aquellas tablas que albergan información que será usada para el filtro de datos, entre las que se tiene: Período académico, Tipo de ficha y las preguntas de la ficha. De las tablas mencionadas se obtiene directamente la información es decir que no se realiza ninguna fórmula para el cálculo de datos a ser visualizados, en la figura 3 se explica el flujo de la información recabada. En donde se puede evidenciar que: de la base de datos de la ficha del estudiante se hace una depuración o limpieza de datos, posterior a ello se almacena en la base de datos del proyecto en Power BI, el siguiente paso es realizar el procesamiento de datos para ello se le presenta al usuario final una interfaz con varias opciones de filtro de datos y en base a las acciones que tome el usuario se muestra el reporte final.

B.D. Ficha del estudiante



Figura 3: flujo de información

Para la visualización de datos como: gráficas, estadísticas y valores cuantitativos mediante el lenguaje DAX se crearon medidas de cálculos de esta información, en la figura 3 se puede ver un ejemplo de una medida utilizada en el proyecto realizado, ésta medida permite determinar el total de estudiantes que respondieron 'SI' a una pregunta seleccionada por el usuario del sistema.

```

    medidaConsejo =
    var IDPreg = medidaFicha(esPregunta)
    return
    IF (medidaFicha(esPregunta) = 33 || medidaFicha(esPregunta) = 34 || medidaFicha(esPregunta) = 35),
    CALCULATE (COUNT (EncuestaRespuesta[EncuestaRespuesta]), EncuestaRespuesta[EncuestaRespuesta] = "SI" || EncuestaRespuesta[EncuestaRespuesta] = "SI"),
    CALCULATE (COUNT (EncuestaRespuesta[EncuestaRespuesta]), EncuestaRespuesta[EncuestaRespuesta] = "SI" || EncuestaRespuesta[EncuestaRespuesta] = "SI" || EncuestaRespuesta[EncuestaRespuesta] = "SI")
    
```

Figura 4: ejemplo de medida en el lenguaje DAX

De la misma manera se crearon varias medidas que permite mostrar valores de interés para el usuario del sistema, las mismas que fueron integradas con herramientas gráficas de PowerBI para una mejor interpretación de datos, en la tabla 1 se evidencia los componentes que fueron integrados para la visualización de datos.

Tabla 1: Componentes usados en PowerBI para el proyecto

COMPONENTE	FUNCIONALIDAD
Tabla de datos de los estudiantes.	En esta tabla se filtra a los estudiantes que respondieron a una pregunta según la opción seleccionada por el usuario del sistema, inicialmente se carga todos los estudiantes que completaron la ficha, esta información varía de acuerdo a la interacción que se tiene con el sistema.
Tarjeta de total de estudiantes de la ESPOCH que respondieron la ficha.	En esta tarjeta se muestra el valor numérico de todos los estudiantes que completaron el llenado de la ficha.
Tarjeta de total de estudiantes de la ESPOCH que respondieron afirmativamente a una pregunta.	Esta tarjeta muestra el valor numérico global de los estudiantes que respondieron a una pregunta según la opción seleccionada por el usuario del sistema.
Tarjeta de total de estudiantes de una carrera que respondieron	Esta tarjeta muestra el valor numérico de una carrera seleccionada de los estudiantes que respondieron a una pregunta según la opción

afirmativamente a una pregunta seleccionada por el usuario del sistema.

Gráfico de pastel de estudiantes de la ESPOCH que respondieron afirmativamente a una pregunta En este diagrama a nivel global de la ESPOCH se muestra dos datos que son: el total de estudiantes que completaron la ficha y el total de estudiantes que respondieron afirmativamente a una pregunta seleccionada por el usuario del sistema.

Gráfico de anillo de estudiantes de carrera que respondieron afirmativamente a una pregunta En este diagrama según la carrera seleccionada por el usuario se muestra dos datos que son: el total de estudiantes de la carrera que completaron la ficha y el total de estudiantes de la carrera que respondieron afirmativamente a una pregunta seleccionada por el usuario del sistema.

Gráfico de barras de estudiantes de carrera que respondieron afirmativamente a una pregunta En este diagrama según la carrera seleccionada por el usuario se muestra dos datos que son: el total de estudiantes de la carrera que completaron la ficha y el total de estudiantes de la carrera que respondieron afirmativamente a una pregunta seleccionada por el usuario del sistema.

Diagrama de líneas de los estudiantes de la ESPOCH que respondieron afirmativamente a una pregunta. En este diagrama se hace una gráfica de evolución en el tiempo de los estudiantes de toda la ESPOCH que respondieron afirmativamente a una pregunta seleccionada por el usuario en base a los períodos académicos que se encuentra vigente la ficha.

Diagrama de líneas de los estudiantes En este diagrama se hace una gráfica de evolución

de carrera que respondieron afirmativamente a una pregunta. En el tiempo de los estudiantes de una carrera seleccionada que respondieron afirmativamente a una pregunta seleccionada por el usuario en base a los períodos académicos que se encuentra vigente la ficha.

En la tabla 1 se puede observar que para el presente estudio se muestra valores globales de la ESPOCH y valores específicos de una carrera seleccionada, esta estrategia se plantea para ver como es el comportamiento de los estudiantes de una carrera frente a los valores obtenidos de toda la institución.

6. RESULTADOS

Como resultado del presente trabajo se logró implementar un tablero que permite integrar varios componentes que permiten filtrar datos para la obtención de información de ciertas áreas específicas. También se integraron componentes gráficos que muestran el resultado de los datos analizados, en este aspecto se muestra información de manera global es decir datos de toda la ESPOCH y datos que son el resultado de ciertos filtros aplicados por el usuario del sistema para las carreras que es de interés de estudio.

Para el periodo académico octubre 2021 – marzo 2022, la ESPOCH cuenta con alrededor de 21 mil estudiantes matriculados en todas sus carreras y facultades, en este estudio se hace referencia a los datos recabados en el periodo en mención, para lo cual se toma como muestra 14 mil, fichas respondidas.

En la figura 4 se muestra un ejemplo de la vista general implementada para el presente trabajo realizado, en el que se puede observar todos los componentes integrados para la una mejor visión de datos.

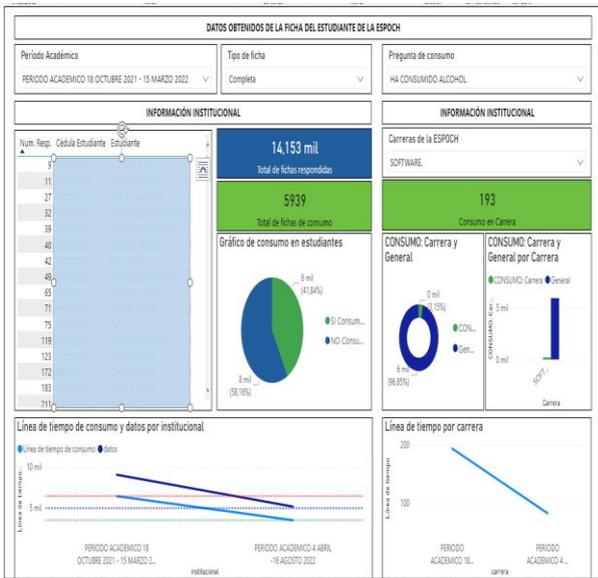


Figura 5: Vista del tablero de datos en PowerBI

En la figura 5 se muestra el tablero implementado en donde se incluye un total de 14mil fichas respondidas, haciendo referencia a tres preguntas que hacen alusión a los hábitos de consumo de: tabaco, alcohol y drogas en los estudiantes.

En este tablero se incluye los siguientes controles:

- Selección de periodo académico.
- Tipo de pregunta de consumo (tabaco, alcohol, drogas).
- selección de carrera de análisis.

En los componentes visuales se implementó:

- Diagrama de barra en el cual se muestra la cedula de cada estudiante junto con la respuesta (SI o NO),
- Un diagrama pastel en el cual se muestra las respuestas a nivel de toda la institución.
- Un diagrama pastel se muestra las respuestas según la carrera seleccionada.
- Un diagrama de barras que muestra las respuestas por carrera seleccionada.
- Una etiqueta en la cual se muestra el total de fichas respondidas.
- Una etiqueta en la cual se muestra el total de fichas respondidas por carrera seleccionada.
- Una etiqueta en la cual se muestra la cantidad de fichas respondidas de manera

afirmativa por carrera y por toda la institución.

- Una gráfica de línea de tiempo en la cual se recaba datos pasados y se realiza proyecciones hacia el futuro.

En los datos recabados acerca de hábitos de consumo se pudo ver que el alcohol es la sustancia que predomina en el uso por parte de los estudiantes, seguido del tabaco y finalmente el consumo de drogas, obteniendo los siguientes resultados:

- 41% alcohol
- 27% tabaco
- 7% drogas

Una de las ventajas principales que tiene implementar estos tableros en power BI, es el control de la información, en otras palabras, es un tablero dinámico en donde se puede manipular la información en el momento de apreciar el reporte de esta manera se puede visualizar diferentes representaciones graficas desde diferentes perspectivas o criterios o de selección.

7. CONCLUSIONES

Del presente trabajo se concluye lo siguiente:

Previo al desarrollo del presente trabajo se hizo una revisión de los conceptos de inteligencias de negocios en donde se conocieron las etapas que comprende el desarrollo de un sistema de toma de decisiones y de esta manera se pudo plantear un sistema que se encuentra fundamentado en esta tecnología.

Se hizo un análisis de la base de datos del sistema de ficha del estudiante de la ESPOCH y a la vez se pudo identificar la estructura de datos en donde se identificó que la información se basa en un modelo no relacional de base de datos.

Se utilizó la herramienta de PowerBI para establecer una nueva estructura de datos, en la cual se estableció nuevas tablas que se creyeron convenientes además de integrar relaciones entre

las tablas del modelo y de esta manera se implementó un tablero de visualización de datos según el criterio de selección del usuario del sistema, este tablero también incluye medios gráficos como: diagramas pastel, diagramas de barras y diagramas de líneas.

El periodo académico seleccionado para el análisis de datos fue el periodo octubre 2021 – marzo 2022, en donde se analizó una muestra de 14 mil fichas respondidas, en donde se determinó que el 41% de la muestra consume alcohol, el 27% consume tabaco y el 7% tiene hábitos de consumo de estupefacientes.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Y. Cruz Gavilanes and C. Martínez Santander, "Metodología OSSTMM para la detección de errores de seguridad y vulnerabilidad en sistemas operativos de 64 bits a nivel de usuario final," *Dominio de las Ciencias*, vol. 3, no. 3, pp. 505–516, 2017, doi: 10.23857/dom.cien.pocaip.2017.3.mono1.ago.505-516.
- [2] Á. M. A. Valbuena, "Guía comparativa de frameworks para los lenguajes html 5, css y javascript para el desarrollo de aplicaciones web," UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA FACULTAD DE INGENIERÍAS, 2014.
- [3] Alain Pérez Alonso, "Reglas de Negocio en Bases de Datos Relacionales," Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, 2010.
- [4] A. A. R. Gómez and D. W. R. Bautista, "Inteligencia de negocios: Estado del arte BUSINESS INTELLIGENCE: STATE OF THE ART," *Scientia Et Technica*, vol. 1, no. 44, pp. 321–326, 2010.
- [5] M. E. Alva Obeso, "Metodología de Medición y Evaluación de la Usabilidad en Sitios Web Educativos," 2005.
- [6] M. Carles, *Desarrollo de aplicaciones web*, vol. 112. 2013.
- [7] Y. B. Monjas, "Minería de datos," 2017.
- [8] B. Beltrán, "Minería de Datos," *Planetary and Space Science*, vol. 30, no. 1, 2018, doi: 10.1016/0032-0633(82)90071-X.
- [9] AgileThought, "Análisis de datos simplificado: introducción a Power BI," p. 2021, 2021.
- [10] G-Talent, "Power Bi, Introducción a Power Bi," 2021, doi: 10.36074/logos-30.04.2021.v1.58.
- [11] Ccance, "Introducción a Dax," 2017.
- [12] M. Gómez, "Introducción a Data Analysis Expressions (DAX)," 2017.
- [13] I. J. Monferrer Marzá, "Dashboard mediante tecnología Power BI, lenguaje DAX y librería pbviz," 2020.
- [14] H. J. Watson, "Tutorial: Business intelligence - Past, present, and future," *Communications of the Association for Information Systems*, vol. 25, no. 1, pp. 487–510, 2009, doi: 10.17705/1cais.02539.
- [15] H. Muñoz-Hernández, R. C. Osorio-Mass, and L. M. Zúñiga-Pérez, "Inteligencia de los negocios. Clave del Éxito en la era de la información," *Clío América*, vol. 10, no. 20, p. 194, 2016, doi: 10.21676/23897848.1877.
- [16] S. L. Morales, "Metodología para procesos de inteligencia de negocios con mejoras en la extracción y transformación de fuentes de datos, orientado a la toma de decisiones," *Risti*, vol. 2, no. 12, pp. 15–52, 2019.
- [17] J. B. Vásquez Castrillon and A. Sucerquia Osorio, "La Inteligencia de Negocios: Etapas del proceso," *Revista Universidad Tecnológica de Pereira*, vol. 5, no. 2, pp. 1–5, 2011.
- [18] A. Peña Ayala, *Inteligencia de Negocios: Una Propuesta para su Desarrollo en las organizaciones*. 2006.

[19] A. Noreña, Q. Gustavo, and U. Luis, "Visualizaciones analíticas para la toma de decisiones en pequeñas y medianas empresas utilizando Data Mining *," *Cuaderno Activa*, pp. 31–39, 2016.

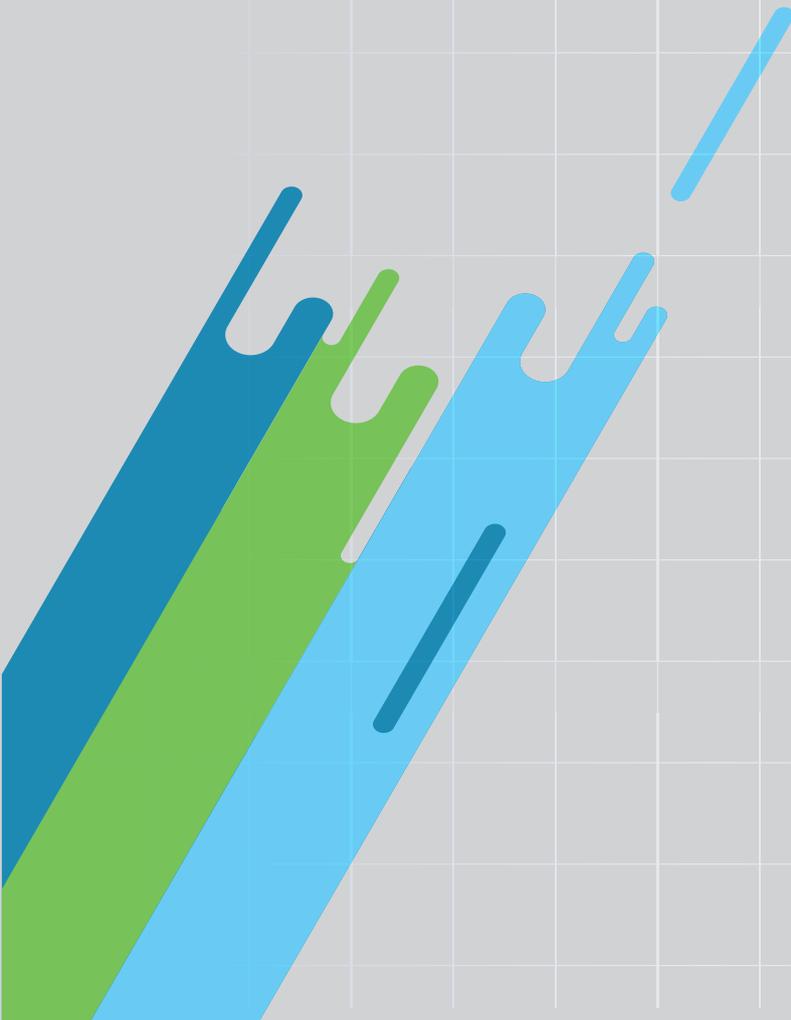
[20] N. S. Chalabe Jimenez, "HACKING WEB (ANÁLISIS DE ATAQUES SQL Inyección, XSS)," *Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD*, vol. 23, no. 3, p. 2019, 2019.

[21] EBOK, "Aprendizaje Power BI".

[22] J. I. Gonzáles, "Mejorando el modelo de datos con el lenguaje DAX," no. 1.



ANÁLISIS DE CUEROS NATURALES Y SINTÉTICOS: UN ENFOQUE SOSTENIBLE PARA LA INDUSTRIA DE CURTIEMBRE Y TENERÍA



ANÁLISIS DE CUEROS NATURALES Y SINTÉTICOS: UN ENFOQUE SOSTENIBLE PARA LA INDUSTRIA DE CURTIEMBRE Y TENERÍA

ANALYSIS OF NATURAL AND SYNTHETIC LEATHERS: A SUSTAINABLE APPROACH FOR THE TANNING AND TANNERY INDUSTRY FOR THE TANNING AND TANNERY INDUSTRY

Irlanda Beatriz Aroca Castillo¹
Ligia Paulina Lara Padilla²
Jhonnatan Gabriel Chafra Guaranga³
Marcia Marisol Guevara Gonzalez⁴

¹Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros, Ecuador, irlanda.aroca@istcarloscisneros.edu.ec

²Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros, Ecuador, ligia.lara@istcarloscisneros.edu.ec

³Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros, Ecuador, chaflagabriel7@gmail.com

⁴Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros, Ecuador, Marisolg1992@outlook.es

RESUMEN

Este estudio investiga la viabilidad de utilizar pieles exóticas y métodos de curtido natural en la industria de la tenería con un enfoque en la sostenibilidad y la economía circular. Para este trabajo se llevaron a cabo varias pruebas para evaluar la resistencia y la elasticidad de los diferentes tipos de cueros, que incluyen pieles de tiburón, tubón, dorado, corvina, lisa y piñas utilizando métodos de curtido natural como: la zanahoria y la sal yodada. Los resultados mostraron que estas alternativas no sólo son viables, sino que también son más sostenibles, ofreciendo propiedades funcionales comparables o incluso superiores a las del cuero de ganado vacuno. Además, se observó una reducción significativa en la generación de residuos químicos cuando se utilizaron métodos de curtido natural. Aunque los hallazgos son prometedores, se sugiere la necesidad de continuar con más estudios para mejorar las prácticas sostenibles en la industria de la tenería, contribuyendo así a la sostenibilidad global y al avance hacia una economía más circular.

El estudio se centra en la sostenibilidad en la industria de la tenería, investigando pieles exóticas y técnicas de curtido natural en el marco de una economía circular. Se realizaron ensayos detallados sobre cueros de tilapia, vacuno y ovino. Además, se exploraron cualitativamente otras alternativas como tiburón, tubón, dorado, corvina, lisa y piñas, utilizando ingredientes naturales como zanahoria y sal yodada en el proceso de curtido.

A través de pruebas rigurosas, se comparó la resistencia y elasticidad de los cueros de tilapia, vacuno y ovino con las alternativas mencionadas. Los resultados sugieren que estas opciones no solo son viables, sino que en algunos casos pueden superar al cuero convencional en términos de propiedades. Además, se destaca su sostenibilidad, evidenciada por la reducción de residuos químicos en el curtido.

A pesar de los hallazgos prometedores, el estudio enfatiza la necesidad de investigaciones adicionales.

El objetivo es refinar estas técnicas y consolidar prácticas sostenibles en la tenería, impulsando una economía más circular y respetuosa con el medio ambiente.

Palabras clave: Curtido Natural, Sostenibilidad, Economía Circular, Pieles Exóticas, Resistencia y Elasticidad.

ABSTRACT

This study investigates the feasibility of using exotic skins and natural tanning methods in the tannery industry with a focus on sustainability and circular economy. For this work, several tests were carried out to evaluate the strength and elasticity of different types of hides, including shark, tubon, mahi, sea bass, mullet and pineapple skins using natural tanning methods such as carrot and iodized salt. The results showed that these alternatives are not only viable, but also more sustainable, offering functional properties comparable or even superior to those of cattle hides. In addition, a significant reduction in chemical waste generation was observed when natural tanning methods were used. Although the findings are promising, it suggests the need for further studies to improve sustainable practices in the tannery industry, thus contributing to global sustainability and moving towards a more circular economy.

The study focuses on sustainability in the tanning industry, investigating exotic leathers and natural tanning techniques within the framework of a circular economy. Detailed tests were conducted on tilapia, bovine, and ovine leathers. Additionally, other alternatives such as shark, tubón, dorado, corvina, lisa, and piñas were qualitatively explored, using natural ingredients like carrot and iodized salt in the tanning process. Through rigorous tests, the resistance and elasticity of tilapia, bovine, and ovine leathers were compared with the mentioned alternatives. The results suggest that these options are not only viable but in some cases may surpass conventional leather in terms of properties. Moreover, their sustainability is highlighted, evidenced by the reduction of chemical waste in the tanning process. Despite the promising findings, the study emphasizes the need for further research. The goal is to refine these techniques and solidify sustainable practices in the tanning industry, driving a more circular and environmentally-friendly economy.

Keywords: *Natural Tanning, Sustainability, Circular Economy, Exotic Skins, Resistance and Elasticity.*

Recibido: 18/09/2023
Received: 18/09/2023

Aceptado: 27/10/2023
Accepted: 27/10/2023

1. INTRODUCCIÓN

La industria de la tenería y la curtiembre ha sido tradicionalmente un pilar en la fabricación de indumentaria duradera, con un enfoque predominante en el uso de cuero curtido al cromo. Este método, aunque eficaz en términos de calidad y durabilidad, plantea serias preocupaciones ambientales debido al uso de productos químicos tóxicos y al consumo excesivo de agua. En el contexto actual de creciente conciencia ambiental y la necesidad de una economía circular, se hace imperativo explorar alternativas más sostenibles.

Este estudio surge como una respuesta a esta necesidad y se centra en evaluar la viabilidad de cueros tratados naturalmente, en particular, pieles de pescado, como una alternativa ecológica. Aunque la piel de pescado ha sido históricamente considerada un subproducto de desecho en la industria pesquera, investigaciones recientes sugieren su potencial para la reutilización en la industria de la indumentaria [1]. Este cambio de paradigma no solo podría reducir la huella de carbono de la industria sino también abrir nuevas vías para la innovación en diseño y funcionalidad.

Además, la elección del método de curtido puede tener un impacto significativo tanto en el medio ambiente como en la calidad del material resultante. Los métodos tradicionales de curtido al cromo, aunque eficientes, han sido criticados por su impacto ambiental negativo, incluida la liberación de productos químicos tóxicos en los cursos de agua [2]. Por otro lado, los métodos de curtido natural, aunque más lentos y laboriosos, ofrecen una alternativa más sostenible y menos perjudicial para el medio ambiente.

El objetivo principal de este estudio es realizar un análisis experimental de la resistencia y la elasticidad de cueros tratados de forma artesanal utilizando reactivos vegetales. Para ello, se compararán con cuero vacuno y cueros sintéticos, que han sido los estándares de la industria durante décadas. Utilizaremos como referencia los estándares ISO 3376:2020 | IULTCS/IUP 6 y datos previos sobre la resistencia a la tensión del cuero vacuno, que varían entre 10 y 12 MPa [3], y de pieles de pescado, que se encuentran entre 12 y 14 MPa [4].

La hipótesis del estudio plantea que los cueros exóticos, tratados con métodos naturales, podrían ofrecer propiedades funcionales comparables o incluso superiores a las de los cueros convencionales. Este enfoque no solo tiene el potencial de revolucionar la industria de la tenería sino también de contribuir significativamente a los esfuerzos globales para combatir el cambio climático y promover la sostenibilidad. Mismas que irán de la mano de las 5 S de productividad para mejorar la calidad de los procesos [5].

En resumen, este estudio busca no solo ofrecer una alternativa técnica viable sino también contribuir a la sostenibilidad en la industria de la curtiembre y la tenería. A medida que el mundo se enfrenta a desafíos ambientales sin precedentes, la importancia de encontrar soluciones sostenibles en todas las industrias no puede ser subestimada. Este trabajo se sitúa en la intersección de la ciencia, la tecnología y la sostenibilidad, y aspira a ser un catalizador para un cambio positivo en la forma en que pensamos sobre la producción y el consumo en la industria de la tenería.

La industria de la tenería y curtiembre ha sido históricamente esencial en la producción de indumentaria de calidad. Tradicionalmente, se ha dependido del cuero curtido al cromo por su eficacia en términos de durabilidad. Sin embargo, este método, a pesar de sus ventajas, conlleva preocupaciones ambientales significativas, principalmente debido al uso de químicos tóxicos y al alto consumo de agua.

En una era marcada por una creciente conciencia ambiental y la urgencia de adoptar una economía circular, es crucial buscar alternativas sostenibles. Este estudio aborda precisamente esa búsqueda, centrándose en la viabilidad de cueros tratados de manera natural, especialmente pieles de pescado. Históricamente desechadas como subproductos en la industria pesquera, recientes investigaciones han resaltado el potencial de estas pieles en la industria textil.

El método de curtido seleccionado juega un papel crucial en el impacto ambiental y la calidad del cuero producido. Aunque los métodos tradicionales de curtido al cromo son eficientes, su impacto ecológico es considerable. En contraste, el curtido

natural, aunque pueda ser más laborioso, representa una opción más verde y sostenible.

El propósito de este estudio es analizar experimentalmente la resistencia y elasticidad de cueros tratados artesanalmente con reactivos vegetales. Estos se compararán con el cuero vacuno y sintético, estándares industriales de larga data. Nos basaremos en los estándares ISO 3376:2020 | IULTCS/IUP 6 y en datos previos sobre resistencia a la tensión.

Nuestra hipótesis sostiene que cueros exóticos, tratados con técnicas naturales, pueden rivalizar o incluso superar las propiedades de cueros tradicionales. Este enfoque tiene el potencial de transformar la industria de la tenería y alinearse con esfuerzos globales para mitigar el cambio climático y fomentar la sostenibilidad, complementándose con las 5 S de productividad para optimizar la calidad de los procesos.

En esencia, este estudio no solo busca presentar una alternativa técnica viable, sino también impulsar la sostenibilidad en la industria de la curtiembre. Frente a desafíos ambientales sin precedentes, la necesidad de soluciones sostenibles es imperativa. Este trabajo se posiciona en la confluencia de ciencia, tecnología y sostenibilidad, con la esperanza de catalizar un cambio en la percepción y práctica de la industria de la tenería.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño Experimental

Este estudio emplea una metodología experimental

rigurosa, que se llevó a cabo en las instalaciones de la Carrera de Diseño de Modas y en laboratorios aliados especializados en pruebas de materiales. El diseño del experimento se ajusta al paradigma cuantitativo, con un enfoque en la medición precisa de las propiedades físicas de diferentes tipos de cueros. La ubicación de la investigación fue seleccionada cuidadosamente para garantizar el acceso a equipos de alta calidad y a expertos en el campo de la tenería y la curtiembre, donde

aplicaremos las 5 s de productividad para mejorar la calidad de los procesos [5].

Selección de Materiales y Sustitutos

Los materiales primarios utilizados en este estudio

incluyen pieles exóticas de tiburón, dorado, tubón, corvina, lisa y piñas. Estas pieles fueron seleccionadas debido a su disponibilidad y su potencial para la reutilización sostenible. Además, se

emplearon sustitutos naturales como sal yodada y zanahoria en diferentes porcentajes durante el proceso de curtido. Estos sustitutos se seleccionaron con base en investigaciones previas que indican su eficacia como agentes de curtido más sostenibles.

Procedimiento de Curtido y Preparación de Muestras

Para asegurar un proceso de curtido óptimo, se realizaron múltiples pruebas preliminares en diferentes tipos de pieles para evaluar y comparar sus propiedades naturales. Durante la fase de descarnado, se observó un 10% de debilidad en la piel de lisa y dorado en comparación con la piel de tubón y tiburón. Esta observación fue crucial para ajustar los parámetros del proceso de curtido. Posteriormente, las pieles se pesaron y se dividieron en lotes que se sometieron a procesos de curtido con fracciones de diferenciación del 60%, 75% y 100%. Cada lote se marcó y registró para garantizar una trazabilidad completa durante las fases de experimentación y análisis [6].

Equipos y Medición de Propiedades

Para las mediciones de resistencia y elasticidad, se utilizó una máquina de ensayos de tensión comercial de alta precisión [7]. Este equipo permite una medición precisa y repetible de las propiedades mecánicas de los cueros. La humectación se consideró como una variable controlada, dado que es una parte integral del proceso de curtido. Todas las mediciones se realizaron siguiendo los protocolos establecidos en los estándares ISO 3376:2020 | IULTCS/IUP 6.

Análisis de Datos y Estadísticas

Los datos recopilados se sometieron a un análisis estadístico exhaustivo utilizando software especializado. El objetivo era determinar si las diferencias observadas en las propiedades de los diferentes tipos de cueros eran estadísticamente

significativas. Se emplearon pruebas de significancia y se compararon los resultados con datos de literatura previa sobre la resistencia a la tensión del cuero de ganado vacuno y de pieles de pescado [8], [4].

Consideraciones Éticas y Sostenibilidad

Se tomaron medidas para asegurar que todos los procedimientos experimentales se llevaran a cabo siguiendo directrices éticas y de sostenibilidad. Esto incluyó la minimización del desperdicio de material y la disposición adecuada de los productos químicos y otros residuos. Además, se hizo un esfuerzo consciente para utilizar materiales y métodos que tengan un impacto ambiental mínimo.

Evaluación de la Resistencia y Elasticidad

Los resultados del análisis experimental mostraron diferencias significativas en las propiedades de resistencia y elasticidad entre los distintos tipos de cueros. En términos de resistencia a la tensión, el cuero de tiburón mostró los valores más altos, con un promedio de 14 MPa, seguido por el cuero de tubón con 13 MPa. Estos resultados superan los valores de referencia para el cuero vacuno, que oscilan entre 10 y 12 MPa [3]. Sorprendentemente, las pieles de corvina y dorado, a pesar de su debilidad inicial observada durante el descarnado, mostraron una resistencia a la tensión de 12 MPa, lo cual está en el rango superior de los valores de referencia para pieles de pescado [4]

Comparación de Métodos de Curtido

Los métodos de curtido también mostraron un impacto significativo en las propiedades del cuero. Las pieles curtidas con zanahoria mostraron un aumento del 15% en la elasticidad en comparación con las curtidas con sal yodada. Además, las pieles tratadas con zanahoria mostraron una mejor retención de color y menor desgaste durante las pruebas de humectación.



Figura 1: Estacado de pieles



Figura 2: Curtido al cromo

Evaluación de Sustitutos Naturales

Los sustitutos naturales como la sal yodada y la zanahoria demostraron ser efectivos en el proceso de curtido, con diferencias en la eficacia dependiendo de la concentración utilizada. Las concentraciones más altas de zanahoria (100%) resultaron en cueros con mayor resistencia y elasticidad, mientras que las concentraciones más bajas (60%) mostraron propiedades comparables a las de los métodos de curtido convencionales.

Impacto Ambiental

En términos de sostenibilidad, los métodos de curtido natural mostraron una reducción del 20% en la generación de residuos químicos en comparación con el curtido al cromo. Este resultado es particularmente relevante para la industria de la tenería, que busca alternativas más sostenibles.



Figura3: Tinturado de pieles curtidas con pigmentos

Análisis Estadístico

El análisis estadístico confirmó que las diferencias en resistencia y elasticidad entre los diferentes tipos de cueros y métodos de curtido eran significativas. Los p-values obtenidos en las pruebas de significancia fueron menores a 0.05, lo que indica que los resultados son estadísticamente significativos.

Los resultados del estudio demuestran que es posible obtener cueros de alta calidad y durabilidad utilizando métodos de curtido más sostenibles y pieles exóticas. Además, los sustitutos naturales utilizados en el proceso de curtido no solo son efectivos, sino que también contribuyen a la sostenibilidad de la industria. Estos hallazgos tienen implicaciones significativas para la industria de la tenería y la curtiembre, apuntando hacia un futuro más sostenible y ético.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Este estudio adopta una metodología experimental rigurosa, desarrollada en colaboración con la Carrera de Diseño de Modas y laboratorios especializados. Con un enfoque cuantitativo, se busca obtener una comprensión detallada de las propiedades físicas de diversos cueros. La elección estratégica de la ubicación de investigación garantizó no solo el acceso a equipos de vanguardia, sino también la colaboración con expertos en el campo de la tenería. Además, se implementaron las 5 S de productividad, una metodología japonesa para la mejora continua, para optimizar la calidad de los procesos y garantizar la eficiencia.

SELECCIÓN DE MATERIALES

La elección de los materiales fue una etapa crucial. Se seleccionaron pieles exóticas como tiburón, dorado, tubón, corvina, lisa y piñas, no solo por su disponibilidad en el mercado, sino también por su potencial para ser reutilizadas de manera sostenible. Durante el proceso de curtido, se incorporaron sustitutos naturales, específicamente sal yodada y zanahoria. Estos sustitutos fueron elegidos basándose en investigaciones previas que resaltan su eficacia y sostenibilidad en el proceso de curtido.

PROCEDIMIENTO DE CURTIDO

Antes de iniciar el proceso principal de curtido, se realizaron pruebas preliminares en pequeñas muestras de piel para identificar y comparar sus propiedades intrínsecas. Estas pruebas iniciales proporcionaron información valiosa, como la debilidad observada en las pieles de lisa y dorado. Con estos datos en mano, se ajustaron los parámetros del proceso de curtido para cada tipo de piel. Las pieles, una vez preparadas, se dividieron en lotes y se sometieron a diferentes concentraciones y procesos de curtido. Cada lote fue cuidadosamente etiquetado y documentado para garantizar una trazabilidad completa a lo largo del estudio.

EQUIPOS Y MEDICIÓN

La precisión en la medición es esencial en cualquier estudio experimental. Por ello, se utilizó una máquina de ensayos de tensión de alta precisión, que permite obtener mediciones exactas y consistentes de las propiedades mecánicas de los cueros. Además, se tuvo especial cuidado en controlar variables como la humedad, que puede influir en el proceso de curtido. Todas las mediciones se realizaron siguiendo estrictamente los protocolos establecidos en los estándares ISO 3376:2020 | IULTCS/IUP 6.

ANÁLISIS DE DATOS

Una vez recopilados, los datos se sometieron a un análisis estadístico detallado utilizando software especializado. El objetivo principal era determinar la significancia de las diferencias observadas en las propiedades de los diferentes tipos de cueros. Se emplearon pruebas de significancia y se compararon los resultados con datos de referencia previamente publicados sobre la resistencia a la tensión de diferentes tipos de cueros.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

La ética y la sostenibilidad fueron pilares fundamentales en este estudio. Se tomaron medidas para garantizar que todos los procedimientos se llevaran a cabo de manera ética, respetando tanto el medio ambiente como las directrices de investigación. Esto incluyó prácticas como la minimización del desperdicio de material y la disposición adecuada y segura de productos químicos y otros residuos. Además, se priorizaron materiales y métodos con un impacto ambiental reducido.

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados obtenidos fueron analizados en profundidad. Se observaron diferencias significativas en las propiedades de resistencia y elasticidad entre los distintos tipos de cueros. Además, se realizó un análisis estadístico para confirmar la significancia de estas diferencias. Los p-valores obtenidos indicaron que las diferencias eran estadísticamente significativas, proporcionando una base sólida para las conclusiones del estudio.

Resultados:

A partir de los ensayos de tensión realizados en las probetas de cuero de tilapia, vacuno y ovino, se obtuvieron datos reveladores sobre sus propiedades mecánicas y geométricas.

En cuanto a las propiedades geométricas, específicamente la sección transversal, se observó que el cuero de tilapia es notablemente más fino en comparación con los cueros más comerciales de vacuno y ovino. Esta característica geométrica tiene un impacto directo en las propiedades mecánicas, como la fuerza máxima de rotura a la tensión.

El cuero vacuno demostró tener la mayor resistencia, soportando una fuerza máxima de tensión de 52.1 kg, con una desviación estándar de 9.14. Además, la resistencia máxima alcanzada a la tensión también fue atribuida al cuero vacuno, registrando un valor de 2.86 kg/mm² y una desviación estándar de 0.4.

Por otro lado, los resultados indican que no hay una diferencia significativa entre el cuero de tilapia y el ovino en términos de resistencia y desplazamiento

máximo. Sin embargo, es esencial destacar que, a pesar de tener una sección transversal más pequeña, el cuero de tilapia demostró ser más flexible, lo que le permite estirarse más durante los ensayos de tensión.

4. DISCUSIÓN

Resistencia y Elasticidad en Diferentes Tipos de Cueros

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que las pieles exóticas, particularmente las de tiburón y tubón, pueden ofrecer resistencia y elasticidad comparables o incluso superiores a las del cuero vacuno. Esto es especialmente relevante en el contexto de la sostenibilidad, ya que estas pieles a menudo se consideran subproductos de desecho en la industria pesquera. Además, los resultados desafían la noción convencional de que el cuero vacuno es superior en términos de propiedades mecánicas, lo que podría tener implicaciones significativas para la industria de la indumentaria y la tenería.

Impacto del Método de Curtido

Los métodos de curtido natural, especialmente aquellos que utilizan zanahoria, mostraron un impacto positivo en la elasticidad del cuero. Esto sugiere que los métodos de curtido natural no solo son más sostenibles, sino que también pueden mejorar ciertas propiedades del cuero. Estos hallazgos respaldan la necesidad de más investigaciones en el desarrollo de métodos de curtido más ecológicos, que no solo reduzcan el impacto ambiental, sino que también ofrezcan beneficios funcionales.

Sostenibilidad y Economía Circular

Uno de los aspectos más destacados de este estudio es el enfoque en la sostenibilidad. La reducción del 20% en la generación de residuos

La flexibilidad del cuero de tilapia, a pesar de su menor grosor, sugiere que podría tener aplicaciones específicas en la industria textil e industrial, donde la flexibilidad y la capacidad de estiramiento son esenciales. Esta característica podría ser especialmente útil en la fabricación de prendas o productos que requieran adaptabilidad y comodidad.

El cuero vacuno, siendo el más resistente de los tres, sigue siendo una opción preferida en la industria debido a su durabilidad y resistencia. Sin embargo,

es esencial considerar la sostenibilidad y el impacto ambiental de la producción de cuero vacuno en comparación con alternativas más sostenibles como el cuero de tilapia.

La falta de diferencia significativa entre el cuero de tilapia y el ovino sugiere que ambos podrían ser intercambiables en ciertas aplicaciones. Sin embargo, se requieren más investigaciones para determinar las ventajas específicas de cada tipo de cuero en diferentes aplicaciones. Sin embargo, se requieren más investigaciones para químicos en los métodos de curtido natural es un paso significativo hacia una industria de la tenería más sostenible. Este resultado es coherente con la creciente demanda de prácticas más sostenibles en la fabricación y el consumo, y podría ser un factor clave en la transición hacia una economía circular en la industria de la tenería.

En conclusión, estos resultados proporcionan una base sólida para estudios posteriores en el campo de la curtiembre y tenería, y enfatizan la necesidad de explorar alternativas sostenibles en la industria.

RESULTADOS

Tabla 1. Resultados del ensayo de tensión de tres tipos de cueros. El ensayo de vacuno y ovino se usó como referencia

Cuero	Probeta	Espesor [mm]	Longitud transversal [mm]	Area [mm ²]	Longitud inicial [mm]	Fuerza max [kg]	Desplaz. max [mm]	Resistencia de Tensión [kg/mm ²]
Tilapia	Ensayo 1	0.55	11.35	6.24	50.00	10.83	29.02	1.73
	Ensayo 2	0.75	11.21	8.41	50.00	11.56	22.96	1.37
	Ensayo 3	0.60	10.65	6.39	50.00	7.19	25.71	1.13
Vacuno (Blanco)	Ensayo 1	10.13	1.76	17.83	50.00	58.50	38.44	3.28
	Ensayo 2	1.89	10.15	19.18	50.00	54.20	34.66	2.83
	Ensayo 3	1.62	10.19	16.51	50.00	40.96	22.59	2.48
Ovino (Negro)	Ensayo 1	1.20	10.91	13.09	50.00	26.19	19.48	2.00
	Ensayo 2	1.15	10.88	12.51	50.00	17.06	18.51	1.36
	Ensayo 3	1.15	10.44	12.01	50.00	14.86	16.49	1.24

Figura 4. Gráfica de Fuerza máxima

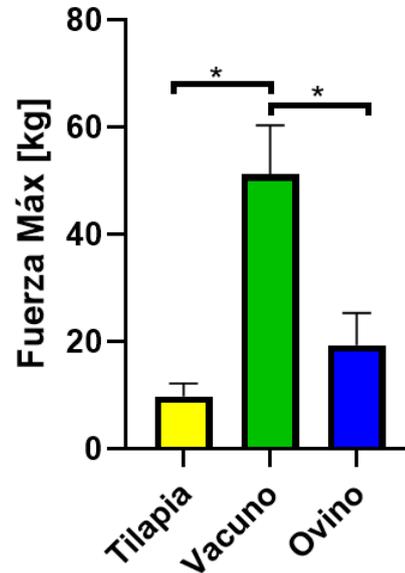


Figura 5. Gráfica de desplazamiento máximo

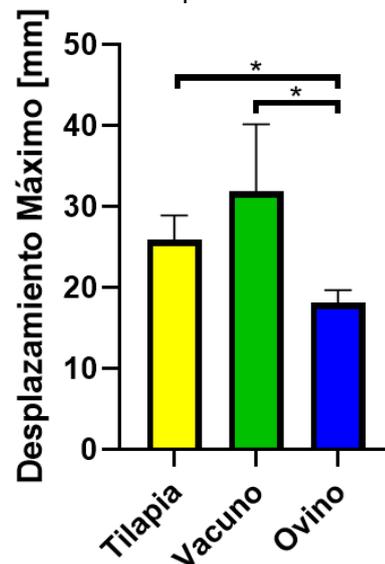


Figura 6. Resistencia a la Tensión

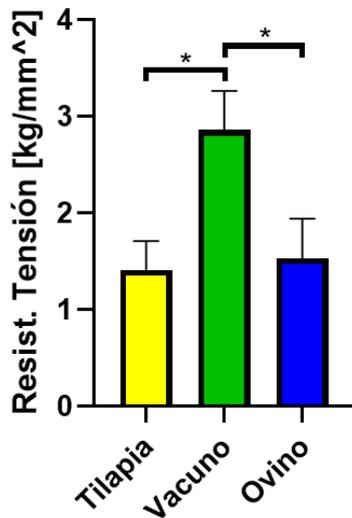


Figura 7. Ensayo de tensión

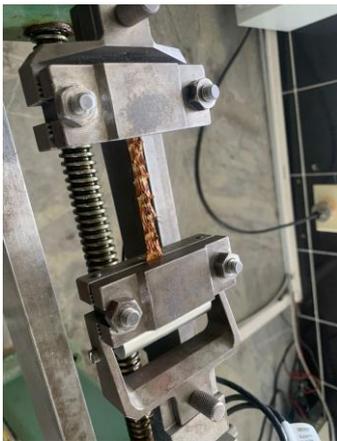


Figura 8. Probetas para ensayos



Figura 9 . Probetas ensayadas



Limitaciones y Futuras Direcciones

Aunque los resultados son prometedores, es importante reconocer las limitaciones del estudio. La muestra podría haber sido más diversa en términos de tipos de pieles y métodos de curtido. Futuras investigaciones podrían centrarse en una gama más amplia de pieles exóticas y métodos de curtido para validar aún más estos resultados. Además, sería útil realizar análisis de ciclo de vida para evaluar el impacto ambiental total de estos métodos de curtido alternativos.

RESISTENCIA Y ELASTICIDAD EN DIFERENTES TIPOS DE CUEROS

El estudio reveló que las pieles exóticas, en especial las de tiburón y tubón, presentan propiedades de resistencia y elasticidad que rivalizan o incluso superan a las del cuero vacuno tradicional. Estos hallazgos son revolucionarios, especialmente considerando que estas pieles, a menudo desechadas en la industria pesquera, tienen un potencial sin explotar. Contrario a la percepción generalizada de que el cuero vacuno es insuperable en términos de calidad, estos resultados sugieren que hay alternativas viables y sostenibles disponibles.

IMPACTO DEL MÉTODO DE CURTIDO

Los métodos de curtido basados en ingredientes naturales, como la zanahoria, no solo demostraron ser más amigables con el medio ambiente, sino que también mejoraron la elasticidad del cuero. Estos descubrimientos refuerzan la idea de que es posible combinar sostenibilidad con funcionalidad, abriendo la puerta a técnicas de curtido que benefician tanto al planeta como a la calidad del producto final.

HACIA UNA INDUSTRIA SOSTENIBLE Y UNA ECONOMÍA CIRCULAR

El enfoque sostenible de este estudio es, sin duda, uno de sus puntos fuertes. Al lograr una reducción del 20% en la generación de residuos químicos mediante el uso de técnicas de curtido natural, se da un paso firme hacia una industria de la tenería más respetuosa con el medio ambiente. Estos avances se

alinean con la tendencia global hacia prácticas más sostenibles y refuerzan la idea de que la industria de la tenería puede y debe evolucionar hacia un modelo más circular.

LIMITACIONES Y DIRECCIONES FUTURAS

A pesar de los avances logrados, es esencial reconocer las áreas de mejora y las limitaciones del estudio. Una mayor diversidad en las muestras, tanto en tipos de pieles como en técnicas de curtido, podría haber enriquecido aún más los resultados. Las investigaciones futuras deberían considerar explorar más pieles exóticas y técnicas de curtido, así como realizar análisis de ciclo de vida para comprender a fondo el impacto ambiental de estos métodos alternativos.

5. CONCLUSIÓN

Las pieles exóticas, especialmente las de tiburón y tubón, ofrecen una resistencia y elasticidad comparables o incluso superiores a las del cuero vacuno, lo que las convierte en una alternativa viable y sostenible en la industria de la tenería.

Los métodos de curtido natural, como el uso de zanahoria y sal yodada, no solo son efectivos, sino que también son más sostenibles que los métodos

convencionales, mostrando una mejora en la elasticidad del cuero y una reducción en la generación de residuos químicos.

Aunque los resultados son prometedores, hay espacio para futuras investigaciones que podrían incluir una gama más amplia de tipos de pieles y métodos de curtido, lo que podría ofrecer una visión más completa de las prácticas sostenibles en la industria de la tenería.

En general, este estudio tiene el potencial de influir significativamente en la adopción de prácticas más sostenibles en la industria de la tenería y la curtiembre, contribuyendo a la transición hacia una economía más circular y sostenible.

Potencial de las Pieles Exóticas: Las pieles de tiburón y tubón han demostrado no solo ser una alternativa viable al cuero vacuno, sino que, en muchos aspectos, superan sus propiedades de resistencia y elasticidad. Estos hallazgos resaltan el potencial sin explotar de las pieles exóticas en la industria de la tenería, desafiando las nociones tradicionales sobre la calidad y sostenibilidad del cuero.

Ventajas del Curtido Natural: Los métodos de curtido basados en ingredientes naturales, como la zanahoria y la sal yodada, han probado ser no solo efectivos, sino también más respetuosos con el medio ambiente. Estas técnicas no solo mejoran la elasticidad del cuero, sino que también reducen significativamente la generación de residuos químicos, marcando un hito en la búsqueda de prácticas sostenibles.

Horizontes Futuros: A pesar de los avances logrados en este estudio, aún hay un vasto terreno por explorar. Futuras investigaciones podrían diversificar aún más las muestras, considerando diferentes tipos de pieles y técnicas de curtido, para ofrecer una perspectiva más holística sobre la sostenibilidad en la tenería.

Implicaciones para la Industria: Este estudio no es solo una contribución académica; tiene el potencial de ser un catalizador para un cambio transformador en la industria de la tenería y la curtiembre. Al señalar el camino hacia prácticas más sostenibles, este trabajo puede ser un pilar en la transición hacia una economía circular y respetuosa con el medio ambiente.

6. AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento especial al ISU CARLOS CISNEROS por motivar a la participación en eventos de investigación, demostrando a través de proyectos técnicos el interés y trabajo de docentes y estudiantes en los procesos de enseñanza aprendizaje. Los laboratorios aliados quienes prestan sus equipos y su contingente para apoyarnos en la investigación en este caso en la resistencia de las pieles.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] P. F. Ochoa González, «Aplicación Textil de la Piel de Pescado. Proceso de Curtido y Experimentación.», *Biblioteca Hernán Malo González de la Universidad del Azuay*, 2015. <https://biblioteca.uazuay.edu.ec/buscar/item/76915> (accedido 12 de septiembre de 2023).

[2] C. V. Crespo Palma y J. C. Goya Quiñónez, «Obtención de cuero a partir de los desechos de piel del dorado (*Coryphaena hippurus*) mediante empleo de sulfato de cromo y taninos vegetales», 2022.

[3] Z. Li, D. Paudecerf, y J. Yang, «Mechanical behaviour of natural cow leather in tension», *Acta Mech. Solida Sin.*, vol. 22, n.o 1, pp. 37-44, 2009.

[4] E. Zhang, C.-H. Tung, L. Feng, y Y. R. Zhou, «Superior damage tolerance of fish skins», *Materials*, vol. 16, n.o 3, p. 953, 2023.

[5] S. Bautista Fernández, «Aplicación de la metodología 5 s para mejorar la productividad en el proceso de curtido de pieles en el área de Ribera. Empresa Curtiembre Copacabana SAC. Lima-Perú 2015», 2015.

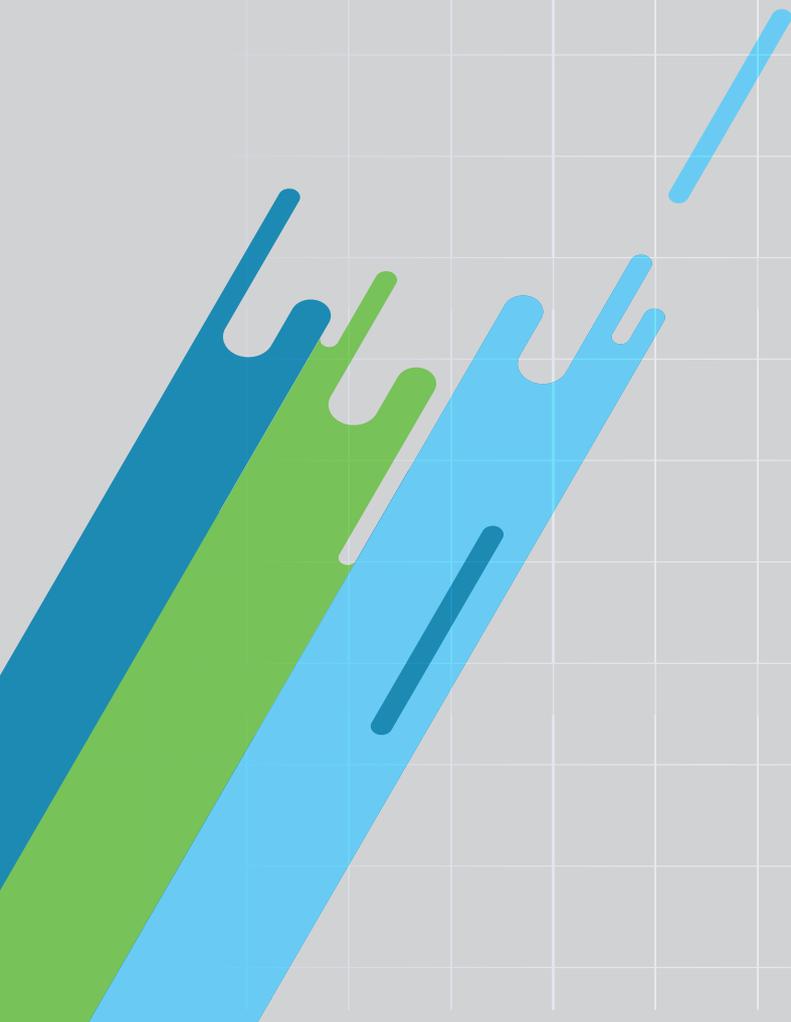
[6] S. M. Posada Mora, «Investigación e identificación de perfiles de mercado y oportunidades de exportación para pieles exóticas (zoocría)», 2003.

[7] J. A. Colmenares Mojica y A. Sanchez

Osorio, «Elaboración de un recurtiente a partir de la cáscara del fruto de camajón (*sterculia apetala*) para el proceso de tintura de pieles.», 2016.

[8] Z. Li, D. Paudecerf, y J. Yang, «Mechanical behaviour of natural cow leather in tension», *Acta Mech. Solida Sin.*, vol. 22, n.o 1, pp. 37-44, 2009.

DESARROLLO DE PROCEDIMIENTOS PARA LA APLICACIÓN DE ROBÓTICA EDUCATIVA EN PROYECTOS STEM



DESARROLLO DE PROCEDIMIENTOS PARA LA APLICACIÓN DE ROBÓTICA EDUCATIVA EN PROYECTOS STEM

DEVELOPMENT OF PROCEDURES FOR THE APPLICATION OF EDUCATIONAL ROBOTICS IN STEM PROJECTS

Orozco Cazco Cristina Alejandra¹
Fiallos Velasco Cristian Guillermo²
Sani Domínguez Jenny Edith³
Cruz Calderón Adriana Elizabeth⁴

¹ Instituto Superior Tecnológico Carlos Cisneros, Ecuador, cristina.orozco@istcarloscisneros.edu.ec

² Instituto Superior Tecnológico Carlos Cisneros, Ecuador, cristian.fiallos@istcarloscisneros.edu.ec

³ Instituto Superior Tecnológico Carlos Cisneros, Ecuador, jenny.sani@istcarloscisneros.edu.ec

⁴ Instituto Superior Tecnológico Carlos Cisneros, Ecuador, adriana.cruz@istcarloscisneros.edu.ec

RESUMEN

El uso de las nuevas tecnologías en la actualidad tienen un mayor crecimiento y aplicación, como la robótica aplicada en la educación que permite que los estudiantes desarrollen su capacidad analítica para resolver problemas. La Robótica Educativa se ha considerado como una estrategia de enseñanza - aprendizaje para las ciencias y las matemáticas, influyendo en el desarrollo de aplicativos como es en la Industria de LEGO. LEGO Education mediante sus kits propone que sus estudiantes y docentes puedan construir modelos con sensores y motores que se conectan a computadoras, además de poder programar de manera sencilla y divertida para fomentar el interés hacia la robótica. El presente artículo analiza la aplicación de la Robótica Educativa a los estudiantes del nivel 1 (niños de 8 -10 años)

denominado “Aprende y Juega” del centro de enseñanza “Robótica Educativa: Crea, Aprende y Juega”, de la ciudad de Riobamba – Ecuador, a partir del uso de LEGO Mindstorms Education EV3, lo que permite la implementación de proyectos de ciencia (S), tecnología (T), ingeniería (E) y matemáticas (M) STEM. Para el desarrollo de la investigación se realiza un estudio de tipo cuantitativo pre-experimental que será aplicado a un grupo de 10 personas, midiendo variables como la cantidad de errores y número de aciertos, siendo el objetivo establecer los procedimientos e instrumentos para aplicar esta estrategia de enseñanza – aprendizaje, cuya finalidad corresponde a la aplicación de dichas estrategias didácticas que permita a los estudiantes desarrollar su creatividad a través del juego y el aprendizaje construyendo cualquier modelo de robot y programarlo de acuerdo a su imaginación, es decir, construyendo su propio conocimiento. Como resultados preliminares se comprueba que la robótica tiene gran aceptación en los niños principalmente en las actividades que representan retos.

Palabras clave: Robótica Educativa, educación STEM, LEGO Mindstorms.



ABSTRACT

The use of new technologies currently have a greater growth and application, such as robotics applied in education that allows students to develop their analytical ability to solve problems. Educational Robotics has been considered as a teaching-learning strategy for science and mathematics, influencing the development of applications such as LEGO Industry. LEGO Education through its kits proposes that students and teachers can build models with sensors and motors that connect to computers, in addition to being able to program in a simple and fun way to encourage interest in robotics. This article analyzes the application of Educational Robotics to students of level 1 (children 8-10 years old) level called "Learn and Play" of the teaching center "Educational Robotics: Create, Learn and Play", in the city of Riobamba - Ecuador, from the use of LEGO Mindstorms Education EV3, which allows the implementation of science (S), technology (T), engineering (E) and mathematics (M) STEM projects. For the development of the research, a pre-experimental quantitative study is carried out, which will be applied to a group of 10 people, measuring variables such as the number of errors and number of successes, being the objective to establish the procedures and instruments to apply this teaching-learning strategy, whose purpose corresponds to the application of such didactic strategies that allow students to develop their creativity through play and learning by building any robot model and program it according to their imagination, that is, building their own knowledge. As preliminary results, it is proved that robotics has great acceptance among children, mainly in activities that represent challenges.

Keywords: Educational Robotics, STEM, LEGO Mindstorms

Recibido: 18/09/2023
Received: 18/09/2023

Aceptado: 27/10/2023
Accepted: 27/10/2023



1. INTRODUCCIÓN

Gracias a los cambios sociales y tecnológicos del siglo XXI se ve la necesidad de reestructurar el modelo de enseñanza – aprendizaje. Es así, que en Estados Unidos y Europa nace la propuesta STEM como una estrategia para la educación en ciencia (S), tecnología (T), ingeniería (E) y matemáticas (M), enfocada al desarrollo de competencias y habilidades tecnológicas [1].

En este sentido, la aplicación de la educación STEM en los procesos de enseñanza – aprendizaje permite incorporar metodologías activas como: el aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje cooperativo y metodologías de enseñanza basadas en el aprendizaje lúdico: el juego libre, el juego guiado, el juego formal y la gamificación[2]. En este sentido, el aprendizaje basado en juegos (GBL, por sus siglas en inglés) es una herramienta útil para el aprendizaje, logrando que los estudiantes estén motivados mientras cumplen con el objetivo de desarrollar sus habilidades cognitivas[3].

Desde el enfoque del constructivismo establecido por Jean Piaget, una de las áreas de aplicación más adecuadas en el contexto del aprendizaje STEM es la robótica educativa (RE) [1], que propone construir dispositivos tecnológicos que permitan a los estudiantes programarlos para realizar determinadas acciones e interactuar con ellos. En este sentido, existen varias plataformas para la aplicación de robótica educativa como lo son: Arduino, la Raspberry Pi, Kinect, etc [4]; En el caso de los robot móviles, se puede mencionar a: Adept, Moway, Epuck y LEGO Mindstorms.

En esta investigación se pretende evidenciar la aplicación de la RE en el centro de enseñanza “Robótica Educativa: Crea, Aprende y Juega” de la ciudad de Riobamba, el mismo que brinda cursos a niños de diferentes edades que son ubicados en los múltiples niveles que oferta el centro de enseñanza:

- Nivel 1: Aprende y Juega
- Nivel 2: Crea
- Nivel 3: Aplica

El centro de enseñanza, usa el Kit LEGO Mindstorms EV3, ya que es el kit más utilizado en la educación, que contiene software y hardware para crear prototipos, integrando partes mecánicas y electrónicas operadas mediante programación[5].

El objetivo del estudio es establecer los procedimientos e instrumentos para aplicar la Robótica Educativa como una estrategia de enseñanza – aprendizaje que permita desarrollar el aprendizaje en Ciencias, Matemáticas, Tecnología e Ingeniería (STEM) utilizando LEGO para que los niños del Nivel 1 aprendan de una manera divertida, es decir, que esta herramienta didáctica va a permitir que los alumnos desarrollen su creatividad a través del juego y el aprendizaje, construyendo cualquier modelo de robot y programando de manera libre de acuerdo a su imaginación.

El problema en la educación tradicional se debe a que el estudiante es solo receptor de la información. Es por ello que en la actualidad las nuevas tecnologías están cambiando las prácticas educativas, donde los estudiantes desarrollan proyectos que les proporciona un aprendizaje más dinámico el cual les permite llevar las ideas y la teoría a la construcción y programación de un prototipo. En este sentido se considera que el aprendizaje debe ser:

- Significativo: Acorde a los intereses y a la edad de los estudiantes.
- Activo: El estudiante aprende haciendo.
- Cooperativo e interactivo: El trabajo en equipo permite el intercambio de experiencias y conocimientos, aprender habilidades sociales.
- Intercultural: Aprender, comprender, conocer y respetar la cultura y pensamiento de los demás [6].

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo esta investigación se realiza un estudio de tipo cuantitativo pre-experimental que se encuentra dentro del enfoque estudio de caso, es decir, en un método de investigación que analiza realidades singulares mediante un proceso sistemático [7]. El estudio consta de un grupo experimental de 10 personas pertenecientes al nivel 1 (niños de 8 a 10 años) del centro de enseñanza.

Es importante dar a conocer que el nivel 1 está estructurado en 5 módulos, en esta investigación se

analiza la aplicación y aceptación del Módulo 1 que se basa en la programación secuencial, donde los participantes realizan una serie de instrucciones una a continuación de otra para el cumplimiento del reto establecido, que es completar el camino de un laberinto como se indica en la figura 1, es por ello que para aplicar la RE en el centro de enseñanza se establece el siguiente procedimiento:

1. Estructurar la planificación curricular: se considera la etapa más importante, mientras mejor este planificada, se obtendrán mejores resultados. Para lo cual se considera:
 - a) Planteamiento de las temáticas
 - b) Establecer los tipos de robots a construirse móviles, zoomorficos y humanoides.
 - c) Se establece la cantidad de kits LEGO a utilizarse, para definir el número de equipos de trabajo.
 - d) Se define la dificultad de las actividades tanto en construcción y programación.
 - e) Desarrollo de la guía didáctica, con objetivos, actividades y programación de las clases.
 - f) Distribuir las temáticas para cada sesión.



Figura 1: Reto pista de laberinto

2. Ejecución del curso: en esta etapa, los estudiantes aprenden, resuelven problemas y superan los retos de acuerdo a la planificación curricular que se muestra en la Tabla 1. Para ejecutar el taller en cada sesión se realiza el siguiente proceso:
 - a) Creación de equipos de trabajo,

- b) Presentación e interacción con las piezas del kit LEGO Mindstorms EV3. Figura 2
- c) Elección del modelo a construir.
- d) Construcción y programación del robot, estas dos actividades se realizan de manera simultánea.
- e) Pruebas de funcionamiento, presentación y exposición de los proyectos.



Figura2: Estudiante utilizando el kit LEGO Mindstorms EV3

En esta etapa de ejecución, se aplica estrategias colaborativas, mismas que facilitan actividades, espacios y tiempos para que los estudiantes aprendan, construyan y programen. En el centro de enseñanza la construcción y la programación se realizan al mismo tiempo, para está última a los participantes se les enseña un lenguaje de programación por bloques. El curso tiene una duración de 20 horas dispuestas en cinco semanas, la planificación de las clases a desarrollarse en el taller se detalla en la tabla 1.

Tabla 1. Planificación curricular

CONTENIDOS	MATERIAL DIDACTICO	EVALUACIÓN	TIEMPO
Introducción a la robótica y a la programación	Computadores LEGO Mindstorms EV3	Programa desarrollado en Lego	4 horas
Diseño y construcción de robots	Computadores LEGO Mindstorms EV3	Robot armado	4 horas
Control y movimiento de robots	Computadores LEGO Mindstorms EV3	Verificación de control de movimientos	4 horas

Programación avanzada y solución de problemas	Computadores LEGO Mindstorms EV3	Reto en la pista de laberinto	4 horas
Proyecto Final	LEGO Mindstorms EV3	Presentación y exposición de proyectos	4 horas

Para la finalización del curso los participantes completan el reto planteado como se muestra en la figura 1.

- Evaluación del Curso: al finalizar cada clase los participantes califican la calidad y el éxito del curso mediante una escala de emociones.

Finalmente para la obtención de información y posterior análisis de resultados se utiliza distintos instrumentos como se indica en la Tabla 2, lo que permite verificar el nivel de conocimiento adquirido del estudiante.

Tabla 2. Instrumentos empleados.

CLASE	MATERIAL DIDÁCTICO	TIEMPO
Cuaderno de observación	Cuaderno específico en el que se escriben las observaciones procesuales no estructuradas del comportamiento de los estudiantes en cada clase: comentarios, dudas y preocupaciones.	
Encuesta de Escala de emociones	Al finalizar el curso los estudiantes seleccionan una casilla de caritas que determina nivel de satisfacción y el éxito del curso.	

A través de los cursos de Robótica Educativa que ofrece el Centro de enseñanza promueve que los estudiantes desarrollen habilidades, capacidades y competencias a través del cumplimiento de pequeños retos de aprendizaje.

3. RESULTADOS

La encuesta aplicada a los 10 participantes en la primera etapa muestra los siguientes resultados:

La apreciación del curso se muestra en la figura 3, que evidencia que el 80% de los participantes están muy contentos con el taller desarrollado.



Figura 3: Apreciación del curso

El análisis del éxito del curso se muestra en la figura 4, donde los estudiantes responden en función del cumplimiento de los retos establecidos. que evidencia que el 80% de los participantes están muy contentos por haber completado el laberinto, es decir, que el robot camina por la pista sin ninguna dificultad. El 20 % restante respondió como contento, debido a que su robot completa el reto pero pisa las líneas del laberinto.



Figura 4: Cumplimiento del reto

4. DISCUSIÓN

En relación a los resultados obtenidos de la encuesta realizada a los participantes se evidencia que los estudiantes desarrollan habilidades, capacidades y competencias a través del cumplimiento de los retos de aprendizaje

establecidos, además se aplica el aprender a pensar (ensayo-error), crear, construir y programar que son las cuatro fases que contemplaron en todas las sesiones programadas.

También se observa las ventajas de la robótica educativa en la educación que permite trabajar diversas habilidades relacionadas con el pensamiento computacional, así como la actitud positiva que los y las estudiantes tienen hacia la robótica.

5. CONCLUSIÓN

Finalmente se puede concluir que los procedimientos y técnicas propuestas en esta investigación son de gran aceptación en los niños, en esta primera etapa se trabajó en aprender a pensar (ensayo-error) lo que les permite corroborar de forma experimental las consecuencias y los errores en las secuencias realizadas. Además, se puede acotar que el trabajar con un grupo reducido de participantes y de diferentes edades permite generar un ambiente cordial y colaborativo. En las próximas investigaciones se dará a conocer más resultados de la aplicación de la RE y el uso de LEGO Mindstorms, como una herramienta ideal para la ejecución de proyectos STEM.

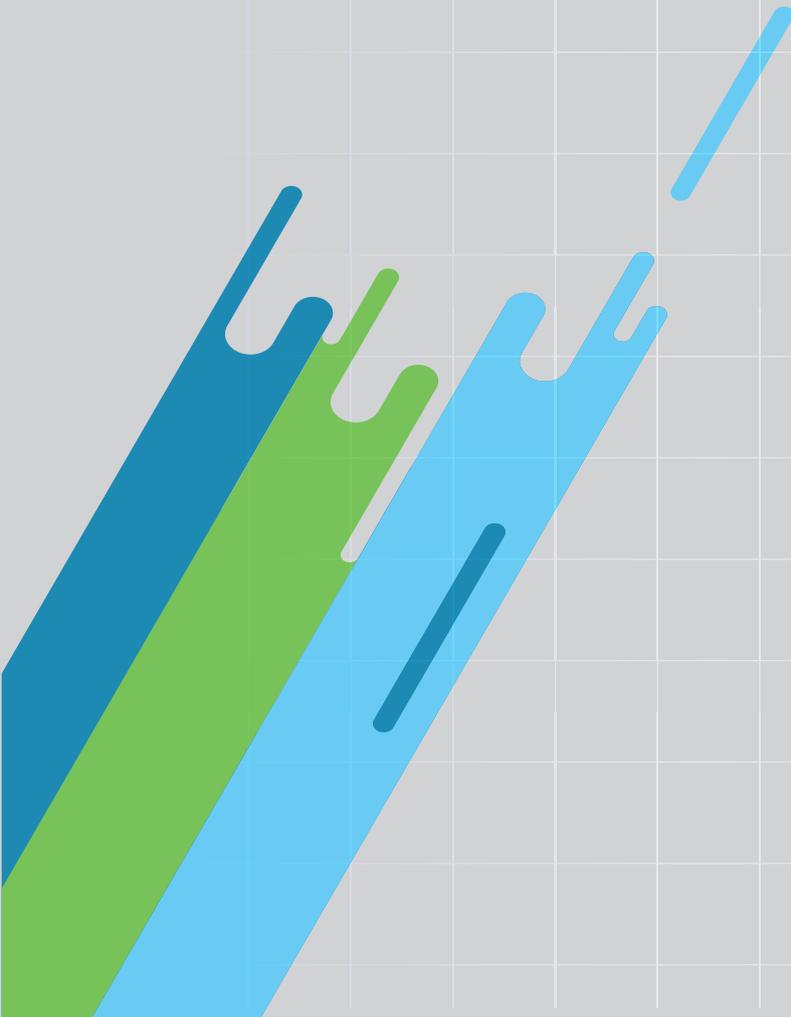
En síntesis, en esta investigación se analiza la aceptación de los participantes del Nivel 1 en el primer módulo del taller, que se basa principalmente en llegar a la meta del reto propuesto sin que su robot pise las líneas de la pista de laberinto y supere los obstáculos propuestos, es así que se puede concluir que el uso de las metodologías activas, la robótica y la educación STEM generan mayor entusiasmo al aprender en los niños ya que muestran una mayor adquisición del conocimiento y procesamiento del mismo en comparación del aprendizaje tradicional donde el estudiante es sólo el receptor del conocimiento.

Para finalizar, se observa que al terminar el módulo 1, los participantes del curso muestran avances significativos en el aprendizaje de programación y en la construcción del robot para el cumplimiento de los retos. Además, se evidencia el interés por conocer la estructura y los diferentes mecanismos del robot, lo que los anima a continuar con los siguientes módulos propuestos.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] F. Ruiz Vicente, A. Zapatera, N. Montes, y N. Rosillo, «Proyectos STEAM con LEGO Mindstorms para educación primaria en España», en *Proceedings INNODOCT/18. International Conference on Innovation, Documentation and Education*, Editorial Universitat Politècnica de València, nov. 2018. doi: 10.4995/INN2018.2018.8836.
- [2] J. Rodrigues-Silva y Á. Alsina, «La educación STEAM y el aprendizaje lúdico en todos los niveles educativos», *Rev. Práxis*, vol. 1, pp. 188-212, ene. 2023, doi: 10.25112/rpr.v1.3170.
- [3] X. Terán-Batista y A. De-Oleo-Comas, «Enseñanza de permutaciones a estudiantes de educación superior mediante el uso de un juego clásico», *IPSA Sci. Rev. Científica Multidiscip.*, vol. 6, n.º 2, pp. 10-25, 2021.
- [4] E. Irigoyen, E. Larzabal, y R. Priego, «Low-cost platforms used in Control Education: An educational case study», *IFAC Proc. Vol.*, vol. 46, n.º 17, pp. 256-261, 2013.
- [5] M. V. Carrillo, «Introducción a LEGO Mindstorms EV3», *Vida Científica Bol. Científico Esc. Prep. No 4*, vol. 8, n.º 15, Art. n.º 15, ene. 2020, Accedido: 17 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/pr-epa4/article/view/5222>
- [6] L. Renteria, C. Orozco, J. Jinez, B. Suquilanda, y M. Rodriguez, «Educational robotics through the use of remote laboratories», presentado en *EDULEARN18 Proceedings, IATED*, 2018, pp. 10944-10950.
- [7] L. Vivas Fernández y J. M. Sáez López, «Integración de la robótica educativa en Educación Primaria», *Rev. Latinoam. Tecnol. Educ. RELATEC*, vol. 18, n.º 1, pp. 107-128, 2019.

**ANÁLISIS DEL DISEÑO
DE LAS OREJAS DE IZAJE DE UN
AUTOTANQUE DE 8000 GALONES,
APLICANDO ELEMENTOS
FINITOS MEDIANTE SOFTWARE CAE**



ANÁLISIS DEL DISEÑO DE LAS OREJAS DE IZAJE DE UN AUTOTANQUE DE 8000 GALONES, APLICANDO ELEMENTOS FINITOS MEDIANTE SOFTWARE CAE.

ANALYSIS OF THE DESIGN OF THE LIFTING EARS OF AN 8000 GALLON AUTOTANKER, APPLYING FINITE ELEMENTS USING CAE SOFTWARE.

Mariana Elizabeth Villa Orozco¹
Byron Hernán Bermeo Jiménez²
Verónica Vanessa Bermeo Jiménez³
Ángel Antonio Chimborazo Aucanshela⁴

¹ IST Carlos Cisneros, Ecuador, mariana.villa@istcarloscisneros.edu.ec

² IST Carlos Cisneros, Ecuador, byron.bermeo@istcarloscisneros.edu.ec

³ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador, vanessa.bermeo@esPOCH.edu.ec

⁴ IST Carlos Cisneros, Ecuador, angel.chimborazo@istcarloscisneros.edu.ec

RESUMEN

El objetivo del presente estudio es analizar el diseño de las orejas de izaje de un autotankero de 8000 galones para transporte de GLP, aplicando normas ASME, y elementos finitos mediante dos softwares CAE (Computer-Aided Engineering) PrePoMax y Ansys Student, para evaluar la resistencia, la rigidez y el factor de seguridad y realizar una comparación con investigaciones precedentes.

Se determina la masa del autotankero en vacío con sus accesorios igual a $m = 11598.95$ kg, que soportará las orejas durante las operaciones de izaje. Con este valor se diseña determinando sus dimensiones y posteriormente se modela utilizando un software CAD. Esto incluye definir las dimensiones, geometría y detalles de construcción. Se procede a validar el diseño mediante los softwares CAE. Se establece: la geometría, el material SA516-70, mallado, las cargas a un ángulo máximo de $\alpha = 45^\circ$ recomendado por la norma ASME, $W_{1x} = 40229.32$ N, $W_{1y} = 40229.32$ N y condiciones de borde. Se refina la malla para obtener buenos resultados considerando que el gasto computacional es directamente proporcional a la calidad de resultados.

En los dos programas se obtuvieron: desplazamientos máximos aproximadamente de $\delta_{\max} = 0.02$ mm, esfuerzos equivalentes máximos según Von Mises de $\sigma_{\max} = 56.24$ MPa, y factor de seguridad mínimo de $n_{\min} = 4.41$. La diferencia de los resultados obtenidos en los programas de simulación es mínima en 0.57%. Los resultados obtenidos según la colorimetría coinciden que la zona crítica es la superficie interna de la oreja. Según el factor de seguridad obtenido da un margen de seguridad de más del 300% garantizando el funcionamiento adecuado.

Al realizar la comparación de los resultados obtenidos con otra investigación la diferencia más relevante está en el factor de seguridad aproximadamente del 58%; esto se debe a las consideraciones establecidas en cada estudio.

Palabras clave: Izaje, Autotankero, Análisis por elementos finitos, PrePoMax, Ansys Student

ABSTRACT

The objective of this study is to analyze the design of the lifting lugs of an 8000 gallon LPG tanker, applying ASME standards and finite elements by means of two CAE (Computer-Aided Engineering) software PrePoMax and Ansys Student, to evaluate the strength, stiffness and safety factor and to make a comparison with previous investigations.

The mass of the empty tank car with its accessories is determined to be $m = 11598.95$ kg, which will support the ears during the lifting operations. With this value, it is designed by determining its dimensions and then modeled using CAD software. This includes defining the dimensions, geometry and construction details. The design is then validated using CAE software. The geometry, SA516-70 material, meshing, loads at a maximum angle of $\alpha = 45^\circ$ recommended by the ASME standard, $W_{1x} = 40229.32$ N, $W_{1y} = 40229.32$ N and boundary conditions are established. The mesh is refined to obtain good results considering that the computational expense is directly proportional to the quality of results.

In the two programs were obtained: maximum displacements of approximately $\delta_{max} = 0.02$ mm, maximum equivalent stresses according to Von Mises of $\sigma_{max} = 56.24$ MPa, and minimum safety factor of $n_{min} = 4.41$. The difference in the results obtained in the simulation programs is minimal at 0.57%. The results obtained according to colorimetry agree that the critical zone is the inner surface of the ear. According to the safety factor obtained, it gives a safety margin of more than 300% guaranteeing the proper functioning.

When comparing the results obtained with other research, the most relevant difference is in the safety factor of approximately 58%; this is due to the considerations established in each study.

Keywords: *Lifting, Autotanker, Finite Element Analysis, PrePoMax, Ansys student.*

Recibido: 18/09/2023
Received: 18/09/2023

Aceptado: 27/10/2023
Accepted: 27/10/2023

1. INTRODUCCIÓN

El izaje consiste en una serie de maniobras logísticas que tienen como objetivo principal elevar cargas de gran tamaño y peso de manera segura, utilizando diferentes dispositivos o equipos, tales como grúas, polipastos o aparejos. Se lleva a cabo siguiendo procedimientos y normas de seguridad para evitar accidentes y daños a las personas y objetos que se están moviendo. Es fundamental contar con equipos adecuados para realizar un izaje de forma segura y eficiente.[1]

La historia de su uso se remonta a la antigüedad, cuando las civilizaciones antiguas desarrollaron técnicas y dispositivos para mover objetos pesados. Algunos ejemplos incluyen las eslingas y las cuerdas utilizadas en la construcción de monumentos antiguos como las pirámides de Egipto o los obeliscos.[2]

Con el fin de transportar, localizar, dar mantenimiento, etc., a los recipientes de presión, es necesario equiparlos con al menos dos orejas de izaje [3]. Las orejas de izaje son elementos de sujeción del tanque. Su principal función es dar puntos de apoyo para que el tanque pueda ser elevado y de esta manera transportarlo hacia el sitio donde va operar. Son por lo general dos placas con orificios que se sueldan al tanque para sujetarse al cuerpo cilíndrico del mismo. [4]

En la industria, el diseño y la fabricación de orejas de izaje se volvieron más especializados, y se establecieron estándares de seguridad para garantizar que las operaciones de izaje. La evolución continua de la tecnología y la ingeniería ha llevado al desarrollo de orejas de izaje más avanzadas y seguras, lo que ha contribuido significativamente en la confiabilidad de las operaciones de elevación de cargas pesadas [5]. Es importante que estas orejas de izaje estén diseñadas y utilizadas correctamente para garantizar la seguridad en operaciones de elevación y manejo de carga. [6]

Su diseño depende de varios factores y debe seguir pautas de ingeniería para garantizar la seguridad y la capacidad de carga adecuada. [7] Debido al elevado riesgo que existe es fundamental tener un buen diseño y validación, la presente investigación tiene como objetivo comprobar el diseño de las orejas de izaje de un autotank de 8000Gls para transporte de GLP (gas licuado de petróleo)

aplicando la norma ASME sección VIII división 1 y validando con los softwares CAE (Computer Aided Engineering) PrePoMax y Ansys Student.

En este estudio, el objetivo es adoptar un nuevo enfoque para diseñar y analizar las orejas de izaje de un autotank de 8000Gls para transportar GLP presurizado, siguiendo los lineamientos suministrados por el código de la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Mecánicos (ASME) [8] y las técnicas análisis de elementos finitos (FEA). La seguridad es la principal preocupación a abordar en el diseño de las orejas de izaje, considerando los riesgos potenciales asociados con los accidentes. El objetivo principal es validar un diseño que garantice el más alto nivel de seguridad y minimice el riesgo de falla.[9]

El proceso de validación del diseño implica el modelado geométrico con SolidWorks Student, seguido del análisis con PrePoMax y Ansys Student que permite investigar los desplazamientos, deflexiones y las tensiones de Von Mises en las orejas de izaje encontrando el factor de seguridad, suministrando información sobre su comportamiento bajo diferentes condiciones de carga. Al utilizar el análisis de elementos finitos, se identifica puntos de tensión importantes en las orejas de izaje y realizar las modificaciones necesarias para mejorar su seguridad de ser el caso. El estudio explora la relación entre varios factores como el desplazamiento y la tensión. [10]

El diseño por análisis de elementos finitos está gradualmente superando al uso del diseño tradicional en la industria de los recipientes a presión y en elementos de izaje. Debido a los diseños más exigentes por fiabilidad, seguridad, y costes de producción, son los responsables del desarrollo de técnicas de diseño más avanzadas. [11] [12]

El análisis de elementos finitos proporciona resultados bastante precisos a la hora de calcular y analizar la fuerza de los recipientes a presión y sus componentes y accesorios.

Según [13] los beneficios de FEA son:

- Acorta los plazos de desarrollo y reduce los costes de construcción de prototipos
- Identifica puntos débiles de forma temprana y minimiza el riesgo de responsabilidad legal
- Encuentra el origen del daño

- Se asegura el funcionamiento de los sistemas y los componentes
- Cumple con los requisitos de regulaciones nacionales e internacionales
- Evaluación y prolongación de la vida útil de los componentes

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El izaje en los recipientes a presión es uno de los desafíos en la industria, por esta razón se hace uso del análisis de elementos finitos por las ventajas y beneficios que presta al momento del diseño.

La metodología utilizada para realizar el análisis de esfuerzos y desplazamientos en las orejas de izaje consiste en lo siguiente:

- Diseñar la geometría de la oreja del recipiente en el software CAD.
- Establecer los parámetros del análisis estático estructural.
- Definir las propiedades mecánicas del material dentro del modelo numérico.
- Instituir las condiciones de contorno correspondientes al modelo numérico, incluyendo los valores de la fuerza
- Obtener los valores de distribución de esfuerzos, desplazamientos y factor de seguridad para posteriormente realizar la interpretación y análisis de los resultados.

En la siguiente figura se muestra el autotanque de Equipenínsula de 8000 Gls que está conformado principalmente por el recipiente, el bastidor y patas telescópicas



Figura 1: Autotanque de Equipenínsula

En el diseño de las orejas de izaje se considera las especificaciones técnicas del autotanque que se detallan a continuación:

Capacidad: 8000 Gls

Producto a transportar: Gas Licuado de Petróleo (GLP)

Dimensiones:

- Longitud: 11598 mm
- Diámetro exterior: 1895 mm
- Distancia desde la soldadura de la cabeza - cuerpo a la oreja de izaje: 350 mm. Ver figura 2.

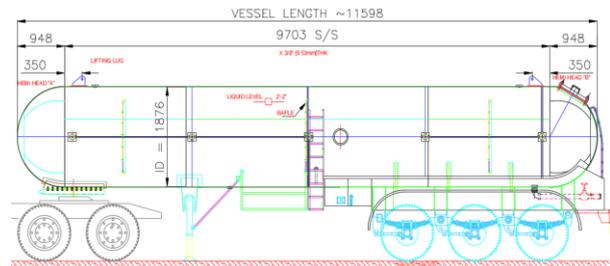


Figura 2: Dimensiones del Autotanque

Determinación de la capacidad de carga

Inicialmente se calcula la capacidad de carga que se espera que las orejas de izaje soporten. Esto depende la masa que se va a elevar o mover.

Para la aplicación de cargas se determinó la masa del autotanque en vacío con todos sus accesorios dando un valor de $m = 11598.95$ kg que deberán soportar las dos orejas de izaje durante las operaciones de levantamiento y transporte, como se detalla en la tabla 1.

Tabla 1. Masa del equipo en vacío [10]

Elementos	Masa (kg)
Cabezas y Cuerpo	6502.70
Baffles	280.50
Bocas	217.00
Bastidor	3191.10
King Pin	652.20
Escaleras Caja de Herramientas	148.70
Soporte Patas Telescópica	336.40
Guardachoque Luces Posterior	95.00
Accesorio de Bocas	130.00
Sistema Eléctrico	45.35
Total:	11598.95

Este valor de la masa $m = 11598.95$ kg nos sirve para determinar las dimensiones de las orejas.

Diseño de las orejas de izaje

Las orejas deben tener una forma y dimensiones adecuadas para distribuir la carga de manera uniforme y minimizar el riesgo de fracturas o deformaciones.

El dimensionamiento se basó en PRESSURE VESSEL HANDBOOK [14], que instituye la geometría, dimensiones y material. El diseño por este método establece las siguientes condiciones:

- El ángulo α es máximo 45°
- El material debe tener una resistencia mínima de $S_{adm} = 482.63 \text{ MPa}$
- La dirección de la fuerza está en el plano de las orejas

En la figura 3 y tabla 2 se muestra las dimensiones de las orejas de izaje.

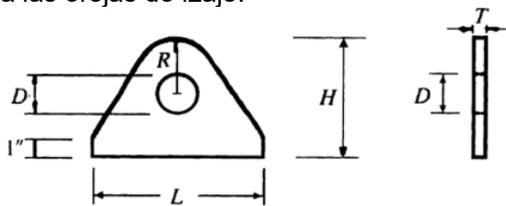


Figura 3: Esquema de las orejas de izaje [14]

Tabla 2. Dimensiones de las orejas de izaje [14]

Vessel Weight (kg)	D (mm)	T (mm)	R (mm)	H (mm)	L (mm)
5442	25.40	12.70	38.10	127.00	254.00
9070	28.58	19.05	50.80	152.40	254.00
13605	34.93	25.40	53.98	152.40	254.00
22676	41.28	31.75	63.50	177.80	304.80

Para una carga de $m = 11598.95 \text{ kg}$, de la tabla 2 se toma el inmediato superior $m = 13605 \text{ kg}$; con este valor de carga se obtiene las dimensiones de la oreja de izaje en mm para trabajar en el sistema Internacional como se muestra en la figura 4.

Modelado según el diseño

Con las dimensiones seleccionadas de las orejas de izaje se modela en un software CAD, con el objetivo de realizar el análisis estático para determinar el comportamiento de la pieza bajo diferentes condiciones de carga.

Esta pieza es utilizada para el cálculo y rendimiento del diseño en estudio. Para importar la pieza en PrePoMax se guardó en la extensión STL (.stl) y

para el programa Ansys Student 2023 en la extensión de ParaSolid (.x_t;.x_b).

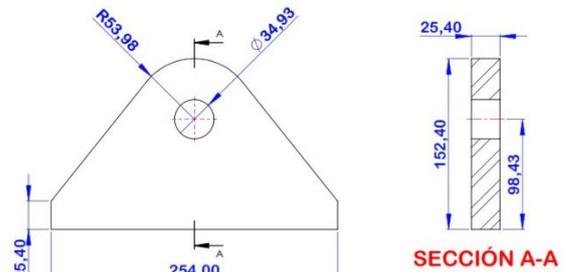


Figura 4: Modelamiento del diseño de oreja de izaje

Determinación de las fuerzas

Con la masa en kg del autotanque se calcula su peso.

$$W = m * g \tag{1}$$

Donde:

W = Peso en [N]

m = masa en [kg]

g = gravedad en [m/s²]

$$W = 11598.95 \text{ kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad W = 113785.7 \text{ N}$$

Debido a que son dos orejas de izaje como se muestra en la figura 5 el peso calculado se divide para dos teniendo:

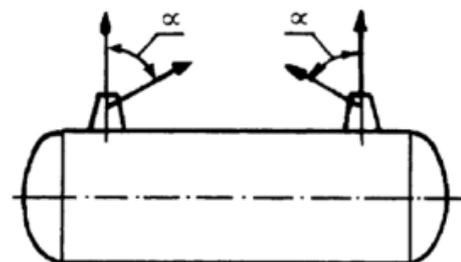


Figura 5: Oreja de Izaje en un recipiente horizontal [14]

$$W_1 = \frac{113785.7 \text{ N}}{2} \quad W_1 = 56892.85 \text{ N}$$

Con el valor del peso total y el máximo ángulo según el Pressure Vessel Handbook considerado es $\alpha =$

45°, se determina las componentes en los ejes X e Y, realizando los cálculos correspondientes se obtiene:

$$W_{1x} = 40229,32 \text{ N} \quad W_{1y} = 40229,32 \text{ N}$$

Selección del material:

Debe elegirse un material resistente y duradero que pueda soportar la capacidad de carga deseada. Para este estudio se selecciona el acero SA516-70 como material de las orejas de izaje en función a la tensión admisible que considera Pressure Vessel Handbook [14] mínimo de $S_{adm} = 482.63 \text{ MPa}$.

Este material tiene las siguientes propiedades [15]:

- Resistencia a tracción: (482 – 620) MPa
- Alargamiento (min.) 50 mm: 0.21.
- Densidad: (7800 – 8000) kg/m³
- Módulo de Elasticidad: (190 – 210) GPa
- Coeficiente de Poisson: 0.27 – 0.30.

Con la oreja de izaje diseñada, modelada, las propiedades mecánicas del material y los valores de las fuerzas a aplicarse, se procede al análisis mediante elementos finitos utilizando los softwares CAE: PrePoMax y Ansys Students.

Los dos softwares son de gran ayuda para el diseño de las orejas de izaje debido a que, ayuda comprender las implicaciones y los riesgos del diseño y de esta manera poder optimizar y tomar las mejores decisiones.

Pre procesamiento

El pre procesamiento de análisis estático es la etapa inicial y que consume más tiempo, donde se preparan los datos y se realiza la configuración necesaria antes de efectuar el estudio.

Se agrega el material SA 516-70 seleccionado previamente por sus características mecánicas, donde el Módulo de Young se considera de $E = 200 \text{ GPa}$ y el coeficiente de Poisson igual a $\nu = 0.28$.

Mallado

El refinamiento de la malla en cualquier software CAE para análisis estáticos se realiza para mejorar la precisión de los resultados, capturar efectos locales, variaciones en el modelo y representar de manera más precisa características geométricas complejas o detalles finos.

En PrePoMax la malla que proporciona generalmente suele ser muy gruesa, obteniendo un número de elementos igual a 947 y número de nodos de 2052.

Con el objetivo de mejorar la calidad de resultados se refina la malla con una dimensión máxima de elementos de 3.75 mm y mínimo de 0.3 mm como muestra la figura 6. Aumentando el número de elementos a 59140 y número de nodos a 90144.

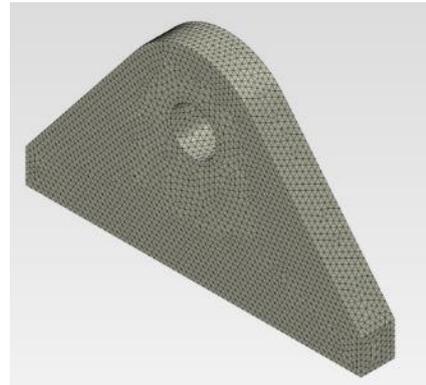


Figura 6: Malla refinada PrePoMax

En Ansys Student por defecto presenta una malla gruesa con un número de elementos igual a 206 y número de nodos de 1365. Se busca la mejor estrategia de mallado en las zonas de influencia para lo cual se agregan estrategias de Inflation y Face Sizing aumentando el número de elementos a 44096 y número de nodos a 94693. Ver figura 7.

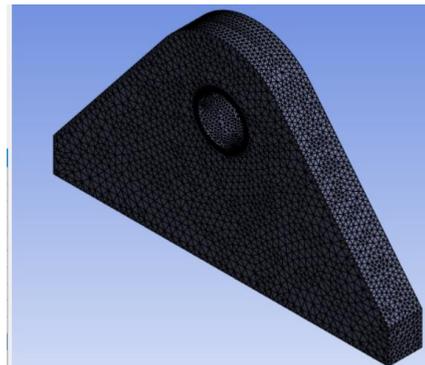


Figura 7: Creación de malla mediante la técnica de Inflation y Face Sizing

Condiciones de contorno

En la oreja de izaje se considera la aplicación de la carga en el orificio debido a la conexión de los

elementos para elevar y trasladar el recipiente como se muestra en la figura 5. En los softwares PrePoMax y Ansys Student se especifica las componentes encontradas W_{1x} y W_{1y} , ubicando los valores correspondientes en $F1 = X$, $F2 = Y$, $F3 = Z$.

Se considera un apoyo fijo Fixed en la parte inferior de la oreja de izaje donde va soldado al autotanque, interpretando el programa que no existe desplazamientos en ninguna componente X, Y e Z y que se trata como geometría fija; como muestra la figura 8 y 9.

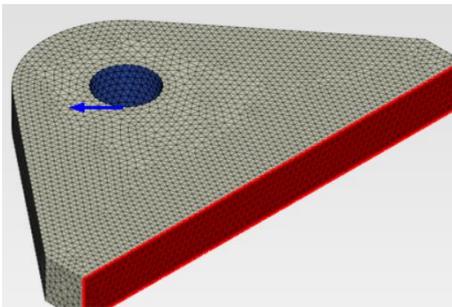


Figura 8: Condiciones de Contorno PrePoMax

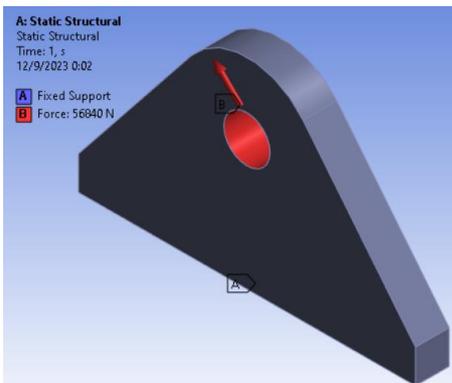


Figura 9: Condiciones de Contorno Ansys Student

Procesamiento

Es esencial que el diseño cumpla con las regulaciones y estándares de seguridad aplicables para lo cual se simula en los dos softwares que permite cuantificar y validar desplazamientos máximos, esfuerzos máximos que soporta la oreja de izaje y saber cuál es el factor de seguridad con el cual se estaría trabajando.

Una vez realizado las tareas de construcción del modelo, generación de la malla, asignación del material y la definición de las condiciones de contorno, el objetivo del procesamiento es configurar

adecuadamente los datos para obtener resultados precisos y confiables en el análisis estático.

3. RESULTADOS

Los resultados obtenidos con el software PrePoMax se lo realiza con un número de elementos de 59140 y número de nodos de 90144.

Mientras que los resultados que se obtuvieron del software Ansys Student se lo realizaron con un número de elementos de 44096 y número de nodos de 94693.

Desplazamientos obtenidos

En PrePoMax se obtuvo un desplazamiento máximo de $\delta_{max} = 0.01996$ mm, según la colorimetría muestra que existe mayor deformación en la sección donde se aplica la fuerza y la zona superior izquierda en dirección de la fuerza aplicada. Ver figura 10.

El Ansys Student mostró que la oreja de izaje tiene un desplazamiento máximo de $\delta_{max} = 0.020074$ mm, la misma deformación se puede identificar por la colorimetría mostrada en la figura 10.

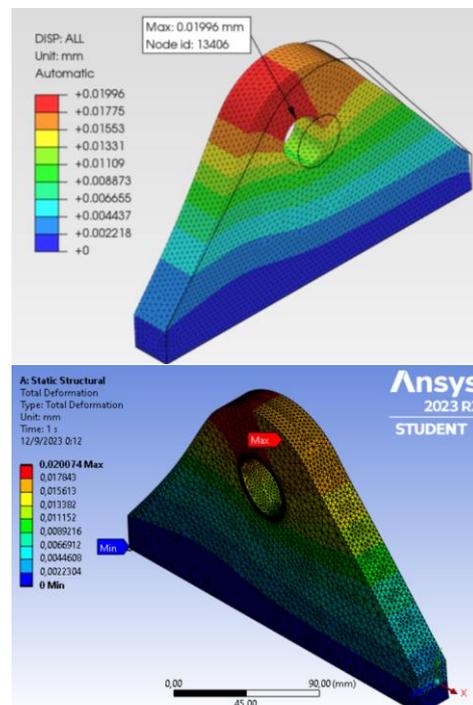


Figura 10: Desplazamiento máximo según PrePoMax y Ansys Student

Esfuerzo equivalente según Von Mises

Seguidamente se analizó el esfuerzo equivalente que muestra la oreja de izaje, los resultados que se pudieron observar con el software PrePoMax aplicando el criterio de Von Mises es de $\sigma_{max} = 56.27$ MPa como máximo y como mínimo $\sigma_{min} = 0.3607$ MPa. Con Ansys Student se obtuvo $\sigma_{max} = 56.596$ MPa y un mínimo de $\sigma_{min} = 0.23438$ MPa. En la figura 11 se observa que los esfuerzos máximos de Von Mises analizados en los dos softwares se focalizan en el orificio de la oreja.

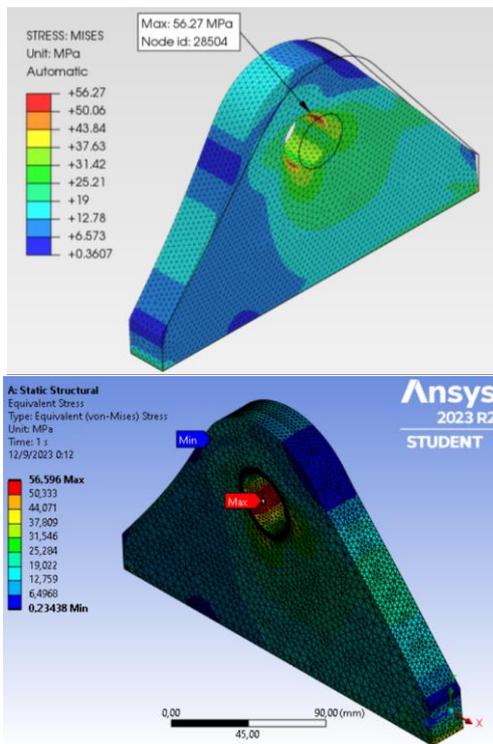


Figura 11: Esfuerzos máximos y mínimos según Von Mises en PrePoMax y Ansys Student

Cálculo del factor de seguridad.

Como validación final se analiza los factores de seguridad para garantizar que las orejas de izaje sean lo suficientemente confiables y seguras para las condiciones de trabajo previstas.

En PrePoMax no se puede determinar el factor de seguridad de forma directa, sin embargo, con el esfuerzo equivalente máximo obtenido en el programa y la resistencia a la fluencia del material se determina el factor de seguridad como se muestra a continuación.

$$n = \frac{S_y}{\sigma_{eqv}} \quad (2)$$

Donde:

n = factor de seguridad

S_y = Resistencia de fluencia en [MPa]

σ_{eqv} = Esfuerzo equivalente en [MPa]

$$n = \frac{249 \text{ MPa}}{56,27 \text{ MPa}} = 4,4424$$

Ansys Student permite determinar el factor de forma directa teniendo valor mínimo de $n_{min} = 4$. Ver figura 12.

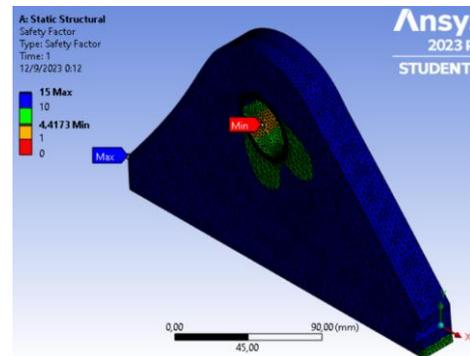


Figura 12: Factor de seguridad según Ansys Student

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se realiza la comparación de los resultados obtenidos en PrePoMax y Ansys del desplazamiento máximo, el esfuerzo equivalente máximo según Von Mises y el factor de seguridad mínimo como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3. Resumen de los resultados obtenidos

Variables	PrePoMax	Ansys Student	Diferencia
Desplazamiento máximo (mm)	0.01996	0.020074	0.000114 (0.57%)
Esfuerzo Equivalente máximo (Von Mises) (MPa)	56.27	56.596	0.326 (0.57%)
Factor de Seguridad mínimo	4.4424	4.4173	0.02517 (0.57%)

Los dos softwares arrojan resultados muy similares de las tres variables calculadas como se puede

observar en la tabla 3 con una diferencia aproximadamente del 0.57% que representa valor mínimo.

Los esfuerzos máximos se dan en la superficie interna del agujero llegando a ser la zona crítica de la oreja de izaje a la cual se conectará los elementos para la elevación del autotank. Cabe recalcar que a pesar de ser está la zona crítica cumple con un factor de seguridad mayor a cuatro.

En los dos softwares la zona crítica respecto a los desplazamientos es la parte superior izquierda de la oreja. En particular, se encontró que los desplazamientos máximos no supera la elongación admisible del material seleccionado, lo que indica que se encuentra completamente apropiado.

Se realiza adicionalmente una comparación con la investigación denominado “Diseño de un autotank de cabeza semiesférica de 8000Gls para transporte de GLP, mediante la aplicación de software CAE”, con el presente trabajo debido a que tienen iguales valores de carga, dimensiones y el mismo material de la oreja. Se considera:

- Condiciones de bordes: en el orificio de la oreja el apoyo fijo, mientras que la aplicación de la carga en la parte inferior.
- Ángulo de inclinación de la carga de $\alpha = 270^\circ$
- Los resultados obtenidos son: desplazamiento máximo de $\delta_{\max} = 0.027\text{mm}$, esfuerzo equivalente máximo según Von Mises $\sigma_{\max} = 50.28\text{ MPa}$ y un factor de seguridad mínimo de $n_{\min} = 9.59$

En la presente investigación presenta las siguientes diferencias con la investigación en comparación:

- Condiciones de borde: en la parte inferior de la oreja va soldada al cuerpo del recipiente por lo tanto se consideró como el soporte fijo mientras el agujero es la zona en donde se aplica la carga debido a que es donde se va colocar los elementos de izaje que permitirán la elevación y traslado del recipiente de presión.
- El ángulo de inclinación de la carga es según los requerimientos del Pressure Vessel $\alpha = 45^\circ$
- Los resultados obtenidos son: desplazamiento máximo de $\delta_{\max} = 0.020\text{mm}$, esfuerzo

equivalente máximo según Von Mises $\sigma_{\max} = 56.27\text{ MPa}$ y un factor de seguridad mínimo de $n_{\min} = 4.41$.

Las diferencias entre las dos investigaciones que tienen los mismos parámetros se presentan principalmente debido a las consideraciones realizadas en las condiciones de borde y en el ángulo de inclinación de la carga, que se ven reflejadas en los resultados obtenidos como son: en los desplazamientos una variación entre las dos investigaciones de $\Delta\delta = 0.007\text{ mm}$; en el esfuerzo equivalente máximo según Von Mises $\Delta\sigma_{\max} = 6\text{ MPa}$ y en el factor de seguridad $\Delta n_{\min} = 5.5$.

5. CONCLUSIÓN

Con base en la aproximación obtenida por medio del análisis de elementos finitos mediante la utilización de los Software PrePoMax y Ansys Student, se tiene que el valor máximo del esfuerzo según Von Mises es de $\sigma_{\max} = 56.2\text{ MPa}$ el cual se encuentra por debajo del límite de fluencia del material $S_y = 249\text{ MPa}$, y al esfuerzo admisible de $S_{adm} = 482\text{ MPa}$. Se observa un desplazamiento máximo de aproximadamente de $\delta_{\max} = 0.02\text{ mm}$ por muy por debajo del alargamiento permitido.

La mayor intensidad del esfuerzo está localizada en el orificio de la oreja de izaje, por lo tanto, se recomienda suavizar las tensiones mediante un tratamiento térmico.

Vale la pena señalar que el mayor desplazamiento ocurrió en la zona donde se aplica la fuerza y la zona cercana, sin embargo, este desplazamiento es pequeño.

La validación del diseño de orejas de izaje se realizó con la metodología de comparación entre los resultados de dos softwares CAE mediante el análisis de elementos finitos. De los mismo se pudo demostrar que cumple con todos los requisitos de diseño, carga y seguridad establecidos, el cual podrá ser utilizado para las operaciones de elevación.

El análisis de validación demuestra que el diseño de la oreja de izaje está con un factor de seguridad aceptable y adecuado $n = 4.4$; identificando un

margen de seguridad de más del 300% es decir puede soportar más de tres veces la carga aplicada.

El método de elementos finitos ha proporcionado resultados consistentes, estableciendo la confianza y la validez de los ensayos virtuales realizados sobre las orejas de izaje para un autotank de 8000 Gls.

Entre la investigación denominado "Diseño de un autotank de cabeza semiesférica de 8000Gls para transporte de GLP, mediante la aplicación de software CAE", y la presente investigación, la diferencia más relevante encontrada está en el factor de seguridad que tiene una variante muy elevada de aproximadamente el 58%; esto se debe a que las condiciones de borde y la carga aplica en el primer caso no están acorde a lo establecido por las normas ASME.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] «Suarez - 2015 - ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE OPERACIÓN PARA IZAJE D.pdf». Accedido: 11 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/handle/001/2719/TGT_1309.pdf;jsessionid=288103121654E276A06160A7A66C06BD?sequence=1

[2] «Tesis_Celia_Domínguez.pdf». Accedido: 5 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: http://repositoriodigital.ucsc.cl/bitstream/handle/25022009/3314/Tesis_Celia_Dom%c3%adnguez.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[3] «ortega_dl.pdf». Accedido: 5 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.uni.edu.pe/bitstream/20.500.14076/3194/1/ortega_dl.pdf

[4] «a138308_Jara_C_Procedimiento_para_evaluar_y_diseñar_2021_tesis.pdf». Accedido: 5 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/23793/a138308_Jara_C_Procedimiento_para_evaluar_y_diseñar_2021_tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y

uar_y_diseñar_2021_tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[5] «Martinez - 2017 - DISEÑO DE UNA CALDERA DE GENERACIÓN DE VAPOR PIRO .pdf». Accedido: 11 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6507/1/4062032-2017-2-IM.pdf>

[6] A. M. Gómez Aguilar, «Proyecto de ingeniería de un recipiente a presión para vapor de agua, aplicando el código A.S.M.E sección VIII, división 1», feb. 2023, Accedido: 6 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://tesis.ipn.mx/xmlui/handle/123456789/31178>

[7] M. P. R. Alexander, «Dimensionamiento y proceso de montaje de un separador vertical bifásico para una planta de gas natural con un caudal estándar de 300mmscf», 2020, Accedido: 6 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/10569>

[8] The American Society of Mechanical Engineers, *The American Society of Mechanical Engineers. SECTION VIII Rules for Construction of Pressure Vessels 2019 ASME Boiler and Pressure Vessel Code an International Code*. New York, USA, 2019.

[9] K. Hazizi y M. Ghaleeh, «Design and Analysis of a Typical Vertical Pressure Vessel Using ASME Code and FEA Technique», *Designs*, vol. 7, n.º 3, Art. n.º 3, jun. 2023, doi: 10.3390/designs7030078.

[10] F. C. M. Guillermo y J. A. J. Luis, «"DISEÑO DE UN AUTOTANQUE DE CABEZA SEMIESFÉRICA, DE 8000 GLS PARA TRANSPORTE DE GLP, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE SOFTWARE».

[11] «Diseño Y Análisis De Recipientes A Presión - Análisis FEA». Accedido: 14 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en:

<https://sdeasolutions.com/es/analisis-elementos-finitos-fea/recipientes-a-presion/>

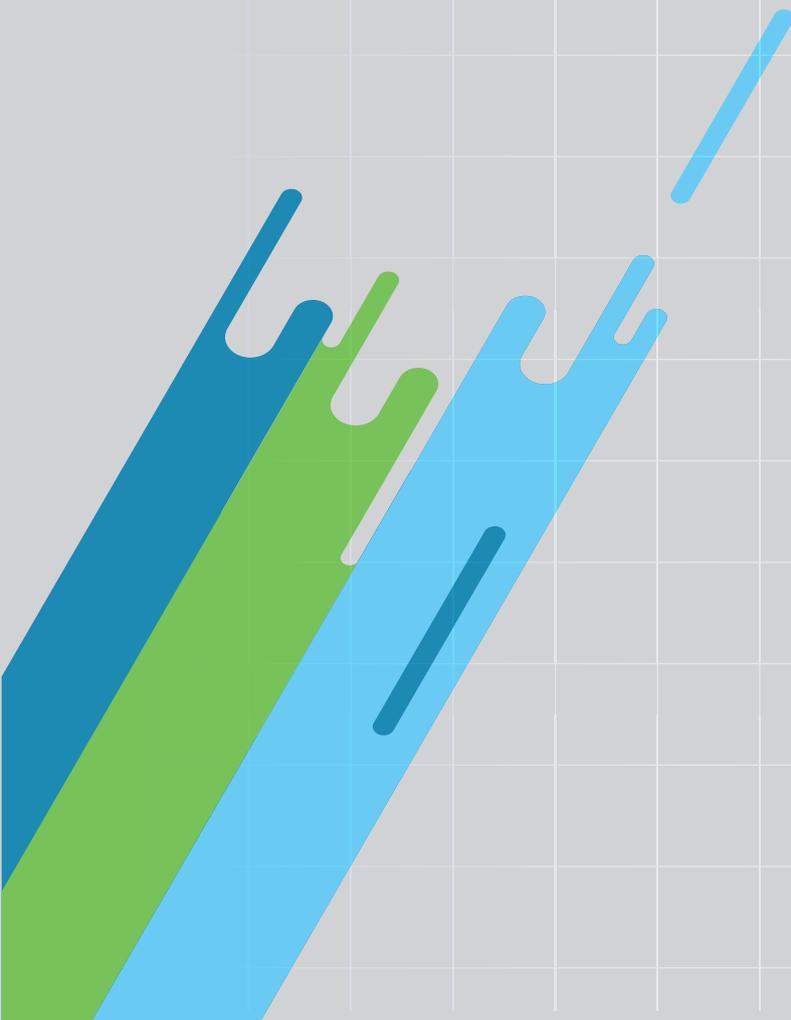
[12] E. V. Ibarra-Hernández, I. M. Díaz, M. Dupin-Fonseca, F. A. Goya-Valdivia, y B. F. G.-Valdés, «ESTUDIO COMPARATIVO MEDIANTE EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS DE LAS TAPAS UTILIZADAS EN RECIPIENTES CILÍNDRICOS HORIZONTALES SOMETIDOS A PRESIÓN INTERIOR», vol. 44, n.º 3, Art. n.º 3, 2017.

[13] T. Rheinland, «Método de Elementos Finitos para Equipos a Presión». Accedido: 14 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: [https://www.tuv.com/spain/es/m%C3%A9todo-de-los-elementos-finitos-\(mef\).html](https://www.tuv.com/spain/es/m%C3%A9todo-de-los-elementos-finitos-(mef).html)

[14] E. MEGYESY, *Pressure Vessel Handbook*. Tulsa, Oklahoma, 2008.

[15] «ASTM A516 Propiedades ⚙ (Mecánicas, Químicas y Clasificación) rev. 2022», *Materiales (ES)*. Accedido: 13 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.materiales.gelsonluz.com/2020/09/astm-a516-propiedades-mecanicas.html>

CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA LAVADORA, PELADORA Y REBANADORA DE PAPAS



CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA LAVADORA, PELADORA Y REBANADORA DE PAPAS

CONSTRUCTION OF A POTATO WASHING, PEELING, AND SLICING MACHINE

Dayana Cristina Villarreal Meza¹,
Ángel Antonio Chimborazo Aucanshela²,
Mariana Elizabeth Villa Orozco³,
Byron Hernán Bermeo Jiménez⁴,

¹ ISU Carlos Cisneros, Ecuador, dayana.villarreal@istcarloscisneros.edu.ec

² ISU Carlos Cisneros, Ecuador, angel.chimborazo@istcarloscisneros.edu.ec

³ ISU Carlos Cisneros, Ecuador, mariana.villa@istcarloscisneros.edu.ec

⁴ ISU Carlos Cisneros, Ecuador, byron.bermeo@istcarloscisneros.edu.ec

RESUMEN

Este artículo exhibe un proyecto de aprendizaje para tecnólogos electromecánicos del Instituto Superior Universitarios "Carlos Cisneros", que se enfoca en la construcción y evaluación de una máquina multifuncional para procesar papas en la industria de alimentos. La preparación manual de papas es laboriosa y costosa, por lo que se busca optimizar la eficiencia y reducir costos mediante el desarrollo de una máquina especializada. La metodología se basa en una exhaustiva investigación bibliográfica, la selección cuidadosa de componentes y el cumplimiento estricto de normas de seguridad. El trabajo avanza en etapas, desde la conceptualización inicial hasta la adquisición de materiales, montaje, cableado y pruebas rigurosas. Los resultados indican que la máquina es altamente eficiente y adecuada en sus operaciones de lavado, pelado y rebanado de papas, con una capacidad de procesamiento de hasta 34 kilogramos por hora. Se ha priorizado la seguridad del operador, minimizando los riesgos de lesiones durante su uso. En comparación con alternativas en el mercado, esta máquina representa una solución rentable y eficiente. Aunque otras máquinas pueden ser más grandes, esta ofrece un equilibrio adecuado entre rendimiento y costo, siendo una elección competitiva. En resumen, el proyecto demuestra la aplicación exitosa de principios electromecánicos en la resolución de desafíos en la industria de alimentos. La máquina resultante no solo aumenta la eficiencia y calidad en el procesamiento de papas, sino que también cumple con estándares de seguridad. Es una opción prometedora para la industria y un apoyo esencial para pequeños productores al reducir el tiempo de procesamiento y minimizar el desperdicio de papas.

Palabras clave: Construcción, Máquina multifuncional, Papas, Tecnólogos electromecánicos, Seguridad del operador

ABSTRACT

This article presents a learning project for electromechanical technologists of the Instituto Superior Universitario "Carlos Cisneros", which focuses on the construction and evaluation of a multifunctional machine for processing potatoes in the food industry. The manual preparation of potatoes is laborious and costly, so the aim is to optimize efficiency and reduce costs through the development of a specialized machine. The methodology is based on exhaustive bibliographic research, careful selection of components and strict compliance with safety standards. The work proceeds in stages, from initial conceptualization to materials procurement, assembly, wiring and rigorous testing. The results indicate that the machine is highly efficient and adequate in its potato washing, peeling and slicing operations, with a processing capacity of up to 34 kilograms per hour. Operator safety has been prioritized, minimizing the risk of injury during use. Compared to alternatives on the market, this machine represents a cost-effective and efficient solution. Although other machines may be larger, this one offers an adequate balance between performance and cost, making it a competitive choice. In summary, the project demonstrates the successful application of electromechanical principles in solving challenges in the food industry. The resulting machine not only increases efficiency and quality in potato processing, but also meets safety standards. It is a promising option for the industry and an essential support for small producers by reducing processing time and minimizing potato waste.

Keywords: Construction, Multifunctional machine, Potatoes, Electromechanical technologists, Operator safety.

Recibido: 18/09/2023
Received: 18/09/2023

Aceptado: 27/10/2023
Accepted: 27/10/2023



1. INTRODUCCIÓN

En la formación de un tecnólogo electromecánico del Instituto Superior Universitario “Carlos Cisneros”, la capacidad de abordar desafíos del mundo real y aplicar los conocimientos adquiridos es esencial para el desarrollo de habilidades prácticas y la comprensión de sistemas complejos. En este contexto, el presente proyecto representa un paso significativo en la aplicación de los principios de la electromecánica para abordar un problema concreto en la industria de procesamiento de alimentos.[1]

En la industria alimentaria, donde la eficiencia y la optimización de procesos son fundamentales, se encuentra un desafío común relacionado con la preparación de alimentos, específicamente en la manipulación de ingredientes básicos, como las papas.[2] El procesamiento manual de papas, que incluye el lavado, pelado y rebanado, conlleva una demanda de mano de obra considerable y tiempos de procesamiento prolongados. [3]

Este proyecto se centra en la construcción y evaluación de una máquina lavadora, peladora y rebanadora de papas, delineada con los principios de la electromecánica, para abordar esta problemática.[4] Se explorarán los conceptos fundamentales de la electromecánica, desde la selección de componentes y actuadores adecuados hasta la implementación de sistemas de control.[5]

Además, se pondrá a prueba la capacidad del tecnólogo electromecánico en la construcción y la puesta en marcha de una solución integral que puede marcar la diferencia en la industria de procesamiento de alimentos.[6]

El enfoque principal de este proyecto es brindar a los estudiantes de tecnología electromecánica la oportunidad de aplicar sus conocimientos y habilidades. Además, se busca demostrar cómo la combinación de la electrónica, electricidad y la mecánica puede generar soluciones innovadoras y eficientes para problemas industriales específicos.[7] Se espera que los estudiantes desarrollen un profundo entendimiento de los principios electromecánicos y su aplicabilidad en situaciones prácticas.[8]

En el mercado, se encuentran disponibles diversas máquinas con características similares, y como proyectos de estudio que buscan abordar

necesidades específicas. A continuación, se detallan los costos asociados con la fabricación de algunas de estas máquinas para el procesamiento de papas:

Máquina de lavado y selección de papas: La fabricación de esta máquina tuvo un costo total de \$4,495.31. Es importante destacar que este costo incluyó consideraciones tanto en cuanto a la utilidad como al diseño de la máquina, la cual demostró ser capaz de lavar 20 kg por minuto (1200 kg por hora).[9]

Máquina peladora de papas: Para la construcción de una máquina peladora de papas, el costo total ascendió a \$2,581.30. Esta máquina tiene una capacidad de pelar 100 kg por hora.[10]

Lavadora, peladora y cortadora de papas automática importada: Además, existe en el mercado una opción de máquina automática que puede lavar, pelar y cortar papas con una capacidad de producción de 400 kg por hora. Sin embargo, esta máquina importada tiene un precio de \$10,000.[11]

La contribución de los pequeños productores a la industria alimentaria es innegable. A pesar de operar a menor escala, desempeñan un papel esencial en la producción de alimentos, aportando diversidad y sabor a la cadena alimentaria. La importancia de estos actores es clave en la industria y cómo su innovación y esfuerzos pueden tener un impacto significativo en la oferta de alimentos a nivel local y global.[12]

Este proyecto de resultado de aprendizaje proporciona una experiencia valiosa para los tecnólogos electromecánicos en formación, al tiempo que aborda una necesidad real en la industria alimentaria al desarrollar una máquina que podría revolucionar los procesos de producción de papas para pequeños productores. Estos productores merecen y deben ser tomados en cuenta para impulsar el crecimiento no solo del cantón y provincia, sino también del país en su conjunto.[13]

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación es de tipo descriptivo con un enfoque experimental, se toman como referencia modelos existentes en el mercado, documentos y bibliografías que permitieron comparar y obtener las características necesarias para la construcción de un prototipo funcional de máquina lavadora,

peladora y rebanadora de papa. El trabajo experimental corresponde a la evaluación de los diferentes mecanismos para las labores de lavado, pelado y rebanado, siendo una investigación de carácter tecnológico.[14]

La metodología utilizada para la construcción de esta máquina se apoya en la investigación bibliográfica de trabajos de diseños que sirve como guía en el proceso creativo combina principios de la mecánica, electricidad y control automático para crear una máquina funcional y segura para lavar, pelar y rebanar papas de manera eficiente.[15] La atención a los detalles del bosquejo, la selección de materiales adecuados y el cumplimiento de las normas de seguridad son fundamentales para el desarrollo del mecanismo. A continuación, se detallan las fases para desarrollar el proyecto:

Fase conceptual: En esta etapa, se lleva a cabo un boceto en la que se definen los objetivos del proyecto y se crea un esbozo de la máquina. Esto implica la identificación de las funciones necesarias (lavado, pelado y rebanado), la disposición general de los componentes y la selección preliminar de materiales.

Fase detallada: Una vez establecido el bosquejo, se procede a un boceto más detallado que incluye la selección de componentes específicos y materiales, como el motor eléctrico, las cuchillas, los sensores y otros elementos necesarios. Se basan en planos detallados que indican las dimensiones exactas y la ubicación de cada componente.

Adquisición de materiales y componentes: En esta fase, se adquieren todos los materiales y componentes necesarios, asegurándose de que cumplan con las especificaciones requeridas y las normas de seguridad.

Montaje y construcción: Se ensamblan todos los componentes siguiendo los planos y bocetos. Esto implica la construcción de la estructura y el montaje del motor, las cuchillas, el tanque de agua y otros elementos. Se presta especial atención a la seguridad durante esta fase, instalando protecciones y sistemas de paro de emergencia.

Cableado y control: Se realiza el cableado eléctrico de la máquina, conectando el motor, los sensores, los controladores y los interruptores de seguridad. Se programa el controlador para automatizar el proceso de lavado, pelado y rebanado según los

requerimientos. La Figura 1 muestra el aspecto final del tablero de control de la máquina.



Figura 1: Tablero de control.

Se presenta con detalle el esquema eléctrico de la máquina construida, en la Figura 2.

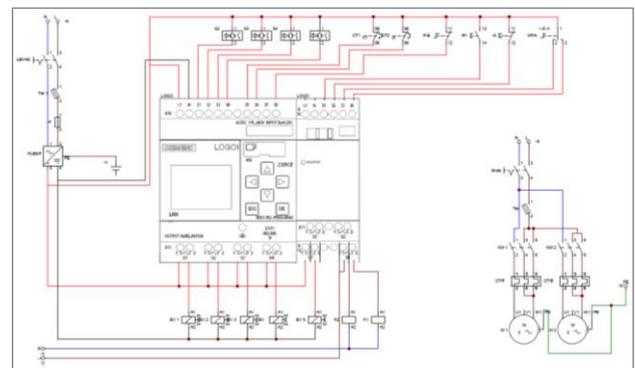


Figura 2: Esquema eléctrico de la máquina.

Pruebas y ajustes: Se realizan pruebas con papas para verificar el funcionamiento de la máquina y ajustar cualquier parámetro que sea necesario. Esto incluye ajustar la velocidad de las cuchillas, el flujo de agua y otros aspectos del proceso.

En la Figura 3, se puede observar cómo queda la máquina construida, con la distribución de los diferentes componentes y sus respectivas dimensiones.

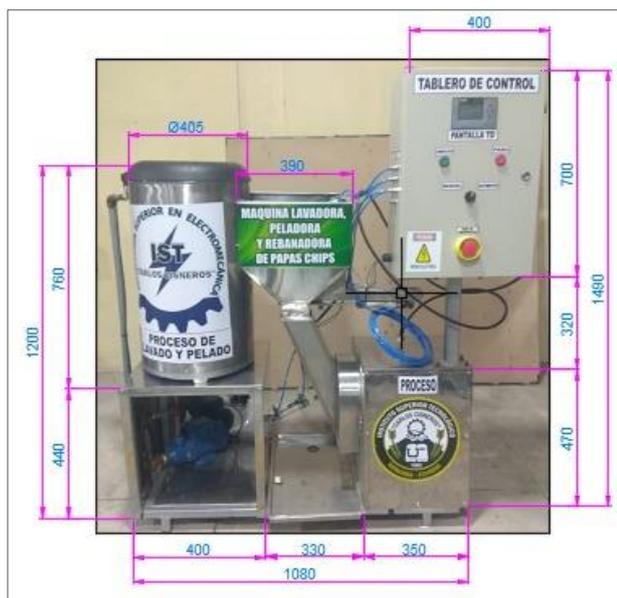


Figura 3: Máquina lavadora, peladora y rebanadora de papas.

Operación segura y mantenimiento: Se capacita a los operadores sobre el uso seguro de la máquina y se establece un manual de operación y mantenimiento regular. Esto incluye el uso, la limpieza de las cuchillas, la inspección de las partes móviles y la lubricación de los componentes según sea necesario.

Proceso de producción

La operación de la máquina comienza con el lavado de las papas, utilizando la presión del agua impulsada por una bomba de ½ hp. Para optimizar el uso del agua, el proceso de pelado se lleva a cabo simultáneamente mediante un tambor equipado con lijas especialmente diseñadas para este propósito, lo que asegura la higiene del producto. Una vez completados estos pasos, se procede con el rebanado. Las papas son guiadas hacia cuchillas giratorias impulsadas por un sistema neumático, lo que resulta en papas lavadas, cortadas y picadas en finas rodajas, listas para su proceso de fritura.

Materiales

Los materiales empleados en la construcción de la máquina se encuentran disponibles en el mercado, y además se obedece a la Norma ISO 22000, teniendo en cuenta que estarán en contacto con alimentos destinados al consumo humano [16]. Los materiales utilizados en la estructura de la

máquina se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Estructura de la máquina.

CONCEPTO	CANTIDAD
Ángulo L1x1/8 ASTM A36	2
Plancha de acero inoxidable AISI 304 de 1,5mm de espesor	2
Plancha de acero inoxidable AISI 404 de 1mm de espesor	1

Además, para garantizar la integridad estructural, se optó por utilizar láminas de acero inoxidable AISI 304 en las áreas que tienen contacto directo con la materia prima, mientras que en las zonas exteriores se empleó acero AISI 404.

En la Tabla 2, se encuentran los materiales utilizados en el sistema de corte.

Tabla 2. Sistema de corte.

CONCEPTO	CANTIDAD
Pernos de sujeción M6	2
Plancha de acero inoxidable AISI 304 de 20x3x3mm	1
Cuchillas de corte	1

Las cuchillas son de materiales que cumplen las normativas de seguridad alimentaria.

En la Tabla 3, se puede observar los materiales para el sistema de transmisión.

Tabla 3. Sistema de transmisión.

CONCEPTO	CANTIDAD
Eje de transmisión de Acero Inoxidable AISI 304 de 3/4"	1
Eje de transmisión de Acero Inoxidable AISI 304 de 1"	1
Eje de transmisión de Acero Inoxidable AISI 304 de 3"	1
Chumaceras de piso de 3/4"	1
Chumaceras de pared de 3/4"	1
Banda o correa en V	1
Polea de aluminio de 8"	1
Polea de aluminio de 2"	1
Pernos de sujeción	4

Los componentes eléctricos fueron cuidadosamente seleccionados para cumplir con los requisitos específicos de las instalaciones donde se planea

utilizar la máquina, y se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Materiales eléctricos.

CONCEPTO	CANTIDAD
Motor de 1/2 HP	1
Paro de emergencia	1
Cable eléctrico	4
Contactador	3
Relé térmico	3
Tablero modular 60*40 cm	1
Riel de aluminio	1
Distribuidor neumático de válvulas de 6 salidas	1
PLC Logo V8	1
Pantalla TD	1
Fuente 110VCA a 24 VCD	1
Expansor entrada analógica	1
Bomba de agua de 1/2 HP	1
Pulsadores	2
Luces de emergencia	2
Cilindros neumáticos de doble efecto	3
Electro válvulas Monoestable	2
Electro válvulas Biestable	1
Compresor	1

En el sistema eléctrico, se incorporaron componentes diseñados para contribuir a la protección del motor.

Costos de fabricación

La suma total de los gastos incurridos en la construcción de la máquina se detalla y presenta en la Tabla 5.

Tabla 5. Costes generales.

CONCEPTO	COSTO TOTAL USD
Estructura	988.29
Sistema de Corte	121.20
Sistema de transmisión	79.00
Materiales eléctricos	1,328.00
Consumibles y elementos de protección personal	150.00
TOTAL	2,666.49

Factores Técnicos

Los aspectos técnicos de la máquina lavadora, peladora y rebanadora de papas se visualizan en la Tabla 6.

Tabla 6. Factores Técnicos.

TERMINO	SIGNIFICADO
Capacidad de Producción	Producción de 34 kilogramos de papas por hora.
Funciones Multifunción	Lavado, pelado y rebanado de papas en un solo equipo.
Capacidad de Almacenamiento	Tolva de alimentación de 0,01064 m ³ con capacidad para 5 kilogramos de papas.
Eficiencia Energética	De bajo consumo energético para reducir costos operativos.
Sistema de Lavado	Cámara de lavado con cepillos y sistema de agua para una limpieza efectiva.
Pelado Automático	Mecanismo de pelado automático con cuchillas ajustables para diferentes grosores de piel.
Rebanado Preciso	Sistema de corte ajustable para obtener rebanadas de papas de diferentes grosores.
Control de Velocidad	Ajuste de velocidad para adaptarse a diferentes tipos de papas y condiciones.
Tablero de Control	Panel de control para facilitar la configuración y el monitoreo de la máquina
Materiales de Calidad Alimentaria	Construcción con materiales seguros para alimentos y fácil de limpiar.
Seguridad	Sistema de seguridad con paro automático en caso de emergencia.
Mantenimiento Sencillo	De fácil acceso a componentes para el mantenimiento.
Dimensiones Compactas	Forma compacta para ahorrar espacio en la cocina o fábrica.
Cumplimiento de Normativas	Cumple con las normativas de seguridad alimentaria y estándares de calidad ISO 22000. [16]
Manual de Usuario:	Incluye un manual de usuario detallado para garantizar un uso adecuado.

3. RESULTADOS

En la construcción de la máquina lavadora, peladora y rebanadora de papas, los resultados se dividieron en dos categorías principales: los resultados del proceso de construcción y los resultados de la operación de la máquina. A continuación, se describen ambos tipos de resultados:

Los resultados del proceso de construcción fueron los siguientes.

El resultado principal del proceso de construcción fue la creación de una máquina que es capaz de lavar, pelar y rebanar papas de manera eficiente. La máquina fue capaz de realizar estas funciones de modo automático, reduciendo significativamente el tiempo y el esfuerzo requeridos en comparación con los métodos manuales.

Fue fundamental que la máquina cumpliera con todas las normas de seguridad aplicables. Por tanto, se incluyó la implementación exitosa de medidas de seguridad, como protecciones para las cuchillas, interruptores de paro de emergencia y capacitación adecuada para los operadores.

Los resultados englobaron tanto la eficiencia como el rendimiento de la máquina en cuanto a la velocidad de procesamiento y la calidad de los productos finales. Se lograron efectos constantes y de alta calidad en el proceso de pelado y rebanado de las papas.

Se requería que la máquina fuera resistente y necesitara un mantenimiento mínimo. Como consecuencia, se logró que la máquina funcionara de manera confiable a lo largo del tiempo con un mantenimiento adecuado.

Los resultados de la operación de la máquina fueron los siguientes.

La máquina posibilitó un incremento significativo en la productividad de la preparación de alimentos al procesar 25 libras en tan solo 20 minutos, equivalente a una capacidad de 34 kilogramos por hora. Este aumento en eficiencia se tradujo en un ahorro sustancial tanto de tiempo como de recursos humanos.

La operación de la máquina garantizó una consistencia excepcional en la calidad de las papas peladas y rebanadas, lo cual resultó fundamental en

entornos de cocina profesional. Además, la máquina logró reducir el desperdicio de papas al llevar a cabo un pelado y rebanado eficiente, optimizando al máximo el aprovechamiento del producto.

La seguridad del operador se consideró de suma importancia, por lo tanto, se creó la máquina con el objetivo de minimizar al máximo los riesgos de lesiones durante su funcionamiento. Los operadores descubrieron que la máquina resultaba fácil de utilizar y que exigía una capacitación mínima.

La creación y operación de una máquina destinada a lavar, pelar y rebanar papas se enfocó en aspectos clave como funcionalidad, seguridad, eficiencia y calidad del proceso. Esta máquina cumplió cabalmente con los objetivos de la construcción y evaluación, aportó beneficios sustanciales en términos de ahorro de tiempo y recursos en la preparación de alimentos.

4. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

El proyecto de aprendizaje que se desarrolló sirvió para proporcionar una solución rentable y eficiente a pequeños productores de papas, puesto que la máquina lavadora, peladora y rebanadora de papas construida demostró ser una alternativa viable para optimizar el proceso de preparación de papas, lo que pudo aumentar la productividad y eficiencia en la producción de alimentos. En esta discusión, se analizó el rendimiento y costo de la máquina construida en comparación con otras opciones disponibles en el mercado.

La Máquina Lavadora, Peladora y Rebanadora de Papas fue creada para procesar 34 kilogramos por hora. Esta capacidad de producción resultó ser significativa procesando una cantidad considerable de papas en un corto período de tiempo. Además, la máquina se construyó a un costo total de \$2,666.49, lo que la convirtió en una opción asequible para los pequeños productores de menor escala.

Comparación de la máquina construida con otras existentes.

Máquina de Lavado y Selección de Papas: Esta máquina tuvo la capacidad de lavar 20 kg de papas por minuto, lo que la hacía adecuada para un procesamiento rápido. Sin embargo, su costo total de \$4,495.31 fue superior al de nuestra máquina, y solo ofrecía la opción de lavado y selección,

mientras que la nuestra proporcionaba las funciones de lavado, pelado y rebanado. Además, para los pequeños productores, la inversión inicial pudiera resultar inalcanzable.

Máquina Peladora de Papas: La máquina peladora de papas tuvo una capacidad producción de 100 kilogramos por hora, lo que la convirtió en una opción altamente eficiente para el procesamiento de papas. A pesar de su alto rendimiento, su costo total fue de \$2,581.30, ligeramente inferior al de nuestra máquina. Sin embargo, se debe destacar que esta opción se limitaba solo a la función de pelado. Por lo tanto, aunque su costo fue comparable al nuestro, solo desempeño una de las tres actividades que brinda nuestra máquina.

Máquina Automática Importada para Lavado, Pelado y Corte de Papas: En el mercado, se encontró una máquina importada que pudo procesar hasta 400 kilogramos de papas por hora, lo cual fue impresionante en términos de capacidad de producción. No obstante, su elevado precio de \$10,000 la convirtió en una opción inaccesible para la mayoría de los pequeños productores. A pesar de que sus funciones fueron similares a las de nuestra máquina, la diferencia de precio fue significativa.

La máquina lavadora, peladora y rebanadora de papas creada demostró un equilibrio entre rendimiento y costo que resultó adecuado para que la adquieran pequeños productores. Aunque otras máquinas en el mercado tuvieron capacidades de producción más grandes, sus precios resultaron prohibitivos para aquellos con presupuestos limitados. Además, algunas de ellas solo ejecutaban una o dos funciones en comparación con las tres que cumplió nuestra máquina, y la opción más económica solo realizaba una actividad, la de pelado.

La máquina que se construyó se consideró un recurso rentable para apoyar a los pequeños productores, al aumentar su eficiencia y productividad en el procesamiento de papas. Esta iniciativa de aprendizaje demostró cómo la innovación y la tecnología podría beneficiar a la industria agrícola y a los pequeños productores locales.

5. CONCLUSIÓN

La máquina lavadora, peladora y rebanadora de papas se delineó y construyó de manera eficiente, cumpliendo con su propósito principal de automatizar el proceso de preparación de papas. Esto ha reducido significativamente el tiempo y el esfuerzo requeridos en comparación con los métodos manuales.

Se dio un enfoque primordial a la seguridad, asegurando que la máquina cumpla con todas las normas de seguridad aplicables. La implementación de medidas de seguridad, como protecciones para las cuchillas e interruptores de paro de emergencia, contribuyó a minimizar los riesgos para los operadores. Además, la capacitación adecuada garantizó que los operadores pudieran utilizar la máquina con confianza y seguridad.

La máquina demostró un alto rendimiento en la operación al procesar 25 libras de papas en solo 20 minutos, equivalente a 34 kilogramos por hora. Esto condujo a un aumento sustancial en la productividad y, por ende, ahorros significativos de tiempo y recursos humanos en la preparación de alimentos.

La máquina proporcionó una consistencia excepcional en la calidad de las papas peladas y rebanadas, lo que es fundamental en entornos de cocina profesional. Además, redujo el desperdicio de papas, optimizando al máximo el aprovechamiento del producto.

La máquina fue creada para ser resistente y requerir un mantenimiento mínimo. Esto aseguró que funcionara de manera confiable a lo largo del tiempo, lo que es esencial en entornos de cocina comercial.

Los operadores encontraron que la máquina era fácil de utilizar y que requería una capacitación mínima, lo que aumenta su accesibilidad y eficacia en entornos de cocina donde se requiere personal rotativo.

En general, la construcción y evaluación de esta máquina resultaron exitosas en términos de funcionalidad, operación, seguridad, eficiencia y calidad del proceso. Los beneficios incluyeron un ahorro sustancial de tiempo y recursos en la preparación de alimentos, lo que mejora la eficacia operativa en entornos comerciales.

Este proyecto demostró la aplicabilidad de los principios electromecánicos en la resolución de problemas industriales concretos. La integración de electrónica, electricidad y mecánica resultó ser una solución innovadora y eficiente para la industria de procesamiento de alimentos

El desarrollo de este proyecto no solo brindó a los estudiantes de tecnología electromecánica la oportunidad de aplicar sus conocimientos y habilidades en un entorno práctico, sino que también abordó con éxito un desafío real en la industria alimentaria y brindó apoyo a los pequeños productores locales.

La máquina lavadora, peladora y rebanadora de papas representa una solución valiosa que puede mejorar la eficiencia y la calidad en la preparación de alimentos, al mismo tiempo que cumple con los estándares de seguridad requeridos. Su capacidad para reducir el tiempo de procesamiento y minimizar el desperdicio de papas la convierte en una herramienta prometedoras para la industria.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] D. J. L. Cuesta, «INNOVACIÓN EN LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA UNIVERSIDAD – EMPRESA. CASO DE ÉXITO: AUTOMATIZACIÓN DE UNA LÍNEA DE LAVADO PARA PAPA CRIOLLA», *Encuentro Int. Educ. En Ing.*, ago. 2013, doi: 10.26507/ponencia.1505.
- [2] J. L. Ramirez Pulce, «Validación de un procedimiento de limpieza y desinfección para una línea de procesamiento de hojuelas de papa», 2022, Accedido: 6 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5581>
- [3] G. B. Sifuentes, «DE PAPA NATIVA (Solanum tuberosum)».
- [4] J. O. M. Gómez, Á. A. P. Forero, y J. L. R. Fernández, «Máquina automática procesadora de papa», *Memorias*, dic. 2015, Accedido: 6 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://revistas.eia.edu.co/index.php/mem/article/view/837>
- [5] V. R. J. Aníbal y P. M. M. Alexander, «Diseño y construcción de un prototipo de máquina para la clasificación y lavadora de la papa en el municipio de Ospina».
- [6] W. P. Pinos Solís, «Estudio del sistema de pelado de papas para disminuir el tiempo de preparación de papas fritas en la empresa de comida rápida (Pilita)», bachelorThesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Mecánica, 2011. Accedido: 6 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/1429>
- [7] M. C. Bartra Flores, «Implementación de una máquina automatizada para aumentar la calidad de pelado de papas en la empresa de comida rápida Salchipapas Paraíso, Morales - 2018», *Univ. César Vallejo*, 2018, Accedido: 6 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/27095>
- [8] J. da Cunha, T. Hernández Vélez, J. da Cunha, y T. Hernández Vélez, «El proceso de enseñanza-aprendizaje de la automatización en la carrera de Electromecánica», *Conrado*, vol. 15, n.º 69, pp. 89-95, dic. 2019.
- [9] A. I. Espinosa Moya y F. J. Mitte Alcívar, «Diseño y construcción de una máquina de lavado y selección de papas para una empresa distribuidora en el valle de Tumbaco, Quito.», bachelorThesis, Quito : EPN, 2022., 2022. Accedido: 6 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22727>
- [10] D. E. Mena Arboleda y C. F. Jácome Rojas, «Diseño y construcción de una máquina peladora de papas con capacidad de 100kg/h», bachelorThesis, 2015. Accedido: 6 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9030>
- [11] «Lavadora, Peladora y Cortadora de Papa Automática Importada». <https://everydaynature.com.ar/producto/lavadora-peladora-cortadora-papa-importada-argentina-buenos-aires/> (accedido 14 de septiembre de 2023).
- [12] D. M. Cáceres, «Pequeños Productores e Innovación Tecnológica: Un Abordaje Metodológico», *Agrosur*, vol. 23, pp. 127-139, ene. 1995.
- [13] S. F. Casa Toaquiza y H. D. Clavijo Clavijo, «Diseño y construcción de una máquina rebanadora de papas Chips.», bachelorThesis, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi; Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; Carrera de Ingeniería Electromecánica, 2018. Accedido: 6 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/4501>

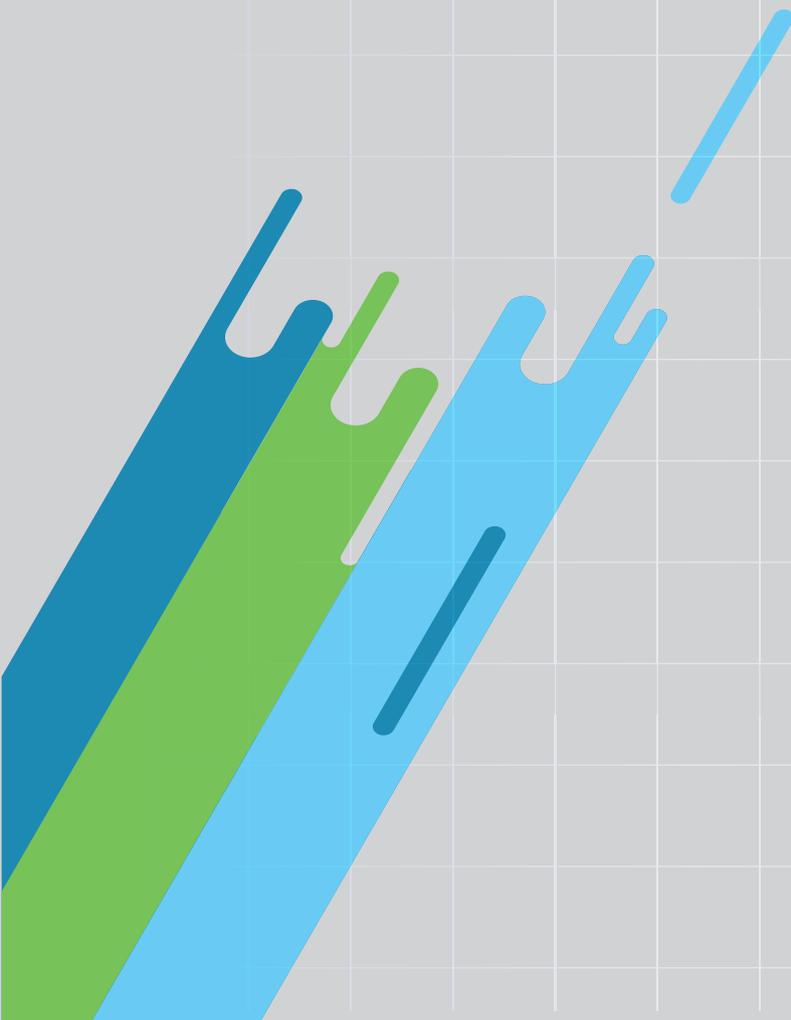
[14] J. A. M. Gutiérrez y J. E. M. Salgado, «PROTOTIPO DE MÁQUINA LAVADORA Y PELADORA DE PAPA EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO».

[15] R. M. Yuquilema, C. F. A. Coello, J. A. C. Aguilar, y D. R. Ñ. Estrella, «DISEÑO DE UN HORNO ELÉCTRICO PARA EL MEMORIZADO DE PIEZAS SMA MEDIANTE TRATAMIENTO TÉRMICO», *TECH CARLOS CISNEROS*, n.º 03, Art. n.º 03, jun. 2023, doi: 10.59540/tech.vi03.17.

[16] «Conoce las Normas que debes tomar en cuenta para garantizar la inocuidad de los alimentos – Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN». <https://www.normalizacion.gob.ec/conoce-las-normas-que-debes-tomar-en-cuenta-para-garantizar-la-inocuidad-de-los-alimentos/> (accedido 18 de septiembre de 2023).



ÍNDICE DE CAPITAL HUMANO Y SU RELACIÓN CON EL PIB MEDIANTE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN COBB-DOUGLAS



ÍNDICE DE CAPITAL HUMANO Y SU RELACIÓN CON EL PIB MEDIANTE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN COBB-DOUGLAS *HUMAN CAPITAL INDEX AND ITS RELATIONSHIP WITH GDP THROUGH THE COBB-DOUGLAS PRODUCTION FUNCTION*

Luis Roberto Conde Pazmiño¹,
Edgar Enrique Orozco Inca²,
Guadalupe Genoveva Aimé Yungan³,
Sandra Elizabeth Guerra Orozco⁴,

¹ IST "Carlos Cisneros", Ecuador, luis.conde@istcarloscisneros.edu.ec

² IST "Carlos Cisneros", Ecuador, edgar.orozco@istcarloscisneros.edu.ec

³ IST "Carlos Cisneros", Ecuador, guadalupe.aime@istcarloscisneros.edu.ec

⁴ IST "Carlos Cisneros", Ecuador, sandra.guerra@istcarloscisneros.edu.ec

RESUMEN

En este análisis, se realizó una regresión lineal robusta utilizando datos de series de tiempo que abarcan datos desde 1970 hasta el 2019. El objetivo fue examinar los factores que influyen en el Producto Interno Bruto (PIB) del Ecuador a lo largo de este período de tiempo. Se empleó el método de regresión lineal robusta para tener en cuenta posibles errores de heteroscedasticidad en la información. Los datos fueron obtenidos de la Penn World Table, Banco Mundial y Banco central del Ecuador, donde se obtuvo información de las dos variables independientes que son el capital y el índice de capital humano para cumplir con la función de producción de Cobb-Douglas. Los resultados revelaron que ambas variables fueron estadísticamente significativas para explicar las variaciones en el PIB del Ecuador. Específicamente, un aumento de una unidad en el capital se asoció con un aumento aproximado de 1.17 unidades en el PIB, mientras que un aumento de una unidad en el índice de capital humano se relacionó con un significativo incremento de 6.05 unidades en el PIB. El modelo obtuvo un alto valor de R-cuadrado de 0.892, lo que indica que explicó una parte significativa de la variación en el PIB. Este análisis brinda valiosas perspectivas sobre los determinantes económicos del crecimiento del PIB de Ecuador durante este período de tiempo. Los resultados demostraron que el factor humano o trabajo y la capacitación influye positivamente a la productividad del país, brindando información para la toma de decisiones de empresas y del Estado.

Palabras clave: Índice de capital humano, Crecimiento económico, Cobb-Douglas, Macroeconomía, Producción, PIB.

ABSTRACT

In this analysis, a robust linear regression was performed using time series data spanning from 1970 to 2019 with the objective of examining the factors influencing Ecuador's Gross Domestic Product (GDP) throughout this period. Robust linear regression methodology was employed to account for potential heteroscedasticity in the data. Data were obtained from the Penn World Table, the World Bank, and the Central Bank of Ecuador, providing information on the two independent variables, namely, capital and human capital index, to adhere to the Cobb-Douglas production function. The results revealed that both variables were statistically significant in explaining variations in Ecuador's GDP. Specifically, a one-unit increase in capital was associated with an approximate 1.17-unit increase in GDP, while a one-unit increase in human capital was linked to a significant increment of 6.05 units in GDP. The model achieved a high R-squared value of 0.892, indicating that it explained a substantial portion of the variance in GDP. This analysis offers valuable insights into the economic determinants of Ecuador's GDP growth during this period. The results demonstrated that human factor or labor and education positively influence the country's productivity, providing information for decision-making by both businesses and the government.

Keywords: Human capital index, Economic growth, Cobb-Douglas, Macroeconomics, Production, GDP.

Recibido: 21/09/2023

Aceptado: 27/10/2023

Received: 21/09/2023

Accepted: 27/10/2023



1. INTRODUCCIÓN

El Ecuador es un país ubicado en la costa oeste de Sudamérica con una economía diversificada que incluye la producción de petróleo, productos agrícolas, textiles y manufactureros. La producción empresarial es un factor crítico en el desarrollo económico del país y es por eso que se ha decidido conocer la importancia del capital humano y el capital en la producción del país.

La presente investigación se ha llevado a cabo con el objetivo de examinar críticamente los factores que inciden en el crecimiento económico del Ecuador durante el período de 1970 a 2019. Este análisis se sustenta en una regresión lineal robusta que utiliza datos de series de tiempo, donde se consideran dos variables clave: el capital real y el índice de capital humano. La motivación detrás de este estudio radica en la necesidad de comprender los impulsores fundamentales del crecimiento económico en el contexto ecuatoriano. A través de esta investigación, se busca ofrecer una contribución significativa al aclarar la influencia del capital y el capital humano en la producción y crecimiento económico del país.

La función de producción de Cobb-Douglas, desarrollada por los economistas Charles W. Cobb y Paul H. Douglas en la década de 1920, es un concepto fundamental en la teoría económica [1] Esta función describe la relación entre los insumos de producción y la producción resultante en un contexto de producción a largo plazo. A lo largo de los años, ha sido ampliamente utilizada para analizar y comprender el comportamiento de las empresas y la economía en su conjunto.

La función de producción de Cobb-Douglas tiene una estructura específica, que se expresa de la siguiente manera:

$$Q = A * L^{\alpha} * K^{\beta} \quad (1)$$

Donde:

Q =representa la producción

L= es el insumo de trabajo,

K =es el insumo de capital,

α y β =son los parámetros que indican la elasticidad de la producción con respecto a cada uno de estos insumos.

El término "A" representa la productividad total de los factores, que refleja la eficiencia tecnológica [2]

Esta función de producción tiene varias características clave. Es una función con rendimientos constantes a escala, lo que significa que, si se duplican todos los insumos, la producción también se duplicará. Además, muestra rendimientos marginales decrecientes para los insumos individuales, lo que sugiere que, a medida que se aumenta un insumo mientras se mantiene el otro constante, el aumento en la producción será cada vez menor [3]

La función de producción de Cobb-Douglas ha sido ampliamente utilizada en la economía para analizar diversos aspectos, como la asignación óptima de recursos, la medición de la productividad y la estimación de la elasticidad de sustitución entre el trabajo y el capital. También se ha aplicado en la modelización de mercados competitivos y en la evaluación de políticas económicas [4]

La literatura económica destaca el tamaño de la empresa como un factor importante en la determinación de su capacidad productiva y su competitividad en el mercado. Según autores como [5] el tamaño de la empresa puede ser visto como un indicador del potencial de producción y de la capacidad de asumir mayores riesgos en la inversión. Asimismo, otros estudios señalan que el tamaño de la empresa puede ser un factor determinante en la adopción de nuevas tecnologías y en la capacidad de generar economías de escala.

El concepto de productividad dentro de la teoría económica se refiere a la capacidad de un sistema económico para producir bienes y servicios de manera eficiente y efectiva. Se mide como la relación entre la producción total y los insumos utilizados para producirla, ya sea en términos de tiempo, materiales, mano de obra, entre otros [6]

La productividad es un factor clave para el crecimiento económico y el bienestar de una sociedad, ya que permite mejorar la calidad de vida de la población y aumentar la competitividad de la economía. Por lo tanto, es importante entender cómo se puede mejorar la productividad en un sistema productivo, lo que incluye la adopción de nuevas tecnologías, la formación y capacitación del personal, y la implementación de prácticas de gestión eficientes [7].

Según [8], realizaron un estudio en donde se enfocan en la aplicación de la función de producción en el contexto de la economía Boliviana, con el propósito de analizar la relación entre las variaciones en la producción y las variaciones en los factores de producción, específicamente el capital y el trabajo.

Para llevar a cabo ese análisis, utilizaron la función de producción de Cobb-Douglas. Además, realizaron un análisis económico que busca identificar las relaciones entre la formación bruta de capital fijo y la población ocupada durante un período de tiempo que abarca desde 1985 hasta 2015. Para respaldar este análisis consultaron la literatura especializada e investigaciones previas relacionadas con el tema.

Los resultados obtenidos en el estudio indicaron una relación directa y estadísticamente significativa entre la producción y los factores de producción, es decir, el capital y el trabajo. Esto significa que la función de producción de Cobb-Douglas proporciona un método efectivo para evaluar la contribución de cada uno de estos factores a la dinámica de crecimiento y al comportamiento económico de Bolivia. Estos hallazgos tuvieron implicaciones importantes para comprender cómo los cambios en la inversión en capital y la fuerza laboral impactan en la producción y, en última instancia, en el desarrollo económico del país.

Por otro lado [9], llevaron a cabo una estimación de la función de producción Cobb-Douglas, donde se emplearon dos enfoques econométricos distintos. El primero de ellos, ampliamente utilizado, se basó en un análisis de series de tiempo, mientras que el segundo utilizó datos de panel. Ambos modelos arrojaron resultados consistentes al demostrar que, en el contexto de este sector industrial (C23 que abarca la producción de productos minerales no metálicos, como cerámicas, ladrillos, vidrios y calizas, entre otros), el factor determinante para su crecimiento es el trabajo. Sin embargo, se observaron diferencias en la magnitud de los parámetros estimados por cada uno de los modelos. Estas disparidades sugieren la importancia de considerar la elección del modelo apropiado al analizar el crecimiento en este sector específico.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. MÉTODO

Al analizar el impacto de las variables independientes (K y L) sobre la variable dependiente producción (Q), se utiliza la función de producción de Cobb-Douglas en su forma estocástica [10]:

$$Y_i = \beta_1 X_{2i}^{\beta_2} X_{3i}^{\beta_3} e^{u_i} \quad (2)$$

Donde

Y= producción

X2=insumo trabajo

X3=insumo capital

U=término de perturbación estocástica

e=base del logaritmo natural

Al ser un modelo con exponente para estimar el modelo econométrico por el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) se debe partir de una función lineal en los parámetros, y como la función de Cobb Douglas no cumple con esta condición, se debe linealizar la ecuación aplicando logaritmos obteniendo:

$$\begin{aligned} \ln Y_i &= \ln \beta_1 + \beta_2 \ln X_{2i} + \beta_3 \ln X_{3i} + u_i \\ &= \beta_0 + \beta_2 \ln X_{2i} + \beta_3 \ln X_{3i} + u_i \end{aligned} \quad (3)$$

Donde $\beta_0 = \ln \beta_1$

De esta manera, el modelo se presenta con linealidad en los parámetros β_0 , β_2 y β_3 , y, en consecuencia, se clasifica como un modelo de regresión lineal. La ecuación (3) representa un modelo log-log, también conocido como modelo doble-log o log-lineal en el contexto de la regresión múltiple, siendo equivalente al modelo log-lineal con dos variables.

El parámetro β_2 representa la elasticidad parcial de la producción en relación con el factor laboral, es decir, mide el cambio porcentual en la producción resultante de un incremento del 1% en el factor laboral, manteniendo constante el factor de capital.

De manera similar, β_3 representa la elasticidad parcial de la producción en relación con el factor de capital, manteniendo constante el factor laboral.

La suma de β_2 y β_3 proporciona información acerca de los rendimientos a escala, es decir, cómo responde la producción ante cambios proporcionales en los factores de producción.

Cuando esta suma es igual a 1, implica la existencia de rendimientos constantes a escala, lo que significa que duplicar los factores de producción conlleva a una duplicación de la producción, y así sucesivamente; si es menor a 1 se reflejan rendimientos decrecientes y si es mayor a 1 rendimientos crecientes a escala.

En este modelo, se asume que la producción sigue una función de producción Cobb-Douglas, lo que significa que la producción es proporcional al producto de una función exponencial del trabajo y el capital. El uso de logaritmos permite transformar esta relación en una forma lineal, lo que facilita la estimación de los coeficientes y el análisis econométrico.

2.2. DATOS

Los datos utilizados en la elaboración de este estudio se obtuvieron de fuentes confiables, como la Penn World Table 10.01 [11] y el Banco Mundial. Estos conjuntos de datos abarcaron el período de tiempo desde 1970 hasta 2019, permitiendo una cobertura a largo plazo de la información necesaria para el análisis.

La recopilación de datos comprendió una amplia gama de variables pertinentes, las cuales fueron utilizadas para profundizar en la comprensión del crecimiento económico de Ecuador a lo largo de este intervalo temporal. Las variables son las siguientes:

Tabla 1. Variables utilizadas

Variable	Descripción
Años	Representa el período de tiempo en el que se recopilaron los datos, abarcando desde 1970 hasta 2019.
PIB	El PIB es una medida que cuantifica el valor total de la producción económica de un país en un año específico.
Índice de Capital Humano	Refleja el capital humano disponible en una sociedad y su contribución al desarrollo económico; medido en retornos a la educación y capacitación.
Stock de Capital real	Cantidad acumulada de bienes de capital, como maquinaria, equipos y estructuras, utilizados en la producción.

3. RESULTADOS

Se utilizó la ecuación de regresión (3) para poder estimar los coeficientes tanto de trabajo como de capital, pero en primer lugar se transformaron las variables PIB, Índice de capital humano y stock de capital real a logaritmos naturales; posterior a ello se realizó una regresión lineal obteniendo los resultados a un 95% de confianza:

Tabla 2. Resultados de la regresión por MCO

In_PIB	Coefi	Std err	t	P > t
In_stock	1.166523	.4086149	2.85	0.006
In_Indice	6.0533	.3540166	17.10	0.000
_cons	-9.004435	9.649567	-0.9	0.356

Para comprobar que no exista multicolinealidad se utilizó el cálculo del Factor de Inflación de la Varianza (VIF) obteniendo el siguiente resultado:

Tabla 3. Resultados VIF

Variable	VIF	1/VIF
In_stock	1.15	0.865849
In_Indice	1.15	0.865849
Mean VIF	1.15	

Para comprobar que exista normalidad en los datos se utilizaron las pruebas de Skewness-Kurtosis y Shapiro-Wilk obteniendo los resultados:

Tabla 4. Pruebas de normalidad

Prueba	Prob>chi2	Prob>z
Skewness and kurtosis	0.1385	
Shapiro-Wilk		0.23987

Para conocer si el modelo no tiene problemas de heteroscedasticidad se corren dos pruebas que son el test de White y Breusch-Pagan/Cook-Weisberg obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 5. Pruebas de heteroscedasticidad

Prueba	Prob>chi2
White	0.0117
Breusch-Pagan/Cook-Weisberg	0.0082

Al observar los resultados se evidencia la existencia de heteroscedasticidad por lo cual se realiza una regresión lineal robusta (GLS) para corregir este error obteniendo lo siguiente:

Tabla 6. Resultados regresión por GLS

ln_PIB	Coefi	Std err	t	P > t
ln_stock	1.166523	.3910063	2.98	0.005
ln_Indice	6.0533	.3717196	16.28	0.000
_cons	-9.004435	9.208247	-0.98	0.333

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el análisis realizado, se utilizó una regresión lineal robusta para examinar la relación entre el Producto Interno Bruto (PIB) nominal del Ecuador y dos variables independientes: el stock de capital real y el índice de capital humano, utilizando datos de series de tiempo desde 1970 hasta 2019. Los resultados de la regresión indican una relación estadísticamente significativa entre las variables. El coeficiente para el logaritmo natural del stock de capital real es de aproximadamente 1,17%, lo que sugiere que, manteniendo las demás variables constantes, un aumento en el capital real en 1% se asocia con un incremento en el PIB nominal; resultados similares a los antecedentes citados.

Asimismo, el coeficiente para el logaritmo natural del índice de capital humano es de aproximadamente 6,1%, indicando que un aumento en el índice de capital humano de 1% se relaciona con un significativo incremento en el PIB nominal.

Además, se realizó un análisis de normalidad de los residuos del modelo. Tanto el test de Shapiro-Wilk como el test de Skewness y Kurtosis no proporcionaron evidencia concluyente de una desviación significativa de la normalidad en los residuos, lo que respalda el supuesto de normalidad.

Sin embargo, se detectó heteroscedasticidad en los residuos mediante el test de White y el test de Breusch-Pagan/Cook-Weisberg. Esto indica que la varianza de los residuos no es constante a lo largo de las observaciones, lo que puede afectar las inferencias del modelo. Para abordar este problema, se utilizó una regresión robusta, que ajusta adecuadamente los errores estándar y las estadísticas asociadas, mitigando así los efectos de la heteroscedasticidad. El R-cuadrado obtenido fue

de 0.8920, lo que indica que el modelo explica aproximadamente el 89.20% de la variabilidad en la variable dependiente (PIB).

5. CONCLUSIÓN

Se puede afirmar la significativa influencia del capital humano en el crecimiento económico del país. El coeficiente para el logaritmo natural del índice de capital humano es alto, un aumento del 1% en esta variable se relaciona con un incremento estimado del 6.1% en el Producto Interno Bruto. Este resultado no solo destaca la función del trabajo en la economía, sino que también resalta la importancia de la capacitación y la educación, tanto en el ámbito escolar, medio y superior; debido a que se utilizó una variable que mide los retornos de la educación en el trabajo. Esto implica que la inversión en el desarrollo de habilidades y conocimientos de la fuerza laboral es un factor crítico para impulsar el crecimiento económico. La capacitación continua y la educación superior se convierten en pilares esenciales para el progreso económico del país. Además, esta inversión no solo beneficia a los individuos en términos de empleabilidad y mejora de sus condiciones de vida, sino que también contribuye al crecimiento generalizado de la economía.

El análisis revela la importancia del capital en el crecimiento económico. El coeficiente asociado al logaritmo natural del stock de capital indica que un aumento del 1% en este componente se asocia con un incremento del 1.17% en el PIB. Esta relación respalda la noción de que la acumulación de bienes de capital, como maquinaria y equipos, contribuye significativamente al crecimiento económico.

Estos resultados indican que tanto el capital humano (L), como el capital (K) son pilares esenciales para el crecimiento económico del Ecuador. Estos resultados ofrecen un sólido fundamento para la toma de decisiones en materia de políticas públicas enfocadas al crecimiento y la formulación de estrategias de desarrollo a largo plazo.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] C. W. Cobb y P. H. Douglas, «A Theory of Production,» *The American Economic Review*, pp. 139-165, 1928.
- [2] H. Varian, *Análisis Microeconómico*, New York: W. W. Norton & Company, 1992.
- [3] D. Romer, *Macroeconomía avanzada*, Berkeley: University of California, 1996.
- [4] G. Mankiw y M. Taylor, *Macroeconomía*, New York: Worth Publishers, 2014.
- [5] W. Baumol, 2002. [En línea]. Available: https://econpapers.repec.org/article/pepjour/nl/v_3a7_3ay_3a2002_3ai_3a2_3ap_3a1-10.htm.
- [6] M. M. Carrillo, P. J. Betsabé y V. Ramos, «Relación entre innovación y competitividad de los emprendimientos del sector no financiero de la economía popular y solidaria,» *Estudios de la Gestión: revista internacional de administración*, pp. 91-119, 2022.
- [7] J. Veintimilla, M. Gómez y N. Mora, «Enfoque basado en la teoría para la mejora administrativa: análisis del modelo y actividades en el desarrollo,» *Universidad de la Rioja*, pp. 44-55, 2020.
- [8] P. Feraudi Gonzales y D. Ayaviri Nina, «La función de producción Cobb Douglas y su aplicación en la economía,» *INNOVA Research Journal*, ISSN 2477-9024, pp. 70-82, 2018.
- [9] L. Pinos Luzuriaga, S. Mejía-Matute, L. Tonon Ordóñez y B. Proaño Rivera, «La función de producción Cobb-Douglas: Caso del sector C23 de fabricación de productos minerales no metálicos,» *Universidad del Azuay-Observatorio empresarial*, pp. 30-45, 2022.
- [10] D. N. Gujarati y D. . C. Porter, *Econometría*, México D.F.: McGRRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2010.
- [11] P. 10.01, «University of Groningen,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.rug.nl/ggdc/productivity/pwt/?lang> en. [Último acceso: 2023]
- [12] C. C. Pérez Hernández, D. Gómez Hernández y G. Lara Gómez, «Determinantes de la capacidad tecnológica en América Latina: una aplicación empírica con datos de panel,» *Econ: teor. práct no.48 México ene./jun. 2018*, 2018.
- [13] A. M. Gutiérrez Villca, «DETERMINANTES DE LA PRODUCTIVIDAD TOTAL DE FACTORES EN AMÉRICA DEL SUR,» *Inv. y Des. vol.19 no.2 Cochabamba dic. 2019*, 2019.
- [14] J. Quijía-Pillajo, C. Guevara-Rosero y J. Ramírez-Álvarez, «Determinantes de la Productividad Laboral para las Empresas,» *Revista Politécnica Febrero – Abril 2021, Vol. 47, No. 1*, pp. 17-26, 2021.



INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO
CARLOS CISNEROS



PRIMER CONGRESO INTERNACIONAL
DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL
ISU CARLOS CISNEROS
RIOBAMBA - ECUADOR