ISSN : 2600-5573

JOURNAL IDEAS

Innovation & Development in Engineering and Applied Science

http://revistasojs.utn.edu.ec/index.php/ideas

Volume 6 / N°1
Enero/2024

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
IBARRA - ECUADOR

Innovation & Development in Engineering and Applied Science

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
IBARRA - ECUADOR

IDEAS
Journal

Innovation & Development in in Engineering and Applied Science

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

IBARRA - ECUADOR
2024

Editorial committee

Daisy Imbaquingo, PhD.
EDITOR IN CHIEF
e-mail: deimbaquingo@utn.edu.ec

Fernando Ramírez, PhD.
GENERAL EDITOR
e-mail: frramirez@utn.edu.ec

Marco Ciaccia, PhD.
SECTION EDITOR
e-mail: mciaccia@utn.edu.ec

Cathy Guevara, PhD.
SECTION EDITOR
e-mail: cguevara@utn.edu.ec

Lissette Revelo, MSc.
SECTION EDITOR
e-mail: lgreveloc@utn.edu.ec

David Ojeda,, PhD.
SECTION EDITOR
e-mail: daojeda@utn.edu.ec

Brizeida Gámez, PhD.
ACADEMIC EDITOR
e-mail: bngamez@utn.edu.ec

Miguel Vivert, PhD.
ACADEMIC EDITOR
e-mail: mevivert@utn.edu.ec

Vladimir Bonilla Venegas, PhD
ASSOCIATED EDITOR
e-mail: fbonilla@ute.edu.ec

Thalía San Antonio, PhD.
ASSOCIATED EDITOR
e-mail: t.sanantonio@uta.edu.ec

Mario Ron, PhD
ASSOCIATED EDITOR
e-mail: mbron@espe.edu.ec

Laura Guerra, PhD.
ASSOCIATED EDITOR
e-mail: lrguerra@pucesi.edu.ec

Wilson Guachamín, PhD
ASSOCIATED EDITOR
e-mail: wilson.guachamin@epn.edu.ec

Ana Cabrera, PhD.
INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE
e-mail: acabreratobar@unisa.it

Lilibeth Zambrano, PhD.
INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE
e-mail: zambranol@itcarlow.ie

Belkys Amador, PhD.
INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE
e-mail: bamador@unet.edu.ve

Vannessa Duarte, PhD.
INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE
e-mail: vannessa.duarte@unc.cl

Laura Sáez, PhD.
INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE
e-mail: decanatoingenieria@ujap.edu.ve

Luis Garza, PhD.
INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE
e-mail: luis_garza1@ucol.mx

Roger Mafla, Ing.
DIAGRAMMER DESIGNER
e-mail: rfmafla@utn.edu.ec

Silvia Arciniega, Dra.
SECRETARY AND STYLE CORRECTOR
e-mail: srarciniega@utn.edu.ec

Leonardo Ibujés, Ing.
TECHNICAL EDITOR
e-mail: lvibujesc@utn.edu.ec

Gabriela Obando
ASSISTANT
e-mail: rgobandon@utn.edu.ec

Editorial committee

Dr. Miguel Naranjo Toro, PhD.
RECTOR
e-mail: rectorado@utn.edu.ec

Dra. Alexandra Mina Páez, PhD
ACADEMIC VICE-RECTOR
e-mail: viceacademico@utn.edu.ec

Dra. Nhora Benitez Bastidas, PhD
RESEACH VICE-RECTOR
e-mail: viceinvestigacion@utn.edu.ec

Dr. Hernán Cadena Pulles, PhD.
ADMINISTRATIVE VICE-RECTOR
e-mail: viceadministrativo@utn.edu.ec

Catalina Ramírez, MSc.
DEAN FICA
e-mail: mcramirez@utn.edu.ec

Daisy Imbaquingo, PhD.
SUB-DEAN FICA
e-mail: deimbaquingo@utn.edu.ec

Carlos Vásquez, MSc.
RESEARCH COORDINATOR
e-mail: cavasquez@utn.edu.ec

Cosme Ortega, MSc.
COORDINATOR CISIC-CSOFT
e-mail: mc.ortega@utn.edu.ec

Jaime Michilena, MSc..
CCOORDINATOR CIERCOM-CITEL
e-mail: jrmichilena@utn.edu.ec

Jenyffer Yépez, MSc.
CCOORDINATOR CINDU
e-mail: jayepez@utn.edu.ec

David Ojeda, PhD.
COORDINATOR CIME
e-mail: daojeda@utn.edu.ec

Gerardo Collaguazo, PhD.
CCOORDINATOR CIELE
e-mail: gicollaguazo@utn.edu.ec

Ignacio Benavides, MSc.
COORDINATOR CIMA-CIAUT
e-mail: ibbenavides@utn.edu.ec

Marco Naranjo Toro, MSc.
COORDINATOR CITEX
e-mail: mfnaranjo@utn.edu.ec

Victor Caranqui, MSc.
COORDINATOR CITIL
e-mail: vmcaranqui@utn.edu.ec

EDITORIAL UTN
IBARRA - ECUADOR

UNIVERSITY PRINTING 2024
Universidad Técnica del Norte
Ibarra-Ecuador

Editorial

Innovation & Development in Engineering and Applied Science - IDEAS inicia este período 2024 con el volumen 6, número 1 titulado: Ingeniería: desde las habilidades investigativas hasta su aplicación en la sociedad. En este número se abordan las áreas de energía, ingeniería industrial, manejo de datos y de formación en ingeniería. De este modo se pone a disposición un conjunto de trabajos de alto nivel en las áreas de la ingeniería y ciencias aplicadas.

Este número inicia con un trabajo de Puente et al. que presentan desde la Universidad Técnica de Cotopaxi y la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, el diseño de una microred de suministro eléctrico y el análisis de factibilidad económica. Este diseño está basado en energía solar fotovoltaica para aplicarse en un área urbano marginal de la región costa del Ecuador.

Umaquinga desde la Universidad Técnica del Norte, realiza un análisis de varias técnicas de minería de datos enfocadas en la detección de enfermedades para distintos tipos de cultivos, predicción del rendimiento y crecimiento, así como análisis de agua y suelo. Se examinan variables climáticas, condiciones topográficas y edafológicas. Todo esto con base en la revisión de literatura de alto impacto.

Yépez et al. de la Universidad Técnica del Norte, realizaron un análisis de los riesgos ergonómicos a los cuales se encuentran expuestos docentes de una universidad pública ecuatoriana. Para esto se ha trabajado con una muestra de 30 docentes y el cuestionario nórdico de Kuorinka. Todo el proceso se realizó en tres fases y los resultados muestran que los riesgos ergonómicos observados están entre el nivel medio y alto.

A continuación, Catota et al. nos muestran desde el Instituto Tecnológico Superior Rumiñahui en colaboración con el Instituto Superior Tecnológico San Antonio, el diseño e implementación de un modelo didáctico de un túnel de viento. Este desarrollo permite la evaluación de parámetros de funcionamiento y su incidencia en el desempeño de un aerogenerador. De este modo muestra la generación de una herramienta útil para la enseñanza de materias relacionadas.

Finalmente, Guerrero et al. de la Universidad Nacional de Loja, que ponen sobre la mesa un tema fundamental: la evaluación de habilidades investigativas de estudiantes de primeros semestres de ingeniería. En este estudio se muestra la aplicación de herramientas validadas para evaluar las áreas dentro de la actividad investigativa que deben ser fortalecidas en la formación de ingenieros.

PhD. Daisy Imbaquingo

Editor Jefe

PhD. Fernando Ramírez

Editor General

Editorial

Innovación y Desarrollo en Ingeniería y Ciencias Aplicadas - IDEAS begins this period in 2024 with Volume 6, Number 1 titled: Engineering: from investigative skills to their application in society. This issue addresses the areas of energy, industrial engineering, data management, and engineering education. In this way, a set of high-level works in the fields of engineering and applied sciences are made available.

This issue starts with a work by Puente et al., presenting from the Technical University of Cotopaxi and the Technical State University of Quevedo, the design of a microgrid for electrical supply and the analysis of economic feasibility. This design is based on photovoltaic solar energy to be applied in an economically disadvantaged urban area in the coastal region of Ecuador.

Umaquinga from the Technical University of the North analyzes various data mining techniques focused on the detection of diseases in different types of crops, prediction of performance and growth, as well as analysis of water and soil. Climatic variables, topographic and edaphological conditions are examined, all based on a review of high-impact literature.

Yépez et al. from the Technical University of the North conducted an analysis of ergonomic risks to which teachers in a public Ecuadorian university are exposed. For this, they worked with a sample of 30 teachers and the Kuorinka Nordic questionnaire. The entire process was carried out in three phases, and the results show that the observed ergonomic risks are between medium and high levels.

Next, Catota et al. show us from the Rumiñahui Higher Technological Institute in collaboration with the San Antonio Higher Technological Institute, the design and implementation of a didactic model of a wind tunnel. This development allows the evaluation of operating parameters and their impact on the performance of a wind turbine. This demonstrates the creation of a useful tool for teaching related subjects.

Finally, Guerrero et al. from the National University of Loja address a fundamental topic: the assessment of investigative skills of first-semester engineering students. This study demonstrates the application of validated tools to assess areas within investigative activity that need to be strengthened in engineering education.

PhD. Daisy Imbaquingo

Editor in Chief

PhD. Fernando Ramírez

General Editor

Índice

Index

Microrredes basadas en energía limpia, fotovoltaica y su factibilidad técnico – económica para implementaciones futuras en los sectores rurales y urbano marginales. 9

Microgrids based on clean, photovoltaic energy and their technical-economic feasibility for future implementations in rural and marginal urban sectors.

Técnicas de minería de datos aplicados a la agricultura: Estado del Arte y análisis bibliométrico. 21

Data mining techniques applied to agriculture: State of the art and bibliometric.

Riesgos ergonómicos en los docentes de una universidad y el efecto que generan en la salud- Ibarra-Ecuador 46

Ergonomic risks in university teachers and the effect on health - Ibarra, Ecuador.

Diseño e implementación de un módulo didáctico para la enseñanza de los parámetros de incidencia en el desempeño de un aerogenerador. 56

Design and implementation of a didactic module for teaching incidence parameters in the performance of a wind turbine.

Ingeniería y ciencias aplicadas: evaluación de habilidades investigativas en estudiantes de primeros semestres 64

Engineering and applied science: Assessment of research skills in first-semester students.

VOL. 6 Nº1 - 2024

IBARRA - ECUADOR | Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas
Innovation & Development in Engineering and Applied Science
IDEAS

Microrredes basadas en energía limpia, fotovoltaica y su factibilidad técnico – económica para implementaciones futuras en los sectores rurales y urbano marginales

http://doi.org/10.53358/ideas.v6i1.905

[1]Samantha Puente Bosquez, [2]Cristian Laverde Albarracín, [2]Angelita Bosquez Mestanza
[1]Universidad Técnica de Cotopaxi, [2]Universidad Técnica de Quevedo
samantha.puente4299@utc.edu.ec, claverde@uteq.edu.ec, abosquezm@uteq.edu.ec

Fecha de envío, mayo 27/2023 - Fecha de aceptación, diciembre 18/2023 - Fecha de publicación, enero 19/2024

Resumen: El objetivo de este estudio es mostrar el diseño de una microred basada en energía solar fotovoltaica, considerada energía limpia, con el fin de suministrar un área urbano marginal específica. El mecanismo utilizado es la conexión entre las tecnologías alternativas o energías renovables y las tecnologías de sistemas de energía convencionales. En este trabajo se enfatiza los conceptos utilizados, las ventajas y las problemáticas que se vive día a día en estas zonas. Los datos para este estudio se obtuvieron de una estación meteorológica, que permite el registro de diferentes parámetros como la temperatura, la radiación entre otros. obteniendo de esta manera la temperatura histórica tanto máxima como la mínima. La información obtenida fue procesada utilizando el software PVsyst que permitió la selección de los módulos fotovoltaicos y su inversor; a su vez se evaluó la factibilidad económica en el contexto, utilizando los indicadores Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR).

Palabras Clave: micro – redes, energías alternativas, energías renovables, energía solar, energía fotovoltaica.

Abstract: The objective of this study is to illustrate the design of a microgrid based on photovoltaic solar energy, considered a clean energy source, aimed at supplying a specific marginal urban area. The mechanism employed involves the integration of alternative technologies or renewable energies with conventional energy system technologies. This work emphasizes the concepts utilized, the advantages, and the challenges faced on a day-to-day basis in these areas. The data for this study were obtained from a meteorological station, enabling the recording of various parameters such as temperature, radiation, among others. This process resulted in the acquisition of historical temperature data, both maximum and minimum. The information obtained was processed using the PVsyst software, which facilitated the selection of photovoltaic modules and their inverter. Additionally, economic feasibility was assessed in the context, utilizing indicators such as Net Present Value (VAN) and Internal Rate of Return (TIR)

Keywords: micro-grids, alternative energies, renewable energies, solar energy, photovoltaic energy.

Autor de correspondencia:
Samantha Puente Bosquez, samantha.puente4299@utc.edu.ec

CC BY NC ND

Samantha Puente Bosquez, Cristian Laverde Albarracín, Angelita Bosquez Mestanza
samantha.puente4299@utc.edu.ec, claverde@uteq.edu.ec, abosquezm@uteq.edu.ec

Introducción

En la sociedad los avances tecnológicos en el ámbito eléctrico se han incrementado, impulsando a la creación y desarrollo de las micro – redes eléctricas. Este tipo de estudios se enfocan en las problemáticas existentes en los sectores rurales y urbano – marginales, en los cuales además de tener en cuenta los datos climáticos, se debe tener en cuenta el lugar de emplazamiento, la parte financiera en conjunto con la parte tecnológica, para su desarrollo y desempeño ya sea de manera parcial o total del suministro eléctrico [1].

La facilidad de uso de las micro – redes en la obtención de energía eléctrica a través de dicha tecnología a pequeña escala y la confiabilidad en el suministro son ventajas que hacen de estas tecnologías las más requeridas a nivel mundial. Esto además ayuda a disminuir costos y reducir la huella ecológica es una matriz energética hacia la evolución en compatibilidad con el medio ambiente. El beneficio en las áreas más distantes de las localidades tales como bananeras, y distintos tipos de haciendas productoras es tangible puesto que mediante el uso de las tecnologías se reduce costos [1] [2].

El fin de la producción de energía a pequeña escala es cubrir las necesidades básicas de la sociedad influyendo en el desarrollo, estudio y producción. El estudio de estas tecnologías requiere además del enfoque de la investigación, de un estudio de la factibilidad del proyecto manteniendo la estabilidad eléctrica. De este modo se optimiza el consumo eléctrico y aumenta la fiabilidad en los sectores rurales y urbano marginales con un sistema conectado a la red, tomando en cuenta que su producción de energía es emitida directamente por el recurso solar [3].

El desarrollo de las fuentes renovables y su trayectoria ha tomado más fuerza, así como las nuevas tecnologías [1] , no solamente se realizan estudios netamente presenciales, sino que a su vez se realizan las pruebas a través de diferentes softwares, como el software HOMER [2]. Lo que hacen las fuentes renovables es mostrar escenarios posibles en un futuro de acuerdo con el aumento de uso de la energía solar fotovoltaica en el mundo incluyendo la parte social, marco regulatorio y financiero [3]. También en una línea de tendencia predice las contribuciones futuras de oferta y demanda no solo para las zonas urbanas sino las rurales y marginales [4]. La adherencia de las microrredes a pequeña o media escala en conjunto de los sistemas de potencia locales, esto permite aumentar la energía suministrada, incrementando el desarrollo, de estas tecnologías en el campo de las redes eléctricas [5] [6] [7].

Se han propuesto modelos de gestiones basados en cubrir la necesidad, estudiando las factibilidades de los diferentes medios [8] y estudiar la transferencia de energía mediante los sistemas híbridos de las energías renovables [9], estudiando el dimensionamiento minimizando los costes de operación y detallando la ubicación óptima [10].

El diseño de una microred es un proyecto ideal que sirve como herramienta para el aprovechamiento de los recursos naturales para ser una opción viable, eficaz y eficiente para la generación de energía libre de los distintos efectos para el medio ambiente.

Metodología

Según la Resolución Nro. ARCONEL – 042/18, Regulación Nro. ARCONEL – 003/18, del Directorio de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad considera que dicho estudio se basa en diseñar una micro – red obtenida a través de energías limpias como la energía fotovoltaica y verificar su factibilidad técnico – económica para futuras implementaciones en áreas distantes, rurales y/o urbano marginales del Cantón Quevedo – Sector 024". De acuerdo a los dos primeros incisos de la LOSPEE, Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica, da a denotar la innovación y mejoramiento de las redes eléctricas tomando en cuenta las disposiciones y reglamentos establecidos, redes de transmisión y generación de energía, además de comunicación y la obtención de la generación, almacenamiento de energía, la medición inteligente, control distribuido, gestión activa de la demanda, de esta manera poder ofrecer nuevos productos y servicios [11].

Dicha resolución fue emitida bajo la medida propuesta "Para el autoabastecimiento de usuario final correspondiente a la energía eléctrica se establecerán escenarios para que pueda desarrollarse sistemas de generación a baja escala como lo es la Generación fotovoltaica (μSFV) con una capacidad nominal de hasta 100 kW, siendo ubicados en los techados del inmueble u hogares, edificios con carácter residencian siempre y cuando estos se encuentren en el pliego tarifario en bajo o medio voltaje." [11]

La regulación N°. ARCERNNR – 001/2021, objeta que los procedimientos establecidos se desarrollarán en base a los sistemas de generación distribuida, eso es, basándose en energías renovables para el consumo de los propios usuarios que se encuentran legalmente regulados, siempre y cuando sean usuarios conectados a la red de distribución y también para las empresas eléctricas distribuidoras. [12]

Análisis y resultados

La selección de la ubicación de la instalación fotovoltaica fue la fase en la que se realizó la descripción gráfica del lugar de emplazamiento, es decir, en donde se encuentra ubicada la instalación, como lo es la zona urbano – marginal en la ciudad de Quevedo.



Fig. 1 Ubicación geográfica del lugar seleccionado

Tabla 1 Datos de interés
Fuente: Grupo Investigador

Instalación Fotovoltaica	Instalación fotovoltaica
Latitud	1º02'29" S
Longitud	79º31'40"W
Elevación, m.s.n.m.	74m
Temperatura Media Anual, °C	29

Se ingresó los datos de la ubicación en el Software PVsyst para obtener los valores de la irradiación, temperatura, etc.

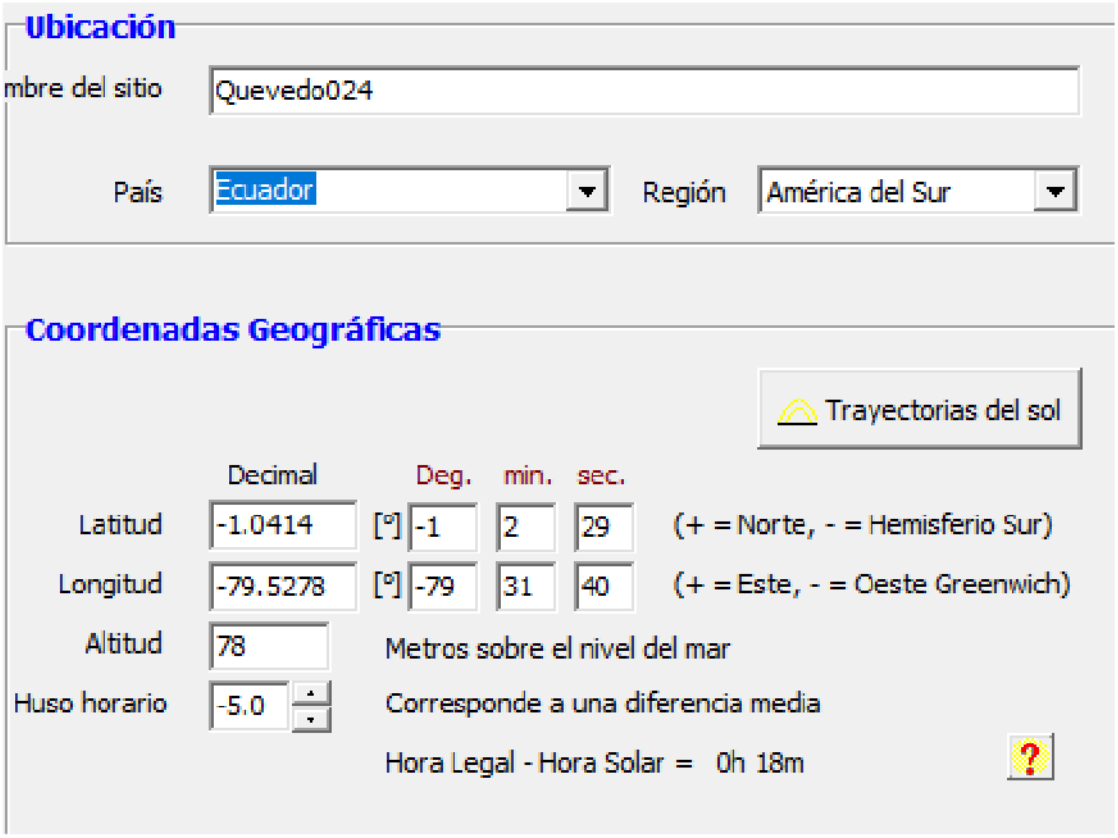


Fig. 2 Entrada de datos Software PVsyst

Como se mencionó anteriormente en la figura 3 se detalla los valores de los parámetros meteorológicos.

Sitio **Quevedo024 (Ecuador)**

Origen de datos: Meteonorm 7.2, Sat=100%

	Irradiación global horizontal	Irradiación difusa horizontal	Temperatura	Velocidad del Viento	Linke Turbidity	Relative Humidity
	kWh/m².mes	kWh/m².mes	°C	m/s	[-]	%
Enero	140.3	81.5	25.8	2.30	3.857	74.1
Febrero	146.7	78.7	25.8	1.80	3.914	79.5
Marzo	174.6	82.8	26.0	1.80	3.969	79.4
Abril	152.3	83.7	25.6	2.00	4.227	78.1
Mayo	148.6	73.5	25.3	2.49	4.043	75.8
Junio	131.8	74.4	23.7	3.10	3.737	78.2
Julio	122.3	82.5	23.6	3.30	4.319	76.7
Agosto	135.2	83.3	23.4	3.40	4.319	76.2
Septiembre	146.5	76.7	23.1	3.50	4.135	76.9
Octubre	140.8	85.9	23.7	3.61	4.135	75.2
Noviembre	125.0	72.9	23.8	3.50	5.146	75.1
Diciembre	141.9	81.0	25.2	3.20	4.778	70.9
Año	**1706.1**	**956.9**	**24.6**	**2.8**	**4.215**	**76.3**

Fig. 3 Irradiación global mensual, irradiación difusa horizontal mensual de la base de datos - Software PVsyst - Meteonorm

Además de obtener los datos de la base meteorológica Meteonorm, también se obtuvo el de la NASA (Tabla 4).

Sitio **Quevedo024 (Ecuador)**

Origen de datos: NASA-SSE satellite data 1983-2005

	Irradiación global horizontal	Irradiación difusa horizontal	Temperatura
	kWh/m².mes	kWh/m².mes	°C
Enero	130.5	67.6	21.5
Febrero	122.6	64.1	21.3
Marzo	147.6	72.8	21.4
Abril	139.2	65.7	21.9
Mayo	129.6	62.6	21.8
Junio	113.4	57.3	21.6
Julio	118.1	60.8	21.9
Agosto	130.5	65.1	22.6
Septiembre	129.6	67.8	22.9
Octubre	123.1	69.8	22.7
Noviembre	126.3	65.7	21.9
Diciembre	126.8	66.3	21.7
Año	**1537.3**	**785.6**	**21.9**

Fig. 4 Irradiación global mensual, irradiación difusa horizontal mensual de la base de datos - Software PVsyst - NASA- software PVSYST

Dentro de la configuración del sistema en base a la ubicación y datos meteorológicos establecidos en el sistema se escogió el módulo fotovoltaico: Maxim Optimizer Module, ET SOLAR de 325W y los datos técnicos del inversor Growatt de 5 kW.

Luego de obtener los datos climatológicos y de obtener los kWh mensuales de los usuarios, se realizó una suma en conjunto de todos los meses para obtener un promedio mensual general.

Tabla 2 Energía mensual promedio consumida por un área en específico

ENERGÌA CONSUMIDA PROMEDIO	
Mes	**kWh mensual (usuarios)**
ene	635,00
feb	629,00
mar	549,00
abr	626,00
may	636,00
jun	568,00
jul	524,00
ago	534,00
sep	565,00
oct	586,00
nov	545,00
dic	565,00
Total anual kWh	6962,0

Al momento en el que se obtuvo los datos se procedió a efectuar el cálculo de la potencia efectiva producida por el sistema, los cuales se encuentran establecidos de acuerdo con los datos climáticos. Esto es gracias a la base de datos que se encuentra dentro del contenido en el software PVsyst.

Conociendo un poco el deterioro de la vida útil del módulo fotovoltaico es referencial anual de un 0,7%, afectando a su producción energética.

Con los datos que se definieron anteriormente se obtuvo la energía fotovoltaica mensual producida por el sistema respectivamente.

Tabla 3 Energía Efectiva Fotovoltaica.

	Sistema		
		Superficie Inclinada	
		Diaria	Mensual
Mes	días/mes	(kWh)	(kWh)
Enero	31	17,71	549
Febrero	28,25	18,63	578
Marzo	31	22,32	692
Abril	30	19,99	620
Mayo	31	19,87	616
Junio	30	17,94	556
Julio	31	16,58	514
Agosto	31	18,16	563
Septiembre	30	19,27	598
Octubre	31	18,23	565
Noviembre	30	15,95	495
Diciembre	31	17,92	555
Total Anual	365		6900

Una vez que se obtuvo la energía anual, se generó una producción de la degradación de los módulos fotovoltaicos, realizando un incremento de un 8% en los datos obtenidos de los usuarios. Para determinar el factor de planta son tomadas en cuenta las horas pico promedio.

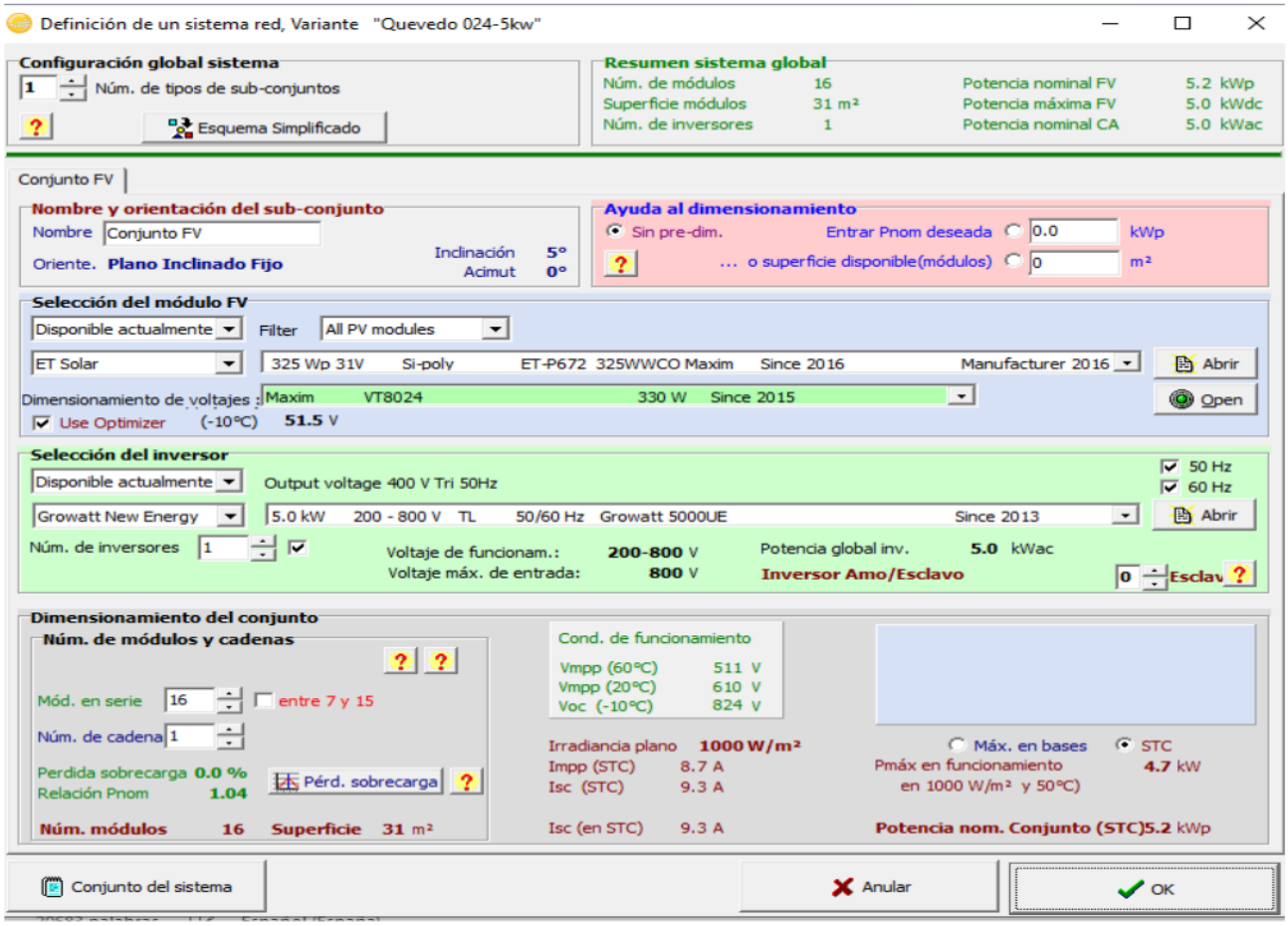


Fig. 5 Selección de Módulo e Inversor

Dentro de la figura 5 se observa los cálculos y valores del sistema fotovoltaico, el mismo que cuenta con 16 células fotovoltaicas de una potencia de 325W, a su vez en conjunto se obtiene una potencia total de 5,2 kW; cuenta con un voltaje de 537 V, de mantera individual estaría contando con un voltajde 33,6 V y una corriente del sistema fotovoltaico de 8,7A. También indica que el generador fotovoltaico cuenta un sobredimensionamiento de 1,04%, en el que se toma en cuenta un 4% superior a la potencia nominal del inversor.

Características del conjunto FV					
Módulo FV	Si-poly	Modelo	ET-P672_325WWCO Maxim		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	ET Solar		
Maxim integrated optimizers		Modelo	VT8024	Pnom unitaria	3 x 110 W
Número de módulos FV		En serie	16 módulos	En paralelo	1 cadenas
Núm. total de módulos FV		Núm. módulos	16	Pnom unitaria	325 Wp
Potencia global del conjunto		Nominal (STC)	**5.20 kWp**	En cond. de funciona.	4667 Wp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)		U mpp	537 V	I mpp	8.7 A
Superficie total		Superficie módulos	**31.0 m²**	Superficie célula	28.0 m²
Inversor		Modelo	Growatt 5000UE		
Base de datos PVsyst original		Fabricante	Growatt New Energy		
Características		Voltaje de funcionam.	200-800 V	Pnom unitaria	5.00 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 unidades	Potencia total	5.0 kWac
				Relación Pnom	1.04

Factores de pérdida del conjunto FV					
Factor de pérdidas térmicas		Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida óhmica en el Cableado		Res. global conjunto	1029 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo				Fracción de pérdidas	-0.8 %
Pérdidas de "desajuste" Módulos				Fracción de pérdidas	0.0 % en MPP
Deterioro promedio de los módulos		Año núm.	25	Factor de pérdidas	0.4 %/año
Desajuste debido al deterioro	Dispersión RMS sobre Imp		0 %/año	Dispersión RMS sobre Vmp	0 %/año
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE		IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parám. bo	0.05

Fig. 6 Valores obtenidos y seleccionados de las células fotovoltaicas e Inversor del sistema

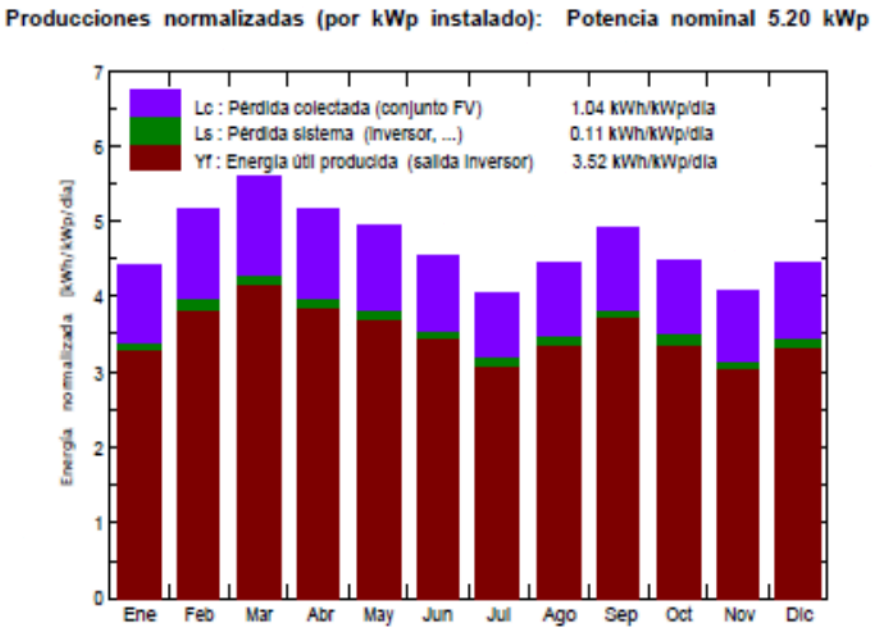


Fig. 7 Energía producida (Producción)

La figura anterior representa la producción de energía que se encuentra instalada en los diferentes campos, mostrando también las pérdidas producidas tanto en el generador instalado y en el inversor del sistema.

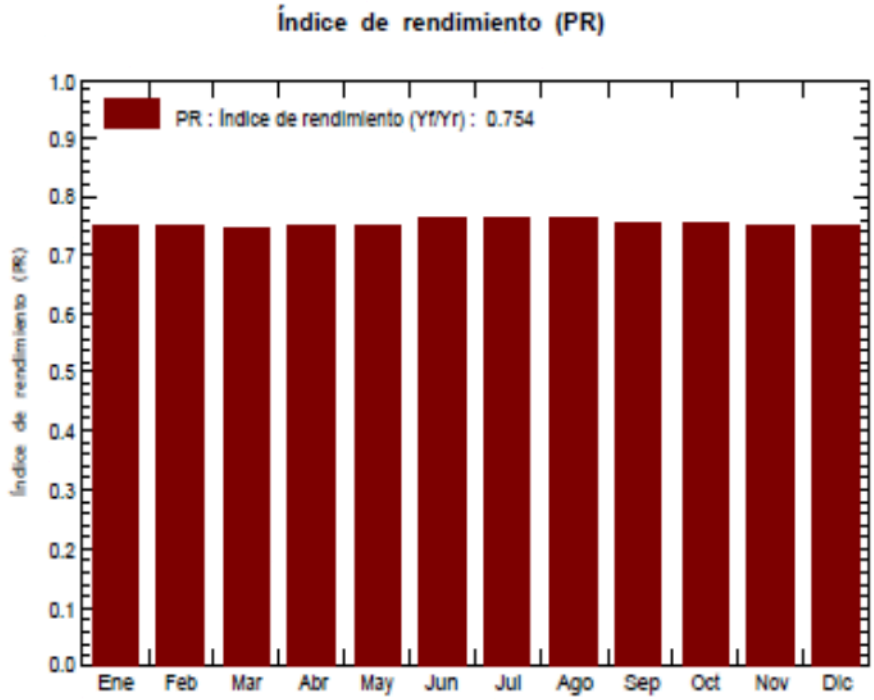


Fig. 8 Factor de Rendimiento

El factor de rendimiento establecido alrededor de 0,76, producido por la irradiación de llega a las placas, lo que significa que la energía producida varia independientemente y no proporcionalmente al rendimiento.

Los datos mensuales que se obtuvo en el software como se observa en la figura 9.

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Enero	140.3	81.45	25.81	136.3	131.0	0.549	0.532	0.750
Febrero	146.7	78.65	25.75	144.0	138.9	0.578	0.561	0.749
Marzo	174.6	82.84	25.98	173.9	168.2	0.692	0.672	0.744
Abril	152.3	83.72	25.64	154.3	149.0	0.620	0.601	0.750
Mayo	148.6	73.49	25.31	152.9	147.8	0.616	0.597	0.751
Junio	131.8	74.41	23.68	135.9	131.0	0.556	0.539	0.763
Julio	122.3	82.46	23.60	125.0	120.3	0.514	0.497	0.765
Agosto	135.2	83.34	23.42	137.4	132.4	0.563	0.546	0.764
Septiembre	146.5	76.67	23.08	147.2	142.0	0.597	0.579	0.757
Octubre	140.8	85.90	23.70	139.1	134.0	0.565	0.547	0.756
Noviembre	125.0	72.94	23.76	122.0	117.4	0.495	0.477	0.752
Diciembre	141.9	80.98	25.23	137.5	132.2	0.555	0.538	0.752
Año	1706.1	956.85	24.57	1705.5	1644.2	6.900	6.686	0.754

Leyendas: GlobHor Irradiación global horizontal
DiffHor Irradiación difusa horizontal
T_Amb Temperatura Ambiente
GlobInc Global incidente plano receptor
GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
EArray Energía efectiva en la salida del conjunto
E_Grid Energía inyectada en la red
PR Índice de rendimiento

Fig. 9 Balances y resultados principales PVsyst

Además de los datos mensuales, el informe también muestra un diagrama donde se observan las pérdidas del sistema, detalladas por sus subcampos.

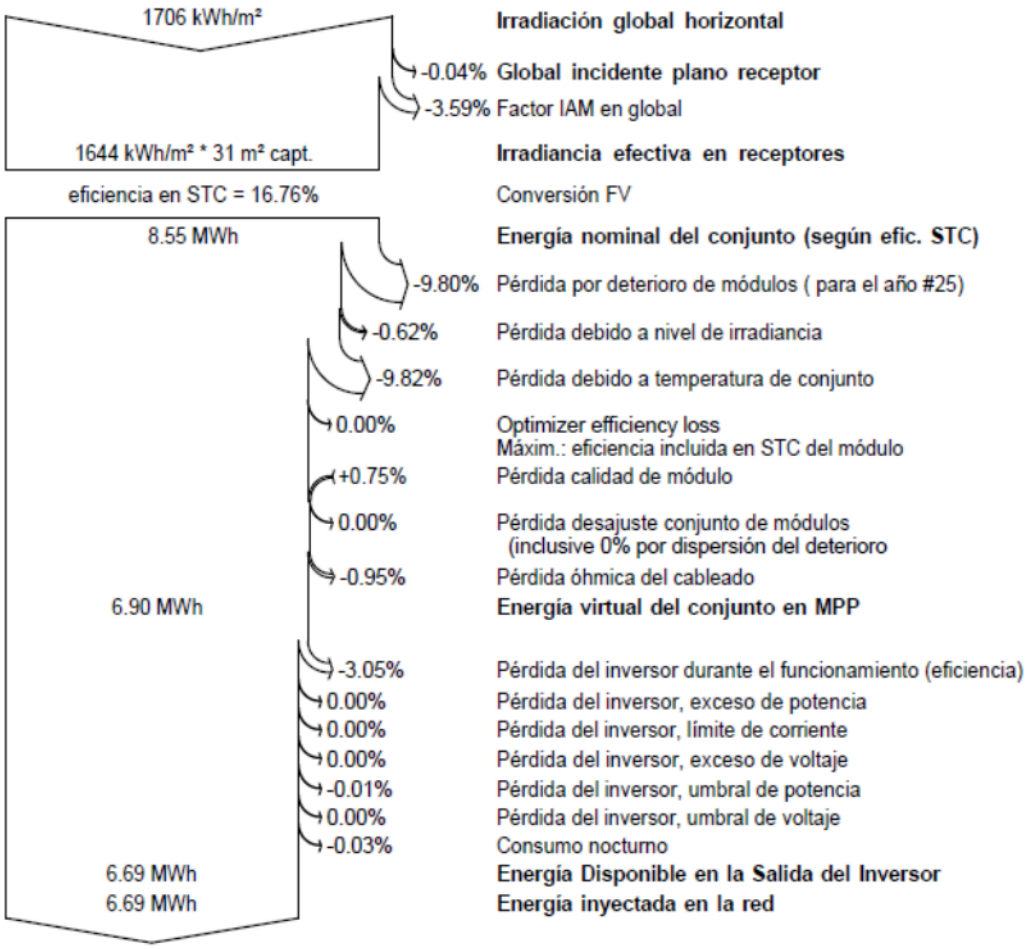


Fig. 10 Pérdidas del sistema

Si se produce un nivel de generación mayor que la demanda de los usuarios, los excedentes de energía servirán como un título de crédito, compensando los consumos del año.

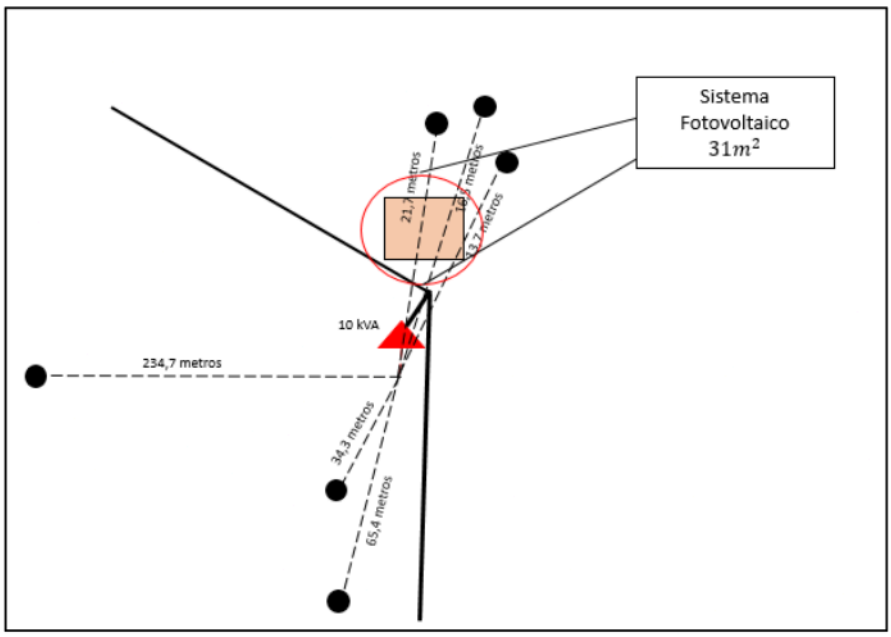


Fig. 11 Ubicación de la instalación del sistema fotovoltaico.

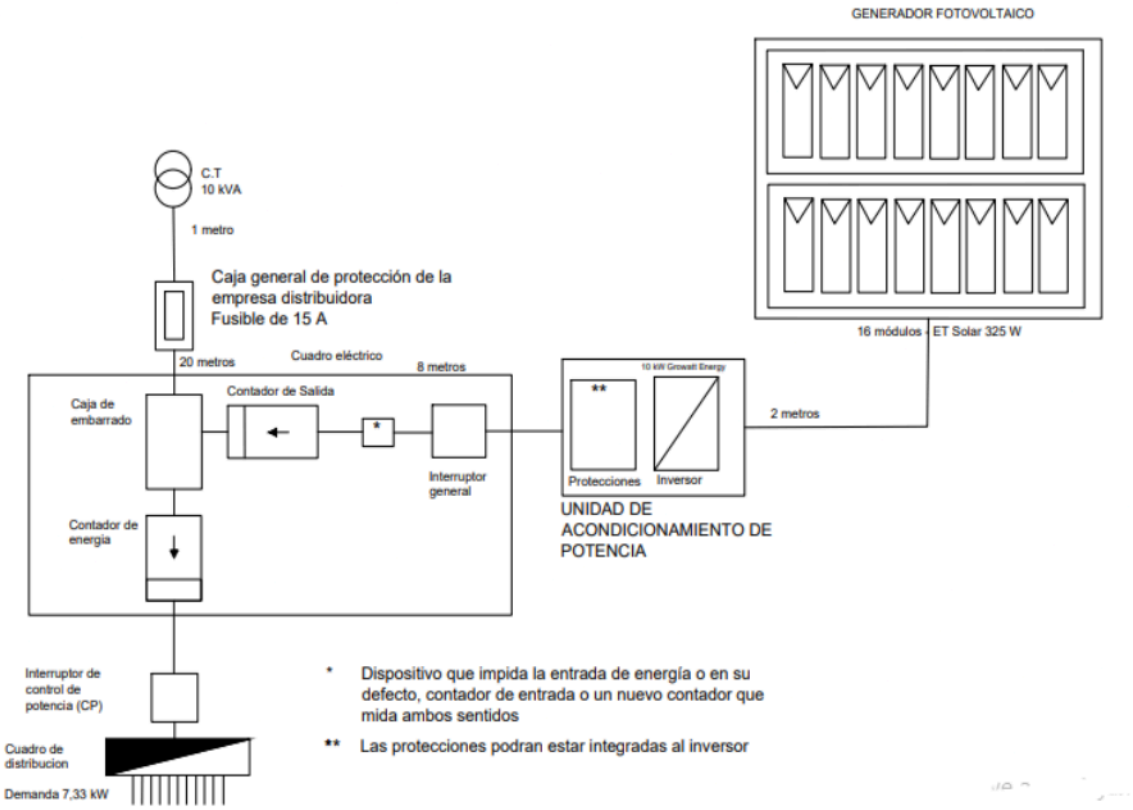


Fig. 12 Diagrama Unifilar del Sistema Fotovoltaico

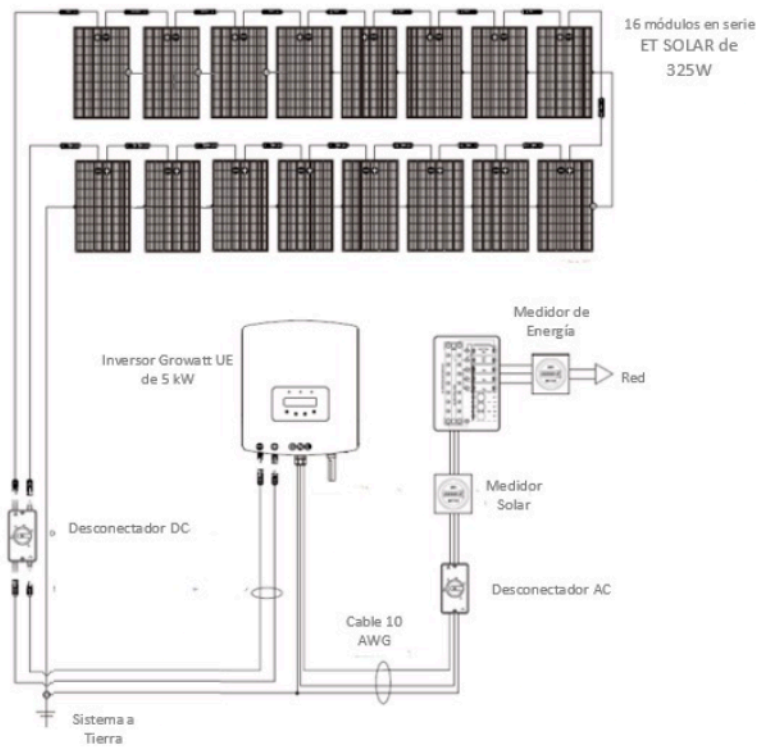


Fig. 13 Esquema Unifilar la instalación Fotovoltaica

Dentro del análisis técnico económico ser realizó con base a cálculos de energía consumida por los usuarios con una proyección de tendencia de 25 años, consiguiendo una conservación de $8.726,94; en el área rural, urbano – marginal en el Cantón Quevedo Sector-024.

La estructura de un estudio fotovoltaico que se encuentra conectado a la red necesita un estudio de viabilidad del proyecto, tomando como indicador el TIR.

Tabla 4 Estudio Económico

Análisis Económico	
TIR	-1%
VAN	-$10.580

Mediante el costo inicial y los datos del proyecto es necesario tomar en cuenta que, para obtener una factibilidad, los datos deben encontrarse en un 12% a 15% en el TIR, gracias a dichos datos se puede obtener el tiempo de recuperación.

Tabla 5 Payback de costo

Tiempo de recuperación	
Costo Inicial	$18.235,50
Ahorro Anual	$ 656,89
Años	28

Siendo el payback muy alto en comparación a lo que se establece la norma que son 25 años, lo que se necesita es que la empresa interesada y la empresa eléctrica traten de impulsar la creación de proyectos de energía fotovoltaica.

Conclusiones

El recurso energético en cuestión se obtuvo mediante un análisis realizado en la ciudad de Quevedo – Sector 024, Ecuador. Este sector se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas: latitud 1°02’29’’ S y longitud 79°31’40’’W, se realizaron estudios y cálculos para obtener la cantidad de células fotovoltaicas necesarias para su suministro. El resultado fue de 16 células de 325 kW y 1 inversor de 5 kW, estos resultados fueron obtenidos analíticamente y comparados con valores y datos integrados al software PVsyst. Es importante recalcar que los valores de rendimiento se encuentran en el rango de un 76% y una producción de energía útil de 3,54 kWh/día.

El estudio económico financiero comprobó el payback sobrepasa del tiempo de vida útil, considerando que estos sistemas constan de una vida útil de 25 años de acuerdo a la Regulación Nro. ARCERNNR-001/2021. Tomando en cuenta que la TIR tuvo un resultado de un -1% y que la viabilidad teórica debe estar entre el 12% a 15%, además de que el VAN resultó de $-10,580; se concluye que el proyecto no es factible.

De acuerdo con los datos obtenidos la microred de energía fotovoltaica estaría cubriendo el 99,1% de la energía requerida por los usuarios mientras el 0,9% seguiría siendo una energía consumida de la red eléctrica. Lo que impulsaría la utilización de sistemas fotovoltaicos es el aumento de la competitividad con los proveedores para que se cree un incentivo para trabajar con este tipo de tecnologías. Esto debido a que en su trayectoria de desarrollo, producción y evolución, las condiciones podrían cambiar y en la parte financiera podrían resultar favorables para seguir realizando este tipo de proyectos, no solo a pequeña o mediana escala, sino a gran escala también.

Algo muy importante de los sistemas fotovoltaicos a recalcar es su relación con la huella ecológica, ya que producen energías limpias. Esto conlleva a una factibilidad en el desarrollo y utilización de estos sistemas porque podrían generar ingresos a base de la venta de certificados de carbono.

Referencias

1. Sánchez, R.; Milone, D.; Buitrago, R.: Desarrollo de un Modelo para estudio de Centrales Fotovoltaicas bajo Diferentes Configuraciones. Proc. of the 8th Latin-American Congress on Electricity Generation and Transmission (CLAGTEE 2009), pp. 172--173 (2009) https://sinc.unl.edu.ar/sinc-publications/2009/SMB09a/sinc_SMB09a.pdf

2. Rodriguez-Borges, C; Sarmiento-Sera, A.: Competitividad de los sistemas híbridos eólicos-fotovoltaicos para la electrificación rural. Ingeniería Mecánica, La Habana, v. 18, n. 1, p. 12-22, (2015). Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59442015000100002&lng=es&nrm=iso

3. ARCONEL: Resolución N.° ARCONEL-003/18 Regulación para la Microgeneración fotovoltaica para autoabastecimiento de consumidores finales de energía eléctrica. Quito. (2018). Disponible en https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu186444.pdf

4. Ferris, D.: Innovate, The power of microgrids, Sierra Magazine. (2013). Obtenido de http://www.sierraclub.org/sierra/201307/innovate-microgrids.aspx

5. Manríquez, S.: Análisis técnico-económico para la implementación de microrredes eléctricas en Chile. Tesis pregrado (2013). Santiago de Chile. Disponible en https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/115612

6. Gruezo-Valencia, D.; Solis-Mora, V.: Inversores inteligentes de energía solar fotovoltaica. Polo del Conocimiento, [S.l.], v. 7, n. 4, p. 1246-1266 (2022). Disponible en: https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3887

7. Domenech, B.; Ferrer-Martí, L.; García-Villoria, A.; Juanpera, M.; Pastor, R.: Projectes d'electrificació rural amb energies renovables per a la docència en Enginyeria. Revista del Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació (CIDUI), 2021, Núm. 5, https://raco.cat/index.php/RevistaCIDUI/article/view/380124

8. Ecuador. Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica. Registro Oficial Suplemento 418 de 16-ene.-2015. Ultima modificación: 21-may.-2018 Quito. (2018). Disponible en: https://www.recursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2019/03/LEY-DE-ELECRICIDAD.pdf

9. Espinoza, R.; Luque, C.; Muñoz-Cerón, E.; de la Casa, J.: Barreras a superar en el intento de una intervención masiva de sistemas FV conectados a la red en el Perú. Revista TECNIA. v.27, n.1, p.7-13, Lima (2017). Disponible en https://www.revistas.uni.edu.pe/index.php/tecnia/article/view/120

10. Ecuador. RESOLUCIÓN Nro. ARCERNNR -001/2021. El directorio de la agencia de regulación y Control de energía y recursos naturales no renovables. Quito. (2021). Disponible en: https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/03/Resolucion-ARCERNNR-001-2021.pdf

11. Buitrón R.: Elaboración de una normativa para el diseño y diagnóstico de sistemas fotovoltaicos residenciales autónomos para el Ecuador. Quito. (2010) Disponible en: https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2252

12. Serván-Sócola, J.: Análisis técnico-económico de un sistema híbrido de baja potencia eólico solar conectado a la red. Tesis de pregrado. Piura. (2014). Disponible en: https://pirhua.udep.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/147df169-6fa7-45e3-899b-5db4ffeaeea5/content

VOL. 6 Nº1 - 2024

IBARRA - ECUADOR | Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas
Innovation & Development in Enginnering in Applied Science
IDEAS

Técnicas de Minería de datos aplicados a la agricultura: Estado del Arte y análisis bibliométrico

http://doi.org/10.53358/ideas.v6i1.944

Ana C. Umaquinga Criollo
Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas
acumaquinga@utn.edu.ec

Fecha de envío, agosto 7/2023 - Fecha de aceptación, septiembre 13/2023 - Fecha de publicación, enero 19/2024

Resumen:

En esta investigación, se presenta un análisis bibliométrico de 106 artículos de revistas y estado del arte indexados en Scopus, junto con un análisis sistemático de 83 artículos seleccionados. Se identifican áreas de estudio que incluye la predicción de rendimiento y crecimiento de cultivos, la detección de enfermedades en plantas, análisis de agua y suelo, relacionados con diferentes tipos de cultivo como: cereales (arroz, cebada, maíz, trigo, soya); frutas (manzana, pepino); legumbres (alfalfa, frejol, cacahuate); tubérculos, entre otros. Se examinan variables climáticas, suelo, agua, condiciones topográficas, edafológicas y técnicas de minería de datos como, Redes Neuronales, Deep Learning, segmentación, reglas de asociación y clasificación, entre otras, para optimizar el uso de recursos y tomar decisiones agrícolas basadas en datos. Además, se destacan los desafíos y oportunidades en esta área de investigación, así como las perspectivas futuras para el desarrollo de soluciones de minería de datos avanzadas en el contexto agrícola. Este análisis contribuye a una mejor comprensión de cómo la minería de datos está transformando el sector agrícola, comunidad académica y científica, con el fin de impulsar la eficiencia, la sostenibilidad y la toma de decisiones informadas en la producción de alimentos.

Palabras clave: Minería de datos, análisis de datos agrícolas, Detección de enfermedades en plantas, agricultura.

Abstract:

This research presents a bibliometric analysis of 106 journal and state-of-the-art articles indexed in Scopus and a systematic analysis of 83 selected papers. Areas of study are identified that include the prediction of crop yield and growth, the detection of plant diseases, and water and soil analysis related to different types of crops such as cereals (rice, barley, corn, wheat, soybeans); fruits (apple, cucumber); legumes (alfalfa, beans, peanuts); tubers, among others. Climatic variables, soil, water, topographic and edaphological conditions, and data mining techniques such as Neural Networks, Deep Learning, segmentation, association, and classification rules, among others, are examined to optimize the use of resources and make agricultural decisions based on data. In addition, the challenges and opportunities in this research area are highlighted as the future perspectives for developing advanced data mining solutions in the agricultural context. This analysis contributes to a better understanding of how data mining is transforming the farm sector academic and scientific community to drive efficiency, sustainability, and informed decision-making in food production.

Keywords: Data mining, agricultural data analysis, plant disease detection, agriculture.

Autor de correspondencia:
Ana Cristina Umaquinga, acumaquinga@utn.edu.ec

CC BY NC ND

Ana C. Umaquinga-Criollo
acumaquinga@utn.edu.ec

Introduction.

Si bien, los estudios de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación estima que, para el año 2050 se requerirá del 70% más de alimentos en relación con el año 2006 [1], varios países líderes en investigación agrícola impulsan constantemente la investigación e implementación de la tecnología en este campo, con el fin de tecnificar los cultivos [2] [3].

El sector agrícola a nivel mundial es uno de los sectores en los cuales la toma de decisiones y la estimación precisa del rendimiento y la optimización de los cultivos dependen en gran medida de diversas variables, incluyendo factores ambientales, características del suelo [4] [5], la aplicación de productos químicos, y el control de la cantidad de agua [6]. Este sector desempeña un papel fundamental en la cadena de suministro de la industria, ya que los productos agrícolas se utilizan como materia prima en otras industrias [7]. Además, la calidad de los productos agrícolas influye directamente en las transacciones económicas, lo que repercute en la economía tanto del sector agrícola como en la de las personas relacionadas directa o indirectamente con él, como es el caso de los agronegocios [8]. Varios sectores como la economía, industria, producción, investigación, academia, emprendimiento, política, administración, deporte y otros, dependen directa o indirectamente del sector agrícola como fin, materia prima o derivados, por lo que la optimización, precisión, calidad son parámetros, que gracias al crecimiento de la ciencia de datos, permite incrementar la eficiencia o aportar a la productividad.

Otro aspecto de interés es la gestión de emergencias agrícolas [9] para mitigar las enfermedades en los cultivos, clasificación de muestras de cultivos [10], aguas servidas [11].

La aplicación de técnicas de aprendizaje automático o machine learning, ha revolucionado diversos sectores en los últimos años, y, la agricultura no es la excepción [12]: Agricultura Inteligente o Smart Agriculture [13], combinándose con IoT [14]. En un mundo en constante cambio y con una creciente demanda de alimentos, es fundamental buscar soluciones innovadoras que permitan optimizar la producción agrícola, mejorar la eficiencia y enfrentar los desafíos asociados a la gestión de los cultivos.

En este contexto, el machine learning ha demostrado ser una herramienta poderosa y prometedora para la agricultura moderna. Al aprovechar el poder del análisis de datos y la inteligencia artificial, esta disciplina ofrece una serie de beneficios que van desde la optimización de la producción hasta la toma de decisiones informadas. En esta discusión, examinaremos la relevancia de las técnicas de machine learning en la agricultura y su impacto en la transformación de este sector de vital importancia para la humanidad.

El propósito de esta investigación es realizar una revisión adecuada de literatura, para identificar las técnicas, el aporte, el área de aprendizaje automático en la búsqueda de obtener información útil para la toma de decisiones desde el enfoque de machine learning.

Materiales y métodos

Metodología de investigación y análisis estadístico

En esta investigación se adopta un enfoque cuantitativo, exploratorio y documental. Se utiliza la base de datos Scopus para identificar las técnicas de aprendizaje de máquina aplicadas en el sector de la agricultura. El objetivo principal es explorar y analizar el uso de dichas técnicas en el contexto agrícola, mediante el cumplimiento del protocolo de inclusión de publicaciones registradas en la base de datos Scopus, desde el año 2013 al 2023, de tipo artículo de revista y estados del arte (review) en idioma inglés.

Definiendo palabras clave

En este estudio, se seleccionaron como palabras clave principales (i) "data mining techniques", (ii) "agriculture", para abarcar el uso de técnicas de minería de datos aplicadas en el ámbito de la agricultura.

Definiendo Ecuación de búsqueda

Considerando las áreas de la presente investigación, la ecuación de búsqueda seleccionada fue:

> (TITLE-ABS-KEY ("data mining techniques") AND TITLE-ABS-KEY (agriculture)) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2023) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2022) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2013)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "re")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English"))

Análisis bibliométrico

El análisis bibliométrico permite realizar un mapeo científico de las publicaciones [15] en las diferentes áreas de estudio, permite identificar de manera cuantitativa y descriptiva el interés y evolución que tiene una determinada área de estudio en el tiempo.

El objetivo que persigue esta sección es, identificar a los autores con mayores publicaciones en el área de minería de datos enfocado en la agricultura, por año, autores más citados, universidades, revistas y países con mayores publicaciones en el área de estudio.

A continuación, se describe la información de los artículos recopilados detallados en la Tabla 1.

Tabla 1: Levantamiento de principal información de los artículos estudiados.

Descripción	Resultados
Principal información	
Rango de años de estudio	2013:2023
Tipo de publicaciones	80
Artículos	106
Tasa de crecimiento anual %	4.14
Promedio documentos	3.99
Promedio de citación por artículo	13.71
Referencias	4298
Contenido de documentos:	
Palabras clave Plus (ID)	760
Palabras clave Autores (DE)	386
Autores	
Autores	361
Autoría única	6
Coautores por artículo	3.44
Coautores internacionales %	20.75
Tipo de artículos	
Artículos de revista	99
Review	7

Basado en Bibliometrix y Scopus.

Publicaciones por año

En la Figura 1 se observa la variación por año de las publicaciones en el área de estudio, teniendo 22 publicaciones (2019), 18 publicaciones (2020 y 2022) y son los años con mayor crecimiento en publicaciones. Se evidencia el constante interés y marcada tendencia en esta área de conocimiento dentro de la comunidad científica y académica.



Figura 1 Publicaciones por año.

Citas promedio por año

Con el propósito de examinar la calidad, impacto de la investigación, evolución de la influencia y reconocimiento de las publicaciones a lo largo del tiempo se identifica las citas promedio por año, siendo el 2015 el año con mayor número de citas. Ver Tabla 2.

Tabla 2: Citas promedio por año

Año	Promedio de citas por artículo	N	Promedio de citas por año	Citas por año
2013	1	2.00	0.09	11
2014	20	3.00	2.00	10
2015	38.17	6.00	4.24	9
2016	23.67	6.00	2.96	8
2017	26.7	10.00	3.81	7
2018	31.6	10.00	5.27	6
2019	6.82	22.00	1.36	5
2020	7.89	18.00	1.97	4
2021	11.38	8.00	3.79	3
2022	2.72	18.00	1.36	2
2023	1.67	3.00	1.67	1

Basado en Bibliometrix

Revistas más relevantes

La evolución de la influencia y reconocimiento de las publicaciones en las principales revistas científicas a lo largo del tiempo se describe en la Figura 2. Se destaca la revista Computer and Electronics in Agriculture que se enfoca en la solución de problemas en las áreas de agricultura, agronomía, horticultura desde el enfoque de hardware y software [16], esta revista cuenta con un factor de impacto de cuartil Q1, de acuerdo con indicador SCImago [17]. En Scopus se registra desde el año 1985 hasta la actualidad [18]. En este estudio se identifican 6 publicaciones resultantes de la ecuación de búsqueda, registrados desde el año 2014 al 2022. Hasta la fecha existen 6763 publicaciones registradas en Scopus de esta revista.

Seguidamente se encuentra como segunda revista con mayores publicaciones en el área, la revista International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, enfocada en soluciones de ingeniería y tecnología [19], cuenta con un factor de impacto de cuartil Q4 [19] de acuerdo con el indicador SCImago, en esta investigación se identifican 4 artículos publicados en esta revista. Mientras que, en Scopus se registra la primera publicación de esta revista desde el año 2018, y, hasta la actualidad cuenta con 8594 publicaciones registradas, debido a su periodicidad mensual y de acceso libre.

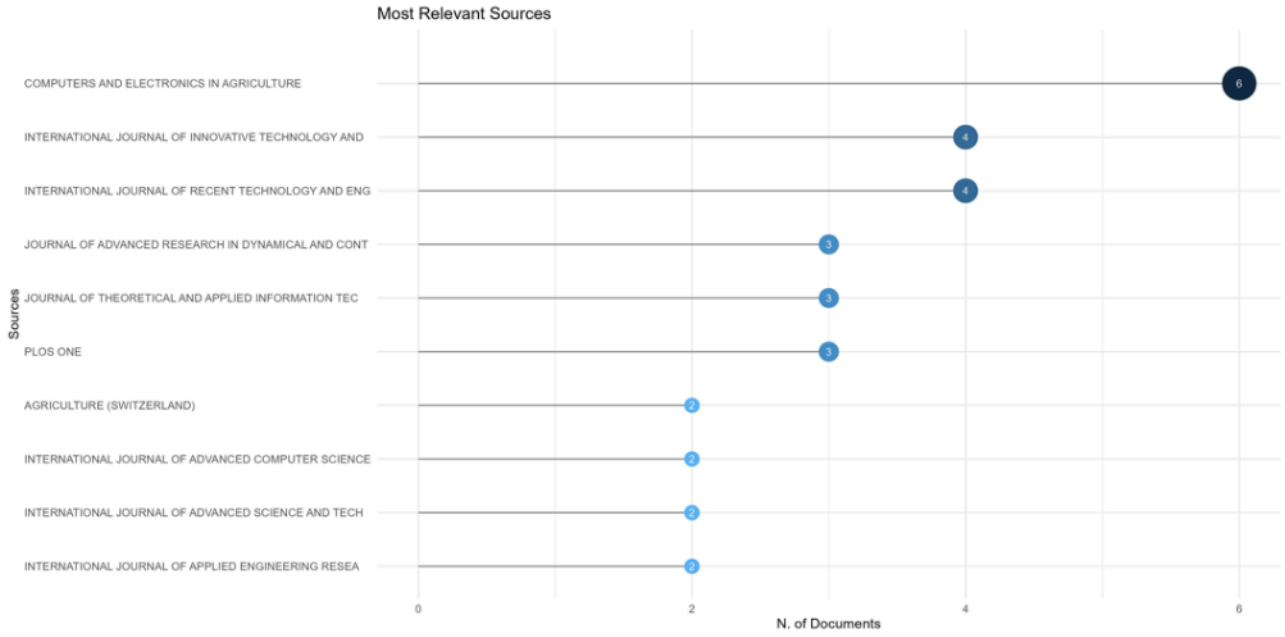


Figura 2: Revistas más relevantes Basado en Bibliometrix

Revistas más citadas

A continuación, se presenta la evolución de la influencia y el reconocimiento de los trabajos en dichas revistas altamente citadas. Ver Figura 3 y Tabla 3.

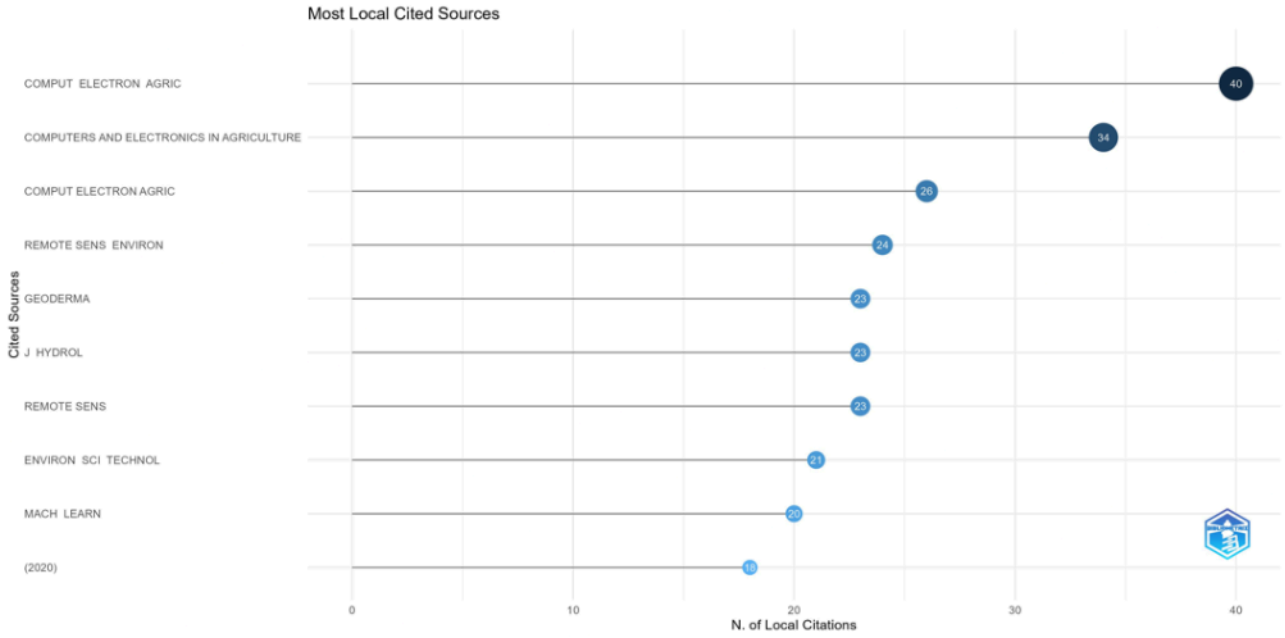


Figura 3: Revistas más citadas. Basado en Bibliometrix.

Para evaluar el impacto y la productividad se analizaron métricas como el h-index o también llamado Índice de Hirsch, que es la métrica más utilizada, se enfoca en la producción e impacto del investigador o investigadores [20]. Por otra parte, el Índice g-index es una mejora del índice h, se enfoca en los artículos altamente citados [20], mientras que el Índice m-index busca el equilibrio entre la productividad y el impacto.

Tabla 3: Análisis de indicadores por revistas.

Revistas	h_index	g_index	m_index	Total Citas	NP	PY_start
Computers and electronics in agriculture	5	6	0.5	124	6	2014
Plos one	3	3	0.333	139	3	2015
International journal of applied engineering research	2	2	0.2	10	2	2014
International journal of engineering and advanced technology	2	2	0.4	5	2	2019
International journal of innovative technology and exploring engineering	2	4	0.4	16	4	2019
Journal of big data	2	2	0.286	137	2	2017
Remote sensing	2	2	0.286	91	2	2017
Accounting	1	1	0.25	2	1	2020
Agriculture (switzerland)	1	2	0.5	4	2	2022
Applied soft computing	1	1	0.333	6	1	2021

Basado en Bibliometrix

Autores más relevantes

La relevancia y la contribución de estos autores destacados a la comunidad académica y científica se analiza en la Tabla 4, la misma que presenta como autor más citado a Geeta M con 3 publicaciones en esta área de estudio.

Tabla 4: Autores más relevantes

Autores	Publicaciones	Publicaciones fraccionadas
Geetha Mcs	3	2.00
Elango Nm	2	1.00
Meganathan S	2	0.53
Aamir M	1	0.17
Abdelmajid B	1	0.25
Abel thangaraja G	1	0.50
Abuamra I	1	0.33
Abushawish Hf	1	0.33
Adil N	1	0.33
Adinarayana J	1	0.13

Basado en Bibliometrix

Ana C. Umaquinga-Criollo
acumaquinga@utn.edu.ec

Países de producción

La contribución de los autores destacados de diferentes países a la comunidad académica y científica se puede ver la Figura 4, se evidencia que la India es el país con mayor cantidad de publicaciones científicas 89, seguido por China con 18 publicaciones, mientras que Brasil 16 publicaciones, lo que permite visualizar el interés de este tipo de investigaciones.

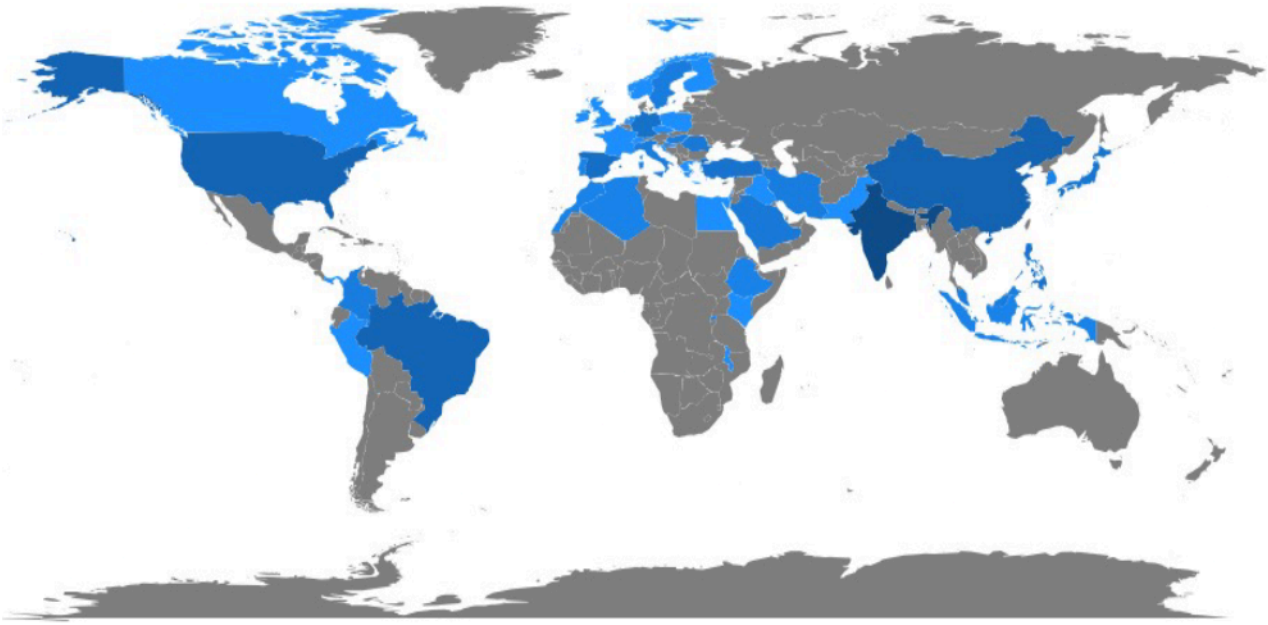


Figura 4: Producción científica por países

Basado en Bibliometrix

Región	Nro. Publicaciones
India	89
China	18
Brasil	16
EE.UU	16
España	8
Alemania	7
Filipinas	6
Turquía	6
Japón	5
Rumania	4

Basado en Bibliometrix

País	Año	Nro. Artículos	País	Año	Nro. Artículos	País	Año	Nro. Artículos
Brasil	2013	2	China	2017	2	E. E. UU.	2015	3
	2014	2		2018	8		2016	3
	2015	2		2019	8		2017	3
	2016	4		2020	9		2018	3
	2017	4		2021	10		2019	3
	2018	8		2022	18		2020	12
	2019	15		2023	18		2021	12
	2020	16	India	2014	6		2022	16
	2021	16		2015	10		2023	16
	2022	16		2016	10			
	2023	16		2017	17			
España	2018	2		2018	24			
	2019	2		2019	48			
	2020	5		2020	57			
	2021	8		2021	63			
	2022	8		2022	87			
	2023	8		2023	89			

Basado en bibliometrix

Análisis sistemático

En esta sección se realiza el estado del arte que contiene la clasificación de las diversas técnicas que se aplican en este sector, desde el área de conocimiento de minería de datos, así como las variables de interés y los enfoques de estudio.

Taxonomía

Entre los principales enfoques de interés identificados se encuentran:

Análisis del agua

Manejo inteligente de agua

Uno de los enfoques investigativos de interés es el Enrutamiento inteligente para manejo del agua con la propuesta de un Terrain based Routing, utilizando reglas difusas, se compara "Region Based Routing" y "Equalized Cluster Head Election Routing Protocol"[6]. En [21], se aborda el estudio de patrones de resistencia de sequía. Por otra parte, se realizan estudios de la calidad del agua (análisis hidrológico) en cuanto a la concentración de contaminantes nitrogenados[22].

Patrones de lluvia

La investigación de [23] se enfoca en la predicción de la lluvia por medio de la recopilación de información de sensores remotos para el análisis de precipitación en zonas agrícolas, datos de cultivos y precipitación. En esta área se destaca [24], analiza técnicas estadísticas y de minería de datos con el objetivo de identificar predicciones precisas de lluvia. El conjunto de datos abarca un período de 31 años y se basa en observaciones realizadas en el área de Langat, lo que permite un análisis a largo plazo en esta región.

En este mismo contexto, [25] estudia la predicción de lluvias con Deep Convolutional Neural Network (DCNN), mientras que, en [26] analiza desde deep learning el nivel de agua de los cultivos.

Predicción de sequías

[27] Random Subspace, Random Tree y Random Forest, Bagging, para predecir futuras sequías. Adicionalmente en [22] se presenta el estudio sobre predecir los niveles de nitrato, mientras que [28] aplica redes neuronales (ANN) para la predicción temprana de sequía utilizando datos de series temporales.

Crecimiento de cultivos

El área de agricultura analiza el crecimiento de cultivos como arroz [29] [30], [31], [13], [32], [33] [34], así como alfalfa, algodón, Brassica napus, cacahuetes, col, caña de azúcar, hongos (comestibles o no comestibles), hojas de cebada, maíz, papas irlandesas, pepinos, trigo, soja, leguminosas utilizadas como abono verde, manzana: Amasya, Starking, Granny Smith, Pink Lady, Golden Delicious y Arapkız, Dendrobium officinale, que en la sección variables se detalla con mayor profundidad.

Análisis del suelo

- En [35] estudia el empleo del índice de vegetación espectroscopía, la variabilidad de la biomasa de cuatro cultivos importantes (arroz, alfalfa, algodón, maíz) [30], así como estudios para predecir las emisiones CO2 en el suelo en los cultivos de caña de azúcar [36] . En la investigación de [37] se enfoca en el estudio de los humedales y su monitorización. En la investigación de [38] analiza la predicción de la humedad del suelo de datos de series de tiempo , la diversidad de tipos de estudio de tipos de suelo con el apoyo de datos como imágenes satelitales analizando (i) monitoreo forestal, (ii) monitoreo de inundaciones, (iii) monitoreo macroeconómico / urbano [29].

- Mientras que existen estudios como [39] técnicas "omics" y minería de datos para el estudio de los metales pesados en el suelo agrícola.

- Segmentación del suelo [40] en las que dependiendo la zona de interés el suelo es segmentado, para este estudio se aplica el Coefficient, Jaccard Index, Sensitivity, Specificity, Precision.

- Monitoreo de deslizamientos de tierra [41] que se apoya con redes de sensores inalámbricos WSN.

- Predicción de futuras cosechas como papas irlandesas y maíz, analizando la lluvia y la temperatura como predictores [42].

Abono

- Abono: el estudio descomposición de semivida de leguminosas utilizadas como abono verde es abordado por [43] con el enfoque de agricultura orgánica.

- Elección de fertilizantes y pesticidas [44].

Análisis de plantas

Enfermedades

- Hojas de cebada: En [45] estudia la técnica de factorización de matrices de tiempo lineal llamada "Simplex Volume Maximization" para determinar 3 tipos de enfermedades Pyrenophora teres, Puccinia hordei y Blumeria graminis hordei.
- Hojas de cacahuates: donde se identifica la temperatura mínima entre los 18 a 20°C, humedad de las hojas 7 a 10 horas, alta humedad 75% o mayor, aplica clasificación de Bayes ingenuo con distribución gaussiana, reglas de asociación, minería de regresión multivariable para identificar la relación del cultivo con el clima, el ambiente [46].
- Enfermedad cultivo en [9].

Agricultura de precisión

La agricultura de precisión se enfoca en el estudio de cómo mejorar la productividad de los cultivos [47], entre los mayores exponentes se identifican:

- Cosecha robótica: Clasificador de pixeles SVM, aplicación de distancia euclidiana, segmentación transformación de watershed en cultivo de pepinos [48].
- Agricultura inteligente - smart farming: Estimación del riego de cultivo [49].
- Imagen de Teledetección Hiperespectral (HRS) para monitoreo de cultivo [50].
- Fenotipificación: Termografía para determinar el estrés biótico y abiótico como medios de afectación a las mediciones térmicas[31].

Análisis de datos agrícolas para maximizar la producción de cultivos

Maximización de producción de cultivo:

- Entre las técnicas para el analizar los datos agrícolas y encontrar parámetros óptimos que maximicen la producción de cultivos, en [7] estudia Partitioning Around Medoids (PAM), Clustering Large Applications (CLARA), Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise (DBSCAN) y Regresión Lineal Múltiple (RLM) para la maximización de cultivos en big data, considerando como variables: (i) condiciones del ambiente, (ii) variabilidad del suelo, (iii) niveles de insumos , (iv) precios de los productos agrícolas. Random Forest (RF) en el desarrollo y rendimiento de la caña de azúcar es estudiado en [51] identificando que la arcilla, cantidad de materia orgánica, intercambio catiónico como variables, inciden en el crecimiento.
- Adicionalmente, existen estudios donde se detecta el crecimiento de cultivos como es el caso de la col [26], que se basa en el estudio de análisis catastrales y de imágenes satelitales.

Rendimiento de cultivo

- Mientras que [52] analiza el contexto general del aporte de la minería de datos en la optimización de cultivos en agricultura, [53] analiza el rendimiento de cultivos Fuzzy C Mean , Perceptrón Multicapa (Multilayer Perceptron – MLP). Así como [54] se apoya con minería de datos para el estudio, [55] se enfoca en la toma de decisiones [56], Predicción plan de cultivo para los agricultores [33], [57] [58]. En cuanto a [59], analiza el rendimiento de cultivo enfocándose en deep learning con el método QRECF-DFFMPC para refinar las precisiones.

- La evaluación de las relaciones: (i) cambios climáticos, (ii) variabilidad del rendimiento del cultivo a escala local, donde se identifica que, los factores climáticos afectan al desarrollo del cultivo, son abordadas en [13] con las técnicas Conditional Inference Forest y agrupamiento (clustering).
- Recomendaciones de cultivo [60] basándose en Navegación de usuarios, comportamiento de la comunidad de usuarios, enlaces en páginas web, o en su defecto, soluciones web basadas en Marketplace para este sector [61].
- Gestión de residuos de cultivos en el carbono orgánico del suelo (SOC) y los rendimientos de los cultivos [62].
- Control de plagas: en [63] se analiza la clasificación de plagas agrícolas.

Otros

En la investigación de [64] se enfoca en el estudio de la construcción de un mapa de susceptibilidad a inundaciones, combinando técnicas de regresión logística (LR), Random Forest (RF) y Máquinas de Soporte Vectorial (SVM), evaluando (AUC), para el modelo "fuzzy WofE-SVM, del cual fuzzy WofE-SVM presentó un mejor rendimiento predictivo AUC 0.9865.

Software de agricultura inteligente [44], Soporte línea call center [65], Planificación agrícola del rendimiento de los cultivos [66], así como análisis de comercio agrícola internacional con datos comerciales [66], detección de fraudes en la industria agrícola [67], Cadena de valor [68] y otros.

Tipos de cultivos

En este apartado se identifica los tipos de cultivos analizados en la producción científica identificada. Ver Tabla 5.

Tabla 5: Tipos de cultivo

Cultivo	Autor
Arroz	[30], [31], [13], [32], [33] Predecir el rendimiento del cultivo de arroz [29]
Alfalfa	[30]
Algodón	[30]
Brassica napus	[69]
Cacahuetes	[46] enfermedad
Col	Estudio del crecimiento [26]
Caña de azúcar	predecir las emisiones de CO2[51] [36] Recomendación de cultivo [60]
Hongos (comestibles o no comestibles)	Clasificación de tipos de hongos[70]
Hojas de cebada	Pyrenophora teres, Puccinia hordei y Blumeria graminis hordei [45]
Maíz	[30] Predicción de cosecha [42] índices de precios agrícolas [71]
Papas irlandesas	Predicción de cosecha [42]

Pepinos	[48]
Trigo	enfermedad (brotes de roya amarilla) [9]
Soja	índices de precios agrícolas [71]
Leguminosas utilizadas como abono verde	Descomposición de semivida de leguminosas utilizadas como abono verde [43]
Manzana: Amasya, Starking, Granny Smith, Pink Lady, Golden Delicious y Arapkız	Predicción de las características de la manzana[41]
Dendrobium officinale	
Atributos de contratos de leasing	Otros análisis de fraude en empresas agrícolas [67]
Parámetros de cultivo y crecimiento de la vegetación	Monitoreo de crecimiento de cultivo, teledetección espectral [50]

Variables de estudio y enfoque

A continuación, se describe las principales variables que identificadas en los 83 artículos científicos seleccionados. Ver Tabla 6.

Tabla 6: Variables de estudio y enfoque

Variable	Autor	Enfoque
Condiciones del ambiente	[7], [32], [46]	Análisis de crecimiento de cultivo
Condiciones bioclimáticas / climáticas	[9], [72] [73]	Predicción de emergencia agrícola
Condiciones topográficas	[9]	Predicción de emergencia agrícola, Inseguridad alimentaria
Condiciones edafológicas	[9]	Predicción de emergencia agrícola
Variabilidad del suelo	[7], [74]	Análisis de datos agrícolasClasificación de datos agrícolas
Niveles de insumos	[7]	Análisis de datos agrícolas
Precios de los productos agrícolas	[7]	Análisis de datos agrícolas
Carbono orgánico del suelo (SOC	[62]	Gestión de residuos de cultivos
Rendimientos de los cultivos	[62]	Gestión de residuos de cultivos
Agua	[6]	Enrutamiento inteligente
Datos meteorológicos	[33]	Inseguridad alimentaria
Datos agronómicos	[33]	
Situación socioeconómica	[72]	
Producción	[72]	
Comercio agrícola	[72]	

Lluvia		Datos de precipitación para estudio de eficiencia agrícola[23] Predicción de cosecha [42]
Cobertura de cultivos	[36]	Predecir las emisiones de CO2 del suelo
Laboreo mínimo	[36]	
Humedad del suelo	[36], [38] Crecimiento col [75]	
Temperatura del suelo (Ts)	[36], Crecimiento col [75]	
Precipitación, pH	[36]	
Carbono orgánico	[36]	
Nivel concentración de Nitrato	[22]	Calidad de Agua
Carga	[22]	
Tipo de cuenca	[22]	
Uso de tierra	[22]	
Rendimiento	[22]	
Evapotranspiración	[49]	Predicción del nivel de humedad
Temperatura	[49], Predicción de cosecha [42]	
Transferencia de masa	[49]	
Radiación	[49]	
Variables meteorológicas principales	[49]	
Tiempos de descomposición de semivida de leguminosas	[76]	Descomposición abono verde
Ancho de la cavidad del tallo	[41]	Predicción de las propiedades de la manzana
Profundidad de la cavidad del tallo	[41]	
Ancho del cuenco del ojo	[41]	
Profundidad del cuenco del ojo	[41]	
Forma	[77]	Identificación varios tipos de trigo
Color	[77]	
textura	[77]	
Crecimiento de las plantas	[73]	
Datos agrícolas no detallados	[56]	

Datos de llamadas de consulta en el Kisan área de centro De Atención Telefónica	[65]	Predicción de llamadas telefónicas a línea de agricultura centro de atención telefónica
Documentos de plataforma tecnológicas	[57]	Documentos plataformas tecnológicas de agricultura sostenible
Navegación de usuarios	[60]	Recomendación cultivo [60]
Comportamiento de la comunidad de usuarios	[60]	
Enlaces en páginas web	[60]	
Datos de micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu),	[75]	Crecimiento de cultivo
crecimiento agrícola	[75]	
Velocidad del viento	[75]	Crecimiento col
Duración de la luz solar	[75]	
Radiación	[75]	

Técnicas de minería de datos

Seguidamente se presenta la contribución de las técnicas de minería de datos identificadas en este estudio. Ver Tabla 7.

Tabla 7: Técnicas de minería de datos

Técnicas de minería de datos	Autor y enfoque
Regresión Logística (LR)	[64], [78]Predicción de emisiones de C02 [36]
Support Vector Machine (SVM).	[64], imágenes [48], [74] y variante H-SVM, [79], [78]
Decision Tree	[74] , [33], [27], [78] [37] Predicción de emisiones de C02 [36] Descomposición de abono verde [43] Toma de decisiones datos agrícolas [56] Aprendizaje de cultivo Dendrobium officinale [73]
Random Forest (RF)	[64], [33], [51], [37] Predicción de cosecha [42] Toma de decisiones datos agrícolas [56]
Gradient Boosted Trees	Toma de decisiones datos agrícolas [56]
Support Vector Regressor-	Predicción de cosecha [42] Predicción llamadas línea soporte agricultura [65]
Combina con el enfoque de imagen hiperespectral	Teledetección hiperespectral para monitoreo de cultivos [45], [50]
Conditional Inference Forest y	[32]

Agrupamiento (clustering).	[32], [3]. Predicción de lluvia [24] Agglomotive Hierarchical Clustering
Region based routing	[6]
Equalized cluster head election routing protocol	[6]
Terrain based Routing using Fuzzy rules for precision agriculture"	[6], [53]
Segmentación	[48], [40] Segmento de tiempo [73]
Clasificación de Bayes ingenuo con distribución gaussiana	[46]
Reglas de asociación	[46], [3] Descomposición de abono verde y Redes de reglas de asociación [43] Recomendación cultivo caña de azúcar [60]
Minería de regresión multivariable)	[46]
Ensemble learning	[9]
Red neuronal recurrente espacio-temporal (STRNN)	[9]
Deep learning	Toma de decisiones de datos agrícolas [56] Rendimiento de cultivo - QRECF-DFFMPC [59] Estudio del crecimiento de la col [26]
Sistemas de recomendación	Recomendación cultivo caña de azúcar [60]
K-NN	[74], [37], [78] , [3], Calidad de agua [22] Predicción del nivel de humedad [38]
Naive bayes (nb)	[74], [78] Mejorar la calidad de los cultivos [58] clasificación de hongos comestibles o no comestibles [70] Rendimiento del cultivo de arroz [29]
Bayes net	clasificación de hongos comestibles o no comestibles [70] [80]
ZeroR	clasificación de hongos comestibles o no comestibles [70]
K-measns clustering	[33]
Bagged-C4.5	[79]
Regresión lineal	[72], Calidad de agua [22]
ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average)	[81]
Bagging (BG)	[27] Predicción de emisiones de C02 [36]
Random Subspace (RSS)	[27]

Random Tree (RT)	[27] Calidad de agua. REP Tree [22]
Standardized Precipitation Index (SPI-3 and SPI-12)	[27]
Bayesian Models	Predicción de emisiones de C02 [36]
Redes Neuronales Artificiales (ANN)	[37], [3] Predicción de emisiones de C02 [36] Humedad del suelo [38] Rendimiento de cultivo [55], [55] Predicción de lluvias/sequias [28]
Multilayer Perceptron Design (MLP)	[53], [3], Calidad de agua [22] Predicción llamadas línea soporte agricultura [65]
Random Forest (RF)	[3]Calidad de agua [22] Planificación agrícola [66]
K-Means,	[3], Predicción de lluvia K-Means Partitional Clustering, [24]
Minería espacial	[23]
Clasificación (general)	[3]
Regresión Polinómica	Predicción de cosecha [42]
Visualización	[3]Identificación de trigo [77]
Self-Organising Map	Predicción de lluvia [24] Análisis de fraudes empresas agrícolas [67]
Descomposición de Tucker	[71]
Find Law	Predicción características de manzana [76]
Minería de Datos Difusos, NS-2	Deslizamiento de tierra [41] Predicción del nivel del agua [26]
Deep Convolutional Neural Network (DCNN)	Predicción de lluvia [25]
Improved Particle Swarm Optimization (IPSO)	Predicción de lluvia [25]
A priori	Rendimiento del cultivo de arroz [29]
Generalized Linear Model	Toma de decisiones de datos agrícolas [56]
Long Short-Term Memory Networks, Gated Recurrent	Predicción llamadas línea soporte agricultura [65]
CART	Planificación Comercio agrícola internacional [66]
BERT (bidirectional encoder representations from transformers)	Planificación Comercio agrícola internacional [66]
Web scraping	Clasificación de documentos para promoción de agricultura orgánica [57]
Minería de datos web	
Teledetección Hiperespectral (HRS)	Monitoreo de cultivo [50]

J48	Rendimiento de cultivo de arroz [29]
Series temporales	[34]
Map reduce	Clasificación de plagas de cultivos [63]
C5.0	Clasificación de plagas de cultivos [63]
Exploratory Factor Analysis (EFA)	[69]
Kaiser Criterion	[69]
Cattell's Scree test	[69]
Monte Carlo Parallel Analysis	[69]
Principal Component Analysis (PCA) Total Cumulative Variance Explained	[69], [37]

Conclusiones

El estudio ha permitido destacar los hallazgos y contribuciones principales derivados de su investigación. Se ha evidenciado el valor y la relevancia de la minería de datos en el ámbito de la agricultura, mostrando cómo estas técnicas pueden mejorar la productividad y eficiencia en el negocio agrícola. Además, proporcionan información valiosa para la toma de decisiones y la gestión de recursos.

Asimismo, se ha subrayado la importancia de los análisis bibliométricos para identificar las tendencias y actores clave en este campo de estudio, lo que orienta futuras investigaciones.

El uso de la minería de datos y técnicas de análisis en la agricultura ofrece información valiosa para la toma de decisiones y la optimización de recursos. Los estudios revisados han demostrado que la aplicación de estas técnicas ha llevado a mejoras significativas en la predicción de cosechas, la gestión del agua y la detección de cambios climáticos, contribuyendo a una agricultura más sostenible y productiva.

La combinación de datos de satélite, información catastral y técnicas de aprendizaje ha demostrado ser efectiva para predecir el crecimiento de cultivos y el nivel de agua en la agricultura. Estos enfoques han brindado resultados prometedores y pueden ser herramientas valiosas para la gestión eficiente de recursos en el sector agrícola.

Referencias

1. Choudhury, A., Biswas, A., Prateek, M., Chakrabarti, A.: Agricultural Informatics: Automation Using the IoT and Machine Learning. wiley (2021). https://doi.org/10.1002/9781119769231.

2. Castillejo, P., Johansen, G., Cürüklü, B., Bilbao-Arechabala, S., Fresco, R., Martínez-Rodríguez, B., Pomante, L., Rusu, C., Martínez-Ortega, J.-F., Centofanti, C., Hakojärvi, M., Santic, M., Häggman, J.: Aggregate Farming in the Cloud: The AFarCloud ECSEL project. Microprocess. Microsyst. 78, (2020). https://doi.org/10.1016/j.micpro.2020.103218.

3. Kavitha, G., Elango, N.M.: An overview of data mining techniques and its applications. Int. J. Civ. Eng. Technol. 8, 1013–1020 (2017).

4. Kommineni, M., Perla, S., Yedla, D.B.: A survey of using data mining techniques for soil fertility. Int. J. Eng. Technol. 7, 917–918 (2018).

5. Belinda, M.J.C.M., Umamaheswari, R., David, S.A.: Study of high yielding crops cultivation in India using data mining techniques. Int. J. Eng. Technol. 7, 121–124 (2018).

6. Pandiyaraju, V., Logambigai, R., Ganapathy, S., Kannan, A.: An Energy Efficient Routing Algorithm for WSNs Using Intelligent Fuzzy Rules in Precision Agriculture. Wirel. Pers. Commun. 112, 243–259 (2020). https://doi.org/10.1007/s11277-020-07024-8.

7. Majumdar, J., Naraseeyappa, S., Ankalaki, S.: Analysis of agriculture data using data mining techniques: application of big data. J. Big Data. 4, (2017). https://doi.org/10.1186/s40537-017-0077-4.

8. Vandna, Bansal, K.L.: Data mining techniques for increasing smart farming in agrarian sector. Int. J. Sci. Technol. Res. 9, 3555–3562 (2020).

9. Xu, W., Wang, Q., Chen, R.: Spatio-temporal prediction of crop disease severity for agricultural emergency management based on recurrent neural networks. Geoinformatica. 22, 363–381 (2018). https://doi.org/10.1007/s10707-017-0314-1.

10. de Lima, M.D., Barbosa, R.: Methods of authentication of food grown in organic and conventional systems using chemometrics and data mining algorithms: A review. Food Anal. Methods. 12, 887–901 (2019). https://doi.org/10.1007/s12161-018-01413-3.

11. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: Ecuador en una mirada | FAO en Ecuador | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, https://www.fao.org/ecuador/fao-en-ecuador/ecuador-en-una-mirada/es/, last accessed 2022/10/02.

12. Cutamora, J.C., Padua, R.: An Economic Rationalization Framework for Higher Education. Recoletos Multidiscip. Res. J. 8, 43–65 (2020). https://doi.org/10.32871/rmrj2008.01.04.

13. Ait Issad, H., Aoudjit, R., Rodrigues, J.J.P.C.: A comprehensive review of Data Mining techniques in smart agriculture. Eng. Agric. Environ. Food. 12, 511–525 (2019). https://doi.org/10.1016/j.eaef.2019.11.003.

14. Sunhare, P., Chowdhary, R.R., Chattopadhyay, M.K.: Internet of things and data mining: An application oriented survey. J. King Saud Univ. - Comput. Inf. Sci. 34, 3569–3590 (2022). https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2020.07.002.

15. Aria, M., Cuccurullo, C.: bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. J. Informetr. 11, 959–975 (2017). https://doi.org/10.1016/J.JOI.2017.08.007.

16. Computers and Electronics in Agriculture | Journal | ScienceDirect.com by Elsevier, https://www.sciencedirect.com/journal/computers-and-electronics-in-agriculture, last accessed 2023/09/09.

17. Computers and Electronics in Agriculture, https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=30441&tip=sid&clean=0, last accessed 2023/09/09.

18. Scopus - Computers and Electronics in Agriculture | Signed in, https://www.scopus.com/sourceid/30441, last accessed 2023/09/09.

19. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100889409&tip=sid&clean=0, last accessed 2023/09/11.

20. Harzing, A.W., Alakangas, S.: LibGuides: Impact Metrics: Author Impact: h-index, g-index... Scientometrics. 106, 787–804 (2016). https://doi.org/10.1007/S11192-015-1798-9.

21. Nasrnia, F., Ashktorab, N.: Sustainable livelihood framework-based assessment of drought resilience patterns of rural households of Bakhtegan basin, Iran. Ecol. Indic. 128, (2021). https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107817.

22. Li, S., Bhattarai, R., Cooke, R.A., Verma, S., Huang, X., Markus, M., Christianson, L.: Relative performance of different data mining techniques for nitrate concentration and load estimation in different type of watersheds. Environ. Pollut. 263, (2020). https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114618.

23. Kumar, Y.J.N., Kanth, T.V.R.: GIS-MAP based spatial analysis of rainfall data of Andhra Pradesh and telangana states using R. Int. J. Electr. Comput. Eng. 7, 460–468 (2017). https://doi.org/10.11591/ijece.v7i1.pp460-468.

24. Othman, Z.A., Ismail, N., Hamdan, A.R., Sammour, M.A.: Klang vally rainfall forecasting model using time series data mining technique. J. Theor. Appl. Inf. Technol. 92, 372–379 (2016).

25. Refonaa, J., Lakshmi, M.: Accurate prediction of the rainfall using convolutional neural network and parameters optimization using improved particle swarm optimization. J. Adv. Res. Dyn. Control Syst. 11, 318–328 (2019).

26. Hsiou, D.-C., Huang, F., Tey, F.J., Wu, T.-Y., Lee, Y.-C.: An Automated Crop Growth Detection Method Using Satellite Imagery Data. Agric. 12, (2022). https://doi.org/10.3390/agriculture12040504.

27. Mohammed, S., Elbeltagi, A., Bashir, B., Alsafadi, K., Alsilibe, F., Alsalman, A., Zeraatpisheh, M., Széles, A., Harsányi, E.: A comparative analysis of data mining techniques for agricultural and hydrological drought prediction in the eastern Mediterranean. Comput. Electron. Agric. 197, (2022). https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.106925.

28. Sheik Mohideen Shah, S., Meganathan, S., Kamali, A.: Soft computing research for weather prediction using multilayer architecture. Int. J. Eng. Adv. Technol. 8, 3779–3783 (2019). https://doi.org/10.35940/ijeat.F9390.088619.

29. Vinoth, B., Elango, N.M.: An effective data mining techniques based optimal paddy yield cultivation: a rational approach. Paddy Water Environ. 19, 331–343 (2021). https://doi.org/10.1007/s10333-021-00845-8.

30. Marshall, M., Thenkabail, P.: Advantage of hyperspectral EO-1 Hyperion over multispectral IKONOS, GeoEye-1, WorldView-2, Landsat ETM+, and MODIS vegetation indices in crop biomass estimation. ISPRS J. Photogramm. Remote Sens. 108, 205–218 (2015). https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2015.08.001.

31. Pineda, M., Barón, M., Pérez-Bueno, M.-L.: Thermal imaging for plant stress detection and phenotyping. Remote Sens. 13, 1–21 (2021). https://doi.org/10.3390/rs13010068.

32. Delerce, S., Dorado, H., Grillon, A., Rebolledo, M.C., Prager, S.D., Patiño, V.H., Varón, G.G., Jiménez, D.: Assessing weather-yield relationships in rice at local scale using data mining approaches. PLoS One. 11, (2016). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161620.

33. Arumugam, A.: A predictive modeling approach for improving paddy crop productivity using data mining techniques. Turkish J. Electr. Eng. Comput. Sci. 25, 4777–4787 (2017). https://doi.org/10.3906/elk-1612-361.

34. Ahmed, G.N., Kamalakannan, S., Kavitha, P.: A Machine Learning Approach for Stochastic Pattern Analysis for the Measurement of Time-Series Datasets. Instrum. Mes. Metrol. 21, 199–205 (2022). https://doi.org/10.18280/i2m.210505.

35. Gholizadeh, A., Carmon, N., Klement, A., Ben-Dor, E., Borůvka, L.: Agricultural soil spectral response and properties assessment: Effects of measurement protocol and data mining technique. Remote Sens. 9, (2017). https://doi.org/10.3390/rs9101078.

36. Farhate, C.V. V, De Souza, Z.M., De Medeiros Oliveira, S.R., Tavares, R.L.M., Carvalho, J.L.N.: Use of data mining techniques to classify soil CO2 emission induced by crop management in sugarcane field. PLoS One. 13, (2018). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193537.

37. Radhika, A., Masood, M.S.: Effective dimensionality reduction by using soft computing method in data mining techniques. Soft Comput. 25, 4643–4651 (2021). https://doi.org/10.1007/s00500-020-05474-7.

38. Kiruthika, V.G., Arutchudar, V., Senthil Kumar, P.: Highest humidity prediction using data mining techniques. Int. J. Appl. Eng. Res. 9, 3259–3264 (2014).

39. Uchimiya, M., Bannon, D., Nakanishi, H., McBride, M.B., Williams, M.A., Yoshihara, T.: Chemical Speciation, Plant Uptake, and Toxicity of Heavy Metals in Agricultural Soils. J. Agric. Food Chem. 68, 12856–12869 (2020). https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c00183.

40. Prathik, A., Anuradha, J., Uma, K.: A novel algorithm for soil image segmentation using color and region based system. Int. J. Innov. Technol. Explor. Eng. 8, 3544–3550 (2019). https://doi.org/10.35940/ijitee.J9762.0881019.

41. Sumathi, M.S., Anitha, G.S.: Energy efficient wireless sensor network with efficient data handling for real time landslide monitoring system using fuzzy data mining technique. Int. J. Mob. Netw. Des. Innov. 8, 179–193 (2018). https://doi.org/10.1504/IJMNDI.2018.093701.

42. Kuradusenge, M., Hitimana, E., Hanyurwimfura, D., Rukundo, P., Mtonga, K., Mukasine, A., Uwitonze, C., Ngabonziza, J., Uwamahoro, A.: Crop Yield Prediction Using Machine Learning Models: Case of Irish Potato and Maize. Agric. 13, (2023). https://doi.org/10.3390/agriculture13010225.

43. Calçada, D.B., Rezende, S.O., Teodoro, M.S.: Analysis of green manure decomposition parameters in northeast Brazil using association rule networks. Comput. Electron. Agric. 159, 34–41 (2019). https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.02.013.

44. Chandak, P.P., Agrawal, A.J.: Smart farming system using data mining. Int. J. Appl. Eng. Res. 12, 2788–2791 (2017).

45. Wahabzada, M., Mahlein, A.-K., Bauckhage, C., Steiner, U., Oerke, E.-C., Kersting, K.: Metro maps of plant disease dynamics-automated mining of differences using hyperspectral images. PLoS One. 10, (2015). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0116902.

46. Tripathy, A.K., Adinarayana, J., Vijayalakshmi, K., Merchant, S.N., Desai, U.B., Ninomiya, S., Hirafuji, M., Kiura, T.: Knowledge discovery and Leaf Spot dynamics of groundnut crop through wireless sensor network and data mining techniques. Comput. Electron. Agric. 107, 104–114 (2014). https://doi.org/10.1016/j.compag.2014.05.009.

47. Krishna Priya, C.B., Venkateswari, S.: Analysis of different clustering algorithms on management zones in precision agriculture. J. Adv. Res. Dyn. Control Syst. 11, 489–494 (2019).

48. Fernández, R., Montes, H., Surdilovic, J., Surdilovic, D., Gonzalez-De-Santos, P., Armada, M.: Automatic detection of field-grown cucumbers for robotic harvesting. IEEE Access. 6, 35512–35526 (2018). https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2851376.

49. Martín, J., Sáez, J.A., Corchado, E.: On the suitability of stacking-based ensembles in smart agriculture for evapotranspiration prediction. Appl. Soft Comput. 108, (2021). https://doi.org/10.1016/j.asoc.2021.107509.

50. Yu, H., Kong, B., Hou, Y., Xu, X., Chen, T., Liu, X.: A critical review on applications of hyperspectral remote sensing in crop monitoring. Exp. Agric. 58, (2022). https://doi.org/10.1017/S0014479722000278.

51. Sanches, G.M., Graziano Magalhães, P.S., Junqueira Franco, H.C.: Site-specific assessment of spatial and temporal variability of sugarcane yield related to soil attributes. Geoderma. 334, 90–98 (2019). https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.07.051.

52. Saritha, S., Abel Thangaraja, G.: CROP YIELD PREDICTION IN BIG DATA USING MARGALEF KERNEL PERCEPTRON BASED WINNOW BROWN BOOST CLASSIFIER. J. Theor. Appl. Inf. Technol. 101, 2091–2107 (2023).

53. Geetha, M.C.S., Elizabeth Shanthi, I.: Forecasting the crop yield production in trichy district using fuzzy C-Means Algorithm and Multilayer Perceptron (MLP). Int. J. Knowl. Syst. Sci. 11, 83–98 (2020). https://doi.org/10.4018/IJKSS.2020070105.

54. Maury, R.K., Yadav, S.K., Sharma, T.K.: Estimation of major agricultural crop with effective yield prediction using data mining. Int. J. Innov. Technol. Explor. Eng. 8, 170–174 (2019).

55. Chiche, A.: Hybrid decision support system framework for crop yield prediction and recommendation. Int. J. Comput. 18, 181–190 (2019).

56. Adil, N., Dewangan, S., Sharma, K.: Efficient classification and regression techniques to predict crop yield. Int. J. Sci. Technol. Res. 8, 378–382 (2019).

57. Blazquez, D., Domenech, J., Garcia-Alvarez-Coque, J.-M.: Assessing technology platforms for sustainability withweb data mining techniques. Sustain. 10, (2018). https://doi.org/10.3390/su10124497.

58. Patil, N.N., Saiyyad, M.A.M.: Machine learning technique for crop recommendation in agriculture sector. Int. J. Eng. Adv. Technol. 9, 1359–1363 (2019). https://doi.org/10.35940/ijeat.A1171.109119.

59. Sivanantham, V., Sangeetha, V., Alnuaim, A.A., Hatamleh, W.A., Anilkumar, C., Hatamleh, A.A., Sweidan, D.: Quantile correlative deep feedforward multilayer perceptron for crop yield prediction. Comput. Electr. Eng. 98, (2022). https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2022.107696.

60. de Barros, F.M.M., Oliveira, S.R.M., de Oliveira, L.H.M.: Development and validation of a recommender system for technologial information on sugarcane [Desenvolvimento e validação de um sistema de recomendação de informações tecnológicas sobre cana-de-açúcar]. Bragantia. 72, 387–395 (2013). https://doi.org/10.1590/brag.2013.049.

61. Kaviarasan, S., Vanitha, M.: E-farming management system using data mining techniques. Int. J. Intell. Unmanned Syst. 10, 257–266 (2022). https://doi.org/10.1108/IJIUS-05-2020-0018.

62. Warren Raffa, D., Bogdanski, A., Tittonell, P.: How does crop residue removal affect soil organic carbon and yield? A hierarchical analysis of management and environmental factors. Biomass and Bioenergy. 81, 345–355 (2015). https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2015.07.022.

63. Revathy, R., Balamurali, S., Lawrance, R.: Classifying agricultural crop pest data using hadoop MapReduce based C5.0 algorithm. J. Cyber Secur. Mobil. 8, 393–408 (2019). https://doi.org/10.13052/jcsm2245-1439.835.

64. Hong, H., Tsangaratos, P., Ilia, I., Liu, J., Zhu, A.-X., Chen, W.: Application of fuzzy weight of evidence and data mining techniques in construction of flood susceptibility map of Poyang County, China. Sci. Total Environ. 625, 575–588 (2018). https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.256.

65. Godara, S., Toshniwal, D.: Deep Learning-based query-count forecasting using farmers' helpline data. Comput. Electron. Agric. 196, (2022). https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.106875.

66. Suarez, A.J.B., Singh, B., Almukhtar, F.H., Kler, R., Vyas, S., Kaliyaperumal, K.: Identifying Smart Strategies for Effective Agriculture Solution Using Data Mining Techniques. J. Food Qual. 2022, (2022). https://doi.org/10.1155/2022/6600049.

67. Bach, M.P., VlahoviÄ‡, N., Pivar, J.: Fraud Prevention in the Leasing Industry Using the Kohonen Self-Organising Maps. Organizacija. 53, 128–145 (2020). https://doi.org/10.2478/orga-2020-0009.

68. Ngabalin, A.M.: An investigation on value chain cooperation attributes in fisheries micro-enterprises. Accounting. 6, 301–306 (2020). https://doi.org/10.5267/j.ac.2020.2.005.

69. Iantovics, L.B., Rotar, C., Morar, F.: Survey on establishing the optimal number of factors in exploratory factor analysis applied to data mining. Wiley Interdiscip. Rev. Data Min. Knowl. Discov. 9, (2019). https://doi.org/10.1002/widm.1294.

70. Beniwal, S., Das, B.: Mushroom classification using data mining techniques. Int. J. Pharma Bio Sci. 6, B1170–B1176 (2015).

71. Correa, F.E., Oliveira, M.D.B., Gama, J., Corrêa, P.L.P., Rady, J.: Analyzing the behavior dynamics of grain price indexes using Tucker tensor decomposition and spatio-temporal trajectories. Comput. Electron. Agric. 120, 72–78 (2016). https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.11.011.

72. Shortridge, J.E., Falconi, S.M., Zaitchik, B.F., Guikema, S.D.: Climate, agriculture, and hunger: statistical prediction of undernourishment using nonlinear regression and data-mining techniques. J. Appl. Stat. 42, 2367–2390 (2015). https://doi.org/10.1080/02664763.2015.1032216.

73. Sun, L., Zheng, Z., Zhu, J.: Mining spatio-temporal knowledge of climate for dendrobium officinale in greenhouse cultivation. Recent Adv. Electr. Electron. Eng. 11, 160–166 (2017). https://doi.org/10.2174/2352096510666170921162448.

74. Shastry, K.A., Sanjay, H.A., Deexith, G.: Quadratic-radial-basis-function-kernel for classifying multi-class agricultural datasets with continuous attributes. Appl. Soft Comput. J. 58, 65–74 (2017). https://doi.org/10.1016/j.asoc.2017.04.049.

75. Rajagopal, M., Ponnuchamy, M., Kapoor, A.: Water management for irrigation scheduling by computing evapotranspiration using ANFIS modelling. Desalin. Water Treat. 251, 123–133 (2022). https://doi.org/10.5004/dwt.2022.28290.

76. Demir, B., Gurbuz, F., Eski, I., Kus, Z.A., Yilmaz, K.U., Ercisli, S.: Possible Use of Data Mining for Analysis and Prediction of Apple Physical Properties [Die Anwendung statistischer Methoden (Data-Mining) zur Analyse und Prognose physikalischer Eigenschaften bei Apfel]. Erwerbs-Obstbau. 60, 1–7 (2018). https://doi.org/10.1007/s10341-017-0330-1.

77. Ullah, A., Mohd Nawi, N., Arifianto, A., Ahmed, I., Aamir, M., Khan, S.N.: Real-time wheat classification system for selective herbicides using broad wheat estimation in deep neural network. Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol. 9, 153–158 (2019). https://doi.org/10.18517/ijaseit.9.1.5031.

78. Rahman, N.A.B.A., Tan, K.L., Lim, C.K.: Supervised and unsupervised learning in data mining for employment prediction of fresh graduate students. J. Telecommun. Electron. Comput. Eng. 9, 155–161 (2017).

79. Mousavizadegan, M., Mohabatkar, H.: An evaluation on different machine learning algorithms for classification and prediction of antifungal peptides. Med. Chem. (Los. Angeles). 12, 795–800 (2016). https://doi.org/10.2174/1573406412666160229150823.

80. Krause, P.J., Bokinala, V.: A tutorial on data mining for Bayesian networks, with a specific focus on IoT for agriculture. Internet of Things (Netherlands). 22, (2023). https://doi.org/10.1016/j.iot.2023.100738.

81. Shivhare, N., Rahul, A.K., Dwivedi, S.B., Dikshit, P.K.S.: ARIMA based daily weather forecasting tool: A case study for Varanasi. Mausam. 70, 133–140 (2019).

VOL. 6 Nº1 - 2024

IBARRA - ECUADOR

Facultad de Ingeniería en **Ciencias Aplicadas**
Innovation & Development in Engineering and Applied Science

IDEAS

Riesgos ergonómicos en los docentes de una universidad y el efecto que generan en la salud. Ibarra-Ecuador

http://doi.org/10.53358/ideas.v6i1.962

Jenyffer Yépez, Karla Paola Negrete, Marco Alarcón
Universidad Técnica del Norte
jayepez@utn.edu.ec, kpnegrete@utn.edu.ec, mgalarconc@utn.edu.ec

Fecha de envío, septiembre 27/2023 - Fecha de aceptación, noviembre 6/2023 - Fecha de publicación, enero 19/2024

Resumen: La presente investigación realizada a través de la aplicación de metodologías y análisis cuantitativo busca identificar y analizar los riesgos ergonómicos a los cuales se encuentran expuestos los docentes de una universidad pública de la provincia de Imbabura, para ello se dividió la investigación en fases. Fase I. identificación total de la población y selección de la muestra mediante características específicas de la población evaluada, definiendo una muestra de 30 docentes para fines de la presente investigación; fase II, se realizó el levantamiento de información inicial a través de la aplicación del cuestionario nórdico de Kuorinka, donde se identificó los riesgos ergonómicos a los cuales se encuentran expuestos los docentes; fase III, con la finalidad de analizar si las posturas que adoptan los docentes al impartir clase en el aula son adecuadas, se procedió a tomar fotografías y analizar ángulos mediante la aplicación del software geogebra y ergosoft, del cual se obtuvo que los riesgos a los que se encuentran expuestos los docentes se encuentran entre el nivel medio y alto.

Palabras Clave: ergonomía, geo ergonomía, trastornos musculoesqueleticos, riesgos ergonómicos, enfermedades laborales.

Abstract: The present research is a quantitative and applied study that analyzes the ergonomic risks to which teachers at a public university in the province of Imbabura are exposed; for this, the research was divided into phases. Phase I. total identification of the population and selection of the sample using the inclusion and exclusion criteria, obtaining a sample of 30 teachers, phase II, the initial information gathering was carried out through the application of the Kuorinka Nordic questionnaire where the ergonomic risks to which teachers are exposed were identified, phase III with the purpose of analyzing whether the postures adopted by teachers when teaching in the classroom are appropriate, photographs were taken and angles analyzed by applying the geogebra and ergosoft software, from wich it was obtained that the risks to which the teachers who are exposed are between the medium and high level.

Keywords: ergonomics, geo ergonomics, musculoskeletal disrders, ergonomics risk, occupational diseases.

Autor de correspondencia:
Jenyffer Yepez , jayepez@utn.edu.ec

CC BY NC ND

Introducción

El trabajo es fundamental para cubrir las necesidades básicas de alimentación, vestido y protección, por lo tanto, éste no se realiza como un fin, sino como un medio para obtener algo, además, el trabajo consume una parte significativa de la vida de las personas[1].

Al ejecutar un trabajo en donde se realizan actividades y tareas que se requieren para cumplir con las funciones u objetivos encomendados, es necesario aplicar la ergonomía para crear entornos seguros y saludables para los trabajadores.

La ergonomía permite realizar estudios relacionados con el entorno laboral y su relación con el cuerpo humano, el objetivo principal es diseñar herramientas y elementos que se adapten de una manera adecuada a las capacidades y limitaciones humanas [2]. La Asociación Internacional de Ergonomía la define como una disciplina científica que trata de las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema, así como la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos al diseño con el fin de optimizar el bienestar del ser humano y el resultado global del sistema [3].

La ergonomía se enfoca en mejorar la seguridad, el confort, la eficiencia y el rendimiento en diversas situaciones laborales y de vida cotidiana, existen varios campos de aplicación de ergonomía como lo es la ergonomía física que se enfoca en el diseño de los equipos necesarios, entre ellos, escritorios, sillas y adecuación de ambientes laborales, con la finalidad de minimizar los trastornos musculoesqueléticos [4].

La ergonomía y el trabajo se encuentran relacionados, puesto que el trabajo es un deber y derecho que tienen las personas, pero, si este no se ejecuta de una manera adecuada, pueden presentarse enfermedades profesionales o patologías de origen laboral, es aquí cuando surgen los riesgos por exposición que se encuentran ligados al diseño del trabajo, puesto que los diseños de las tareas a realizar no son perfectos [5]. De esta exposición surgen los riesgos ergonómicos, que son las condiciones laborales que pueden afectar la salud y el bienestar de los trabajadores, especialmente los relacionados con la interacción entre el individuo y su entorno de trabajo. Estos riesgos surgen cuando la adaptación del trabajo al trabajador no es adecuada, lo que puede llevar a problemas de salud a corto o largo plazo [6].

De acuerdo con el Instrumento Andino de Seguridad y salud en el trabajo, Decisión 584, artículo 1, literal e establece que, el riesgo laboral es la Probabilidad de que la exposición a un factor ambiental peligroso en el trabajo cause enfermedad o lesión [7].

Los trastornos musculoesqueléticos (TME) son comunes y afectan los músculos, los huesos, los tendones, los ligamentos, las articulaciones y otras estructuras relacionadas con el sistema musculoesquelético del cuerpo humano, los cuales pueden presentar molestias hasta discapacidades graves [8]. Según la Organización Mundial de la Salud, son la principal causa de discapacidad en todo el mundo, aproximadamente 1710 millones de personas sufren de trastornos musculoesqueléticos [9].

En la ergonomía existen una variedad de ramas como son la ergonomía geométrica que se enfoca en el diseño de productos y sistemas para que se ajusten a las dimensiones y proporciones del cuerpo humano, y que se adapten de manera óptima a las características físicas de los usuarios, lo que puede mejorar la comodidad, la seguridad y la eficiencia en el uso de esos productos y sistemas [10].

La actividad de impartir cátedra en un salón de clase genera una carga de trabajo física que puede generar en los docentes posturas inadecuadas, generando molestias a corto o largo plazo [11] Para identificar la carga de trabajo dinámica que se presenta cuando se realizan actividades, donde los músculos se contraen y estiran de manera rítmica o estática cuando el musculo se contrae durante un ciclo de tiempo es posible aplicar diversas metodologías [12], como son el método OWAS (Ovako Work Posture Analyzing System) [13], método RULA [15], método OCRA [15] y el método REBA (Rapid Entire Body Assessment), que permite recoger datos de las posturas de trabajo, estáticas o dinámicas de los grupos corporales, brazo, antebrazo, muñeca, piernas, tronco, cuello, entre otros [14].

El método que permite evaluar el nivel de riesgo presente al impartir clases es el método REBA, el cual realiza una verificación rápida del cuerpo completo y las diversas posturas o posiciones que se adoptan en la jornada laboral de los docentes, puesto que varía y depende de la horas de clase que imparten de acuerdo con la carga horaria asignada en el periodo académico, entre las principales actividades docentes están, la explicación de temas planificados en el sílabo sea en la pizarra o a través de medios digitales con proyectores, revisión y calificación de tareas, entre otras.

De acuerdo con las estadísticas presentadas por el Seguro General de Riesgos del Trabajo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social entre los años 2012 al 2017 se han reportado un total de 1711 enfermedades profesionales, así como también el mayor porcentaje se encuentra entre la edad de 45 a 50 años, seguido de 40 a 45 años en el Ecuador. Según la clasificación Nacional de Actividades Económicas CIIU Revisión 4.0, que surge de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de Actividades Económicas de las Naciones Unidas se ha determinado que, un 20% de las enfermedades profesionales reportadas, corresponde a la sección M enseñanza [16].

Entre las principales enfermedades profesionales reportadas se encuentran, síndrome de túnel carpiano 19,6%, lumbalgia crónica 16,1%, hombro doloroso + tendinitis con un 12%, y hernia de disco 10,1% de lo cual se señala que existen mayores patologías en las extremidades superiores y columna boletín estadístico [17].

De las actividades realizadas en el transcurso de la jornada laboral surgen posturas forzadas que generan riesgos ergonómicos en los docentes, los cuales se pueden asociar a la presencia de Trastornos Musculoesqueléticos, tanto en las extremidades superiores e inferiores, o enfermedades profesionales que son el resultado del estado patológico que se adquiere, como consecuencia obligada de la clase de trabajo que desempeña el trabajador o del medio en que se ha visto obligado a trabajar, bien sea determinado por agentes físicos, químicos o biológicos [18] [19], las patologías o traumatismos pueden presentarse de acuerdo con la zona de trabajo y estas pueden ser:

Síndrome del Túnel Carpiano: es la compresión del nervio mediano en la muñeca a nivel del túnel carpiano [20].

Epicondilitis y epitrocleitis: Se debe al desgaste de los tendones, es una patología que compromete los músculos del codo [21].

Tendinitis del manguito rotador: Causa frecuente de dolor de hombro, se produce cuando los codos permanecen en una posición elevada [22].

Lumbalgia: principal causa de discapacidad que afecta a los miembros inferiores, presencia del dolor al caminar [23].

En el presente trabajo de investigación se ha realizado una evaluación de los puestos de trabajo de los docentes al momento de impartir cátedra en los salones de clase, mediante la aplicación del método REBA que permite identificar las posturas que adoptan y así obtener información de los riesgos a los cuales se encuentran expuestos, y cómo afectan estos a la salud.

Metodología

La investigación realizada es de tipo cuantitativo, puesto que recolecta información para realizar un análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías [24], una investigación aplicada, puesto que busca recolectar y analizar información acerca de los riegos ergonómicos en los docentes y transversal, puesto que se observa un grupo de personas para la recopilación de información, en el año 2023.

Para el desarrollo de la investigación realizada a los docentes de una universidad pública de la provincia de Imbabura, se considera una estructura de trabajo por fases, en la fase I se procede a realizar un análisis de la población finita, es decir cuántos docentes laboran en la facultad, para la selección de la muestra se consideró criterios de inclusión y exclusión como son jornada laboral, dedicación, número de horas que laboran; en la fase II, para la recopilación de información inicial se aplicó el cuestionario nórdico de Kuorinka, el cual se diseñó en la plataforma Microsoft Forms, en donde se determina las molestias presentadas en las diferentes partes del cuerpo, así como también se obtuvo datos referentes a información personal, hábitos, trabajo y condición laboral actual, las encuestas realizadas fueron tabuladas utilizando Excel, el cual permite generar gráficos comparativos de la información obtenida.

En la fase III, para el estudio se aplicó el método REBA (Rapid Entire Assesment), que evalúa la exposición de los docentes a factores de riesgo que ocasionan Trastornos Musculoesqueléticos por cargas estáticas o dinámicas [14], con la finalidad de obtener un estudio más detallado de las posturas que adoptan los docentes de la facultad al impartir clases de diferentes asignaturas acorde con el perfil académico en las respectivas aulas, se realizaron varias tomas fotográficas y videos, en los cuales se analizó la postura del cuerpo y una evaluación de las posturas relacionadas con la actividad laboral.

En la fase IV de acuerdo con el método REBA aplicado, para el análisis se usó el software geogebra para la identificación de los ángulos que generan las posturas como son en el cuello, tronco y extremidades, una vez obtenida esta información, los datos y fotografías fueron ingresados al software ergosoft, el cual permite establecer el nivel de riesgo al cual se encuentran expuestos los docentes.

Resultados y Discusión

La investigación realizada se dividió en fases que van desde el levantamiento de la información hasta los resultados que se obtuvieron.

Fase I. Población y muestra

La investigación se realizó a los docentes de una Universidad pública de la provincia de Imbabura, de lo cual se tomó una población de 82 docentes de las diferentes carreras que pertenecen a la Institución, independientemente del tiempo de trabajo en la institución, así como también la relación laboral y dedicación, se determinó un tamaño de la muestra finita de 30 docentes, esta muestra se obtuvo al considerar los criterios de inclusión y exclusión

de la población finita, en el criterio de inclusión se consideraron a todos los docentes que laboran en la Facultad, donde se forman profesionales en la rama de la Ingeniería, para el criterio de exclusión se consideraron docentes que mantienen un contrato vigente, carga horaria medio tiempo (20 horas), tiempo parcial menos de 20 horas, así como también que el tiempo de permanencia en el puesto de trabajo sea mayor a seis años, tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Criterio de inclusión y exclusión población y muestra

Criterio	Número
Población finita	82
Dedicación tiempo completo	66
Dedicación medio tiempo	13
Dedicación tiempo parcial	3
Docentes nombramiento	30
Docentes contrato	52

La muestra se encuentra segmentada por grupo de edades en donde se obtuvo los porcentajes de acuerdo con las edades de los docentes, presentando un porcentaje de 40% en rango de edad de 35 a 40 años, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Rango de edad docentes

Rango de edad	Número	Porcentaje
35 a 44 años	82	40,0%
45 a 54 años	66	26,7%
55 o más	13	33,3%
TOTAL	3	100%

Fase II. Diagnóstico inicial

En función de la muestra obtenida, se estudió las posturas adoptadas durante la jornada laboral y de manera cualitativa se realizó el levantamiento de las principales molestias o dolencias presentadas por los docentes al ejecutar las labores diarias en el salón de clase, para lo cual inicialmente se diseñó un formulario basado en preguntas del cuestionario Nórdico de Kuorinka, diseñado por medio de un formulario en línea denominado Microsoft Forms, el cual fue enviado a través de correo electrónico, y sirvió como herramienta para detectar los trastornos musculoesqueléticos en el contexto de la salud ocupacional de los encuestados, en la primera parte se determinan de forma general los datos relevantes correspondientes a información personal, hábitos, trabajo, condición actual y si se encuentra expuesto a riegos ergonómicos.

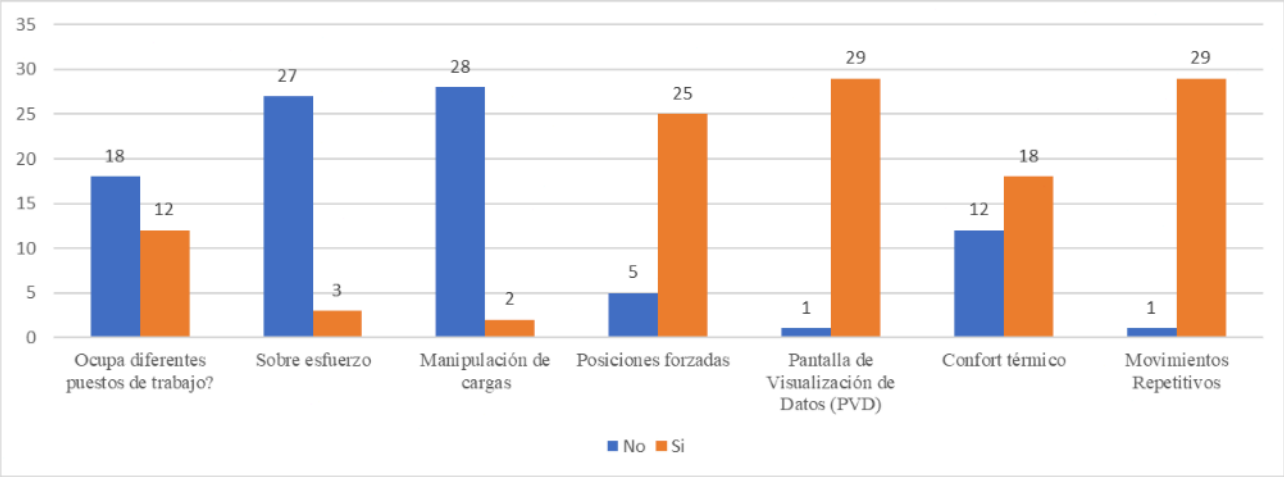


Fig. 1. Riesgos ergonómicos presentes en las actividades laborales.

En la tabulación de los datos obtenidos se puede apreciar en la figura 1 que, la mayoría de los docentes se encuentran expuestos a posiciones forzadas, exposición a pantallas de visualización y movimientos repetitivos, relacionadas con el uso de las extremidades superiores.

En la segunda parte se identifican las molestias que han presentado los docentes en el último año, dolor en áreas específicas del cuerpo como: cabeza, espalda, codos, cuello, hombros, manos, muñecas, rodillas, piernas, tobillos, de lo cual de acuerdo con las encuestas realizadas a los 30 docentes de la facultad y la ponderación establecida existe la presencia de estas molestias, así como también en la zona lumbar y dorsal, como se indica en la figura 2.

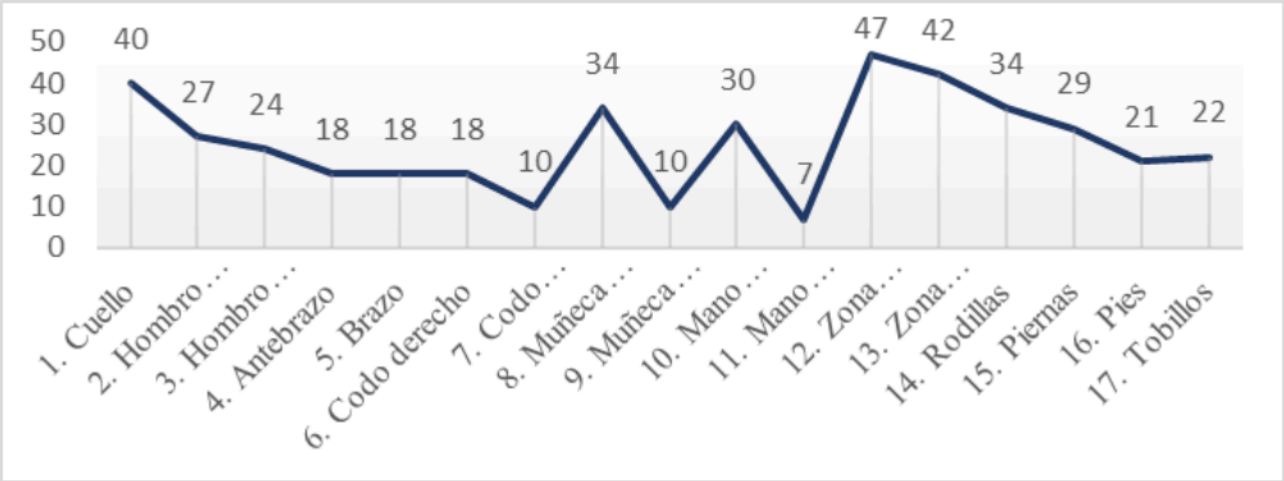


Fig. 2. Dolor en áreas específicas del cuerpo.

Fase III. Observación directa

Mediante la observación directa y siguiendo un método sistemático para la obtención de información objetiva que permita realizar la evaluación del riesgo al cual se encuentran expuestos los docentes, debido a las posturas adoptadas en la ejecución de las actividades. El uso de cámaras fotográficas y de video, en esta fase, permitió identificar las posturas, input necesario para una adecuada aplicación de las distintas metodologías de estudio ergonómico requeridas en este estudio.

Jenyffer Yépez, Karla Paola, Marco Alarcón
jayepez@utn.edu.ec, kpnegrete@utn.edu.ec, mgalarconc@utn.edu.ec

Fase IV. Evaluación ergonómica

Existen diferentes métodos ergonómicos para el análisis y valoración de las condiciones de trabajo como son el método RULA, REBA, OWAS, para efectos del presente estudio se aplicaron los siguientes métodos:

Método REBA:

Objetivo: Evaluar el grado de exposición y las posturas adoptadas por los docentes durante la jornada de trabajo.

Método: realiza una división del cuerpo en dos grupos como son el grupo 1 corresponde al cuello, tronco, piernas, lo que corresponde al grupo 2 son brazos, antebrazos y muñecas, adicional a este análisis se aplicó el software Ergosoft Pro-5.0 que genera un análisis del nivel del riesgo al cual se encuentra expuesto el docente.

En esta etapa se realizó la evaluación del factor de riesgo ergonómico por posturas en el aula de clase, en el que se seleccionó la postura de pie, mediante observación directa la postura que se mantiene y se repite es, cuando se realiza una explicación en la pizarra, por lo que es posible observar en la figura 3 los ángulos que se forman con el brazo derecho que se encuentra levantado, la posición del tronco y cuello con ayuda del software geogebra.

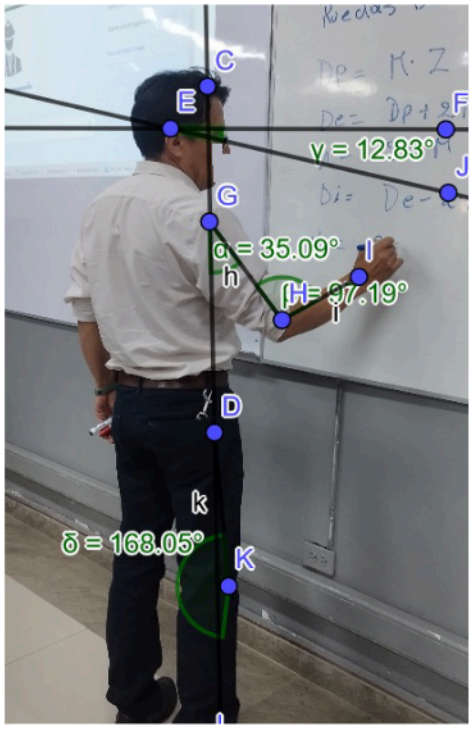


Fig. 3. Postura específica del cuerpo con identificación de ángulos.

En la figura 4 se puede apreciar el resultado de la evaluación realizada a los docentes mediante el análisis de las posturas, en donde se presenta un nivel de riesgo medio y alto, puesto que los datos obtenidos se encuentran entre la media que es 7 y el límite de control superior que es 10, por lo que se debe tomar acciones correctivas para controlar el riesgo y disminuirlo.

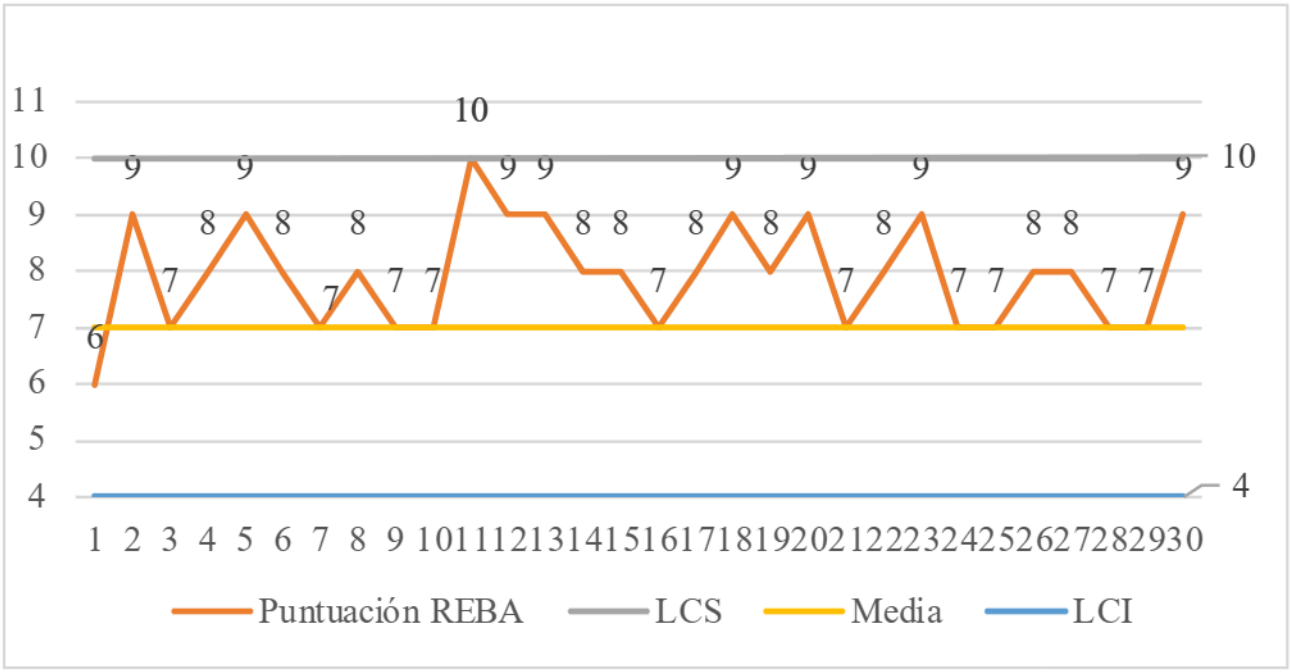


Fig. 4. Evaluación del riesgo.

Conclusiones y recomendaciones

Para el estudio se identificó una población total de 82 personas de la cual se tomó una muestra de 30 docentes que cumplen con los criterios de inclusión como son relación laboral, tiempo de dedicación de 40 horas, tiempo de trabajo en la institución mayor a cinco años, a los que se aplicó el cuestionario nórdico de Kuorinka, en donde es posible identificar los riesgos ergonómicos a los cuales se encuentran expuestos los docentes al ejecutar actividades laborales diarias como son posiciones forzadas 23,58%, exposición a pantallas de visualización de datos (PVD) 27,36% y movimientos repetitivos 27,36%.

A partir de la investigación realizada es posible obtener información desde el punto de vista de la ergonomía, por lo que se puede identificar que las molestias y dolor presentadas en el último año en los puestos de trabajo son en el cuello, muñeca derecha, mano derecha y zona lumbar, y se encuentra relacionado con la actividad laboral que es la Docencia, donde se ejecutan tareas como son la escritura en la pizarra, que requiere mantener el brazo elevado y uso frecuente del computador.

La aplicación del método REBA permitió realizar una evaluación total del cuerpo de acuerdo con los ángulos que forman las posturas de trabajo, clasificándolo en dos grupos como son; grupo A cuello, tronco y extremidades inferiores, donde se evidencia que más de la mitad de los docentes adoptan una postura del cuello inferior a 0° con torsión e inclinación lateral, postura del tronco entre -20 y 20° y la postura de las piernas, existe una flexión de más de 60°, en el grupo B conformado por brazo, antebrazo y muñeca, se evidencia que el brazo derecho forma un ángulo de 45° y 90° y superior a 90°, en algunos casos al extender el brazo para alcanzar la parte superior de la pizarra, la muñeca adopta una posición de extensión que va entre 0 y 15° con una desviación lateral, estas posiciones arrojan un nivel de riesgo medio y alto.

Controlar los riesgos a los cuales se encuentran expuestos los docentes y a la vez cumplir con la normativa legal vigente, es posible realizarlo a través de la planificación y organización de un plan de acción, el cual se basa en la jerarquía de control de riesgo, específicamente en controles administrativos, lo que permitiría modificar la manera en la que las personas trabajan al incorporar equipos y herramientas necesarias para mejorar las posturas ergonómicas, así como también, crear una cultura de prevención de riesgos y cuidado al trabajador.

Referencias

1. Mondelo, P.; Torada, E.; González, P.: Ergonomía 4: el trabajo en oficinas. Universitat Politècnica de Catalunya, 2015. Accedido: 13 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://elibro.net/es/ereader/utnorte/52190?page=20

2. Navas Cuenca, E.: Ergonomía (2a. ed.). Editorial ICB, 2018. Accedido: 14 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://elibro.net/es/ereader/utnorte/111471

3. Obregón Sánchez, M.: Fundamentos de ergonomía. Grupo Editorial Patria, 2016. Accedido: 14 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://elibro.net/es/ereader/utnorte/40469?page=22

4. Estrada Muñoz, J.: Ergonomía básica. Ediciones de la U, 2015. Accedido: 14 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://elibro.net/es/ereader/utnorte/70253?page=19

5. Castillo M., J.: La arquitectura de la prevención: la ergonomía prospectiva y el análisis de los riesgos en el trabajo. Editorial Universidad del Rosario, 2019. Accedido: 14 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://elibro.net/es/ereader/utnorte/124381?page=53

6. Vera-Díaz, F.; Galarza-Villalba, M.; Galarza-Bravo, F.: «La ergonomía y su aplicación en las aulas universitarias», Polo Conoc., vol. 2, n.o 7, Art. n.o 7, jul. 2017, doi: 10.23857/pc.v2i7.223.

7. «SICE - Comunidad Andina - Decisión 584», 2000. http://www.sice.oas.org/trade/junac/decisiones/dec584s.asp (accedido 15 de septiembre de 2023).

8. García-Salirrosas, E; Sánchez-Poma, R.: «Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos en docentes universitarios que realizan teletrabajo en tiempos de COVID-19», An. Fac. Med., vol. 81, n.o 3, Art. n.o 3, sep. 2020, doi: 10.15381/anales.v81i3.18841.

9. Organización Mundial de la Salud, «Trastornos musculoesqueléticos». https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions (accedido 14 de septiembre de 2023).

10. Neusa, G.; Argoti, C.: «Ergonomía en las granjas de producción agrícola - Ediciones de la U - Librería - Compra ahora», Ediciones de la U. https://edicionesdelau.com/producto/ergonomia-en-las-granjas-de-produccion-agricola/ (accedido 14 de septiembre de 2023).

11. Mondelo, P.; Torada, E.; Barrau Bombardó, P.: Ergonomía 1: fundamentos. Universitat Politècnica de Catalunya, 2015. Accedido: 14 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://elibro.net/es/ereader/utnorte/61404?page=146

12. Pérez Aguilera, F.: Manual ergonomía: formación para el empleo. Editorial CEP, S.L., 2013. Accedido: 15 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://elibro.net/es/ereader/utnorte/50539

13. Ergonautas, «Método OWAS - Ovako Working Analysis System». https://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php (accedido 15 de septiembre de 2023).

14. Ergonautas, «Método REBA - Rapid Entire Body Assessment». https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php (accedido 15 de septiembre de 2023).

15. Ergonautas, «Método RULA - Rapid Upper Limb Assessment». https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php (accedido 14 de septiembre de 2023).

16. Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, «Estadísticas Seguro General de Riesgos del Trabajo». https://app.powerbi.com/view? r=eyJrIjoiMzhhZjRkOGYtMTQ2NC00ZWIyLWE2Y2UtY2IxNDc0NzI2YWJjIiwidCI6IjZhNmNlOGVkLTBlMGYtNDY4YS05Yzg1LWU3Y2U0ZjIxZjRmMiJ9 (accedido 14 de septiembre de 2023).

17. Suárez, L.: «Dirección Actuarial, de Investigación y Estadística».

18. Henao Robledo, F.: Salud ocupacional: conceptos básicos (2a. ed.). Ecoe Ediciones, 2010. Accedido: 14 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://elibro.net/es/ereader/utnorte/69131?page=68

19. Álvarez Heredia, F.: Salud ocupacional y prevención: guía práctica. Ediciones de la U, 2012. Accedido: 14 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://elibro.net/es/ereader/utnorte/70195?page=116

20. Jiménez del Barrio, S.: et al., «Tratamiento conservador en pacientes con síndrome del túnel carpiano con intensidad leve o moderada. Revisión sistemática», Neurología, vol. 33, n.o 9, pp. 590-601, nov. 2018, doi: 10.1016/j.nrl.2016.05.018.

21. Muñoz, M.; Vela Rodríguez, F.; Vergara Amador, E.: «Medial epicondylitis. Current concepts», Rev. Colomb. Reumatol., vol. 18, n.o 4, pp. 295-303, 2011, doi: 10.1016/S0121-8123(11)70045-7.

22. Guiloff, S.; Niedmann, J.; Hebel, E.; Villacres, F.: «Tendinitis cálcica del manguito rotador y su lavado por ultrasonido», Rev. Chil. Radiol., vol. 23, n.o 3, pp. 109-115, 2017, doi: 10.4067/S0717-93082017000300005.

23. Yamada, A.; Simon, D.; Antunes, F.; Say, K.; Souza, A.: «Psychosocial factors associated with disability in patients with non-specific chronic low back pain: A cross-sectional study», Rehabilitacion, vol. 57, n.o 2, 2023, doi: 10.1016/j.rh.2022.06.002.

24. Collado, C.; Lucio, P.: «METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN».

VOL. 6 Nº1 - 2023

IBARRA - ECUADOR | Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas
Innovation & Development in Engineering and Applied Science
IDEAS

Diseño e implementación de un módulo didáctico para la enseñanza de los parámetros de incidencia en el desempeño de un aerogenerador

http://doi.org/10.53358/ideas.v6i1.990

Pablo Catota, Cristian Tasiguano Pozo, Paola Portero, Edgar Chamba, Wesly Tituaña
Instituto Tecnológico Superior Rumiñahui, Sangolquí, Ecuador
pablo.catota@ister.edu.ec, ctasiguano@itsa.edu.ec, paola.portero@ister.edu.ec, edgar.chamba@ister.edu.ec, wesly.tituana@ister.edu.ec

Fecha de envío, octubre 19/2023 - Fecha de aceptación, diciembre 19/2023 - Fecha de publicación, enero 19/2024

Resumen: En la actualidad el estudio de fuentes de energías renovables es importante con fin de evaluar su desempeño y conocer sus limitaciones. El objetivo de esta investigación es diseñar y construir un módulo didáctico de un túnel de viento, para la evaluación y enseñanza del desempeño de un aerogenerador, mediante la variación de la velocidad del viento. El módulo didáctico propuesto está conformado por un aerogenerador de 600 W, un ventilador de 200 W, un túnel de viento y sensores para recolectar información de corriente, voltaje, temperatura, humedad y velocidad del viento. Estas señales se muestran en una interfaz gráfica donde el estudiante puede observar en tiempo real el comportamiento de dichas variables mediante curvas que se construyen por medio de la adquisición de datos en tiempo real. Esto permite a los estudiantes evaluar el efecto de la velocidad del viento en el desempeño del aerogenerador en la generación de energía eléctrica. El del módulo funcionamiento inicia cuando el ventilador se enciende y genera viento con una velocidad aproximadamente de 4.5 m/s. Este flujo se regula a través de un dimmer que permite incrementar la velocidad del viento progresivamente, permitiendo observar el efecto de la velocidad del viento en el aerogenerador.

Palabras Clave: túnel de viento; aerogenerador; adquisición de datos; modulo didáctico

Abstract: The present research article proposes the study of immersive systems in education through the development of an Augmented Reality application as support in the teaching-learning process in the Telematics program. The application is built on the Unity 3D game engine and is applied to third-level students in the industrial communications and technical support subject, specifically focusing on the configuration, parts, and applications of the Mikrotik Hap Lite RB941 Router. Additionally, 3D modeling of the PC motherboard is carried out to determine the concepts and parts of the board to be assembled. The developed application allows for interactive management of practical classes, optimizing both time and material resources for each student. Results obtained through usability tests, conducted with both teachers and students, indicate a high level of acceptance for use in classrooms. This is attributed to the easy manipulation and interactivity with the virtual environment, leading to improvements in the learning process.

Keywords: Mikrotik Hap; Teaching-learning process; Augmented Reality; Telematics.

Autor de correspondencia:
Pablo Catota, pablo.catota@ister.edu.ec

CC BY NC ND

Introducción

Los módulos didácticos desempeñan un papel crucial en la educación, ya que proporcionan materiales de aprendizaje estructurados y organizados que ayudan al docente en la enseñanza y aprendizaje de los estudiantes. Los módulos didácticos desglosan temas complejos en unidades más pequeñas y manejables, lo que facilita a los estudiantes la comprensión y retención de la información, adaptándose a diferentes entornos de aprendizaje y a las necesidades de los alumnos. Los docentes pueden modificar o ampliar los módulos para adaptarlos a las necesidades específicas de sus alumnos o a la evolución de los estándares educativos, además de que si éstos son bien diseñados pueden incorporar elementos interactivos y atractivos, como contenidos multimedia, ejercicios interactivos y ejemplos del mundo real, que pueden aumentar el interés y la motivación de los estudiantes por aprender.

La implementación de módulos didácticos enfocados a carreras técnicas, como en este caso, se propone el diseño y construcción de un módulo didáctico que simula la generación eólica en laboratorios educativos, esto es importante para la enseñanza ya que permite al estudiante realizar prácticas y experimentar con los parámetros climatológicos que intervienen o afectan al aerogenerador en situaciones reales. En este ámbito, en el Ecuador se han realizado numerosos estudios, investigaciones y proyectos que ayudan a los estudiantes a mejorar su aprendizaje [2].

La energía eólica es una fuente limpia de energía y renovable, por lo que se ha despertado mucho interés en su estudio. Varias investigaciones han demostrado que la implantación de un túnel de viento para valorar el desempeño de un aerogenerador [8] permite evaluar posibles fallas y los valores máximos de velocidad del viento que puede soportar. Estas pruebas ayudan a evaluar los diseños y mejorarlos para lograr su máximo desempeño y eficiencia [3].

Un túnel de viento permite evaluar la dinámica de un aerogenerador, y con esto determinar las características constructivas, el número de palas que se requieren para lograr su máxima eficiencia en generación de energía eléctrica [6]. Para lograr esto es indispensable recolectar información a través de sensores que ayuden a entender el comportamiento del aerogenerador a diferentes velocidades, con el fin de conocer la situación del flujo del viento y conocer cómo afecta eso en la dinámica [7]. Un túnel de viento permite desarrollar habilidades y conocimientos en los estudiantes, a través la experimentación y evaluación del comportamiento del aerogenerador a diferentes velocidades [1].

Los resultados demuestran que la construcción del túnel de viento generó en los estudiantes un alto nivel de compromiso, motivación y aprendizaje significativo [5]. En general, la investigación demuestra que la construcción de un túnel de viento puede ser una herramienta efectiva para el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería. En base a lo expuesto anteriormente, se plantea realizar el diseño e implementación de un módulo didáctico de generación eólica con monitoreo de señales eléctricas y climatológicas en un interfaz HMI. A través del módulo el estudiante podrá realizar prácticas y experimentos que permitan evaluar el comportamiento del aerogenerador mediante la manipulación de la velocidad del viento.

Metodología y materiales

El presente trabajo está dividido en tres partes, la investigación exploratoria que se utilizó para la revisión bibliográfica con base a otros trabajos y en su mayoría de revistas científicas para establecer el diseño del módulo didáctico. La investigación experimental mediante la cual se realizó el diseño y la construcción del módulo didáctico y finalmente cómo se realizaron las pruebas para validar su correcto funcionamiento. A continuación, se detallan las partes principales del proceso de la implementación del proyecto.

Diseño mecánico

El diseño de los componentes tales como el aerogenerador, el ventilador y la estructura metálica se realizó en el software AutoCAD 2023. Este diseño partió de las necesidades que se observó de un aerogenerador comercial, el cual fue dibujado de acuerdo a medidas reales para obtener una visualización exacta del proyecto, esto permitió establecer las medidas de cada uno de los componentes de modulo didáctico. El material utilizado para la construcción es acero y las dimensiones se puede observar en la Fig. 1.

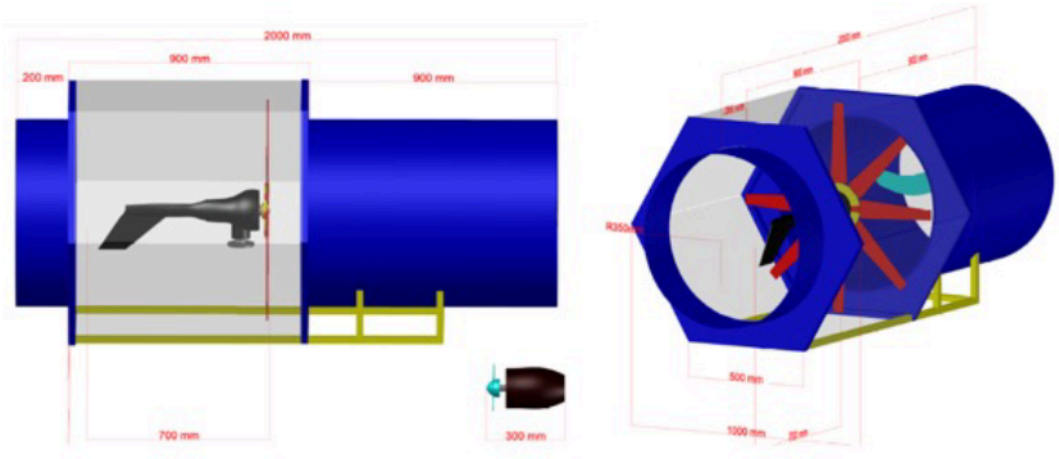


Fig. 1. Diseño tridimensional del módulo didáctico.

Diseño del Sistema de Adquisición de Datos

El sistema de adquisición de datos permite recolectar la información de las magnitudes eléctricas y climatológicas mediante los sensores que se encuentran instalados en el módulo. Estos datos son transmitidos de manera efectiva a una tarjeta Arduino, donde mediante programación se realizó un proceso de filtrado y análisis de las variables. Esta información resultante se visualiza de manera clara y accesible para el usuario a través de una pantalla Nextion. El flujo de adquisición, procesamiento y presentación de datos se muestra en la Fig. 2.

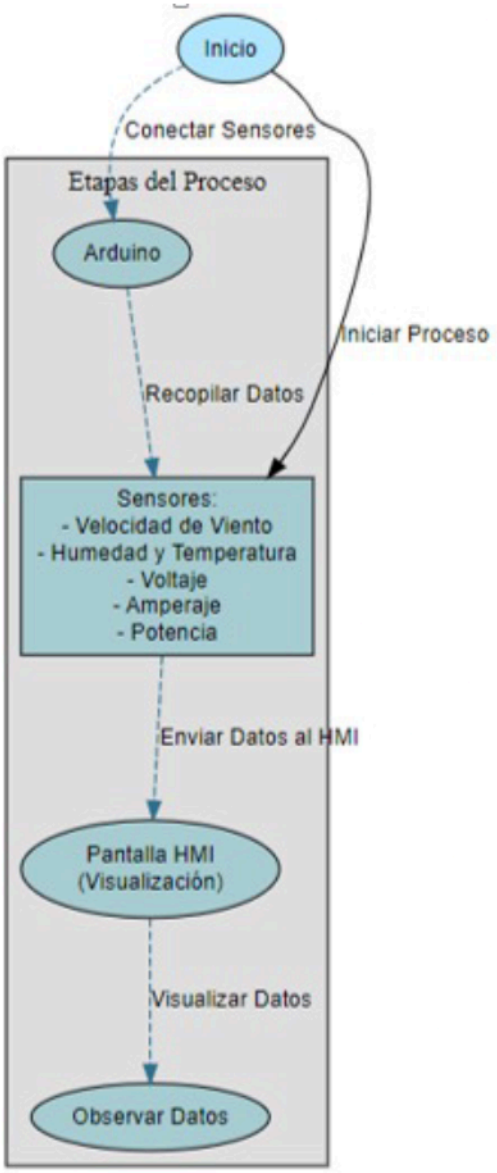


Fig. 2. Diagrama de Adquisición de Datos

El la Fig. 2 se puede ver que el proceso de adquisición de datos se inicializa con la recolección de información al encender el módulo didáctico. Dentro del grupo de sensores y actuadores, se encuentran el sensor de temperatura y humedad DHT22, un sensor de voltaje FZ0430-25V, un sensor de corriente ACS712-5A y un sensor de viento KMYC-3 (0-2V). En el bucle principal, se leen los valores de temperatura, humedad, voltaje, corriente y viento, y luego se actualizan en la pantalla táctil Nextion HMI. La interacción del usuario en la pantalla reinicia el bucle para más lecturas y actualizaciones. En conjunto, el sistema opera eficazmente, permitiendo la medición y visualización de múltiples parámetros en tiempo real. En la Figura 3 se puede ver el módulo construido físicamente.



Fig. 3. Módulo didáctico construido

Construcción del módulo para adquisición de datos y control del ventilador

Para la creación del módulo, se empleó una caja de PCB en la que se dispuso de una pantalla HMI en el exterior y, en su interior, se ubicaron el Arduino Mega, el sensor de voltaje, el sensor de corriente y un Dimmer de 2000W, para controlar el ventilador. La disposición también incluyó terminales para conectar directamente sensores como el de viento, temperatura y humedad, enriqueciendo la comprensión global del sistema. En la parte trasera de la pantalla HMI de la marca Nextion, se destaca el conector que alimenta la pantalla y establece la comunicación con el Arduino mediante los pines RX y TX, así como los terminales de conexión de los sensores.

Por otro lado, la segunda caja alberga la conexión principal de alimentación de 110V, que se distribuye mediante adaptadores de voltaje para proveer energía tanto a la pantalla Nextion como al Arduino Mega. Esta misma fuente de energía impulsa el funcionamiento del dimmer, que a su vez suministra la potencia necesaria para los terminales de conexión que alimentan el ventilador, utilizado para girar el aerogenerador en un túnel de viento, contribuyendo al análisis de rendimiento. En esta misma caja, se ubican el controlador y la carga que permiten medir el amperaje generado por el aerogenerador, optimizando la supervisión y evaluación de la producción energética. En la Fig. 4 se muestra la implementación del sistema de adquisición de datos.



Fig. 4. Sistema de adquisición de datos

Resultados y Discusión

En la pantalla HMI se pueden observar los valores de las variables de voltaje, corriente, potencia, velocidad del viento, temperatura y humedad relativa, como se muestra a continuación en la Fig. 5. Como carga del sistema implementado se ha utilizado un foco led de 9 W a 12V de valores nominales.



Fig. 5. Visualización de Pantalla HMI

A continuación, en la tabla 1, se resumen todos los valores obtenidos de las variables antes mencionadas y su relación en función de la variación de la velocidad de viento.

Tabla 1. Valores obtenidos de pruebas realizadas en el módulo didáctico.

Porcentaje Dimmer	Voltaje CC	Corriente CC	Potencia	Velocidad del viento	Temperatura	Humedad Relativa
0	0,00V	0,00 A	0,00 W	0 m/s	11,3 °C	90,7%
20	0,64V	0,05A	0,14W	0,20 m/s	11,3 °C	90,7%
40	2,00V	0,10A	0,20W	1,37 m/s	11,3 °C	90,7%
50	7,18V	0,32A	2,32W	5,47 m/s	11,3 °C	90,7%
60	8,10V	0,47A	3,80W	7,04 m/s	11,3 °C	90,7%
70	9,97V	1,30A	15,23W	7,45 m/s	11,3 °C	90,7%
100	10,1V	1,53A	15,45W	8,03 m/s	11,3 °C	90,7%

En la Fig. 6, se muestran las variaciones de las variables obtenidas por los diferentes sensores y como se despliega en el HMI la información.

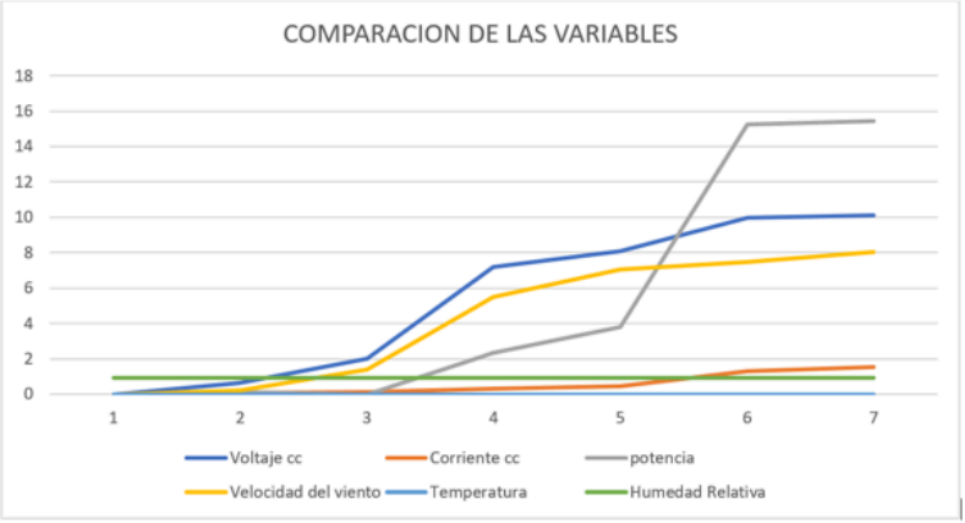


Fig. 6. Gráfica de Variables

Discusión y Análisis

En la Fig. 6, se puede visualizar la relación directa entre el voltaje, la corriente y la potencia generados por el aerogenerador en función de la velocidad del viento. A medida que la velocidad del viento aumenta, el voltaje y la corriente generados también aumentan de manera proporcional, lo que resulta en un incremento significativo en la potencia generada. La corriente va aumentando paulatinamente su valor, pero cuando el voltaje está cerca al valor nominal de funcionamiento de carga, esta sube de una manera rápida.

La velocidad del viento, generada por el ventilador controlado por un dimmer, impacta directamente en la potencia generada por el aerogenerador. A medida que la velocidad del viento se incrementa, la potencia generada también experimenta un aumento significativo. Esta relación subraya la importancia de mantener una velocidad de viento óptima para maximizar la producción de energía.

Los valores de humedad y temperatura registrados son indicadores clave de las condiciones ambientales en el túnel de viento. Estos factores pueden influir en la densidad del aire y, por ende, en la eficiencia de la generación de energía. Es importante considerar estos datos al analizar las variaciones en la potencia generada bajo diferentes condiciones climáticas.

Conclusiones

Los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo del módulo han brindado la información necesaria para optimizar el rendimiento del sistema y mejorarlos en su construcción. Por otra parte, la comparativa entre el diseño proyectado y el resultado final a través de las pruebas realizas, muestra el cumplimiento en la implementación del módulo educativo de generación eólica y el monitoreo de variables eléctricas al variar la velocidad del viento.

La implementación del sistema de adquisición de datos permite el monitoreo de variables eléctricas y climatológicas, respaldando su funcionamiento mediante la programación realiza en Arduino para garantizar la recepción de señales desde los sensores. Los resultados obtenidos demuestran la efectividad y precisión de este sistema, validando la operación del módulo didáctico.

La creación del módulo educativo de generación eólica con túnel de viento y sistema de adquisición de datos representa un avance significativo en el desarrollo de sistemas de generación eléctrica renovables para la enseñanza en centros educativos. Los resultados finales obtenidos no solo validan la viabilidad del proyecto, sino también su potencial para impulsar la comprensión y el aprendizaje en el campo fuentes de energía eólica.

Referencias

1. Calderón, R. R., Flores, D. B., & López, S. R. (2022). Wind tunnel: Construction of didactic material as learning strategy. 2022 Congreso de Tecnología, Aprendizaje y Enseñanza de La Electrónica (XV Technologies Applied to Electronics Teaching Conference), 1–5. https://doi.org/10.1109/TAEE54169.2022.9840737

2. Chicaiza Flores, J. J., & Valenzuela Pallasco, M. B. (2022). Implementación de un mini Sistema de Generación Eléctrica a través de Energía Eólica como fuente de Energía Renovable [bachelorThesis, Ecuador : La Mana : Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)]. http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8476

3. Guanoluisa Torres, C. A. (2021). Implementación de módulos didácticos de energía eólica para el laboratorio de Tecnología Industrial de la ESFOT. [bachelorThesis, Quito, 2021]. http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21824

4. Mioralli, P. C., & Avallone, E. (2023). CONSTRUÇÃO DE UM TÚNEL DE VENTO DIDÁTICO COMO APLICAÇÃO PEDAGÓGICA NO ENSINO TÉCNICO. Educação em Revista, 39(39). https://periodicos.ufmg.br/index.php/edrevista/article/view/39236

5. Onnen, D., Petrović, V., Neuhaus, L., Langidis, A., & Kühn, M. (2023). Wind tunnel testing of wake tracking methods using a model turbine and tailored inflow patterns resembling a meandering wake. 2023 American Control Conference (ACC), 837–842. https://doi.org/10.23919/ACC55779.2023.10155916

6. Peralta, J., Delgado, E., Maldonado, F., Durazno, G., Miranda-Delgado, L., Prieto, A., & Reinoso, J. (2023, February 8). Methodology for the Design of Demonstrative Didactic Prototypes for the Teaching of Renewable Energies Based on Education for Sustainable Development 'ESD.' ASME 2022 International Mechanical Engineering Congress and Exposition. https://doi.org/10.1115/IMECE2022-96149

7. Taecharoenwiriyakun, S., Suppaadirek, N., & Tammaruckwattana, S. (2020). Wind Tunnel Model for Natural Wind Velocity. 2020 8th International Conference on Condition Monitoring and Diagnosis (CMD), 426–429. https://doi.org/10.1109/CMD48350.2020.9287277

8. Vasconcelos, V., Bigotte, E., Almeida, R., Amaro, J. P., & Marques, L. (2023). An integrated framework for STEM education experiments with focus on sustainability and renewable energies. 2023 32nd Annual Conference of the European Association for Education in Electrical and Information Engineering (EAEEIE), 1–5. https://doi.org/10.23919/EAEEIE55804.2023.10182178

VOL. 6 Nº1 - 2024

IBARRA - ECUADOR | Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas
Innovation & Development in Enginnering in Applied Science
IDEAS

Ingeniería y ciencias aplicadas: evaluación de habilidades investigativas en estudiantes de primeros semestres

http://doi.org/10.53358/ideas.v6i1.991

Jessica Fernanda Guerrero Urbano; Diego Mauricio Jara Arias; Alan Elias Cedeño Ortiz; Katherine Michelle González Guambaña
Universidad Nacional de Loja
jessica.guerrero@unl.edu.ec, diego.m.jara@unl.edu.ec, alan.cedeño@unl.edu.ec, katherine.m.gonzalez@unl.edu.ec

Fecha de envío, noviembre 20/2023 - Fecha de aceptación, diciembre 20/2023 - Fecha de publicación, enero 19/2024

Resumen: El desarrollo tecnológico y científico de la sociedad depende en gran medida de la formación de ingenieros en ciencias, donde las habilidades adquieren una relevancia crucial para abordar los desafíos inherentes a este campo. El presente estudio tuvo como propósito determinar el nivel de habilidades investigativas en estudiantes de primer semestre de las carreras en el área de ingeniería y ciencias de una universidad ecuatoriana. El tipo de investigación realizada es no experimental y transversal. El enfoque es cuantitativo y descriptivo en su alcance, involucrando a 163 estudiantes. Se encontraron resultados que muestran que más del 50% de los estudiantes percibieron consistentemente estas habilidades en "casi siempre" y "siempre" según una escala tipo Likert con cinco niveles de evaluación. Esto refleja una percepción positiva, sin embargo, se identifica una debilidad en el dominio analítico e interpretativo, considerando que se encuentra en la etapa inicial de formación este dato es aceptable.

Palabras clave: Educación universitaria, Habilidades investigativas, Ingeniería, Ciencias aplicadas

Abstract: The technological and scientific development of society heavily relies on the education of engineers in sciences, where skills become crucial in addressing the inherent challenges of this field. The present study aimed to determine the level of research skills among first-semester students in engineering and science disciplines at an Ecuadorian university. The research conducted was non-experimental and cross-sectional. The approach is quantitative and descriptive in its scope, involving 163 students. Results revealed that over 50% of students consistently perceived these skills as "almost always" and "always" based on a Likert scale with five levels of assessment. This reflects a positive perception; however, a weakness was identified in the analytical and interpretative domain. Considering this data is from an early stage of education, this finding is deemed acceptable.

Keywords: Universitary education, Research skills, Engineering, Research skills, Applied science

Autor de correspondencia:
Fernanda Guerrero Urbano, jessica.guerrero@unl.edu.ec

CC BY NC ND

Introducción

La labor del ingeniero ha estado siempre relacionada a la solución óptima de problemas a través de su ingenio [1]. En opinión de Edgar Serna la ingeniería es "el desarrollo y aplicación del conocimiento científico y tecnológico para satisfacer las necesidades de la sociedad, dentro de los condicionantes físicos, económicos, humanos y culturales", [2, p.13]. también se ha definido a la ingeniería como la aplicación de experiencias y conocimientos científicos al diseño y perfeccionamiento de procesos industriales mediante diseños, modelos y técnicaas [3], [4].

La ingeniería ha sido parte fundamental del progreso de vida del ser humano desde tiempos ancestrales, cuando las primeras civilizaciones se esforzaban por desarrollar sistemas de construcción, fertilización y herramientas para mejorar la calidad de vida, así, según Serna en [2], los pioneros en la ingeniería han buscado comprender y aprovechar los fenómenos naturales, centrándose en hallar explicaciones racionales a estos eventos. Esta exploración temprana llevó a un constante crecimiento y evolución en el campo de la ingeniería, transformándola en una disciplina clave enfocada en la aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos para resolver problemas desde los cotidianos hasta los más complejos como el desarrollo continuo de tecnología [5].

Lo visto anteriormente posiciona al ingeniero como vínculo central entre la ingeniería y su beneficio tangible a la sociedad. Según Castillo en [4], este profesional se especializa en disciplinas y subdisciplinas que abarcan varios campos y áreas, aplicando sus conocimientos de forma específica para abordar desafíos en cada uno de estos dominios. La versatilidad del ingeniero radica en su capacidad para adaptarse y aplicar sus habilidades en diversas situaciones, contribuyendo así al avance, la innovación y el incremento en la productividad económica en distintos sectores [6].

La ingeniería, en su esencia, está intrínsecamente vinculada con la ciencia, la tecnología y educación. Estos campos están entrelazados ya que la ingeniería depende de los principios científicos tanto para su fundamentación teórica como para la práctica en su aplicación [7]. Esta tendencia entre ciencia, tecnología y educación busca preparar a los futuros profesionales de la ingeniería no solo con un sólido entendimiento científico, sino también con la capacidad y habilidad de aplicar eficazmente la tecnología más actualizada en la resolución de problemas y el desarrollo de soluciones innovadoras en su área de especialización [6], [8].

En tal sentido Aracil en [9] afirma que el ingeniero recurre al conocimiento científico, extrae provecho empleando abstracción matemática, sentido común e intuición para la solución de problemas concretos y bien definidos, acotando a esta premisa, el mismo autor sostiene que la ingeniería, aunque se nutre del conocimiento científico, a menudo se enfrenta a la complejidad y la incertidumbre en la toma de decisiones prácticas. Esto lleva al empleo de soluciones pragmáticas que, si bien pueden no ser científicamente perfectas, son eficaces y aplicables [10].

Para una mejor comprensión en relación a la labor de los científicos e ingenieros Cuevas et al. [11] explican que estos profesionales estudian la naturaleza del mundo. Esto implica que todo conocimiento científico en tanto que basado en hechos, es verdadero. El objetivo que persiguen es establecer las bases del conocimiento para que posteriormente sean aplicadas de forma creativa. Por lo tanto, los ingenieros actúan como facilitadores de la ciencia, llevan adelante los descubrimientos e investigaciones hacia aplicaciones tangibles que benefician a la sociedad [12].

El rol del ingeniero al estar encaminado a dar respuestas a los problemas que el medio presenta, ha dado gran importancia a la investigación científica. Esto se debe a que la aplicación de esta metodología promueve el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la adquisición de nuevos conocimientos [13]. A partir de esta premisa las instituciones de educación superior en el Ecuador han dado énfasis a la implantación de una cultura investigativa, a través de métodos de enseñanza-aprendizaje que incentiven habilidades investigativas. Este esfuerzo corresponde a la dinámica que muestra el entorno actual y a los problemas que esta situación plantea a los ingenieros y estudiantes de ingeniería [14].

La formación de estudiantes en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas ha ido evolucionando notablemente en las últimas décadas, pasando de la adquisición de conocimientos teóricos a un proceso que busca desarrollar capacidades de respuesta eficientes y sólidas. Para dar autonomía y sostenibilidad a este cambio, las capacidades desarrolladas deben estar fundamentadas en habilidades investigativas dentro de los respectivos campos. Esto se relaciona a su vez con las necesidades del estudiante por comprender y aplicar con éxito los conocimientos y destrezas adquiridos a lo largo de la carrera. De este modo el estudiante es capacitado para abordar desafíos complejos y contribuir significativamente a los avances de la ciencia y tecnología contemporánea [13], [15].

El proceso de enseñanza-aprendizaje basado en las habilidades investigativas en los estudiantes universitarios permite su desenvolvimiento como individuos autónomos, críticos, conscientes y responsables tanto en el aspecto profesional como en su vida social y personal. De esta manera, el desarrollo de estas habilidades promueve la formación integral del estudiante, dotándolo de las herramientas necesarias para enfrentar los desafíos desde una concepción científica, tecnológica e investigativa del mundo actual, de manera innovadora y efectiva [16], [17].

Al tornarse la investigación científica y tecnológica como parte del proceso de enseñanza-aprendizaje, según Duarte en [18], las habilidades investigativas se han integrado de manera inherente en el currículo de las instituciones de educación superior. Este aporte no solo genera, sino que, también valida el conocimiento en el entorno universitario, desempeñando un papel fundamental en la formación de profesionales competentes y preparados para la sociedad [19].

Con base en lo visto anteriormente, las habilidades investigativas se definen como un conjunto de capacidades y destrezas que permiten a un estudiante llevar a cabo procesos de investigación de calidad. El desarrollo de estas habilidades implica el aprendizaje y la aplicación de métodos y técnicas para la recopilación y análisis de datos, así como para la interpretación de resultados [20], [21]. Expertos en el tema tales como Vera-Rivero et al. y Rueda et al. en [22], [23] sostienen que estas habilidades son un componente clave que refuerza los contenidos impartidos en las materias universitarias. Este componente ofrece a los estudiantes un mayor dominio en la generación de conocimiento científico-técnico, lo que se traduce en la formación de profesionales altamente competentes, preparados para producir y superar los desafíos que presenta la sociedad actual.

Considerando la relevancia del estudio sobre habilidades investigativas y su integración eficaz en la formación de los estudiantes de ingeniería y ciencias, Chávez-Ayala et al. en [13] han propuesto siete dimensiones (dominios), que abordan tales habilidades. Estas dimensiones identifican a través de actividades específicas, la familiaridad con la que un estudiante se desenvuelve en distintas áreas. De este modo, cada dimensión queda vinculada a una habilidad investigativa que puede ser evaluada. En la tabla 1 se muestran las dimensiones y sus actividades específicas.

Tabla 1. Habilidades investigativas: siete dimensiones. Fuente. [13].

DIMENSIÓN	ÍTEMS
D1: Dominio exploratorio	1. Consultas libros, artículos u otros documentos de carácter científico 2. Empleas motores académicos de búsqueda 3. Visitas repositorios y bibliotecas especializadas 4. Utilizas la técnica del fichaje documental 5. Elaboras repositorios personalizados 6. Renuevas tu biblioteca con bibliografía actualizada 7. Analizas y valoras la calidad de todo texto que lees 8. Verificas el respaldo científico de todo texto que lees
D2: Dominio tecnológico	9. Manipulas Microsoft Word y Excel sin problemas 10. Operas lectores PDF, MOBI, EPUB, etc sin dificultades 11. Presentas problemas al operar softwares estadísticos 12. Utilizas gestores bibliográficos
D3: Dominio metodológico	13. Planificas rutas metodológicas para tus trabajos académicos 14. Planteas objetivos viables y coherentes en tus trabajos académicos 15. Verificas la validez y la confiabilidad de los instrumentos que usas
D4: Dominio analítico e interpretativo	16. Dominas técnicas estadísticas descriptivas 17. Dominas técnicas estadísticas inferenciales 18. Interpretas los resultados de una investigación con facilidad 19. Te cuesta tomar decisiones según los resultados de un estudio
D5: Dominio comunicativo a nivel escrito	20. Empleas la normativa de redacción de trabajos científicos (APA) 21. Usas terminología técnica en la elaboración de informes 22. Redactas tus informes de forma breve, clara y concisa 23. Corriges las faltas ortográficas de tus informes académicos 24. Empleas los esquemas del instituto para elaborar tus informes 25. Incluyes tablas y gráficos en tus productos académicos
D6: Dominio comunicativo a nivel oral	26. Empleas conceptos y terminología técnica al disertar 27. Modulas la pronunciación y el tono de voz al disertar 28. Al disertar usas modismos, vulgarismos o muletillas 29. Expresas ideas breves y claras al disertar 30. Preparas material audiovisual cuando tienes que disertar 31. Proyectas imágenes, tablas y gráficos al momento de disertar 32. Al disertar haces uso de ejemplos y casos prácticos
D7: Dominio cooperativo	33. Demuestras iniciativa cuando trabajas en equipo 34. Participas activamente en trabajos colaborativos 35. Asumes responsabilidades y compromisos al trabajar en equipo 36. Cumples con las tareas que te asignan en los trabajos grupales

La dimensión "Dominio exploratorio" (D1) implica la habilidad de realizar una cuidadosa selección de fuentes confiables dentro de la información disponible. Este aspecto cobra gran importancia al asegurar la calidad y relevancia en investigaciones de tipo documental, especialmente en un contexto donde la sobreabundancia de información poco confiable, facilitada por la accesibilidad y difusión en internet, plantea un desafío [24], [25].

La proliferación de tecnologías y la avalancha de datos han aumentado las dudas sobre la autenticidad de las fuentes en trabajos de investigación, pero el uso de prácticas académicas sólidas entre docentes y estudiantes puede ayudar a mitigar este problema. Un estudiante con dominio en esta área demostrará competencia en la búsqueda y evaluación de información, discerniendo su fiabilidad y relevancia de manera crítica y eficiente. Además, empleará la información de manera ética y legal para asegurar la construcción sólida y confiable de su investigación, cumpliendo con los estándares requeridos [26].

La dimensión "Dominio tecnológico" (D2) comprende el uso y dominio de las herramientas tecnológicas académicas para desarrollar y definir trabajos o proyectos académicos. Entre estas herramientas se puede mencionar gestores bibliográficos, programas de análisis estadísticos, plataformas en línea, uso de hojas de cálculos, Microsoft Office, repositorios y base de datos académicos[27].

Con el eficiente manejo del D2 se espera que el estudiante tenga acceso y pueda organizar información, además de cultivar una forma de aprendizaje independiente. Esto permitirá resolver problemas específicos a la hora de analizar datos y presentar informes, de este modo existe una contribución al mejoramiento y eficacia educativa. Los mencionados elementos buscan cumplir con los objetivos académicos establecidos en trabajos educativos y a la vez contribuir con material científico para la sociedad [27], [29].

La dimensión "Dominio metodológico" (D3) comprende el estudio, reflexión crítica y fundamentada que se realiza dentro de un proceso sistemático para construir conocimiento en el ámbito académico y científico. Con esta perspectiva, Medina-Díaz y Verdejo-Carrión en [30] proponen que esta dimensión se centra en el entendimiento y aplicación de métodos, técnicas e instrumentos adecuados en función de objetivos y preguntas de investigación. Así, permite la recopilación de datos relevantes, válidos y confiables, además de la obtención de resultados sólidos [31], [32].

La dimensión "Dominio analítico e interpretativo" (D4) comprende dos aspectos: el análisis a través de técnicas estadísticas y la interpretación detallada de los resultados obtenidos en un estudio. En tal sentido esta dimensión busca comprender el manejo de variables y conceptos con el uso de técnicas estadísticas para analizar, interpretar y comunicar los resultados de una investigación [33]. La importancia radica en el procesamiento y presentación de información de forma clara y precisa. Esto a su vez permite sustentar el trabajo asegurando que los resultados respondan a las preguntas planteadas y a los objetivos de un trabajo académico [34].

La dimensión "Dominio comunicativo a nivel escrito" (D5), según Flores y Boillos en [35], [36], comprende la capacidad de una persona para comunicarse con un lenguaje escrito formal y profesional. En esta dimensión se aborda la habilidad cognitiva, sociocultural y lingüística que permite transmitir información de forma escrita. Al encontrarse lejos del receptor este dominio permite al estudiante difundir el mensaje de forma analítica y critica, dando a conocer los hallazgos encontrados en su estudio. Además, de esta manera se fomenta la construcción del conocimiento colectivo y el intercambio intelectual [37], [38].

La dimensión "Dominio comunicativo a nivel oral" (D6), comprende la interacción hablada entre el estudiante (encuestado) y un receptor. La habilidad abordada está relacionada con el empleo del lenguaje para transmitir un mensaje de forma efectiva. Esto implica la capacidad que tiene un individuo para participar con la sociedad mediante un discurso que permita diferenciar, interpretar y retener información por parte del receptor [39]. Es importante destacar que el manejo adecuado de esta destreza permite la transmisión de información con dominio propio, claro y preciso [40], [41].

La dimensión "Dominio cooperativo" (D7) trata la participación activa del individuo en la sociedad, promoviendo la colaboración para abordar temas académicos o resolver problemas. Esta dimensión enfatiza la interacción entre los estudiantes investigadores, fomentando una dinámica abierta y la reevaluación colectiva de ideas [37], [42]. La cooperación se convierte en un vehículo fundamental para la integración de los universitarios para alcanzar un nivel más profundo de comprensión y construcción del conocimiento desde la opinión abierta del equipo de trabajo [43], [44].

La evaluación de las habilidades investigativas se ha convertido en un aspecto crucial para comprender mejor las fortalezas y debilidades de los estudiantes de ingeniería y ciencias. El objetivo principal del presente trabajo es evaluar el nivel de habilidades investigativas en estos estudiantes, de tal forma que se pueda identificar las áreas que necesiten mayor apoyo. Con esto se contribuye a la mejora de los programas educativos universitarios, proporcionando a los docentes y expertos en desarrollo curricular una base sólida que les permita mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Materiales y métodos

Este estudio utiliza un enfoque de investigación no experimental cuantitativo de tipo transversal, con un alcance descriptivo. Al ser cuantitativo, este enfoque se centra en la medición objetiva y la recolección de datos numéricos, lo que permite un análisis riguroso de fenómenos específicos.

La población objeto de estudio está compuesta por 163 estudiantes de ingeniería en sus primeros semestres dentro del periodo académico 2023. La literatura especializada muestra varias alternativas para la recopilación sistemática de información. Estas herramientas muestran características diversas tales como diferentes poblaciones de estudio, el uso de dimensiones para la clasificación de habilidades, aplicación a estudios de caso, enfoques sobre habilidades cognitivas básicas y especializadas entre otras [45]–[54]. La herramienta seleccionada para el presente trabajo es la escala validada de habilidades investigativas propuesta por Chávez-Ayala et al. en [13], en la que las habilidades investigativas se corresponden a siete dimensiones subdivididas en 36 items evaluados con escala tipo Likert. Esta encuesta se realizó en línea a través de la plataforma Google Forms. La información recopilada se registró en tablas en Microsoft Excel y se procesó para su análisis estadístico utilizando el programa IBM SPSS Statistics 29.0.1.0. En el anexo 1 se muestra el instrumento completo.

Cabe mencionar que esta población ha recibido capacitaciones dentro de la metodología de la investigación y gestión de la información.

Resultados, Análisis y Discusión, Conclusiones

Resultados, análisis y discusiones

De la encuesta aplicada a los 163 estudiantes de ingeniería y ciencias, a través del formulario Google forms, se puede observar los siguientes resultados:

Tabla 2. Dominio exploratorio.

Dominio exploratorio

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	15	9,2	9,2	9,2
	A veces	56	34,4	34,4	43,6
	Casi siempre	76	46,6	46,6	90,2
	Siempre	16	9,8	9,8	100,0
	Total	163	100,0	100,0	

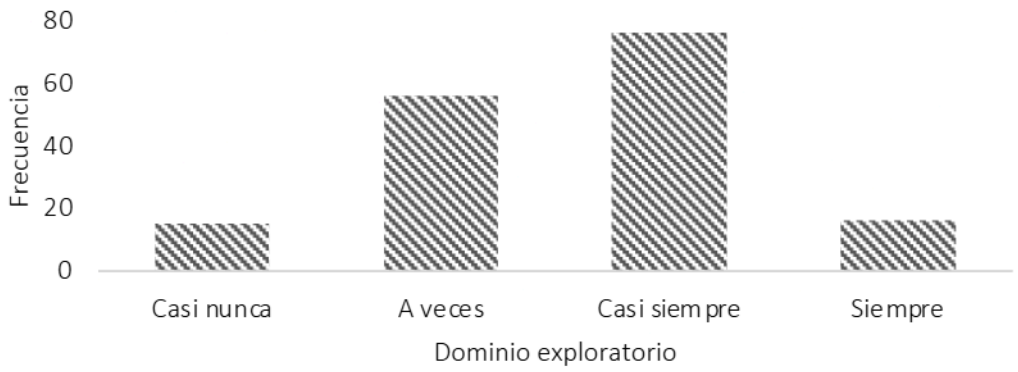


Figura 1. Dominio exploratorio

En la tabla 2 se muestran los resultados acerca de las habilidades investigativas en el dominio exploratorio. Se observa que el 9,2% (15) de los estudiantes se encuentra ubicado en el nivel "casi nunca". En segundo lugar, se tiene al nivel "a veces" con el 34,4% de la población (56). A continuación, el nivel "casi siempre" es el más dominante y se corresponde con el 46,6% (76) y el último nivel "siempre" con el 9,8% (16). Estos datos se muestran en la figura 1.

Tabla 3. Dominio tecnológico.

Dominio tecnológico					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	5	3,1	3,1	3,1
	A veces	34	20,9	20,9	23,9
	Casi siempre	96	58,9	58,9	82,8
	Siempre	28	17,2	17,2	100,0
	Total	163	100,0	100,0	

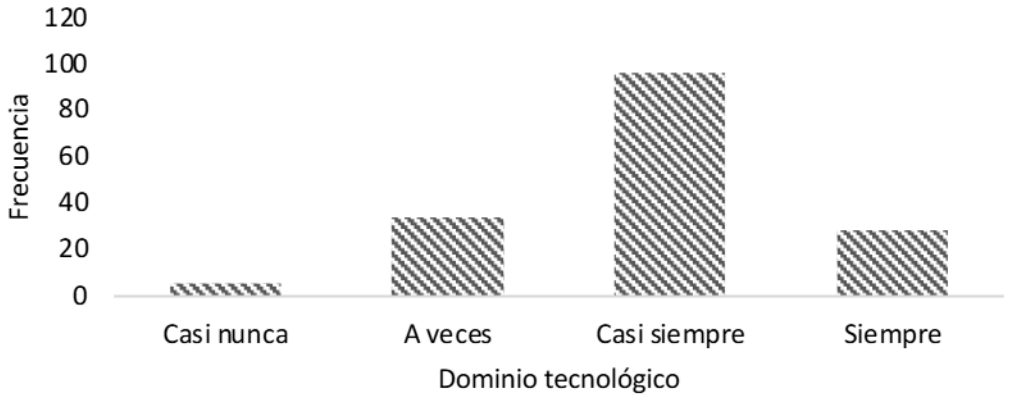


Figura 2. Dominio tecnológico.

En la tabla 3 se muestra los resultados acerca de las habilidades investigativas en el dominio tecnológico. Se observa que el 3,1% (5) de los estudiantes se encuentran ubicados en un nivel "casi nunca". En segundo lugar, se tiene el nivel "a veces" con el 20,9 (34). A continuación, el nivel "casi siempre" es el más dominante y se corresponde con el 58,9% de la población (96) y el último nivel "siempre" con el 17,2% (28). Estos datos se muestran en la figura 2.

Tabla 4. Dominio metodológico.

Dominio metodológico					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nunca	2	1,2	1,2	1,2
	Casi nunca	5	3,1	3,1	4,3
	A veces	49	30,1	30,1	34,4
	Casi siempre	82	50,3	50,3	84,7
	Siempre	25	15,3	15,3	100,0
	Total	163	100,0	100,0	

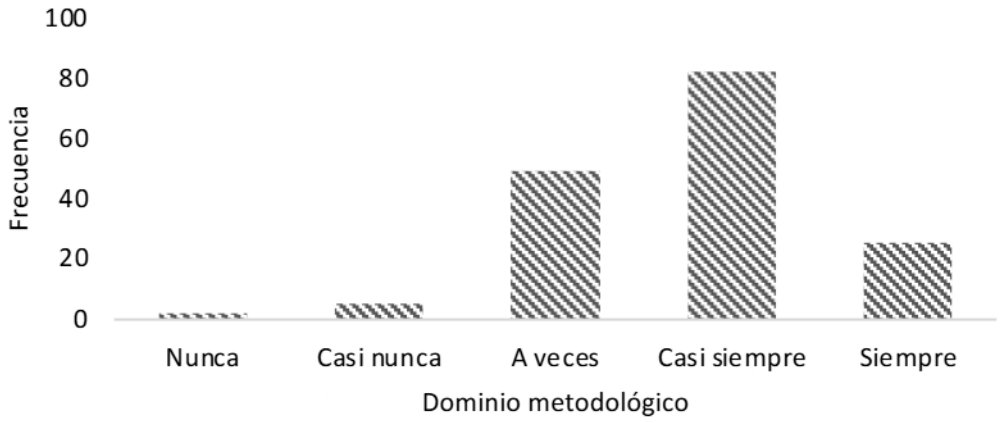


Figura 3. Dominio metodológico.

En la tabla 4 se muestra las habilidades investigativas denominada con el dominio metodológico. Se observa que el 1,2% (2) de los estudiantes se encuentran ubicados en un nivel nunca. El nivel "casi nunca que le corresponde con el 3,1% (5). En segundo lugar, se tiene el nivel "a veces" con el 30,1% (49). A continuación, el nivel "casi siempre" es el más dominante y se corresponde con el 50,3% de la población (82) y el último nivel "siempre" con el 15,3% (25). Estos datos se muestran en la figura 3.

Tabla 5. Dominio analítico e interpretativo.

Dominio analítico e interpretativo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	10	6,1	6,1	6,1
	A veces	73	44,8	44,8	50,9
	Casi siempre	74	45,4	45,4	96,3
	Siempre	6	3,7	3,7	100,0
	Total	163	100,0	100,0	

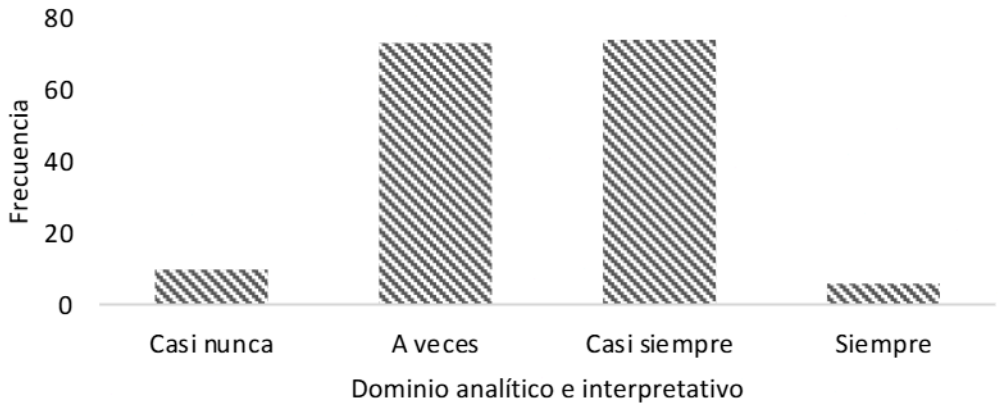


Figura 4. Dominio analítico e interpretativo.

En la tabla 5 se muestran los resultados acerca de las habilidades investigativas en el dominio analítico e interpretativo. Se observa que el 6,1% (10) de los estudiantes se encuentra ubicado en el nivel "casi nunca". Seguido del segundo lugar se tiene el nivel "a veces" con el 44,8% (73). A continuación, el nivel "casi siempre" es el más dominante y se corresponde con el 45,4% de la población (74) y el último nivel "siempre" con el 6,1% (10). Estos datos se muestran en la figura 4.

Tabla 6. Dominio comunicativo a nivel escrito.

Dominio comunicativo a nivel escrito

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	3	1,8	1,8	1,8
	A veces	30	18,4	18,4	20,2
	Casi siempre	80	49,1	49,1	69,3
	Siempre	50	30,7	30,7	100,0
	Total	163	100,0	100,0	



Figura 5. Dominio comunicativo a nivel escrito.

En la tabla 6 se muestra los resultados acerca de las habilidades investigativas en el dominio comunicativo a nivel escrito. Se observa que el 1,8% (3) de los estudiantes se encuentran ubicados en un nivel "casi nunca". A continuación, se tiene el nivel "a veces" con el 18,4% (30). El nivel "casi siempre" es el más dominante y se corresponde con el 49,1% de la población (80) y el último le corresponde el segundo nivel "siempre" con el 30,7% (50). Estos datos se muestran en la figura 5.

Tabla 7. Dominio comunicativo a nivel oral.

Dominio comunicativo a nivel oral

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	4	2,5	2,5	2,5
	A veces	61	37,4	37,4	39,9
	Casi siempre	78	47,9	47,9	87,7
	Siempre	20	12,3	12,3	100,0
	Total	163	100,0	100,0	



Figura 6. Dominio comunicativo a nivel oral.

En la tabla 7 se muestra los resultados acerca de las habilidades investigativas en el dominio comunicativo a nivel oral. Se observa que el 2,5% (4) de los estudiantes se encuentran ubicados en un nivel "casi nunca". A continuación, se tiene el nivel "a veces" con el 37,4% (61). El nivel "casi siempre" es el más dominante y se corresponde con el 47,9% de la población (78) y el último en segundo lugar le corresponde al nivel "siempre" con el 12,3% (20). Estos datos se muestran en la figura 6.

Tabla 8. Dominio cooperativo.

Dominio cooperativo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	2	1,2	1,2	1,2
	A veces	13	8,0	8,0	9,2
	Casi siempre	60	36,8	36,8	46,0
	Siempre	88	54,0	54,0	100,0
	Total	163	100,0	100,0	

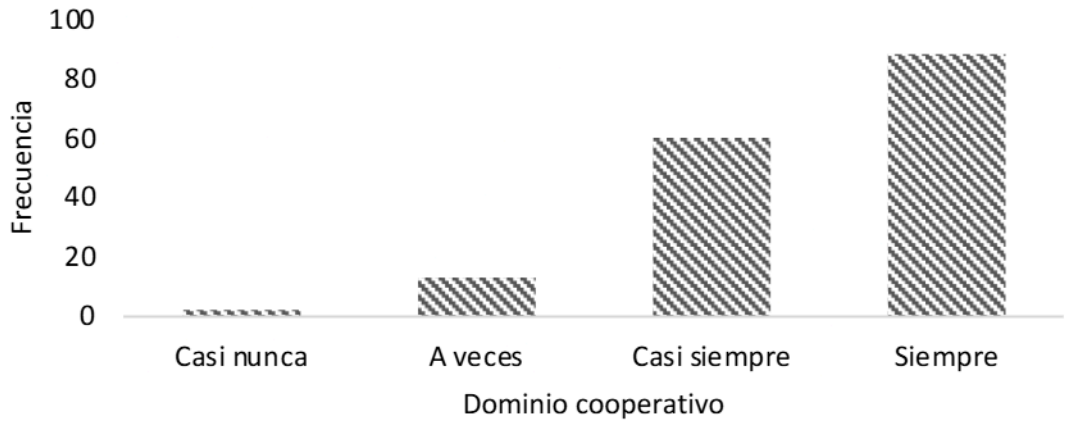


Figura 7. Dominio cooperativo.

En la tabla 8 se muestran los resultados acerca de las habilidades investigativas en el dominio cooperativo. Se observa que el 8,0% (13) de los estudiantes se encuentra ubicado en el nivel "casi nunca". El nivel "a veces" es el más dominante y se corresponde con el 34,4% de la población (56). A continuación, en segundo lugar se tiene al nivel "casi siempre" con el 46,6% (76) y el ultimo nivel "siempre" con el 9,8% (16). Estos datos se muestran en la figura 7.

Conclusiones

El desarrollo de habilidades investigativas a los estudiantes de ingeniería y ciencias son fundamentales para el desarrollo académico y profesional. La evaluación de estas proporciona el nivel de conocimientos y capacidades en diversos dominios: exploratorio, tecnológico, metodológico, analítico e interpretativo, comunicativo a nivel escrito, comunicativo a nivel oral y cooperativo con el que cuentan los estudiantes al ingreso a la Universidad.

La evaluación temprana de las habilidades investigativas a los estudiantes en el primer semestre de la carrera, se puede identificar las áreas de fortaleza y debilidad en la preparación académica. En tal sentido, se puede deducir que servirá de soporte para adaptar y ajustar los programas educativos según las necesidades identificadas. A través de esta adaptación, los educadores pueden sentar sólidas bases para el desarrollo académico del estudiante.

La preparación de los futuros profesionales debe centrarse desde el inicio de su formación, asegurando así el éxito continuo a lo largo de la carrera universitaria. Con los programas educativos en función de la evaluación de las habilidades investigativas, se garantiza un entorno educativo más propicio para cultivar las destrezas esenciales necesarias en los campos de la ingeniería y las ciencias. Este enfoque inicial proporcionará a los estudiantes las capacidades para abordar investigaciones avanzadas en sus campos de estudio e incluso para continuar con estudios de posgrado.

Los resultados de este estudio revelan que las siete dimensiones de habilidades investigativas en casi siempre y siempre presenta un porcentaje 56,4%, Este hallazgo indica que más de la mitad de los estudiantes perciben estas habilidades como altamente presentes en su experiencia educativa o académica. Esto sugiere una percepción positiva y generalizada entre los estudiantes en relación con estas dimensiones de habilidades investigativas. Sin embargo, se identificaron áreas de debilidad significativa, particularmente en las habilidades analíticas e interpretativas. Es importante señalar que, dado el contexto de estos estudiantes que se encuentran en las etapas iniciales de su formación académica, esta debilidad es comprensible. A medida que avancen en su carrera, es esperable que fortalezcan progresivamente estas habilidades, mejorando su dominio analítico e interpretativo.

En estudios previos, la tendencia sobre el nivel de estas habilidades es baja en comparación con los hallazgos de este estudio. Los resultados sugieren que el impacto positivo observado podría atribuirse a los programas de capacitación. Esta hipótesis podría ser validada con estudios futuros.

Referencias

1. Treviño, J.: Ingeniero, ingeniería, ingenieril. El profe Treviño. https://etimologico.com.mx/ciencia/ingeniero/ (2022). Accedido: 26 de noviembre de 2023
2. Serna, E.: La ingeniería, Revista Digital Lámpsakos, Vol. 1, pp. 13-21 (2009)
3. Cambridge Dictionary. https://dictionary.cambridge.org/es-LA/dictionary/spanish-english/ingenieria s.f.. Accedido: 26 de noviembre de 2023
4. Castillo, J.: Introducción a la Ingeniería. (2017). http://www.areandina.edu.co
5. Greefhorst, D.; Proper, E.: The Role of Enterprise Architecture, en Architecture Principles. Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, Vol. 4, pp. 7-29 (2011). Doi: 10.1007/978-3-642-20279-7_2
6. Acevedo, A.; Linares, M.: El enfoque y rol del ingeniero industrial para la gestión y decisión en el mundo de las organizaciones. Induastrial Data Revista de Investigación, Vol. 15, No. 1, pp. 9-24 (2012)
7. Quintero-Torres, R,; Bermúdez-Cruz, R.: Ciencia, ingeniería y sociedad. Ciencia, pp. 6-15 (2010)
8. Serna, E.: INVESTIGACIÓN FORMATIVA EN INGENIERÍA. (2020). Doi: 10.5281/zenodo.4031253
9. Aracil, J.: El latente debate sobre la ingeniería y la ciencia. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS, Vol. 14, No. 41, pp. 287-311 (2019). https://www.redalyc.org/journal/924/92460273017/ . Accedido: 26 de noviembre de 2023
10. Aracil, J.: Ingeniería: La forja del mundo artificial (2017). https://www.raing.es/libro/ingenieria-la-forja-del-mundo-artificial/. Accedido: 26 de noviembre de 2023
11. Cuevas, A.; Amarilla, A.; Corvalán, R.: Ciencia y tecnología: una mirada desde la ingeniería. Extensionismo, Innovación y Transferencia Tecnológica, Vol. 7, pp. 139 (2021). Doi: 10.30972/eitt.704772
12. Andrickson, J.: La ciencia y la ingeniería - Issuu. https://issuu.com/uccloyola/docs/ingenium_202020_20dig/s/11234641. Accedido: 26 de noviembre de 2023
13. Chávez-Ayala, C.; Farfán-Córdova, N.; San Lucas-Poveda, H.; Falquez-Jaramillo, J.: Construcción y validación de una escala de habilidades investigativas para universitarios. Revista Innova Educación, Vol. 5, No. 2, pp. 62-78 (2023). Doi: 10.35622/j.rie.2023.02.004
14. Ministerio de Educación: Agenda de Investigación Educativa 2022-2026 (2022). www.educacion.gob.ec
15. Fernández-Monge, L.; Carcausto, W.; Quintana-Tenorio, B.: Habilidades investigativas en la educación superior universitaria de América Latina: Una revisión de la literata. Polo del conocimiento, Vol. 7, No. 1, pp. 02-23 (2022). Doi: 10.23857/pc.v7i1.3464

16. Buendía-Arias, X.; Zambrano-Castillo, L.; Insuasty, E.: El desarrollo de competencias investigativas de los docentes en formación en el contexto de la práctica pedagógica. FOLIOS, No. 47, pp. 178-195 (2018)

17. Vidal, C.; Gordon, Y.; Vengoechea, J.; Guerra, B.; Cervantes, Z.: Análisis de competencias para la formación investigativa en programas de ingeniería. En REDINE (Coord.), Medios digitales y metodologías docentes: Mejorar la educación desde un abordaje integral, Vol. 5, pp. 43-53 (2021)

18. Duarte, L.: La importancia de la investigación educativa como herramienta poderosa para transformar realidades. Revista Conexiones: una experiencia más allá del aula, Vol. 10, No. 4, pp. 46-58 (2018)

19. Collazo, M.: Currículo universitario y calidad de la educación. Aportes teóricos y metodológicos para la investigación de los campos de formación. Revista Educación Superior y Sociedad (ESS), Vol. 34, No. 1, pp. 181-205 (2022). Doi: 10.54674/ess.v34i1.538

20. García, N.; Paca, N.; Arista, S.; Valdez, B.; Gómez, I.: Investigación formativa en el desarrollo de habilidades comunicativas e investigativas. Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research, Vol. 20, No. 1, pp. 128-136 (2018). Doi: 10.18271/ria.2018.336

21. Barbachán, E.; Tello, A.: Habilidades investigativas y formulación de proyectos de investigación tecnológica en estudiantes de una universidad pública. Delectus Revista Científica - INICC - Perú, Vol. 4, No. 2, pp. 96-103 (2021). http://portal.amelica.org/ameli/ jatsRepo/390/3902197008/index.html

22. Rueda, J.; Torres, L.; Cordova, U.: DESARROLLO DE HABILIDADES INVESTIGATIVAS EN ESTUDIANTES DE UNA UNIVERSIDAD PERUANA. Revista Conrado, Vol. 18, No. 85, pp. 66-72 (2021)

23. Vera-Rivero, D.; Chirino-Sanchez, L.; Ferrer, L.; Blanco, N.; Amechazurra, M.; Machado, D.; Moreno, K.: Autoevaluación de habilidades investigativas en alumnos ayudantes de una universidad médica de Cuba. Educación Medica, Vol. 22, No. 1, pp. 20-26 (2021). Doi: 10.1016/j.edumed.2018.11.009

24. Blanco, Y.; Merchán, E.; Mero K.: HERRAMIENTAS PARA FACILITAR A ESTUDIANTES DE INFORMÁTICA LA BÚSQUEDA Y RECUPERACIÓN DE INFORMACIÓN CIENTÍFICA. Holos, Vol. 37, No. 3, pp. 1-16 (2021). Doi: 10.15628/holos.2021.10023

25. Espinoza, E.: EL PLAGIO UN FLAGELO EN EL ÁMBITO ACADÉMICO ECUATORIANO. Universidad y Sociedad, Vol. 12, No. 3, pp. 407-415 (2020)

26. Alfaro, P.; De Juan, T.: EL PLAGIO ACADÉMICO: FORMAR EN COMPETENCIAS Y BUENAS PRÁCTICAS UNIVERSITARIAS. RUIDERAe: Revista de Unidades de Información, No. 6 (2014)

27. Cruz, E.: Importancia del manejo de competencias tecnológicas en las prácticas docentes de la Universidad Nacional Experimental de la Seguridad (UNES). Revista Educación, Vol. 43, No. 1, pp. 196-218 (2019). Doi: https://doi.org/10.15517/revedu.v43i1.27120

28. Fandos, M: Las tecnologías de la información y la comunicación en la educación: un proceso de cambio (2008)

29. Quimis, M.; Soledispa, G.; Maldonado, K.; Tóala, F.: IMPACTO DE LAS TICS EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN EL ECUADOR. UNESUM-Ciencias: Revista Científica Multidisciplinaria, Vol. 5, No. 1, pp. 113-120 (2021). https://orcid.org/0000-

30. Medina-Díaz M.; Verdejo-Carrión, A.: Validez y confiabilidad en la evaluación del aprendizaje mediante las metodologías activas. Alteridad, Vol. 15, No 2, pp. 270-284, (2020). Doi: 10.17163/alt.v15n2.2020.10

31. Arias, L.: Proyecto de Tesis Guía para la elaboración (2020). www.agogocursos.com

32. Hadi, M.; Martel, C.; Huayta, F.; Rojas, C.; Arias, J.: Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de tesis. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú (2023). Doi: https://doi.org/10.35622/inudi.b.073

33. Hidalgo-Brenes, A.: LA IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA. Acta Académica, No. 68, pp. 87-102 (2021)

34. Cleonares, A.; Nevarez, J.; Armijos, J.; Vélez, Á: DESARROLLO METODOLÓGICO DE LA REDACCIÓN CIENTÍFICA EN CIENCIAS DE LA SALUD. Revista Conrado, Vol. 18, No. S3, pp. 486-491 (2022). https://orcid.org/0000-0002-5152-3616

35. Flores, M.: La competencia comunicativa escrita de los estudiantes de ingeniería y la responsabilidad institucional. Innovación Educativa, Vol. 14, No. 65, pp. 1665-2673 (2014)

36. Boillos, M.: LAS CARAS DEL PLAGIO INCONSCIENTE EN LA ESCRITURA ACADÉMICA. Educación XX1, Vol. 23, No. 2, pp. 211-229 (2020). Doi: 10.5944/educxx1.25658

37. Santillán-Aguirre, J.: La importancia de la comunicación oral y escrita en el siglo XXI. Polo del conocimiento, Vol. 7, No. 2, pp. 2061-2077 (2022)

38. Álvarez-Álvarez, M.; Boillos-Pereira, M.: La producción escrita de los estudiantes universitarios de nuevo ingreso. Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación, Vol. 8, No 16, pp. 71-90 (2015). Doi: 10.11144/Javeriana.m8-16.peeu

39. Alvarez Y.; Parra, A.: Fortalecimiento de la expresión oral en un contexto de interacción comunicativa (2015)

40. Vélez-Intriago, N.; Fernández-Leyva, J.: El enfoque comunicativo en el desarrollo de la expresión oral. Polo del Conocimiento, Vol. 7, No. 11, pp. 1689-1713 (2022). Doi: 10.23857/pc.v7i8

41. Merchán-Cevallos, J.; Molina-Benavides, L.: Comunicación oral: Dominio escénico de los estudiantes de la Carrera de Comunicación de la UPSE. Revista Científica Arbitrada de Investigación en Comunicación, Marketing y Empresa REICOMUNICAR, Vol. 5, No. 9, pp. 136-149 (2022). Doi: 10.46296/rc.v5i9.0040

42. Garrote, D.; Jiménez-Fernández, S.; Martínez-Heredia, N.: El Trabajo Cooperativo como Herramienta Formativa en los Estudiantes Universitarios. REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, Vol. 17, No. 3, pp. 41-58 (2019). Doi: 10.15366/REICE2019.17.3.003

43. Rojas, J.: El Aprendizaje Colaborativo: Estrategias y habilidades (2015)

44. Azorin, C.: El método de aprendizaje cooperativo y su aplicación en las aulas. Perfiles educativos, Vol. XL, n.o 161, pp. 181-194 (2018)

45. Rojas, A.; Castro, L.; Siccha, A.; Ortega, Y.: Desarrollo de habilidades investigativas en estudiantes de enfermería: Nuevos retos en el contexto formativo. Investigación Valdizana, Vol. 13, NO. 2, pp. 107-112 (2019). Doi: 10.33554/riv.13.2.236

46. Álvarez, R.; Torres, L.; Heredia, G.; Zhindón, C.: Impacto de las habilidades investigativas de los docentes universitarios en la productividad científica. Revista científica INSPILIP, Vol. 6, No. 1, pp. 47-55 (2022). Doi: 10.31790/inspilip.v6i1.273.

47. Barbachán, E.; Casimiro, W.; Casimiro, C.; Pacovilca, O.; Pacovilca, G.: HABILIDADES INVESTIGATIVAS EN ESTUDIANTES DE ÁREAS TECNOLÓGICAS. Revista Univercidad y Sociedad, Vol. 13, No. 4, pp. 218-225 (2021)

48. Rueda, L.; Torres, L.; Córdova, U.: DESARROLLO DE HABILIDADES INVESTIGATIVAS EN ESTUDIANTES DE UNA UNIVERSIDAD PERUANA. Revista Conrado, Vol. 18, No. 85, pp. 66-72 (2022)

49. Alvarez-Coronel, K.; Montjoy-Saraguro, J.; Álvarez-Ochoa, R.: La investigación formativa y su contribución en el desarrollo de habilidades investigativas: Revisión sistémica. Ciencia Ecuador Revista Científica, Vol. 4, No. 4, pp. 1-14 (2022)

50. Fernandez-Monge, L.; Carcausto, W.; Quintana-Tenorio, B.: Habilidades investigativas en la educación superior universitaria de América Latina: Una revisión de la literatura. Polo del Conocimiento, Vol. 7, No. 1, pp. 02-23 (2022). Doi: 10.23857/pc.v7i1.3464

51. Carrera, C.; Madrigal, J.; Lara, Y.: Las habilidades investigativas en el currículo de posgrado. Editorial Rediech, Vol. 4, pp. 122-132 (2020). https://www.rediech.org/omp/index.php/editorial/catalogISBN:978-607-98139-6-3https://rediech.org/omp/index.php/editorial/catalog/book/14

52. Valenzuela, M.; Valenzuela, A.; Reynoso, O.; Portillo, S.: Habilidades investigativas en estudiantes de posgrado en Educación. Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores, Vol. 8, No. 16, pp. 1-21 (2021)

53. Barbachán, E.; Tello, A.: Habilidades investigativas y formulación de proyectos de investigación tecnológica en estudiantes de una universidad pública. Delectus, Vol. 4, No 2, pp. 96-103 (2021)

54. Rojas W.; Tasayco, A.: CARACTERIZACIÓN DE LAS HABILIDADES INVESTIGATIVAS EN LA PRODUCCIÓN DE TRABAJOS ACADÉMICOS. REVISTA STUDIUM VERITATIS, Vol. 18, No. 24, pp. 153-169 (2020)


UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
SCIENTIA ET TECHNICUS IN SERVITIUM POPULI
UTN
AUTÓNOMA DESDE 1986
IBARRA - ECUADOR


EDITORIAL
UTN
IBARRA - ECUADOR


MIAR
Matriz de Información para el
Análisis de Revistas




RERCIE
Red de Editores y Revistas Científicas Ecuatorianas


AÑOS
37
UTN


latindex