

Ciência e Tecnologia

Para o Desenvolvimento
Ambiental, Cultural
e Socioeconômico

Xosé Somoza Medina
(organizador)

VOL IX

 EDITORA
ARTEMIS
2026

Ciência e Tecnologia

Para o Desenvolvimento Ambiental, Cultural e Socioeconômico

Xosé Somoza Medina
(organizador)

VOL IX

 EDITORA
ARTEMIS
2026



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores.

Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, **conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.**

Editora Chefe	Prof. ^a Dr. ^a Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M. ^a Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M. ^a Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizador	Prof. Dr. Xosé Somoza Medina
Imagem da Capa	peacestock/123RF
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Prof.^a Dr.^a Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof. Dr. Agustín Olmos Cruz, *Universidad Autónoma del Estado de México*, México
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^a Dr.^a Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF, Brasil
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
Dr. Cristo Ernesto Yáñez León – New Jersey Institute of Technology, Newark, NJ, Estados Unidos
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha



Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil

Prof.^a Dr.^a Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil

Prof.^a Dr.^a Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México

Prof.^a Dr.^a Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal

Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo (USP), Brasil

Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil

Prof.^a Dr.^a Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México

Prof.^a Dr.^a Emilias Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste*, Argentina

Prof.^a Dr.^a Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca*, Espanha

Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República*, Uruguay

Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara*, México

Prof. Dr. Fernando Hitt, *Université du Québec à Montréal*, Canadá

Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona*, Espanha

Prof.^a Dr.^a Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal

Prof.^a Dr.^a Galina Gumovskaya – Higher School of Economics, Moscow, Russia

Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil

Prof.^a Dr.^a Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis*, Argentina

Prof.^a Dr.^a Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina

Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal

Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina

Prof. Dr. Guillermo Julián González-Pérez, *Universidad de Guadalajara*, México

Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg*, Suécia

Prof.^a Dr.^a Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil

Prof.^a Dr.^a Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura*, Peru

Prof.^a Dr.^a Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina

Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío*, Chile

Prof.^a Dr.^a Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil

Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, *University of Miami and Miami Dade College*, Estados Unidos

Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha*, Espanha

Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal

Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil

Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México

Prof. Dr. José Cortez Godínez, Universidad Autónoma de Baja California, México

Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Díaz, Instituto Politécnico Nacional, México

Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid*, Espanha

Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín*, Colômbia

Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*, México

Prof. Dr. Juan Porras Pulido, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México

Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil

Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil

Prof.^a Dr.^a Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil

Prof.^a Dr.^a Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil

Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México

Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha

Prof.^a Dr.^a Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha

Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodriguez, *Universidad Santiago de Compostela*, Espanha

Prof. Dr. Manuel Simões, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal

Prof.^a Dr.^a Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil

Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil

Prof.^a Dr.^a Mar Garrido Román, *Universidad de Granada*, Espanha

Prof.^a Dr.^a Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

Prof.^a Dr.^a María Alejandra Arecco, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina

Prof.^a Dr.^a Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil

Prof.^a Dr.^a Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I*, Espanha

Prof.^a Dr.^a Maria da Luz Vale Dias – Universidade de Coimbra, Portugal

Prof.^a Dr.^a Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal

Prof.^a Dr.^a Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil

Prof.^a Dr.^a M^aGraça Pereira, Universidade do Minho, Portugal

Prof.^a Dr.^a Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil

Prof.^a Dr.^a María Guadalupe Vega-López, *Universidad de Guadalajara*, México

Prof.^a Dr.^a Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal

Prof.^a Dr.^a Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana*, Cuba

Prof.^a Dr.^a Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil

Prof. Dr. Melchor Gómez Pérez, Universidad del Pais Vasco, Espanha

Prof.^a Dr.^a Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México

Prof.^a Dr.^a Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil

Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru

Prof.^a Dr.^a Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil

Prof.^a Dr.^a Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil

Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil

Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil

Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil

Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

Prof.^a Dr.^a Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina

Prof.^a Dr.^a Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)- USP, Brasil

Prof.^a Dr.^a Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University*, Russia

Prof.^a Dr.^a Susana Álvarez Otero – Universidad de Oviedo, Espanha

Prof.^a Dr.^a Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal

Prof.^a Dr.^a Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal

Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil

Prof.^a Dr.^a Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

Prof.^a Dr.^a Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil

Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca*, Colômbia

Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León*, Espanha

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

C569 Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Ambiental,
Cultural e Socioeconômico IX [livro eletrônico] /
Organizador Xosé Somoza Medina. – 1. ed. – Curitiba,
PR: Editora Artemis, 2026.
il. color.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Edição bilíngue.

Inclui bibliografia.

ISBN 978-65-82858-30-7

DOI 10.37572/EdArt_280926307

1. Ciência e tecnologia. 2. Meio ambiente. 3.

Desenvolvimento sustentável. I. Somoza Medina, Xosé.

CDD 600

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



PRÓLOGO

Un nuevo volumen de la serie ***Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Ambiental, Cultural e Socioeconômico***, el noveno ya, nos permite volver a reflexionar sobre los avances científico-tecnológicos y la transferencia de conocimientos a la sociedad. La ciencia y la tecnología ocupan hoy un lugar central en la comprensión y transformación de los distintos ámbitos de la vida contemporánea, pero tan importante es el avance en sí como la creciente posibilidad de difusión de esas innovaciones. El desarrollo actual no se limita a la creación de nuevos dispositivos, procesos o sistemas, sino que se manifiesta también en la capacidad de analizar problemas complejos, optimizar recursos, generar soluciones sostenibles, fortalecer la formación científica y ampliar las formas de interacción entre conocimiento, sociedad y desarrollo. Este libro es un buen ejemplo de esto último.

El presente volumen, ***Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Ambiental, Cultural e Socioeconômico IX***, reúne investigaciones que reflejan esta diversidad de aplicaciones a la sociedad de diferentes avances científicos y técnicos. Los capítulos aquí presentados abordan problemas y aplicaciones diversas, pero comparten una misma orientación: la búsqueda de respuestas actuales a situaciones problemáticas fundamentadas desde la ingeniería, la innovación tecnológica, la ciencia de materiales, la energía, el ambiente, la inteligencia artificial, la formación científico-tecnológica, o la comunicación de la ciencia.

La obra se organiza en tres grandes ejes temáticos.

El primero, ***“Ingeniería, Metodologías y Procesos Tecnológicos”***, reúne seis trabajos vinculados con modelado dinámico, robótica, diagnóstico técnico mediante vibraciones, procesos de corte y manufactura, mejora de la productividad industrial, estudio de materiales y biopolímeros y metodología de investigación en ingeniería. Estos capítulos evidencian el papel de la tecnología en la modelización, experimentación y optimización de procesos y la importancia de los avances metodológicos en el desarrollo de soluciones aplicadas a contextos industriales y científicos.

El segundo eje, ***“Energía y Sostenibilidad”***, integra cinco investigaciones relacionadas con la generación de energía mediante microturbinas hidráulicas, el aprovechamiento de la energía de las mareas, la exposición a contaminantes derivados del uso de biomasa como fuente de energía, la importancia de las plantas medicinales en la dieta y en la cultura tradicional y los nuevos enfoques de la comunicación pública sobre energía nuclear. En conjunto, estos estudios muestran cómo la energía, cualquier tipo de energía, es un ámbito del conocimiento científico y técnico de importancia clave en

nuestra sociedad actual. La energía importa, más que nunca, y la ciencia y la tecnología pueden contribuir tanto al aprovechamiento responsable de los recursos naturales como a la comprensión de sus impactos ambientales y sociales.

El tercer eje, **“Formación y Comunicación en la era de la Inteligencia Artificial”**, amplía el campo de análisis hacia otro ámbito de total actualidad científica y tecnológica, la Inteligencia Artificial. Los seis trabajos reunidos en esta sección examinan el rendimiento académico a través de análisis estadísticos avanzados, el uso de podcasts como herramientas de desarrollo socioemocional docente, la aplicación de la inteligencia artificial en la gestión pública, las dificultades en el aprendizaje por la falta de pensamiento lógico-matemático en una muestra de estudiantes de ingeniería de sistemas computacionales, un modelo de análisis multivariante para evaluar el proceso de aprendizaje y el uso de mundos virtuales para mejorar las capacidades del profesorado. Este conjunto de contribuciones permite observar cómo las tecnologías digitales y la Inteligencia Artificial no solo modifican procedimientos técnicos, sino también las formas de enseñar, aprender y construir significado en el mundo académico.

La diversidad de enfoques presente en esta obra constituye uno de sus principales aportes. Lejos de entender la ciencia y la tecnología como campos aislados, los trabajos aquí reunidos muestran su carácter transversal y su capacidad para dialogar con cuestiones ambientales, educativas, sociales, productivas y culturales.

Esperamos que este volumen contribuya al intercambio de conocimientos, al fortalecimiento de nuevas investigaciones y a la difusión de experiencias y propuestas capaces de ampliar las posibilidades de desarrollo científico y tecnológico en diferentes contextos.

Xosé Somoza Medina

Universidad de León, España

SUMÁRIO

ENGENHARIA, METODOLOGIAS E PROCESSOS TECNOLÓGICOS

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISIS DEL MODELO DINÁMICO DE UN MANIPULADOR ROBÓTICO INDUSTRIAL EN REFERENCIA AL DISEÑO DE SU SISTEMA DE CONTROL

Alejandro Armando Hossian

Roberto Carabajal

Carolina Hirschfeldt

Emanuel Maximiliano Alveal

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263071

CAPÍTULO 2..... 16

APPLICATION OF VIBRATION EFFECTS IN TECHNICAL DIAGNOSTICS AND IDENTIFICATION

Vitalijs Beresnevics

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263072

CAPÍTULO 3.....32

CORTE POR CIZALLAMIENTO DE UNA SILUETA CIRCULAR BAJO CONDICIONES DE MÍNIMO Y MÁXIMO MATERIAL

Pedro de Jesús García Zugasti

Enrique Alejandro Vázquez Hernández

José de Jesús Navarro Delgado

Yolanda Rodríguez Corpus

Juan Compeán Rodríguez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263073

CAPÍTULO 4..... 46

IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA ERIM PARA INCREMENTO DE PRODUCCIÓN EN ÁREA DE ACABADO DE ROTORES

Enrique Alejandro Vázquez Hernández

Pedro de Jesús García Zugasti

Juan Gabriel Sandoval Granja

Gerardo García Liñán

Luis Antonio Renovato Rivera

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263074

CAPÍTULO 5..... 58

ROLE OF THE INTERACTION AMYLOSE-NANOCELLULOSE ON THE RHEOLOGICAL PROPERTIES AND MOISTURE SORPTION OF MAIZE STARCH

Ignacia González

Makarena Jiménez

Paulo Díaz-Calderón

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263075

CAPÍTULO 6..... 72

CONSTRUCCIÓN DEL MARCO TEÓRICO EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA: REVISIÓN NARRATIVA Y ORIENTACIONES DIDÁCTICAS PARA ESTUDIANTES DE LICENCIATURA

Javier Montoya Ponce

Bertha Ivonne Sánchez Luján

María Teresa Martínez Acosta

María Guadalupe Amado Moreno

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263076

ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

CAPÍTULO 7..... 98

GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE MICROTURBINAS HIDRÁULICAS

Nelson Ramiro Gutiérrez Suquillo

Luis Miguel Sánchez Muyulema

Jonnathan Ismael Chamba Cruz

Guillermo Raúl Tumalli Naranjo

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263077

CAPÍTULO 8..... 114

ENERGÍA DE LAS MAREAS, AGUA Y AIRE

Antonio Rabina Merelas

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263078

CAPÍTULO 9.....128

EXPOSICIÓN A HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS POR EL USO DE LEÑA EN LA COMUNIDAD LA MARCELA, MIQUIHUANA, TAMAULIPAS

Lorenzo Heyer Rodríguez

Valeria Navarro López

Bárbara Azucena Hernández Macías

Elizabeth del Carmen Andrade Limas

Jacinto Treviño Carreón

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263079

CAPÍTULO 10..... 148

TALLER SOBRE FARMACIA Y COCINA VIVIENTE EN LA RESERVA DE LA BIÓSFERA SIERRA DE HUAUTLA

Amanda Ortiz Sánchez

Angélica María Alemán Octaviano

 https://doi.org/10.37572/EdArt_28092630710

CAPÍTULO 11.....159

BEYOND PUBLIC ACCEPTANCE: REFRAMING NUCLEAR ENERGY COMMUNICATION IN INDONESIA

Muhammad Yunus Zulkifli

Yunita Permatasari

Atika Ratna Sari

 https://doi.org/10.37572/EdArt_28092630711

FORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA ERA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

CAPÍTULO 12171

ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO MEDIANTE TÉCNICAS ESTADÍSTICAS MULTIVARIANTES: UN ENFOQUE REPRODUCIBLE CON RMARKDOWN

Alberto Hananel Baigorria

 https://doi.org/10.37572/EdArt_28092630712

CAPÍTULO 13 194

EL PODCAST EDUCATIVO COMO DISPOSITIVO DE AUDIO-MEDIACIÓN PARA EL DESARROLLO SOCIOEMOCIONAL DOCENTE: ARQUITECTURA, MODELO ECOS Y CONSIDERACIONES ÉTICAS PARA EL DISEÑO DE APPS DE PODCAST SEL

Paula Correa-Gutiérrez

Fabiola Sáez-Delgado

Pilar Jara-Coatt

Natalia Zañartu-Canihuante

Felipe Albarrán-Torres

 https://doi.org/10.37572/EdArt_28092630713

CAPÍTULO 14 217

INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA GESTIÓN PÚBLICA: INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y CALIDAD DEL SERVICIO AL CIUDADANO

José Ángel Meneses Jiménez

Manuel Rocha Gonzales

Raul Hernando Aguado Apolaya

 https://doi.org/10.37572/EdArt_28092630714

CAPÍTULO 15 230

DIFICULTADES EN LA RESOLUCIÓN DE EJERCICIOS Y HABILIDADES MATEMÁTICAS DE ESTUDIANTES EN LA MATERIA DE LENGUAJES Y AUTÓMATAS I

María Eugenia Carreón Romero

Emmanuel Vázquez Benito

Roberto Carlos Carreón Romero

 https://doi.org/10.37572/EdArt_28092630715

CAPÍTULO 16 243

ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO MEDIANTE R: UN ENFOQUE PRÁCTICO Y REPRODUCIBLE

Alberto Hananel Baigorria

 https://doi.org/10.37572/EdArt_28092630716

CAPÍTULO 17268

COMPUTACIÓN AFECTIVA Y DISEÑO TECNOPEDAGÓGICO DE SISTEMAS DE MUNDO VIRTUAL PARA EL ENTRENAMIENTO SOCIOEMOCIONAL DOCENTE: REQUERIMIENTOS, COMPONENTES, PARÁMETROS DE INMERSIÓN Y EL MODELO SEED DE DESARROLLO PSICOEMOCIONAL SIMULADO

Fabiola Sáez-Delgado

Pilar Jara-Coatt

Javier Mella-Norambuena

Paulo César Coronado-Sánchez

Paula Correa-Gutiérrez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_28092630717

SOBRE O ORGANIZADOR.....295

ÍNDICE REMISSIVO296

CAPÍTULO 7

GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE MICROTURBINAS HIDRÁULICAS

Data de submissão: 08/09/2026

Data de aceite: 21/09/2026

Nelson Ramiro Gutiérrez Suquillo

Universidad UTE

Facultad de Ciencias de la

Ingeniería e Industrias

Carrera de Mecatrónica

Quito - Ecuador

<https://orcid.org/0000-0003-2160-528X>

Luis Miguel Sánchez Muyulema

Universidad UTE

Facultad de Ciencias de la

Ingeniería e Industrias

Carrera de Mecatrónica

Quito - Ecuador

<https://orcid.org/0000-0001-5078-3734>

Jonnathan Ismael Chamba Cruz

Institución y Universidad UTE

Facultad de Ciencias de la

Ingeniería e Industrias

Carrera de Electromecánica

Santo Domingo - Ecuador

<https://orcid.org/0000-0003-2792-7271>

Guillermo Raúl Tumalli Naranjo

Institución y Universidad UTE

Facultad de Ciencias de la

Ingeniería e Industrias

Carrera de Electromecánica

Santo Domingo - Ecuador

<https://orcid.org/0009-0002-9986-3000>

RESUMEN: Este trabajo describe el proceso de diseño y simulación de un sistema que utiliza una micro turbina para generación de electricidad, de esta manera, se puede aprovechar la energía cinética del agua de las estaciones de bombeo de la empresa proveedora de agua potable de la ciudad de Quito (EPMAPS). La energía generada puede utilizarse para autoabastecer el sistema de control de estas instalaciones, esto permite asegurar el suministro de energía seguro e ininterrumpido a la estación, lo que garantiza un funcionamiento continuo con mínimas emisiones de CO₂. Primero, se determinaron los parámetros mecánicos de la estación para cuantificar la potencia eléctrica que se puede generar, con el valor de la energía mecánica y las características de la instalación, se eligió la turbina más adecuada para esta aplicación. Luego, se realizó el diseño hidráulico y eléctrico, que permite que la estación de bombeo se alimente ya sea con la energía de la red eléctrica o del sistema de generación hidráulica. Finalmente, se realizó la simulación del sistema hidráulico utilizando software CAE y análisis de elementos finitos (FEA) para validar la resistencia estructural y el análisis dinámico del sistema, de esta manera se corroboraron los datos obtenidos en la etapa de diseño.

PALABRAS CLAVE: energía renovable; agua potable; microturbina; energía hidroeléctrica; desarrollo sostenible.

ELECTRIC POWER GENERATION USING HYDRAULIC MICROTURBINES

ABSTRACT: This work describes the process of design and simulation of a system that uses a micro turbine to generate electricity, in this way, it is possible to take advantage of the kinetic energy of the water from the pumping stations of the drinking water supplier company of the city of Quito (EPMAPS). The energy generated can be used to self-supply the control system of these facilities, which ensures a safe and uninterrupted power supply to the station, which guarantees continuous operation with minimal CO₂ emissions. First, the mechanical parameters of the station were determined to quantify the electrical power that can be generated, with the value of the mechanical energy and the characteristics of the installation, the most suitable turbine for this application was chosen. Then, the hydraulic and electrical design was carried out, which allows the pumping station to be powered either with the energy of the electric grid or the hydraulic generation system. Finally, the simulation of the hydraulic system was carried out using CAE software and finite element analysis (FEA) to validate the structural resistance and the dynamic analysis of the system, in this way the data obtained in the design stage were corroborated.

KEYWORDS: renewable energy; drinking water; microturbine; hydropower; sustainable development.

1. INTRODUCCIÓN

Históricamente, la matriz energética del Ecuador ha tenido una fuerte dependencia del petróleo y el gas natural como fuentes de energía primaria. De acuerdo al informe BP Statistical Review of World Energy (BP Magazine, 2022), estos combustibles representan aproximadamente el 76% de la energía consumida por el país. El detalle del porcentaje de fuentes energéticas, tanto en la oferta como en la demanda correspondiente al año 2021 se puede observar en las Figuras 1 y 2.

Figura 1. Oferta de energía primaria y secundaria en el Ecuador en el año 2021(Instituto de investigación Geológico y energetico, 2021).

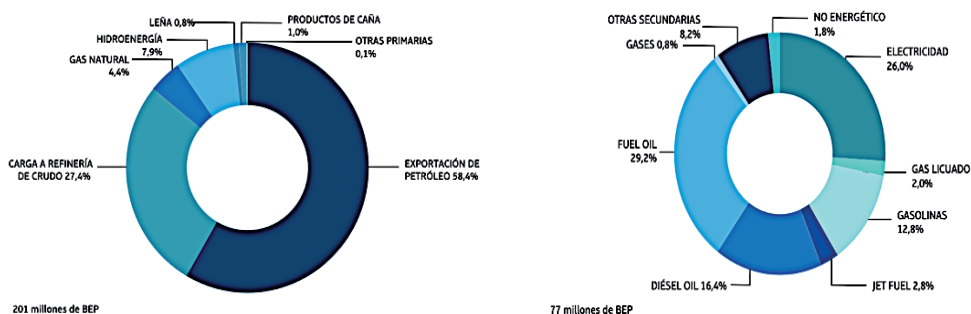
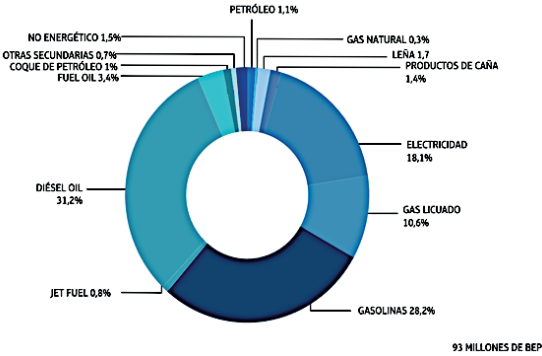
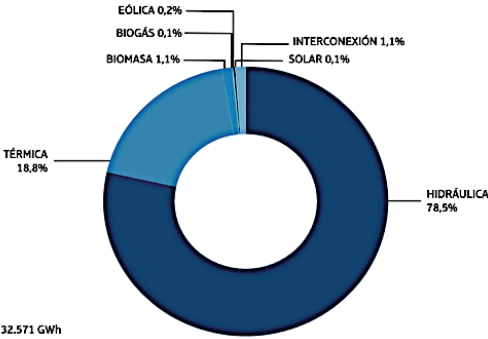


Figura 2. Demanda de energía en el Ecuador en el año 2021 (Instituto de investigación Geológico y energetico, 2021).



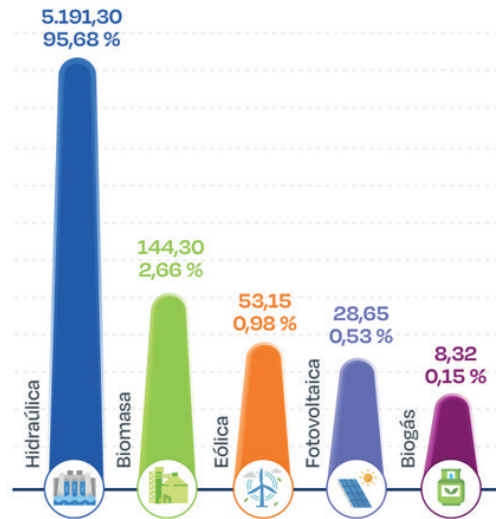
En lo referente a la generación de energía eléctrica se ha ido migrando de centrales térmicas hacia instalaciones hidroeléctricas de alta capacidad. Para el año 2022, la capacidad instalada en generación fue de 8864 MW, el 61% corresponde al uso de fuentes renovables (Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2022). En la Figura 3 se puede observar la generación eléctrica en el año para el periodo mencionado anteriormente.

Figura 3. Generación eléctrica por fuentes en Ecuador para el año 2021 (Instituto de investigación Geológico y energetico, 2021).



Con respecto a la potencia instalada para generación con recursos renovables un alto porcentaje (95.6%) está concentrado en la generación con grandes centrales hidroeléctricas, por lo cual se tiene una alta dependencia de este recurso para sostener el sistema eléctrico del país (Moya Puente et al., 2025) .

Figura 4. Potencia instalada en generación de energía eléctrica renovable en Ecuador en el año 2022 (Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2022).



El hecho de depender de un solo recurso energético ha provocado problemas, tanto en el año 2010 y recientemente en 2023, debido a los estiajes que se han manifestado con una reducción notable del caudal de los ríos de la cuenca oriental. El evento del 2023 obligó al aumento de importación de energía desde Colombia a precios más altos que los de generación nacional, la declaratoria de emergencia del sector eléctrico y apagones que afectaron a la economía del país (Chamorro & Mera, 2025). Esto es un claro indicador de que se requiere diversificar las fuentes de generación de energía eléctrica, impulsar la planificación, concesión e implementación de proyectos de baja y media potencia (Vélez Pizarro et al., 2024), además de impulsar una política de eficiencia energética que se aplique tanto a nivel industrial, residencial y comercial en el Ecuador (Chasiluisa Yanchatuña et al., 2024).

En el presente trabajo se plantea la búsqueda de alternativas para generación de energía eléctrica, con lo cual se aporte a solucionar los problemas relacionados con la alta dependencia de fuentes energéticas limitadas como el petróleo o la gran hidro-energía.

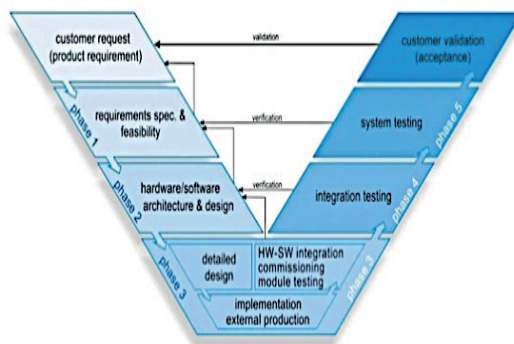
Se plantea el uso de agua potable, ya que la generación hidroeléctrica a través de sistemas pequeños y medianos utilizando micro turbinas tiene un alto rendimiento (Laghari et al., 2013), además de la ventaja de que, al trabajar con agua tratada. Esto aumenta la vida útil de las instalaciones, con lo cual esta infraestructura resulta económicamente viable, aportando a la reducción de emisión de gases de efecto invernadero para la generación de energía eléctrica que permita abastecer a las estaciones de bombeo

(Acharya et al., 2023). La tecnología de diseño y fabricación de micro turbinas ha tenido gran desarrollo en los últimos años, razón por la cual es posible encontrar alternativas que se adapten a diferentes aplicaciones e instalaciones (Chen et al., 2021).

2. METODOLOGIA

Para la elaboración de un producto o el diseño del mismo, se dispone de varios métodos o técnicas para el desarrollo y la resolución de posibles problemas que puedan presentarse en el proceso (Bricogne et al., 2025); el propósito de tener una metodología para desarrollar dispositivos mecatrónicos, es que permita involucrar a las tres ramas de la ingeniería como lo son la mecánica, electrónica e informática en un solo proceso y realizar una sinergia entre las disciplinas que están involucradas en la ingeniería mecatrónica, de esta manera se puede reducir los tiempos de implantación y diseño y los costos en la fabricación asociados al desarrollo del proyecto (Kellner et al., 2015). La metodología que mejor se acopla a este tipo de proyectos es el Modelo en V, cuyo esquema se muestra en la siguiente figura.

Figura 5. Modelo en V (Vazquez-Santacruz et al., 2023).



A partir de los datos que se obtuvieron en una estación de bombeo, se establecen los elementos de partida para el desarrollo del Sistema.

2.1. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

- Tubería: 6 pulgadas de radio
- Régimen de funcionamiento: 24 horas al día
- Potencia del sistema: 40 kWh por día
- Voltaje de alimentación: 220 Va.c. monofásico.

2.2. RESTRICIONES DEL SISTEMA

- El material de fabricación de la turbina debe cumplir con normas específicas, debido a que el agua es para consumo humano
- Caudal del sistema: 110 a 150 Litros/s.
- Presión del sistema: 160 a 200 psi.

2.3. DISEÑO

Para el desarrollo de este trabajo, se utilizó como caso de estudio a las estaciones de bombeo de agua potable de la EPMAPS, esta empresa se encarga del tratamiento y distribución de agua potable al Distrito Metropolitano de Quito cumpliendo con las normativas INEN de requisitos del agua potable para consumo humano (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108: Agua Potable: Requisitos., 2014) y buenas prácticas de manufactura para la prevención mediante planes de seguridad del agua e inspecciones (Roy, 2023).

Para el procesamiento del agua desde la fuente hasta los consumidores finales la estructura de la empresa consta de los siguientes componentes:

- Cuencas hídricas y zonas de conservación de agua
- Captación y conducción
- Plantas de tratamiento de agua potable
- Almacenamiento
- Distribución de agua potable
- Recolección y saneamiento.

El sistema de distribución está formado por una red de tuberías con una longitud de aproximadamente 7000 km y varias estaciones de bombeo distribuidas a través del territorio del distrito metropolitano de Quito. Estas estaciones funcionan de forma permanente en el transcurso del año por lo que el caudal de agua potable representa un recurso valioso y aprovechable para la generación de energía eléctrica (Kwon & Choi, 2025).

Los parámetros mecánicos para la selección de la micro turbina son (Bílková et al., 2025):

- Caudal del agua potable
- Presión del fluido
- Diámetro de la tubería.

Utilizando la ecuación de caudal se puede determinar la velocidad de ingreso del agua hacia la estación de bombeo:

$$Q = v \times A \quad (1)$$

Donde: Q= Caudal del agua,

A= Sección de la tubería,

v= Velocidad del agua al inicio de la tubería.

Reemplazando el área en función del diámetro, la ecuación queda de la siguiente forma:

$$Q = v \times \frac{\pi \times d^2}{4} \quad (2)$$

Se obtiene la velocidad del agua, con los valores medidos para el caudal máximo: 150 L/s, $v_1 = 2.05$ m/s y el caudal mínimo: 110 L/s, $v_2 = 1.51$ m/s.

Con la información obtenida se puede determinar la potencia del sistema (Jawahar & Michael, 2017):

$$P_{Teorica} = (P - \Delta P) \times Q \times 0.0167 [kW] \quad (3)$$

Donde: $P_{Teorica}$ = La potencia del sistema,

P = La presión del sistema,

ΔP = La pérdida de presión en la tubería,

Q= Caudal.

Para determinar la potencia del sistema se debe hallar la pérdida de carga (Paraschiv et al., 2023).

$$\Delta P = f \times \frac{L_{eq} \times v^2}{2 \times g \times d} [m.c.a] \quad (4)$$

Donde: ΔP = Perdida de presión del sistema,

f= Coeficiente de fricción en la tubería,

L_{eq} = Longitud equivalente de la tubería del sistema,

v= Velocidad del fluido,

d= Diámetro de la tubería,

g= Gravedad.

Luego se calcula el número de Reynolds para determinar el tipo de fluido y encontrar la perdida de carga:

$$R = \frac{d \times \delta \times v}{\mu} \quad (5)$$

Donde: μ = viscosidad del agua

Para calcular la velocidad máxima y velocidad mínima se debe determinar el Número de Reynolds:

- $REV_{\max} = 625250$.
- $REV_{\min} = 460550$.

En este caso, de acuerdo a los valores obtenidos, el fluido es de tipo turbulento.

La rugosidad relativa del material se determina con la siguiente ecuación:

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{d} \quad (6)$$

Donde: ε_r = Rugosidad relativa del material de la tubería,

ε = Rugosidad absoluta.

A partir de la rugosidad relativa, se procede a calcular el factor de fricción con la siguiente ecuación [16]:

$$f = 0.001375 \times \left[1 + \left(200 \times \varepsilon_r + \frac{10^6}{RE} \right)^{\frac{1}{3}} \right] \quad (7)$$

Factor de fricción para el caudal máximo, $f_1 = 2.993 \times 10^{-3}$.

Factor de fricción para el caudal mínimo, $f_2 = 3.164 \times 10^{-3}$.

Entonces, en este caso la pérdida de presión en la tubería es:

- Pérdida de carga (para $Q_{\max}$), $\Delta P_1 = 103.1598$ m.c.a
- Pérdida de carga (para $Q_{\min}$), $\Delta P_2 = 59.155$ m.c.a

Una vez que se han determinado todos los parámetros anteriores, se puede determinar la potencia teórica del sistema de bombeo mediante la ecuación 4:

- Potencia (a $P_{\max}$ y $Q_{\max}$), $P_{\text{Teórica}_M} = 3.45$ kW.
- Potencia (a $P_{\min}$ y $Q_{\min}$), $P_{\text{Teórica}_m} = 2.026$ kW.

2.4. SELECCIÓN DE LA MICRO TURBINA

Hay varios parámetros que se deben considerar para la elección del conjunto turbina-generador (Hampel & Braun, 2022), en lo que se refiere a los parámetros eléctricos están:

- El tipo de voltaje (corriente continua o corriente alterna).
- En el caso de un sistema de AC, el número de fases.
- Valor del voltaje y frecuencia de salida.
- Eficiencia.

Una vez que se han determinado los valores críticos de operación: caudal, presión máxima, potencia mecánica y geometría de la tubería, se puede escoger el generador hidráulico que cumpla con estas especificaciones (Lillo et al., 2015).

Para este caso, se seleccionó una turbina “Micro Regen”, esta es una micro turbina hidráulica capaz de recuperar energía a la vez que regula la presión (Tecnoturbinas powering water, 2024) .

Figura 6. Especificaciones de la micro turbina (Tecnoturbinas powering water, 2024).

Especificaciones de la turbina			
TIPO DE TURBINA	INLINE	INLINE R	INLINE HP
SISTEMA DE CONTROL ASOCIADO	Microregen o Hydroregen	Hydroregen	Microregen o Hydroregen
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
DISEÑO	Acoplamiento directo en línea con la conducción existente		
MONTAJE	Eje vertical u horizontal	Eje vertical	Eje vertical u horizontal
ACOPLAMIENTO	Bridas según EN1092-2		Bridas según EN 1092-2 ó rosca según EN ISO 228-1
DIÁMETROS DE ENTRADA/SALIDA mm (SEGÚN MODELO)	32 a 200	150 a 350	25 a 125
ESTANQUEIDAD	Cierre mecánico		
TIPO DE COJINETE	Rodamiento estándar de bolas		
FLUIDOS TURBINABLES	Agua potable, agua de riego, agua bruta de río, agua caliente sanitaria y agua de refrigeración		

Una característica muy importante en un generador es su rendimiento (Rodríguez-Pérez et al., 2024), ya que permite cuantificar la energía eléctrica obtenida a partir de la energía mecánica del sistema. La eficiencia de la turbina escogida es del 78%, por lo tanto, la potencia eléctrica generada en el sistema de bombeo es:

$$P_{real} = P_{Teorica} \times \eta \tag{8}$$

Donde: η = eficiencia de la turbina.

De acuerdo a las características del sistema se obtuvieron los siguientes resultados:

- Potencia mínima: 1.58 [kW].
- Potencia máxima: 2.69 [kW].

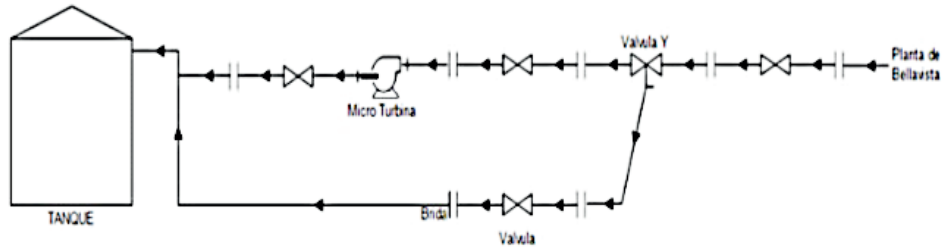
2.5. ELEMENTOS MECÁNICOS PARA EL MONTAJE DE LA MICRO TURBINA HIDRÁULICA

Luego del análisis realizado para el montaje, se determinó, que es necesario realizar una modificación en la tubería para tener una derivación del fluido acuoso dentro

del sistema en caso de mantenimiento o averías de la micro turbina hidráulica, para lo cual se colocará una válvula tipo Y, para que de esta manera se pueda desviar el flujo y se puedan realizar los procesos de mantenimiento o reparación de la micro turbina de esta manera para evitar que esta estación no se quede sin agua potable.

Una vez que se conoce el diámetro de la micro turbina hidráulica, se seleccionan bridas y válvulas para la instalación de tuberías. Tras la elección de válvulas y bridas para la instalación de la micro turbina, se realiza un diagrama para tener en cuenta cómo se debe colocar cada uno de los elementos mecánicos para la instalación del sistema de micro turbina.

Figura 7. Diagrama hidráulico del sistema.

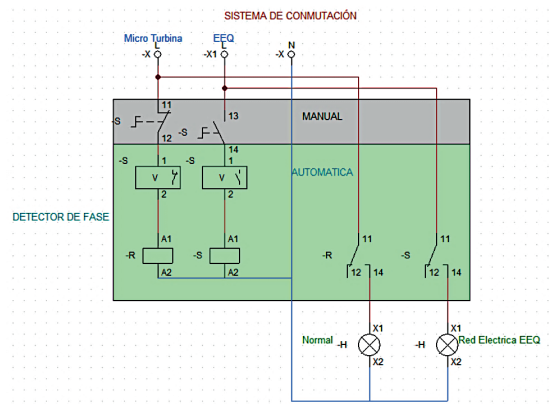


2.6. DISEÑO ELÉCTRICO

2.6.1. Sistema de conmutación eléctrica

El sistema de suministro de energía del panel estaba provisto de un sistema de conmutación para garantizar un suministro continuo de energía al panel de control. También permitirá el respectivo mantenimiento de la micro turbina sin tener que dejar la placa sin energía.

Figura 8. Sistema de conmutación.



3. SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

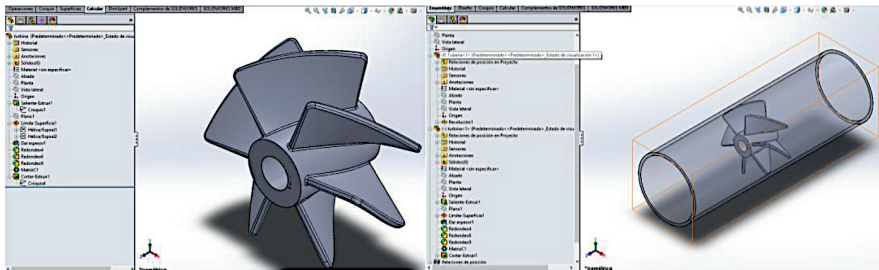
Para realizar la validación del sistema, se realizó la simulación de la turbina dentro de la tubería, cumpliendo con el siguiente protocolo:

El modelado del proyecto se realiza a través de un software CAD, modelando los siguientes elementos del sistema:

- Tubería de 12 pulgadas a través de la cual circula el agua potable
- Eje de turbina
- Las cuchillas alrededor del eje.

Luego, la simulación del proyecto debe realizarse a través de una herramienta de ingeniería asistida por computadora (software CAE).

Figura 9. Modelamiento de la microturbina.

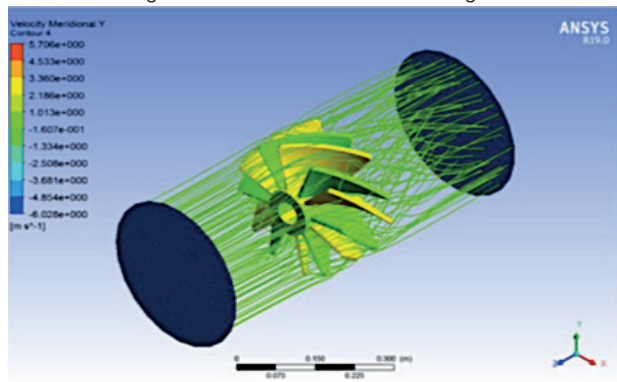


3.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Mediante la simulación se analizaron los siguientes parámetros del sistema: velocidad, torque y presión del fluido, con valores para los cuales la micro turbina está sometida al mayor esfuerzo.

En la Figura 10 muestra la velocidad del agua potable dentro de la tubería de alimentación en la que ha establecido que debe montarse la turbina.

Figura 10. Análisis de la velocidad del agua.



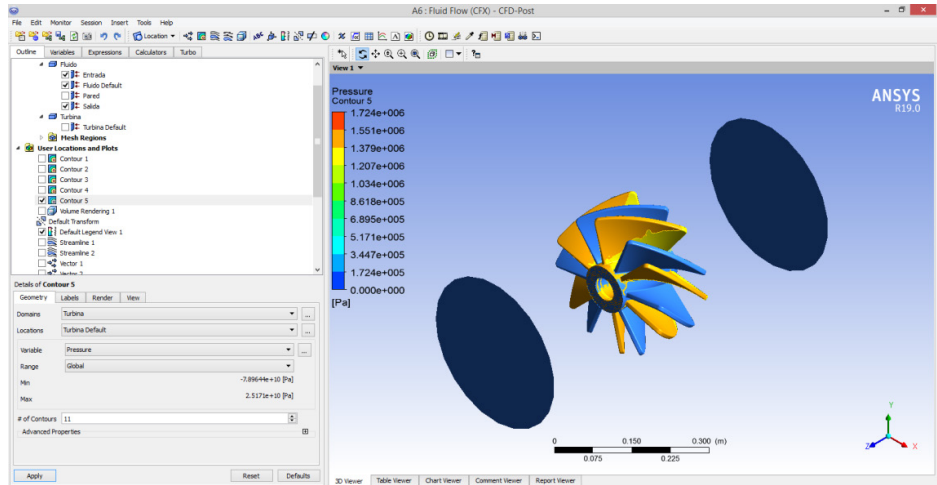
En la Tabla 1 se muestran los valores de diseño y de simulación, así como el error calculado entre estos. Hay que tomar en cuenta que, en la simulación no se considera algunos parámetros como la forma de la tubería y la fricción que ejerce con el agua.

Tabla 1. Error de la velocidad de la micro turbina.

VARIABLE	VALOR DISEÑO [m/s]	VALOR SIMULACION [m/s]	ERROR [%]
Velocidad	2.05	2.186	6.53

En la Figura 11 se puede observar los resultados de la simulación de las condiciones de presión del agua sobre la micro turbina.

Figura 11. Presión sobre la microturbina.



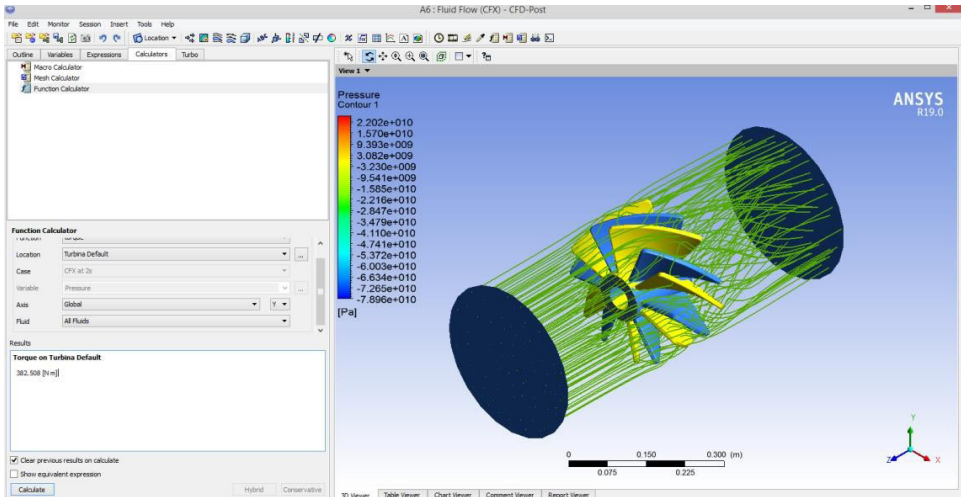
En la Tabla 2 se realiza la comparación entre la presión calculada en la fase de diseño y el valor obtenido en la simulación. En este caso el error es de aproximadamente el 12%, este valor es alto debido a que en la simulación únicamente se modelo la porción de tubería que contiene la turbina y no se tomó en cuenta los accesorios del sistema de tuberías que son los elementos que producen caída de presión.

Tabla 2. Error de la presión sobre la micro turbina.

PARAMETRO	VALOR DISEÑO [MPa]	VALOR SIMULACION [MPa]	ERROR [%]
Presión	1.379	1.551	12.47

La Figura 12 indica la simulación del torque en la micro turbina, 382.508 Nm es el torque que produce la potencia máxima en el generador.

Figura 12. Torque de la micro turbina.



Con el valor del torque que se obtiene de la simulación. se puede calcular la potencia mecánica del agua al fluir por la tubería:

$$P = T \times w \quad (9)$$

Donde: P= Potencia mecánica,

T= Torque,

W= velocidad angular de la turbina.

Realizando el cálculo se obtiene que la potencia es de 5.13 kW, este valor resulta mayor que el valor de diseño, debido a que en la simulación no se ha tomado en cuenta la caída de presión debido a la turbina y el rozamiento del agua con la superficie interna de la tubería, pero se verifica que la potencia obtenida en condiciones ideales es mayor que la potencia calculada.

4. CONCLUSIONES

Las microturbinas hidráulicas se presentan como una solución viable y efectiva para la generación de energía eléctrica, especialmente en contextos donde se están implementando sistemas sostenibles y accesibles. Además, esta tecnología promueve la autosuficiencia energética en comunidades rurales y aisladas y también garantiza el funcionamiento de sistemas básicos como el suministro de agua potable, promoviendo el desarrollo social y económico a través de la creación de empleo y la mejora de la calidad de vida.

Se determinó que las condiciones que presenta la instalación portátil de bombeo de agua estudiada son adecuadas, ya que los valores de caudal y presión de fluido permiten obtener una potencia máxima de 3,45 kW, con la que se pueden abastecer los paneles de control y tener un excedente que se puede almacenar para ser utilizado en sistemas complementarios, aprovechando al máximo la energía disponible.

Las instalaciones de bombeo de agua potable tienen un funcionamiento ininterrumpido, es decir, funcionan las 24 horas y los 7 días de la semana, con lo cual el factor de planta de la estación generadora eléctrica estaría muy cerca del valor de 1, que es óptimo para un sistema de generación.

En el diseño de sistemas de generación con microturbinas, es muy importante que los proyectos se basen en un enfoque integral que contemple un diseño mecánico, eléctrico y electrónico adecuado, así como un método riguroso para la selección de microturbinas, asegurando su eficiencia y adaptabilidad a las condiciones específicas de cada ubicación. El desarrollo de pequeños y medianos proyectos de generación de energía es adecuado para fortalecer la matriz energética de países como Ecuador, esto no solo representa un avance hacia la sostenibilidad, sino que también se alinea con la necesidad global de generar energía de una manera más limpia y accesible. Con el apoyo adecuado en términos de políticas públicas y financiación, estos sistemas pueden desempeñar un papel fundamental en la transición energética y en el fomento de un futuro más sostenible.

BIBLIOGRAFIA

Acharya, S., Datta, R., & Debnath, B. (2023). Theoretical and experimental investigations of an integrated rainwater harvesting system for electricity and drinking water. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(24), 66359–66371. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-27120-z>

Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables. (2022). Atlas del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2022. <https://drive.google.com/file/d/1ugX10-ZeH69YsqKpS9fUDIDoXltjt839/view>

Bílková, E., Nowak, P., Halych, O., & Vovk, L. (2025). Water Microturbines for Drinking Water Industry BT - Proceedings of CEE 2025 (Z. Blikharsky, D. Katunský, & L. Licholai (eds.); pp. 271–281). Springer Nature Switzerland.

BP Magazine. (2022). BP Statistical Review of World Energy 2022. 68 Edition. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf>.

Bricogne, M., Le Duigou, J., & Eynard, B. (2025). Design Processes of Mechatronic Systems BT - Mechatronic Futures: Further Challenges and Solutions for Mechatronic Systems and their Designers (P. Hehenberger & D. Bradley (eds.); pp. 165–181). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-83571-1_9

Chamorro, J., & Mera, E. (2025). Estudio de la crisis energética en el Ecuador por la dependencia en la generación de energía hidráulica. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*. ISSN: 2697-3693., 8(15 SE-), 168–186. <https://www.journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/286>

Chasiluisa Yanchatuña, S. M., León Troya, Y. C., Caicedo Romero, H. M., & López Villavicencio, W. M. (2024). Alternativas de generación eléctrica en Ecuador: retos y desafíos. *Polo Del Conocimiento*; Vol 9, No 10 (2024): OCTUBRE. <https://doi.org/10.23857/pc.v9i10.8165>

Chen, H., Kan, K., Wang, H., Binama, M., Zheng, Y., & Xu, H. (2021). Development and Numerical Performance Analysis of a Micro Turbine in a Tap-Water Pipeline. In *Sustainability* (Vol. 13, Issue 19, p. 10755). <https://doi.org/10.3390/su131910755>

Hampel, C. A., & Braun, R. J. (2022). Off-design modeling of a microturbine combined heat & power system. *Applied Thermal Engineering*, 202, 117670. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2021.117670>

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108: Agua Potable: Requisitos., Pub. L. No. 1108 (2014).

Instituto de investigación Geológico y energetico. (2021). Balance energético nacional 2021. Pagina Web Ministerio de Energía y Minas. https://www.recursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2022/08/Balance_Energético_Nacional_2021-VF_opt.pdf

Jawahar, C. P., & Michael, P. A. (2017). A review on turbines for micro hydro power plant. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 882–887. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.133>

Kellner, A., Hehenberger, P., Weingartner, L., & Friedl, M. (2015). Design and use of system models in mechatronic system design. 2015 IEEE International Symposium on Systems Engineering (ISSE), 142–149. <https://doi.org/10.1109/SysEng.2015.7302747>

Kwon, H. G., & Choi, Y. H. (2025). Development of a technique to optimize micro-hydro turbine location and capacity for optimal pressure control and energy recovery in water systems. *Journal of Computational Design and Engineering*, 12(2), 61–72. <https://doi.org/10.1093/jcde/qwaf010>

Laghari, J. -A., Mokhlis, H., Bakar, A. -H. -A., & Mohammad, H. (2013). A comprehensive overview of new designs in the hydraulic, electrical equipments and controllers of mini hydro power plants making it cost effective technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 20, 279–293. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.12.002>

Lillo, P., Ferrer-Martí, L., Fernández-Baldor, Á., & Ramírez, B. (2015). A new integral management model and evaluation method to enhance sustainability of renewable energy projects for energy and sanitation services. *Energy for Sustainable Development*, 29, 1–12. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.esd.2015.08.003>

Moya Puente, M. F., Huerta Cruz, S., & Yagual Velastegui, A. (2025). CRISIS ENERGÉTICA EN ECUADOR: ANÁLISIS DESDE UNA PANORÁMICA ECONÓMICA Y SOCIAL. *Revista Científica y Arbitrada de Ciencias Sociales y Trabajo Social: Tejedora*. ISSN: 2697-3626, 8(19 SE-Artículos), 457–475. <https://doi.org/10.56124/tj.v8i19.029>

Paraschiv, S., Paraschiv, L. S., & Serban, A. (2023). An overview of energy intensity of drinking water production and wastewater treatment. *Energy Reports*, 9, 118–123. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.08.074>

Rodríguez-Pérez, A. M., Rodríguez-Gonzalez, C. A., López, R., Hernández-Torres, J. A., & Caparrós-Mancera, J. J. (2024). Water Microturbines for Sustainable Applications: Optimization Analysis and

Experimental Validation. *Water Resources Management*, 38(3), 1011–1025. <https://doi.org/10.1007/s11269-023-03706-7>

Roy, A. (2023). A Solution for Providing Water and Energy Through Optimal Renewable Energy Integration: A Design Space Approach BT - *Emerging Trends in Mechanical and Industrial Engineering: Select Proceedings of ICETMIE 2022* (X. Li, M. M. Rashidi, R. S. Lather, & R. Raman (eds.); pp. 917–930). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-6945-4_69

Tecnoturbines powering water. (2024). Hydroregen Technical specifications. <https://tecnoturbines.com/wp-content/uploads/2020/12/SUNWA-ficha-tecnica-hydroregen-EN.pdf>.

Vazquez-Santacruz, J. A., Portillo-Velez, R., Torres-Figueroa, J., Marin-Urias, L. F., & Portilla-Flores, E. (2023). Towards an integrated design methodology for mechatronic systems. *Research in Engineering Design*, 34(4), 497–512. <https://doi.org/10.1007/s00163-023-00416-4>

Vélez Pizarro, A. M., Marquinez Viscaíno, J. F., Vega Jaramillo, F. Y., & Vega Granda, A. del C. (2024). Desarrollo sostenible de Ecuador a través del desarrollo de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable. *RECIMUNDO*, 8(2 SE-Artículos de Investigación), 103–113. [https://doi.org/10.26820/recimundo/8.\(2\).abril.2024.103-113](https://doi.org/10.26820/recimundo/8.(2).abril.2024.103-113)

Xosé Somoza Medina (1969, Ourense, España) Licenciado con Grado y premio extraordinario en Geografía e Historia por la Universidad de Santiago de Compostela (1994). Doctor en Geografía e Historia por la misma universidad (2001) y premio extraordinario de doctorado por su Tesis “Desarrollo urbano en Ourense 1895-2000”. Profesor Titular en la Universidad de León, donde imparte clases desde 1997. En la Universidad de León fue Director del Departamento de Geografía entre 2004 y 2008 y Director Académico de la Escuela de Turismo entre 2005 y 2008. Entre 2008 y 2009 ejerció como Director del Centro de Innovación y Servicios de la Xunta de Galicia en Ferrol. Entre 2007 y 2009 fue vocal del comité “Monitoring cities of tomorrow” de la Unión Geográfica Internacional. En 2012 fue Director General de Rehabilitación Urbana del Ayuntamiento de Ourense y ha sido vocal del Consejo Rector del Instituto Ourensano de Desarrollo Local entre 2011 y 2015. Ha participado en diversos proyectos y contratos de investigación, en algunos de ellos como investigador principal, con temática relacionada con la planificación urbana, la ordenación del territorio, las nuevas tecnologías de la información geográfica, el turismo o las cuestiones demográficas. Autor de más de 100 publicaciones relacionadas con sus líneas de investigación preferentes: urbanismo, turismo, gobernanza, desarrollo, demografía, globalización y ordenación del territorio. Sus contribuciones científicas más importantes se refieren a la geografía urbana de las ciudades medias, la crisis del medio rural y sus posibilidades de desarrollo, la evolución del turismo cultural como generador de transformaciones territoriales y más recientemente las posibilidades de reindustrialización de Europa ante una nueva etapa posglobalización. Ha participado como docente en masters y cursos de especialización universitaria en Brasil, Bolivia, Colombia, Paraguay y Venezuela y como docente invitado en la convocatoria Erasmus en universidades de Bulgaria (Sofía), Rumanía (Bucarest) y Portugal (Porto, Guimarães, Coimbra, Aveiro y Lisboa). Ha sido evaluador de proyectos de investigación en la Agencia Estatal de Investigación de España y en la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). Como experto europeo en Geografía ha participado en reuniones de la Comisión Europea en Italia y Bélgica. Impulsor y primer coordinador del proyecto europeo URBACT, “come Ourense”, dentro del Programa de la Unión Europea “Sostenibilidad alimentaria en comunidades urbanas” (2012-2014). Dentro de la experiencia en organización de actividades de I+D+i se pueden destacar la organización de diferentes reuniones científicas desarrolladas dentro de la Asociación de Geógrafos Españoles (en 2002, 2004, 2012 y 2018).

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agentes conversacionais basados en LLM 269

Agua 59, 98, 101, 103, 104, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 114, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 126, 127

Agua potable 98, 101, 103, 107, 108, 110, 111, 112

Aire 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144

Aire interior 128, 129, 130, 131, 132, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144

Algoritmo computacional 2, 7, 14

Amylose 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 69

Análisis multivariante 171, 191, 243, 258, 267

Analítica multimodal del aprendizaje 268, 269, 270, 272, 281, 288

Arquitectura de software 269, 289

Audio-mediación 194, 195, 196, 197, 198, 203, 208, 213

Autómatas 230, 231, 233, 234, 235, 236, 237, 241

B

Bacterial cellulose 58, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 68, 70, 71

Benzo(a)pireno 128, 129, 136, 143

Bienestar docente 195, 198, 208, 214, 289, 291

Biorretroalimentación 268, 269, 283, 284, 285, 286, 288

C

Calidad del servicio 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229

Caras de Chernoff 171, 175, 178, 186, 187, 190, 191, 243, 245, 262, 263, 264, 266

Cellulose nanocrystals 58, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 68, 71

Cizallamiento 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 44, 45

Competencias socioemocionales docentes 195, 202, 213

Computación afectiva 268, 269, 270, 273, 274, 289

Conocimiento local 148

Contaminación 129, 130

D

Desarrollo sostenible 98, 113

Dificultades 56, 91, 230, 232, 233, 234, 241, 242

E

Educación en ingeniería 72, 76, 77, 81, 242

Energía hidroeléctrica 98

Energía maremotriz 114

Energía Renovable 98, 113

Entrenamiento Socioemocional Docente 268, 269, 271, 289

ERIM 46, 47, 48, 50, 51, 52, 55, 56

Escritura académica 72, 74, 76

Estadística aplicada 243

Ética del diseño tecnológico 195

F

Fiabilidad 46, 47, 50, 55, 114, 217, 220, 222, 223, 225, 226, 227, 228

Fidelidad psicológica 269, 270, 280, 283, 289

Formación investigativa 72, 74, 76, 77, 79, 96

Formulación lagrangiana 2, 4

Frequency analysis 16

Fuerza de corte 32, 33, 35, 36, 39, 41, 42, 44, 45

G

Gestión pública local 217, 219, 226

H

Huertos familiares 148, 149, 150, 152, 154, 157

I

Inteligencia artificial 72, 74, 75, 76, 77, 78, 81, 88, 89, 96, 197, 211, 212, 214, 217, 218, 219, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 271, 272, 288

Inteligencia artificial generativa 72, 74, 76, 77, 89, 96, 272

K

Knowledge translation 160, 164, 165, 166

M

Marco teórico 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 87, 88, 89, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 202
Mareas 114, 115, 116, 117, 118, 122, 123, 126
Matemáticas 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 240, 241, 242
Mechanical systems 16
Media representation 160, 161, 163
Microturbina 98, 108, 109
Modelo dinámico 1, 2, 3, 4, 7, 14
Modelo ECOS 194, 195, 198, 204, 205, 206, 207, 209, 210, 211, 213
Modelo SEED 268, 269, 270, 284, 285, 286, 289, 290
Modelo SERVQUAL 217, 220, 222, 224
Mundo virtual 268, 269, 270, 271, 284, 288, 289

N

Non-destructive testing 16, 20
Nuclear energy communication 159, 160, 161, 164, 166, 167, 168, 169

P

Plantas alimenticias 148, 149, 151
Plantas medicinales 148, 149, 150, 151, 154, 158
Podcast educativo 194, 195, 196, 197, 198, 213
Predictive maintenance 16
Public meaning 160, 161, 163, 167, 168

R

Razonamiento estadístico 171, 173, 175, 176
Realidad virtual inmersiva 269
Rendimiento académico 171, 178, 180, 243, 257, 259, 261, 266
Reproducibilidad 171, 172, 173, 174, 175, 176, 188, 190, 191, 243
Resolución ejercicios 230
Resonancia 114, 115, 122, 123, 124, 126, 127
RMarkdown 171, 172, 175, 176, 179, 188, 189, 191

S

Science communication 160, 162, 163, 167, 168, 169, 170
Silueta 32, 185

Starch 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71

Structural health monitoring 16

T

TPM 46, 47, 50, 51, 57

Transformación digital 217, 219, 221

V

Vibration-based identification 16

Vibration diagnostics 16, 18, 20

