The background of the cover is a deep blue color, overlaid with a complex pattern of glowing light blue and white geometric shapes. These shapes include various sizes of hexagons, some of which are interconnected by thin lines, and several interlocking gears of different sizes. The overall effect is a sense of technical precision and interconnectedness.

Entre
CIENCIA
e
INGENIERIA
3

Armando Dias Duarte
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2022



Entre

CIENCIA e INGENIERIA

3

Armando Dias Duarte
(Organizador)

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo 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).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Armando Dias Duarte

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E61 Entre ciencia e ingenieria 3 / Organizador Armando Dias Duarte. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0447-7

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.477220308>

1. Ciencia. 2. Ingenieria. I. Duarte, Armando Dias (Organizador). II. Título.

CDD 501

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

A coleção de trabalhos intitulada “*Entre Ciencia e Ingenieria 3*” é uma obra que tem como foco principal a discussão científica por intermédio de diversos trabalhos que compõem seus capítulos. O volume abordará de forma categorizada e interdisciplinar, pesquisas cujos resultados possam auxiliar na tomada de decisão, tanto no campo acadêmico, quanto no profissional.

Nos capítulos apresentados, são encontrados estudos de grande valia nas áreas da simulação computacional, materias, gestão energética, aspectos industriais, estudos ambientais, na área da educação e otimização.

A composição dos temas buscou a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos (as), mestres (as) e todos (as) aqueles (as) que de alguma forma se interessam pela área da Engenharia, através de temáticas atuais com resoluções inovadoras, descritas nos capítulos da coleção. Sendo assim, a divulgação científica é apresentada com grande importância para o desenvolvimento de toda uma nação, portanto, fica evidenciada a responsabilidade de transmissão dos saberes através de plataformas consolidadas e confiáveis, como a Atena Editora, capaz de oferecer uma maior segurança para os novos pesquisadores e os que já atuam nas diferentes áreas de pesquisa, exporem e divulgarem seus resultados.

Armando Dias Duarte

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

EFFECTOS DEL REFUERZO DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL HORMIGON

Dany Tasán
Josselyn García
Lucía Patrón

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4772203081>

CAPÍTULO 2..... 8

DESIGN, MANUFACTURE AND VALIDATION OF CUSTOMIZED SURGICAL GUIDES FOR TOTAL KNEE REPLACEMENT

L. San Martin
H. Losada
A. Tejo-Otero
C.M. Atienza Vicente

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4772203082>

CAPÍTULO 3..... 17

DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO, PARA UTILIZAR EN LA MACRO PLAZA DEL MALECÓN EN EL PUERTO DE VERACRUZ: UNA CONTRIBUCIÓN A MICROEMPRESA MÓVIL O FIJA DE ARTESANÍAS


Miguel Ángel Quiroz García
Leodegario Vázquez González
Carlos Roberto González Escarpeta
Mónica Rodríguez Landa
Raymundo Escalante Wong
Othoniel Salomón Acosta
José de Jesús Romero Castro
Samuel Sarmiento Gutiérrez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4772203083>

CAPÍTULO 4..... 26

ESTUDO DO MOTOR SÍNCRONO

Pérez Millán Brenda Carolina
Vergara Hernández Erasto
Cea Montufar César Eduardo
Fernández Anaya Alfredo


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4772203084>

CAPÍTULO 5..... 33

APLICACIÓN Y ANÁLISIS DE CORE TOOLS PARA LA INTEGRACIÓN Y VALIDACIÓN DE MODELO G05 DE LA FASE DE PROTOTIPO A PRODUCCIÓN

Catalina Arriaga Vázquez
Elsa Castillo Carrillo
Ma. Guadalupe Jáuregui Ojeda


José Angel Sandoval Marín
Angel Manuel Medina Mendoza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4772203085>

CAPÍTULO 6..... 46

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LOSA PRETENSADA PPCC COMO SOLUCIÓN DE ENTREPISO Y CUBIERTA EN VIVIENDA SOCIAL


Bolívar Hernán. Maza
Daniela Stefanía. Maza Vivanco

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4772203086>

CAPÍTULO 7..... 65

METABOLISMO INDUSTRIAL DEL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO PAULO EMILIO MACÍAS, ECUADOR

Ricardo Fabricio Muñoz Farfán
Telly Yarita Macías Zambrano
Eder Israel Chinga Muentes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4772203087>

CAPÍTULO 8..... 77

PROPUESTA DE SISTEMA DE AHORRO INTELIGENTE MEDIANTE LA REUTILIZACIÓN DE AGUA LLUVIA PARA LOS BAÑOS EN EL CORREGIMIENTO DE LA RAYA DE SANTA MARÍA

Edwin A. Rivera S.
Eulices G. Castillo A.
Luis A. Quintero
Cristian Pinzón

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4772203088>

CAPÍTULO 9..... 89

BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS CON PETRÓLEO CRUDO CON BACTERIAS Y LEVADURAS

Ismael Acosta Rodríguez
Daniela Paz Azuara
Adriana Rodríguez Pérez
Juan Fernando Cárdenas González
Víctor Manuel Martínez Juárez
Dalila del Socoro Contreras Briones
Juana Tovar Oviedo


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4772203089>

CAPÍTULO 10..... 97

MITIGACIÓN DE CO₂ POR EL APROVECHAMIENTO DE LA GEOTERMIA SOMERA EN LA CLIMATIZACIÓN DE EDIFICIOS EN COLOMBIA

Brian Sneyder Aros Amaya
Jhojan Stiven Zea Fernández
Cristian Alan Maldonado Romero

David Morillón Gálvez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.47722030810>


CAPÍTULO 11..... 107

LA INGENIERÍA INDUSTRIAL EN LOS PROCESOS DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE LA ZONA 4, ECUADOR

Telly Yarita Macías Zambrano

Teresa Viviana Moreira Vera


María Rodríguez Gámez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.47722030811>

CAPÍTULO 12..... 122

LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS COMO HERRAMIENTA PARA FACILITAR EL TRANSITO DEL LENGUAJE ARITMÉTICO AL LENGUAJE ALGEBRAICO


Lenin Alfonso Montes Cabarcas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.47722030812>

CAPÍTULO 13..... 137

OBSERVATION IN THE HIGHER-LEVEL CLASSROOMS OF THE IPN

Patricia Acevedo Nava

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.47722030813>


CAPÍTULO 14..... 150

INFLUENCIA DE ACTIVIDADES EXTRACURRICULARES EN COMPETENCIAS DESARROLLADAS POR ESTUDIANTES DE INGENIERÍA MECÁNICA DEL ITCH

Laura Isela Padilla Iracheta

Jaime Eduardo Trejo Aguirre

Esteban Rubio Ochoa


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.47722030814>

CAPÍTULO 15..... 165

OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN UN PROCESO DE SECADO DE MADERA UTILIZANDO DISEÑO DE EXPERIMENTOS

Ramón Ángel Pons Murguía

Eulalia María Villa González del Pino

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.47722030815>

CAPÍTULO 16..... 178

REDES NEURONALES ARTIFICIALES EN LA VIDA MODERNA: CONOCIENDO LA EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA

Franyelit María Suárez-Carreño


Alexander Castillo Perdomo

Eva Elizabeth Tejada Manrique

Nilo Walker Andrade Acosta

Luis Rosales-Romero

Flor Omar


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.47722030816>

CAPÍTULO 17..... 190

USO DE LA SIMULACIÓN COMPUTACIONAL EN CIENCIA DE MATERIALES PARA LA PREDICCIÓN DEL COMPORTAMIENTO CINÉTICO Y MICROESTRUCTURAL DE ALEACIONES BINARIAS Y TERNARIAS

Susana Lezama Alvarez

Víctor Manuel López Hirata

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.47722030817>

CAPÍTULO 18..... 198


LAS PATINETAS ELÉCTRICAS, ¿SIMPLE DIVERSIÓN O APOORTE A LA MOVILIDAD?

Carlos Augusto Kaffure Ruiz

Juan Guillermo Zuluaga Villermo

Claudia Uribe Kaffure

Andrés Ernesto Francel Delgado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.47722030818>

SOBRE O ORGANIZADOR 211

ÍNDICE REMISSIVO..... 212

MITIGACIÓN DE CO₂ POR EL APROVECHAMIENTO DE LA GEOTERMIA SOMERA EN LA CLIMATIZACIÓN DE EDIFICIOS EN COLOMBIA

Data de aceite: 04/07/2022

Brian Sneyder Aros Amaya

Estudiante de Ingeniería Ambiental y Civil de la Universidad Santo Tomás sede Bogotá, Colombia

Jhojan Stiven Zea Fernández

Estudiante de Ingeniería de energía de la Universidad de Medellín, Colombia

Cristian Alan Maldonado Romero

Estudiante de Ingeniería Civil de la Universidad de Sonora, México

David Morillón Gálvez

Ingeniero Civil de la Universidad de Guadalajara, México. Maestro en diseño bioclimático en la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Colima, México. Doctor en ingeniería en Termo fluidos en la división de estudios de posgrado en la Facultad de ingeniería de la UNAM, México

RESUMEN: Actualmente el desarrollo urbano continúa en constante crecimiento y en algunos casos, de forma no sustentable, debido al alto porcentaje de consumo de energía proveniente de fuentes no renovables, como son los combustibles fósiles, lo que implica deterioro del ambiente, dado a que la generación de energía produce emisiones de GEI (Gases de Efectos Invernadero), relacionados directamente con el cambio climático. Por lo anterior, existe la necesidad de la implementación del uso de fuentes de energía renovables en la climatización

de edificaciones, como el uso de la geotermia somera. En esa dirección, se desarrolla el presente estudio, que busca el ahorro de energía y la mitigación de emisiones de CO₂ que puede traer consigo el aprovechamiento de la geotermia somera en la climatización de edificaciones, versus la evaluación por la sustitución de sistemas convencionales de calefacción y enfriamiento que utilizan fuentes de energía no renovables en Colombia y la cuantificación con el método propuesto por el IPCC (2006)[1]. Asimismo, los resultados obtenidos permiten identificar el potencial por el aprovechamiento de la geotermia somera.

PALABRAS CLAVE: Emisiones de CO₂, Geotermia somera, GEI, Cambio Climático.

ABSTRACT: Currently, urban development continues to grow steadily, in some cases unsustainably, due to a high percentage of energy consumption from non-renewable energy sources, such as fossil fuels, which implies the deterioration of the environment, given that energy generation produces GHG (Greenhouse Gas) emissions directly related to climate change. Therefore, there is a need to implement the use of renewable energy sources in the air conditioning of buildings, such as the use of shallow geothermal. In this way, the present study is being carried out, which seeks to save energy and mitigate CO₂ emissions that can result from the use of shallow geothermal energy in the air conditioning of buildings, with the replacement assessment of conventional heating and cooling systems using non-renewable energy sources in Colombia and quantification with the method

proposed by the IPCC (2006) [1]. Likewise, the results obtained allow establishing where it is possible to take significant advantage of shallow geothermal energy.

KEYWORDS: CO₂ emissions, Shallow geothermal energy, GHG, Climate Change.

INTRODUCCIÓN

El incremento de la población con el paso de los años, ha generado diversos cambios significativos en la calidad del ambiente, principalmente asociado al uso de fuentes de energía no renovables en las distintas actividades del ser humano, lo que ocasiona a su paso afectaciones como el cambio climático, por la generación de emisiones directas a la atmósfera. Es por ello, que se hace necesario la implementación de fuentes de energía renovables que garanticen una mejora de las condiciones ambientales, permitiendo la reducción del impacto ambiental relacionado con los riesgos antropogénico. El presente trabajo busca mostrar mediante el uso de la geotermia somera, como es posible la reducción de emisiones de CO₂ generadas por los equipos actualmente usados en la climatización de edificios.

ANTECEDENTES

El análisis de temas ambientales a lo largo del tiempo, ha sido objeto de estudio por diversos entes de control, en diversas partes del mundo, Estados Unidos en el año de 1970 crea del primer ente de control ambiental, la EPA (Environmental Protection Agency). Asimismo, y según reportes de la EPA, las emisiones de gases de efecto invernadero causadas por las actividades humanas aumentaron un 2% entre 1990 y 2019[2]. Sin embargo, desde 2005, las emisiones totales de gases de efecto invernadero de Estados Unidos han disminuido un 12%. El dióxido de carbono representa la mayor parte de las emisiones del país y el aumento desde 1990, proveniente de la generación asociado para el consumo de energía eléctrica.

En el mundo, las emisiones netas de gases de efecto invernadero procedentes de las actividades humanas aumentaron un 43% entre 1990 y 2015 [2]. Las emisiones de dióxido de carbono, que representan aproximadamente las tres cuartas partes de las emisiones totales, aumentaron un 51% durante dicho período. Al igual que en Estados Unidos, la mayor parte de las emisiones mundiales son resultado del transporte, la generación de electricidad con fuentes de energía no renovables, y emisiones de CO₂ relacionadas con el uso de energía.

En el año de 1988, a partir de las preocupaciones ambientales sobre el cambio climático, se instaura el IPCC (Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático), que busca un análisis sobre los problemas ambientales ocasionados tanto de forma directa como indirecta por acciones de carácter antropogénico, mediante al análisis

de sus causas y consecuencias, que a su vez buscan la generación de soluciones a dicho problema.

El IPCC a ha generado reportes respecto al estado del cambio climático, llevando hasta la fecha la publicación de 5 reportes estimados a nivel mundial. Se proponen metodologías para el análisis de GEI, para ser utilizadas en las distintas regiones del mundo y factores de emisión, estimados de acuerdo al requerimiento energético de cada país. Para este estudio, se utilizará la metodología del IPCC sección II, para la estimación de emisiones de CO₂ establecida en el año 2006 y bajo las correcciones realizadas en el año 2019 [1]

Para el año de 1997 y dadas las necesidades y preocupaciones sobre el medio ambiente, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la organización meteorológica mundial (OMM) establecen el protocolo de Kioto, que tiene como objetivo brindar al mundo una visión referente a las consecuencias del cambio climático, además, en función de su principal objetivo como se pueden reducir las emisiones de GEI de los diferentes países y de cómo esto a su vez genera repercusiones de tipo medioambientales y socioeconómicas [3]. En Latinoamérica, la OLADE (Organización Latinoamericana de Energía) instaurado en el año de 1973, es el encargado del fomento en la conservación, aprovechamiento, comercialización y defensa de los recursos energéticos de los países, cuantificando de esta forma el precio del uso de la energía de acuerdo a los diversos usos que se le pueden dar, como el sector industrial, transporte, doméstico, comercial y público. A partir de ello, es posible la obtención de los datos referentes, a los factores de emisión en Latinoamérica y el Caribe, permitiendo la cuantificación de los GEI emitidos por el uso de equipos, como los de climatización de edificios en América Latina y el Caribe.

En Colombia, se encuentra la UPME (Unidad de Planeación Minero Energética) organismo encargado de la cuantificación y generación de la toma de decisiones en el país, y que actualmente genera el registro sobreconsumo energético proveniente del uso de diversas fuentes renovables como no renovables de los distintos sectores económicos. De esta forma, se presenta bajo el último informe realizado para el año 2020, un 15% de consumo proveniente del sector doméstico. La generación de energía eléctrica afecta el ambiente, mediante la emisión de GEI que contribuyen de forma directa al cambio climático, así como se evidencia, en el último informe emitido por el IDEAM, y en el reciente informe de GEI, donde se refleja las emisiones brutas por 67.007,8 CO₂e [4], relacionadas con el consumo de energía eléctrica a nivel Nacional. Del último reporte, emitido por el país se obtienen los factores de emisión de CO₂ producido por el sector doméstico en Colombia, para poder cuantificar las emisiones país.

Durante el 2015 en China se llevó a cabo a la evaluación del recurso geotérmico, principalmente en zonas rurales, entre las aplicaciones la climatización de viviendas mediante , en los que se estimó el potencial de 356 mtce (Mega toneladas equivalentes de

carbón) [5]. Concluyen de esta forma, como el consumo de energía puede reducirse hasta 248 mtce y de CO₂ en 618 Mt. A partir de ello, se puede evaluar el porcentaje de reducción posible con la utilización de la geotermia somera en relación con los beneficios que puede traer la implementación de dicha fuente renovable.

Dada la necesidad de cambio de los equipos de climatización actual, se presenta el caso de estudio en 2021, realizado en las Islas Canarias, esto debido a que la zona tiene potencial geotérmico, se estima el uso de la geotermia somera como alternativa para la climatización en las edificaciones comerciales en la zona, el complejo Hotelero, se evalúa la implementación de equipos DHC que garantizan la climatización en cada una de las edificaciones, para servicio de calefacción y enfriamiento. De esta forma, el impacto ambiental asociado a la emisión de CO₂ generado a partir del cambio de sistema convencional por aprovechamiento de la geotermia somera el resultado permite la disminución hasta de un 66% de emisiones de CO₂[6].

MÉTODOLOGIA

1) Estudio de los bioclimas presentes a lo largo del territorio colombiano

Se lleva a cabo la identificación y clasificación de los bioclimas a lo largo del territorio, con el objetivo de identificar los requerimientos de climatización, respecto a la utilización de energía eléctrica en sistemas de calefacción y aire acondicionado utilizados en las viviendas de las distintas regiones. Para ello se toman los consumos presentados en el reporte generado por la UPME, para cada uno de los distintos sectores en unidades de consumo de kW/h [7].

2) Estimación de emisiones de CO₂ con climatización actual

Se realiza la estimación de emisiones de CO₂, con la metodología desarrollada por el IPCC sección 2, frente a la utilización de energía eléctrica para el cálculo de emisiones, como se describe a continuación:

$$E_{CO_2(IPCC)} = \sum_i C_i * PC_i * FE_{CO_2,i} \quad (1)$$

En donde:

ECO₂= Emisión total de dióxido de carbono (t)

i = Tipo de combustible (Gas natural, Diesel, Carbón)

C = Consumo anual del combustible (m³ o t)

PC = Poder calorífico del combustible (MJ/m³o MJ/t)

FE = Factor de emisión de CO₂ (t/MJ o Kg/MJ)

Para estimar las emisiones, se utilizan los valores de FE emitidos, para la energía reportado por la OLADE en el 2019 [8] asociado al consumo de energía eléctrica en el sector doméstico de la región.

3) Propuesta de consumo de energía, con la implementación de la geotermia somera

para la climatización de edificios

Se plantea el suministro de energía mediante la implementación de la geotermia somera para la climatización de una vivienda, a través de la evaluación del potencial de enfriamiento con un sistema EAHE, simulado para las diferentes regiones climáticas de Colombia

4) Estimación de emisiones de CO₂ para las condiciones de la climatización de viviendas mediante el uso de geotermia somera

Se estiman las emisiones para el consumo convencional o actual de los sistemas de climatización en viviendas, se procede con el cálculo de emisiones, con el método establecido por el IPCC sección 2, para los valores de consumo y factores de emisión reportados por el OLADE, para el país y tipo de combustible utilizado.

5) Análisis de caso de estudio

Con el cálculo de las emisiones por edificación, se realiza el análisis del consumo total de consumo de energía relacionado con la generación de emisiones en la ciudad de Bogotá, para las edificaciones construidas en la ciudad, de los sectores con mayor consumo, estratos 3 y 4 según el reporte emitido por el DANE, sobre el total de edificaciones construidas efectuadas hasta el año 2020 de 663.775 [9].

RESULTADOS

Con la identificación de las condiciones climáticas del país, se tiene un total de 7 bioclimas: Cálido húmedo, templado semihúmedo, templado húmedo, frío semihúmedo, frío húmedo, cálido semihúmedo y cálido seco.

En la siguiente gráfica, se observa como un alto porcentaje de emisiones tanto directas como indirectas se encuentran relacionadas con el uso de energía en el sector doméstico que, a su vez son los causantes de GEI, dada la saturación de equipos, y las fuentes de energía no renovables para su funcionamiento.

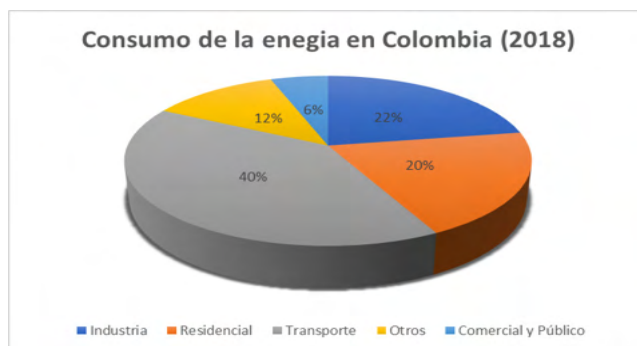


Figura 1 .- Consumo de Energía eléctrica por sectores. Elaboración propia

A continuación, se presentan las emisiones para los diferentes bioclimas del país, representados con una ciudad para cada bioclima, en donde posteriormente se cuantifican las emisiones de CO₂, por el uso de sistemas de climatización convencional, analizados con el consumo en una vivienda familiar.

EMISIONES DE CO₂ RELACIONADAS CON LA CLIMATIZACIÓN CONVENCIONAL DE EDIFICIOS

El consumo de energía eléctrica que se presenta a continuación, en función de la zona en la que se ubicada cada ciudad, evaluado para el porcentaje de energía eléctrica consumido, equipos de climatización, para el total de energía eléctrica de una vivienda, para este caso el consumo promedio es de 38kW/h mes (Kilovatios hora mes).

Estrato Socioeconómico	Elemento de Climatización	Porcentaje de consumo(kWh/mes)
1	Aire acondicionado	1,06%
	Ventiladores	0%
2	Aire acondicionado	1,94%
	Ventiladores	0,05%
3	Aire acondicionado	3,86%
	Ventiladores	1,52%
4	Aire acondicionado	3,91%
	Ventiladores	0%
5-6	Aire acondicionado	4,6%
	Ventiladores	6,3%
Promedio de Consumo		2,324%

Tabla 1 Consumo de energía por equipos de climatización en la zona centro

Bioclima	Ciudad	Energía Eléctrica Consumida (KW/h)	Emisión De CO ₂ (Ton eq)
Cálido seco	Riohacha	29.567	12.12
Cálido semihúmedo	Montería	35.675	14.63
Cálido húmedo	Quibdó	27.893	11.4
Templado semihúmedo	Medellín	8.542	3.5
Templado húmedo	Guadalupe	15,567	6.38
Frio semihúmedo	Bogotá	9.329	0.87
Frio húmedo	Manizales	26,110	10.71

Tabla 2 Emisión de CO₂ por consumo de energía para bioclima Frio húmedo

EMISIONES DE CO₂ RELACIONADAS CON EL USO DE LA GEOTERMIA SOMERA EN LA CLIMATIZACIÓN DE VIVIENDAS

Con el análisis de emisiones de CO₂ relacionado con el uso de sistemas de climatización convencional en los 7 bioclimas, se evalúa la posible disminución del consumo de dicha energía eléctrica, dada la posible implementación de la geotermia somera para el requerimiento de climatización de las viviendas, la disminución del consumo es por la implementación de un sistema EAHE, simulado en las 7 regiones-bioclimas mencionadas anteriormente.

Bioclima	Ciudad	Potencial de climatización (kW)	Potencial de climatización (BTU/h)
Cálido seco	Riohacha	3.542	12092
Cálido semihúmedo	Montería	2.971	10143
Cálido húmedo	Quibdó	2.134	7285
Templado semihúmedo	Medellín	2.582	9166
Templado húmedo	Guadalupe	2.685	8815
Frio semihúmedo	Bogotá	2.23	7613
Frio húmedo	Manizales	2.143	7316

Tabla 3.- Potencial de enfriamiento con un sistema EAHE simulado para las diferentes regiones-bioclimas de Colombia

Fuente: elaboración propia

Bioclima	Energía Eléctrica Consumida (kWh)	Emisión De CO₂ (Ton eq)
Cálido seco	19,2	7.87
Cálido semihúmedo	26,34	10.80
Cálido húmedo	21,17	8.68
Templado semihúmedo	4.325	1.77
Templado húmedo	5,625	2.31
Frio semihúmedo	2,516	1.03
Frio húmedo	7,784	3.19

Tabla 4 Emisión de CO₂ por consumo de energía con aprovechamiento de la geotermia somera

	Energía anual consumida por sistemas de climatización (kW/h)	Emisión de CO₂ por consumo de energía (Ton eq)
Climatización con sistemas convencionales	152,683	59.61
Climatización mediante la utilización de geotermia somera	86,96	35.65

Tabla 5 Emisión totales de CO₂ por consumo de energía en edificaciones de Bogotá

CASO DE ESTUDIO

De esta forma, y partir del consumo total de energía eléctrica utilizada en la calefacción en una edificación, y en función de las emisiones totales de emisiones de CO₂, se evalúa el consumo total para una ciudad como caso de estudio. En este sentido se evalúa la ciudad de Bogotá ubicada en el centro de Colombia respecto al consumo de energía y generación de emisiones principalmente de los estratos socioeconómicos 3 y 4 en los que se presenta un mayor consumo de equipos de calefacción en las edificaciones de Bogotá respecto al total de la población de 7'412.566 habitantes según el último reporte del DANE[9] y del cual el 33% de la población hace parte de los estratos socioeconómicos 3 y 4.

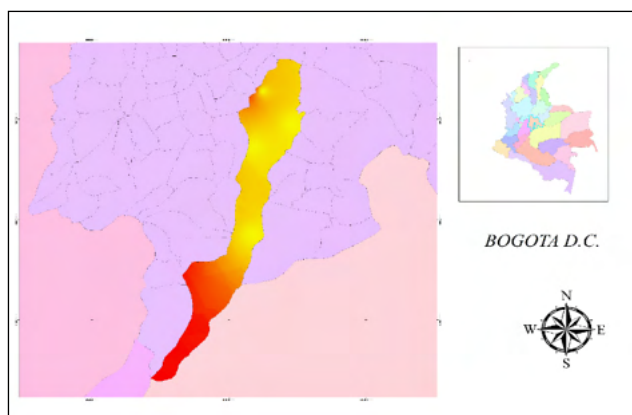


Figura 2 Localización caso de estudio ciudad de Bogotá, Colombia

Por lo anterior, se presenta en la siguiente tabla, el consumo total de energía asociado a los estratos socioeconómicos 3 y 4 de la ciudad de Bogotá en relación al consumo kWh por m², generando de esta forma el total de emisiones que pueden generarse por el uso de sistemas de calefacción con sistemas convencionales en función del promedio de horas que es necesario utilizar para el bioclima frío semihúmedo.

Ciudad	Energía Eléctrica Consumida (kWh)	Factor De Emisión (kgCO ₂ e/kWh)	Emisión de CO ₂ (Ton eq)
Bogotá	265.31	71.2	9285.8

Tabla 6 Emisión de CO₂ por consumo de energía en Bogotá en estratos socioeconómicos 3 y 4

CONCLUSIONES

La generación de GEI es uno de los actuales problemas ambientales, que se encuentra relacionado con el consumo de energía, las emisiones de CO₂ fueron cuantificadas para los diversos casos de climatización de la vivienda, lo convencional, así como con la implementación de medidas que respondan frente al cambio climático, como es el uso de la geotermia somera en la climatización.

Mediante el uso de la geotermia somera en la climatización de edificaciones se llega a una reducción de un 40.1 % sobre las emisiones de CO₂ respecto al uso de fuentes convencionales en sistemas de climatización.

Considerando la emisión de CO₂ por consumo de energía evaluado para el caso de estudio y en función del consumo en equipos de refrigeración, se evalúa como la implementación de la geotermia somera puede ser más eficiente en bioclimas con menor altitud en Colombia como puede ser en ciudades como Quibdó y Montería que presentan mayores necesidades de climatización.

Nota: Trabajo realizado para y con apoyo de la Red Iberoamericana de Geotermia Somera (RIGS-CYTED).

REFERENCIAS

[1] D. Romano and J. Witi, "General Guidance and Reporting," *2019 Refinement to 2006 IPCC Guidel. Natl. Greenh. Gas Invent.*, vol. 1, pp. 1–4, 2019.

[2] EPA, "Global Greenhouse Gas Emissions," no. August, pp. 1–6, 2016.

[3] PNUMA Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, "Protocolo de Kyoto de la convención de las Naciones Unidas sobre el medio Ambiente y el cambio climático (1997)," pp. 1–34, 1997.

[4] H. O. Benavides, "Información técnica sobre Gases de Efecto Invernadero y el cambio climático.," *Ideam*, pp. 1–102, 2007, doi: IDEAM–METEO/008-2007.

[5] C. Li *et al.*, "Carbon emission reduction potential of rural energy in China," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 29, pp. 254–262, 2014, doi: 10.1016/j.rser.2013.08.073.

[6] J. C. Santamarta *et al.*, "The clean energy transition of heating and cooling in touristic infrastructures using shallow geothermal energy in the Canary Islands," *Renew. Energy*, vol. 171, pp. 505–515, 2021, doi: 10.1016/j.renene.2021.02.105.

[7] C. Energética, D. E. L. Sector, and C. C. Cusa, "INFORME FINAL VOLUMEN I Metodología y Análisis Presentado a : UPME Por .," 2012.

[8] OLADE, "Precios de la Energía en América Latina Y El Caribe," p. 185, 2020, [Online]. Available: <https://rtc-cea.cepal.org/es/documento/diagnostico-sobre-el-estado-de-las-encuestas-de-gastos-e-ingresos-en-america-latina-y-el>.

[9] DANE, "Censo de Edificaciones (CEED)," Colombia, 2021. [Online]. Available: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/censo-de-edificaciones>.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Actividades extracurriculares 150, 151, 156, 158, 159, 160, 161, 162

Agentes inteligentes 77

Aprovechamiento 65, 77, 78, 79, 97, 99, 100, 103, 198

B

Biorremediación 89, 90, 91

C

Calentamiento global 17

Cambio climático 97, 98, 99, 105

Classroom 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 147, 148, 149

Competencias profesionales 107, 111, 112, 117, 118, 121, 150, 151, 152, 163, 164

Concrete 1, 6, 47, 64

Consumo de recursos 65

Corriente Directa CD 17

D

Diseño de experimentos 165, 168, 177

E

Educación superior 65, 66, 67, 74, 76, 107, 110, 111, 112, 114, 116, 118, 119, 120, 121, 162

Electroválvulas 77, 81, 83, 84, 85, 87

Emisiones de Co2 102, 103

Estado del arte 198, 199

F

Fiber 1, 6

Flujo de materiales 65

Formación tecnológica 66, 67, 72, 107, 115

G

GEI 97, 99, 101, 105

Geotermia somera 97, 98, 100, 101, 103, 104, 105

H

Hongos 89, 90, 91, 96

Humedad relativa 3, 165, 166, 168, 170, 171, 173, 176

I

Índice de consumo 165, 167, 169, 170, 171, 174, 175, 176, 177

Ingeniería industrial 8, 33, 44, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 157, 178

L

Lógica difusa 80, 84

M

Motor jaula de ardilla 26

Motor síncrono 26, 27, 28, 29, 30, 31

Motor trifásico 26

Movilidad 92, 191, 194, 198, 199, 200, 204, 206

Movilidad eléctrica 198, 199

O

Observation 137, 138, 139, 140, 148

P

Patinetas eléctricas 198, 199, 200, 202, 210

Pensamiento numérico 122, 135

Pensamiento variacional 122, 123, 135, 136

Petróleo 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95

Plan por competencias 150, 151, 156, 159

Polypropylene 1, 6

Prelosa- preesforzada 46

Proceso de secado 165, 166, 167, 170

Q

Qualitative research 137, 149

R

Radiación 17, 20, 23, 24

Reciclaje 65, 73

Reinforced 1, 6, 7, 47

Resolución de problemas 122, 123, 124, 132, 133, 134, 135

Reutilización 65, 73, 74, 77, 79, 83, 84, 85, 86, 204

S


Sensores de nivel 77, 81, 82, 85


Solar 17, 18, 19, 20, 22, 23, 25, 75

Students 122, 123, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 150





Entre
CIENCIA
e
INGENIERIA
3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 



Entre

CIENCIA

e

INGENIERIA

3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 


Atena
Editora
Ano 2022