

Ciência e Tecnologia

Para o Desenvolvimento
Ambiental, Cultural
e Socioeconômico

Leinig Antonio Perazolli
(organizador)

Ciência e Tecnologia

Para o Desenvolvimento
Ambiental, Cultural
e Socioeconômico

Leinig Antonio Perazolli
(organizador)

2021 by Editora Artemis
Copyright © Editora Artemis
Copyright do Texto © 2021 Os autores
Copyright da Edição © 2021 Editora Artemis



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. Leinig Antonio Perazolli
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
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão
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
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima
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/ Universidad Tecnológica Nacional*, 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. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona*, Espanha
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro
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.^ª Dr.^ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco
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
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío*, Chile
Prof.^ª Dr.^ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Javier Antonio Alborno, *University of Miami and Miami Dade College*, USA
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
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. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista
Prof.^ª Dr.^ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás
Prof.^ª Dr.^ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo
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 Rodríguez, *Universidad Santiago de Compostela*, Espanha
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe
Prof.^ª Dr.^ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada*, Espanha
Prof.^ª Dr.^ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto
Prof.^ª Dr.^ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia
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
Prof.^ª Dr.^ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal
Prof.^ª Dr.^ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría"*, Cuba
Prof.^ª Dr.^ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras
Prof.^ª Dr.^ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense



Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras
Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia
Prof.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina
Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
Prof. Dr. Turpo Gebera Osbaldo Washington, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa
Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande
Prof.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca*, Colômbia

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

C569 Ciência e tecnologia para o desenvolvimento ambiental, cultural e socioeconômico [livro eletrônico] / Organizador Leinig Antonio Perazolli. – Curitiba, PR: Artemis, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Edição bilíngue

ISBN 978-65-87396-52-1

DOI 10.37572/EdArt_201221521

1. Ciência – Brasil. 2. Inovações tecnológicas – Aspectos sociais. I. Perazolli, Leinig Antonio.

CDD 500

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

APRESENTAÇÃO

A publicação intitulada **“Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Ambiental, Cultural e Socioeconômico”** faz uma coletânea de resultados científicos, em diferentes áreas do conhecimento, exemplificando um modelo para a abordagem dos problemas relacionados ao desenvolvimento ambiental, cultural e socioeconômico da sociedade atual.

A obra se justifica ao apresentar caminhos para se atingir soluções positivas frente às grandes e variadas dificuldades que estamos observando nas últimas décadas, decorrentes de ações comerciais, do desejo de consumo e ao fato que as fontes são finitas, porém os desejos humanos não. Estas ações comerciais levam à destruição ambiental, massificação cultural e a problemas socioeconômicos devido à diferença de renda e ao aumento da frequência de desastres ambientais, os quais geram grandes prejuízos financeiros e humanos.

A obra se inicia relatando o estado da arte sobre o consumo ético, avança para a descrição da vulnerabilidade e do emprego sustentável de ecossistemas. Destaca a função dos processos de educação, peça fundamental para a evolução sustentável de qualquer sociedade e a importância da interrelação entre os municípios de diferentes países para a busca de objetivos comuns.

Na continuidade temos exemplos de resultados científicos positivos para o uso de tecnologias em diferentes áreas do conhecimento, desde o uso de micro-organismos e sementes para a produção de óleos e energia, tratamentos e recuperação de resíduos de minerais e propostas científicas avançadas nas áreas de separação líquido-líquido, magneto eletrônica e varistores. A obra também ilustra as consequências das ações negativas praticadas pela ação humana. Cabe destacar que se estas ações não forem evitadas, corrigidas e/ou readequadas as consequências dos desastres ambientais, com reflexos negativos em todas as áreas, poderão se tornar irreversíveis em questão de décadas.

A importância deste livro reside ao indicar caminhos para fomentar o desenvolvimento ambiental, cultural e socioeconômico de forma sustentável.

Quero externar meus sinceros agradecimentos aos autores dos trabalhos científicos e à Editora Artemis, pela organização desta obra.

Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli
UNESP – Instituto de Química de Araraquara/SP

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ESTADO DEL ARTE SOBRE CONSUMO ÉTICO EN LA ÚLTIMA DÉCADA: REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

Javier Solano

David Zaldumbide Peralvo

Delia García Vences

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2012215211

CAPÍTULO 2..... 18

VULNERABILIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS A LA CONTAMINACIÓN POR NITRATO EN LA CUENCA DEL RÍO EBRO (ESPAÑA) MEDIANTE EL PROCEDIMIENTO LU-IV

Mercedes Arauzo Sánchez

María Valladolid Martín

Gema García González

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2012215212

CAPÍTULO 3..... 36

ECOSISTEMAS DE EMPRENDIMIENTO, DE LO NACIONAL A LO REGIONAL, SANTANDER UNA APUESTA

Mónica María Pacheco Valderrama

Olga Cecilia Alarcón Vesga

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2012215213

CAPÍTULO 4..... 47

O ENSINO MÉDIO POLITÉCNICO E A REALIDADE TECNOLÓGICA VIVENCIADA PELOS ALUNOS E PROFESSORES EM DUAS ESCOLAS DE PELOTAS- RS

Elis Regina Madeira da Porciúncula

Marcos Antonio Anciuti

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2012215214

CAPÍTULO 5..... 69

UNIVERSIDADES Y LA APROPIACIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE CHILE

Juan Ramón Contreras González

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2012215215

CAPÍTULO 6..... 89

COMPARACIÓN DE LA NORMATIVA DE CONTROL INTERNO Y EXTERNO MUNICIPAL ENTRE ECUADOR Y ARGENTINA

Verónica Ponce

Carlos Albert Ferreira

José Townsend

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2012215216

CAPÍTULO 7..... 103

EL USO DE LA BIOMASA DEL HONGO *Aspergillus niger* PARA LA ELIMINACIÓN DE METALES PESADOS DE AGUAS CONTAMINADAS

Ismael Acosta Rodríguez

Nancy Pacheco Castillo

Adriana Rodríguez Pérez

Juan Fernando Cárdenas González

Víctor Manuel Martínez Juárez

Francisco Navarro Castillo

Erika Enríquez Domínguez

Juana Tovar Oviedo

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2012215217

CAPÍTULO 8..... 114

INFLUENCIA DE LA ENVOLVENTE CON BAJOS NIVELES DE TRANSMITANCIA EN EL CONSUMO ENERGÉTICO DE VIVIENDAS EN CLIMAS CÁLIDOS

María Victoria Mercado

Celina Filippín

Gustavo Barea

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2012215218

CAPÍTULO 9.....134

ESTUDIO DE LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE LA CUPRITA SINTETIZADA POR RUTA QUÍMICA

Orfelinda Avalo Cortez

David Pedro Martínez Aguilar

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2012215219


CAPÍTULO 10.....147

ACEITE DE LA SEMILLA DE AGUACATE, UNA REVISIÓN DESDE SUS POTENCIALIDADES

Lina González Asías

Amelia Espitia Arrieta

Jennifer Lafont Mendoza

 https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152110

CAPÍTULO 11.....159

ESTUDIOS QUÍMICOS REALIZADOS A LA SEMILLA DE *Moringa oleifera* Lam Y SU IMPACTO EN LA SALUD HUMANA: UNA REVISIÓN TEÓRICA

Jennifer Lafont Mendoza

William Negrete Humanez

Amelia Espitia Arrieta

 https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152111

CAPÍTULO 12.....171

ZONAS DE INFLUENCIA GENERADAS POR PROPIEDADES FÍSICAS PARA LA CARACTERIZACIÓN EN CAMPO DEL MATERIAL ROCOSO

Ernesto Patricio Feijoo Calle

Andrés Nicolás Aguirre Larriva

Bernardo Andrés Feijoo Guevara

 https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152112

CAPÍTULO 13..... 186

CARACTERIZACIÓN Y FLOTACIÓN DE APATITA CONTENIDAS EN RELAVE DE HIERRO

Luis Valderrama

Mario Santander

Oswaldo Gómez

Patricia Tapia
Patricio Muñoz
Bruno Zazzali

 https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152113

CAPÍTULO 14.....193

ESTUDO DE COMPÓSITOS COM MATRIZ DE ALUMÍNIO E RESÍDUOS DE MINÉRIO DE MANGANÊS POR SINTERIZAÇÃO AO AR NATURAL

Affonso Henrique Alves Ribeiro
Margarida Márcia Fernandes Lima
Rhelman Rossano Urzedo Queiroz
Rosa Malena Fernandes Lima

 https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152114

CAPÍTULO 15.....214

EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO APLICADA AO PROCESSO DE REFINO DE ETANOL COMBUSTÍVEL

Gabriel Manso Kozlowski Pitombeira
Leinig Antonio Perazolli
Elias de Souza Monteiro Filho

 https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152115

CAPÍTULO 16..... 227

EVIDENCING THE MAGNETOELECTRIC COUPLING IN BI1-XNDXFE03 COMPOSITIONS THROUGH FERROIC CHARACTERIZATIONS

Anuar Jose Mincache
Lilian Felipe da Silva Tupan
Odair Gonçalves de Oliveira
Ivair Aparecido dos Santos
Luiz Fernando Cótica

 https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152116

CAPÍTULO 17234

EFEITO DO COBALTO E ZINCO EM VARISTORES À BASE DE SNO_2

Glauco Meireles Mascarenhas Morandi Lustosa
João Paulo de Campos da Costa
Leinig Antônio Perazzoli
Biljana Stojanovic

Maria Aparecida Zaghete Bertochi

Elson Longo

 https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152117

CAPÍTULO 18.....250

GRADUAÇÃO HISTOLÓGICA DOS GLIOMAS PELA ANÁLISE DA PERMEABILIDADE MICROVASCULAR POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

Pedro Henrique Raffa de Souza

Rodrigo de Oliveira Plotze

Lucas Giansante Abud

Carolina Baraldi Araújo Restini

 https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152118

CAPÍTULO 19.....270

MONITORAMENTO DE ENCALHES DE ANIMAIS MARINHOS NA GESTÃO DA PESCA EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Viviane Korres Bisch

Roberto Sforza

 https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152119

SOBRE O ORGANIZADOR.....280

ÍNDICE REMISSIVO281

CAPÍTULO 8

INFLUENCIA DE LA ENVOLVENTE CON BAJOS NIVELES DE TRANSMITANCIA EN EL CONSUMO ENERGÉTICO DE VIVIENDAS EN CLIMAS CÁLIDOS

Data de submissão: 24/09/2021

Data de aceite: 16/10/2021

María Victoria Mercado

Instituto de Ambiente
Hábitat y Energía, INAHE-CONICET
Facultad de Ingeniería
Carrera de Arquitectura y Urbanismo
Universidad Nacional de Cuyo
Mendoza, Argentina
mvmercado@mendoza-conicet.gob.ar

Celina Filippín

CONICET, CC302
Santa Rosa, 6300
La Pampa, Argentina

Gustavo Barea

Instituto de Ambiente
Hábitat y Energía, INAHE-CONICET

RESUMEN: Las acciones o estrategias bioclimáticas y sustentables en el diseño de edificios se ha transformado en una necesidad urgente para bajar los niveles de consumo energético del sector. La envolvente de los edificios es la interfaz entre el ambiente interior y el exterior que afectan la ganancia y pérdida de calor interior alterando de manera directa el requerimiento de energía para calefaccionar o enfriar los espacios. La

aislación térmica de la envolvente juega un papel predominante en el descenso de los valores de transmitancia para evitar pérdidas o ganancias. El objetivo principal de este trabajo es analizar la incidencia de la aislación térmica en muros y techos en la respuesta energética de viviendas unifamiliares de diferentes formas y materialidades en el período de enfriamiento para cuatro zonas bioambientales de la República Argentina. Se ha trabajado con la metodología de simulación paramétrica por medio de J-eplus, que permitió alcanzar la combinación de diferentes variables como: cuatro niveles de U para muros y techos, cuatro relaciones de relación muro opaco y vidrio (WWR), dos sistemas constructivos y tres tipologías formales diferentes; alcanzando un número de 3456 simulaciones. Los resultados muestran que en climas muy cálidos, cálidos y templados cálidos el consumo energético disminuye para valores de U más altos en muros, mientras que la incidencia de valores menores de U en techos refleja un consumo menor.

PALABRAS CLAVES: Aislación térmica. Consumo energético. Climas cálidos.

THERMAL INSULATION'S INFLUENCE IN THE ENERGY CONSUMPTION OF HOUSING IN THE SUMMER

ABSTRACT: Bioclimatic and sustainable actions or strategies in building design have become an urgent need to lower energy consumption levels in the sector. The envelopment of buildings is the interface

between the indoor and outdoor environment, energy and heat loss. Thermal insulation of the envelope plays a predominant role in lowering transmission values to prevent gains or gains. The main objective of this work is to analyze the incidence of thermal insulation in walls and ceilings in the energy response of single-family homes of different shapes and materiality in the cooling period for four bioenvironmental areas of the Argentine Republic. We have worked with the parametric simulation methodology through J-eplus, which has improved the combination of different variables such as: four levels of U for walls and ceilings, four WWR relationships, two construction systems and three different formal typologies; reaching a number of 3456 simulations. The results show that in very hot, warm and temperate climates, the highest consumption levels in walls, while the incidence of the values of minors in the future. Therefore, it is concluded that in single-family homes, to achieve low energy consumption for cooling, the media, the media, the media, the media, the media. Protect overheating by very isolated packages.

KEYWORDS: Thermal insulation. Energy consumption. Warm climates.

1 INTRODUCCIÓN

Las diversas variables de diseño arquitectónico ambientalmente consciente como la forma, la orientación, la relación de envolvente opaca y envolvente transparente, los sistemas de climatización natural, la conservación de energía (por nombrar algunas), son una prioridad clave en la toma de decisiones para el logro de edificios energéticamente eficientes (Gratia y De Herde, 2003; Stevanovic, 2013, Negendhal y Nielsen, 2015, Mercado y Barea, 2018). La creciente demanda energética contrastada a la restricción energética, sea por costo o demanda, es una emergencia que se ha visto reflejada en numerosas directivas e incentivos para el logro de edificios con requerimientos energéticos mínimos.

De las variables mencionadas, la envolvente tiene un gran impacto en la calefacción y refrigeración de los espacios y en la conservación de energía de los edificios residenciales. (Zhaosong Fang et al, 2014; Ballarini Corrado, 2012). La envolvente de los edificios es la interfaz entre el ambiente interior y el exterior que afectan la ganancia de calor y la pérdida de calor interior.

La aislación térmica efectiva en la evolvente del edificio desempeña un papel importante hacia la reducción del consumo de energía (Yu et al, 2011). Numerosos trabajos demuestran que la aplicación de aislación térmica en los elementos de la envolvente permite disminuir entre un 40% y 60% el consumo anual de energía. Algunos estudios señalan esta estrategia como la más efectiva para disminuir el consumo energético, por estar estrechamente relacionada con la influencia de la envolvente y los intercambios de calor del edificio. (Esteves y Mercado, 2005; EURIMA, 2007; Ballarini y Corrado, 2012; Aditya et all, 2017). En estos estudios es central el uso de la aislación térmica en los balances anuales, debido a que contribuyen con la reducción de energía utilizada para calentar los espacios en invierno y enfriarlos en verano. Supone además una disminución en la emisión

de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono y su consecuencia directa en el aumento de la temperatura media global. (IPCC, 2017; IPCC, 2017).

Esta componente dentro de la envolvente opaca ha sido estudiada desde diversos ángulos, considerándola un ítem de influencia directa en el consumo energético del edificio y su impacto en el aspecto económico y medio ambiental. Se trata de un material o materiales compuestos que poseen características de alta resistencia térmica con capacidad de disminuir la transferencia de calor. Aditya et al (2017), han analizado y clasificado los materiales desde la perspectiva energética y de ciclo de vida separándolos en cuatro grupos: convencionales, innovadores, reciclados y naturales. En esta línea, en otro estudio, se destaca que el poliestireno expandido es el material de aislamiento más económico entre cinco (poliestireno expandido, el poliestireno extruido, el poliuretano espumado, la perlita y el cloruro de polivinilo espumado) debido al mayor ahorro en el ciclo de vida y al periodo de recuperación más bajo (Yu et al, 2009).

En cuanto a la ubicación de la componente de aislación dentro del muro, se ha comprobado que la aislación en las capas exteriores de muros funciona energéticamente mejor en construcciones pesadas o másicas con un alto valor de capacidad calorífica volumétrica, debido a las características de retraso y el factor de disipación del calor. En el mismo trabajo se muestran que la capa de aislación tiene un efecto significativo en las cargas de transmisión totales instantáneas y diarias y que debe analizarse en conjunto con el tipo de actividad del edificio (Al-Sanea y Zedan, 2011). Otros estudios se enfocan en la aislación asimétrica, aplicando la estrategia de manera selectiva y diferenciando el espesor y nivel de aislación de acuerdo a la fachada con más demandas en relación a su orientación. Esto supone un mayor nivel de eficiencia (Yu et al, 2008; D'Agostino et al, 2019; Al-Sanea y Zedan, 2011).

La literatura presenta también, una importante revisión sobre la temática del espesor óptimo advirtiendo varios enfoques: el costo y su ciclo de vida (Yildiz et al, 2008; Yu et al, 2009), la respuesta térmico-energética (Ucar et al, 2010); D'Agostino et al, 2019), el impacto ambiental (Comakli y Yüksel, 2004; Yildiz et al, 2008) y el análisis de lo que establecen diferentes normativas (Esteves y Mercado, 2005; Melo et al, 2015). De estos trabajos se advierten dos fuertes conclusiones unánimes: *a-un espesor demasiado alto de material aislante, incluso si cumple con requisitos legislativos, puede ser desventajoso con referencia a los requisitos de energía, impacto y análisis económico* y *b-mientras el costo del material de aislamiento aumenta linealmente, la disminución del costo del consumo de energía se produce a un nivel más débil a partir de cierto espesor de aislación.*

Las mayoría de las investigaciones sobre el aspecto del espesor de la aislación se han realizado utilizando criterios de la estación de invierno. D'Agostino et al (2019),

advierte que el grosor de la aislación se vuelve perjudicial para los climas cálidos por causar un requerimiento energético mayor asociado al uso de aire acondicionado en verano. Esto pone en evidencia una problemática poco estudiada: el comportamiento de aislación térmica desde el aspecto de consumo energético en época estival de climas templados, climas cálidos y climas muy cálidos. Melo et al (2014), advierten que los bajos valores de transmitancia por medio del uso de aislación térmica dificultan la disipación de calor en las épocas de verano.

A partir de lo expuesto hasta aquí, el presente trabajo plantea como objetivo principal analizar la incidencia de la aislación térmica de muros y techos en la respuesta energética de viviendas unifamiliares de diferentes formas y materialidad en el período de enfriamiento para cuatro zonas bioambientales de la República Argentina.

2 ESTADO DEL ARTE DEL PROBLEMA

Aunque el tema central de todos los estudios citados es el uso de aislamiento térmico para reducir el consumo de energía, la aplicación adecuada de este para mejorar el rendimiento energético de los edificios en verano solo se ha analizado en algunos estudios. Los trabajos realizados por Yu et al (2008) y D'Agostino et al (2019), presentan el ahorro de energía diferenciado entre época de invierno y época de verano, por lo tanto es posible advertir que el ahorro en la estación de verano disminuye entre un 40 y 50% en relación del ahorro que se obtiene para la estación de invierno. Con esta apreciación, se hace entendible el ahorro energético que se observa cuando se realizan evaluaciones con balances anuales, ya que predomina la situación invernal.

Xu et al (2007), muestran que durante las estaciones intermedias y cálidas, la aislación en la envolvente aumenta el consumo de energía. Situación que se repite en edificios con gran cantidad de cargas internas, sin embargo para edificios residenciales hay escasos estudios en la literatura. Ballarini Y Corrado (2012), exponen que la transferencia de energía a través de la envolvente representa una contribución fundamental a la demanda de energía para enfriamiento, pero la influencia de la envoltura opaca en la necesidad de refrigeración es limitada. En esta línea Melo et al (2014), advierten la misma situación y afirman que una superficie aislada restringe la disipación de la ganancia interna al ambiente exterior para los climas de Florianópolis, Curitiba y São Luís, siendo climas que se pueden relacionar como cálidos y muy cálidos considerando sus semejanzas a la división bioambiental de Argentina.

En este sentido, y para la situación de la República Argentina, no se han encontrado estudios del uso de aislación térmica en períodos estivales de climas templados, cálidos y muy cálidos y su influencia directa sobre la demanda energética para enfriamiento. Este

trabajo aborda esta temática desde la simulación paramétrica, metodología que permite evaluar numerosas variables a la vez.

3 METODOLOGÍA

El estudio se realizó con el uso del software EnergyPlus en conjunto con el software J-eplus, que otorga la posibilidad de parametrizar las simulaciones y combinar numerosos rangos de los diferentes items. El avance en programas de simulación computacional permite la evaluación simultánea de numerosas variables y la interrelación entre ellas, que anteriormente suponían trabajos extensos y difíciles de realizar. La metodología paramétrica es un método exhaustivo que otorga la posibilidad de crear pautas de diseño bioclimático considerando varias estrategias a la vez (Mercado y Barea, 2018).

Se trabajó en tres fases, 1- *Establecer los rangos de las variables de acuerdo al objetivo del trabajo*; 2- *Ejecutar las simulaciones paramétricas para cada clima considerado, lo que alcanzó a 3456 simulaciones* y 3- *Identificar la forma adecuada y específica de representar los resultados*.

3.1 TIPOLOGÍAS, VARIABLES Y RANGOS

3.1.1 Zonas bioambientales

La Norma IRAM 11603 *Clasificación bioambiental de la República Argentina*, establece seis zonas climáticas y sub-zonas. Se trabajó con las zonas: Ia - Muy cálido seco-, IIa -Cálido seco-, IIIa -Templado cálido seco- y IV -Templado frío. Para estas zonas se consideraron las siguientes ciudades: Formosa ciudad; Chamental, La Rioja; Nueve de Julio, Buenos Aires y Mendoza ciudad respectivamente. Se utilizaron los archivos climáticos Typical Meteorological Year (TMY) (Climate One Building, 2019). Los termostatos se fijaron en 20°C para calefacción y 24°C para enfriamiento.

Tabla 1. Ciudades, zonas climáticas según IRAM 11603 Y ASHRAE, Temperaturas mínima y máxima de diseño.

Ciudad	Clima según Zonificación Bioambiental Norma IRAM 11603	Equivalencia climática según Zonificación ASRAHE	TDMIN [°C]	TDMX [°C]
Formosa, Formosa	I Muy Cálido	2B Hot Dry	0,9	40
Chamental, La Rioja	II Cálido	3B Warm Dry	-3,1	41
9 de Julio, Buenos Aires	III Templado Cálido	4B Mixed Dry	-3,8	37,4
Mendoza, Mendoza	IV Templado Frío		-3,9	36,1

Fuente: elaboración propia.

El método de balance energético utilizado por Energy Plus permite contabilizar la energía consumida para un año completo de acuerdo a la necesidad de calefacción y

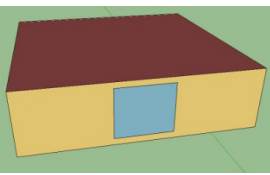
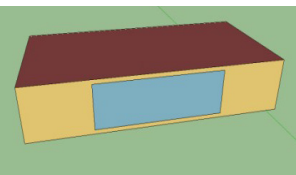
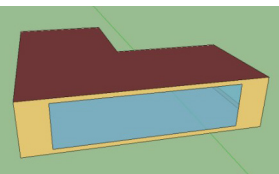
enfriamiento. Para el presente trabajo se utilizan los datos de energía que necesitaría la vivienda para mantenerse por debajo del termostato de enfriamiento.

Se presenta también, la equivalencia climática de acuerdo a la zonificación determinada por la ASRAHE con el propósito de poder extrapolar a otras localidades del mundo el presente estudio. La ASHRAE clasifica y agrupa con niveles numéricos del 1 al 8 los posibles climas genéricos del mundo. En los número del 1 al 3 se albergan los climas muy cálidos a cálidos, en el 4 los climas templados (denominados como Mixto) y del 5 al 8 los climas fríos, muy fríos y ártico (haciendo referencia a los climas de los polos Norte y Sur).

3.1.2 Definición de Tipologías y orientación.

Se consideraron tres tipologías que responden a esquemas formales diferentes cubriendo una superficie de 80m², desde una resolución compacta a una más abierta. La tipología 1, compacta, se opta por un edificio cuadrado con una relación ancho-largo de 1 a 1. Tipología 2, una composición rectangular con una relación de 1 a 2 (6.4m x 12.8m). Tipología 3, abierta, en forma de L con una relación de 1 a ½ (ext: 10.5m x 10.5m, int: 5.5m x 5.5m). Todas las tipologías constan de una sola zona térmica. Figura 1. Las tipologías 2 y 3 se orientaron con su lado más extenso hacia el norte.

Figura 1. Representación 3D de Tipologías, índice de compacidad (IC) y factor de forma (FAEP).

Tipología			
IC	88.6%	82.6%	75.5%
FAEP	2.17	2.25	2.37

Fuente: elaboración propia.

3.1.3 Relación envolvente opaca-envolvente transparente

El tamaño de las aberturas transparentes se representaron por medio de la relación de envolvente opaca y envolvente transparente (WWR%), se resolvió trabajar con 4 proporciones diferentes siendo, 20, 40, 60 y 80. En cuanto a la orientación se ha expuesto la fachada de mayor longitud hacia el Norte, para contemplar la ganancia solar. Todas las localidades de estudio se encuentran por debajo de la línea del Ecuador. Para este trabajo no se han considerado protecciones solares en las aberturas expuestas.

3.1.4 Transmitancias

La normativa Argentina, específicamente la Norma IRAM 11605, propone rangos de transmitancia máximos en tres niveles diferenciados para invierno y verano y por zonas bioambientales del país de acuerdo a la Norma IRAM 11603.

La primera diferenciación que se expone (invierno y verano) es útil para el cálculo de los consumos energéticos y trata de evitar la exageración de aislación para épocas no necesarias. La bibliografía presenta estudios sobre la aislación adaptativa (cambios de espesores para invierno y verano), con tecnologías innovadoras que permiten elevar o disminuir los valores de transmitancia de acuerdo a la estación del año, favoreciendo la reducción del uso de energía de los edificios y evitando efectos no deseados con la incorporación de la aislación (Favoino et al, 2017; Jin et al, 2017; Berge et al, 2015; Kimber et al, 2013). Sin embargo, en el contexto de la República Argentina y la disponibilidad tecnológica del mercado, cuando un edificio se construye considerando aislación térmica, se resuelve de forma homogénea sin la posibilidad de cambiar el U de los elementos por estación.

En cuanto a la diferenciación por zona bioclimática establece dos grupos, por un lado climas muy fríos, fríos y templado frío y por otro lado climas templados cálidos, cálidos y muy cálidos, donde la exigencia de transmitancia de la envolvente es menor. Considerando esta categorización de climas más fríos y más cálidos se tuvo en cuenta los valores de transmitancia, para los primeros los valores estipulados para invierno y en el caso del grupo de climas más cálidos los valores para verano.

Se trabaja con los tres niveles de la Norma IRAM 11605 (A, B y C) y un cuarto nivel que se va a denominar *Recomendado (R)* de acuerdo a un trabajo previo (*Esteves y Mercado, 2005*), diferenciandolos según los dos grupos mencionados anteriormente. Por lo tanto, para los climas templados se trabajó con los valores estipulados para la estación de invierno y para los climas cálido y muy cálido se utilizaron los valores de la época estival (Tabla 2).

Tabla 2. Valores de transmitancia [U] máxima para los tres niveles propuestos por Norma IRAM 11605 y valor teórico recomendado. Equivalencia de acuerdo a la clasificación climática propuesta por la ASHRAE y valores transmitancia [U] para los elementos arquitectónicos referenciados según norma ASHRAE 90.2.

Clima según Zonificación Bioambiental Norma IRAM 11603	Factor U- Muro				Factor U- Techo				Equivalencia climática según Zonificación ASRAHE	Factor U- Muro	Factor U- Techo
	A	B	C	R	A	B	C	R			
Muy Cálido I (TMD=7.7) seco	0,45	1,10	1,80	0,81	0,38	1,00	1,85	0,77	2B Hot Dry	0,94	0,17
Cálido II (TMD= 1.5) seco	0,45	1,10	1,80	0,81	0,38	1,00	1,85	0,77	3B Warm Dry	0,56	0,17
Templado Cálido III (TMD= 0.1) sec	0,38	1,00	1,85	0,78	0,32	0,83	1,00	0,64	4B Mixed Dry	0,56	0,15
Templado Frío IV (TMD= -0.3)	0,38	1,00	1,85	0,78	0,32	0,83	1,00	0,64			

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 1, se puede advertir que el nivel de transmitancia para muros establecidos por la ASHRAE para climas muy cálidos es un 47.8% mayor que el nivel más estricto de la normativa Argentina. En cambio la situación de las exigencias para techos, la ASHRAE propone niveles entre 55.2% y 53.1% menor que su par Argentino.

3.1.5 Capacidad calorífica de los elementos verticales y horizontales

Se tuvieron en cuenta dos tipos de sistemas constructivos considerando que implican diferentes niveles de capacidad calorífica volumétrica, consecuentes al uso de materiales de construcción pesada o másica y liviana (Tabla 2); denominadas construcción másica y construcción liviana.

Construcción másica (se utiliza el sistema constructivo tradicional, muy utilizado en el país):

Muros: revoque exterior (0.025m) + aislación de poliestireno expandido (valor x m) + ladrillo macizo (0.17m) + revoque interior (0.025m),

Techos: losa maciza de hormigón armado (0.12m) + aislación (valor x m) + capa de compresión alivianado (0.075m) + membrana asfáltica (0.012m).

Construcción liviana (se utiliza un sistema que posee gran ahuje en la construcción nueva prefabricada):

Muros: revoque exterior (0.025m) + alma de muro = aislación de poliestireno expandido (valor x m) + revoque interior (0.025m),

Techos: Cielorraso de madera (1") + aislación de poliestireno expandido (valor x m) + Alivianado de hormigón (0.075m) + membrana asfáltica.

Tabla 3. Valores de capacidad calorífica volumétrica para los diferentes paquetes utilizados.

	Paquete	Capacidad calorífica [KJ/m ²]
MASICO	Muro	425.6
	Techo	423.0
LIVIANO	Muro	95.0
	Techo	170.0

Fuente: elaboración propia.

4 DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Los resultados se diferencian en muros y techos en relación a lo que establece la Norma IRAM 11605 para el total de las simulaciones. Son mostrados en diagramas de caja donde se puede observar los valores máximos, medios, cuartiles y mínimo, para

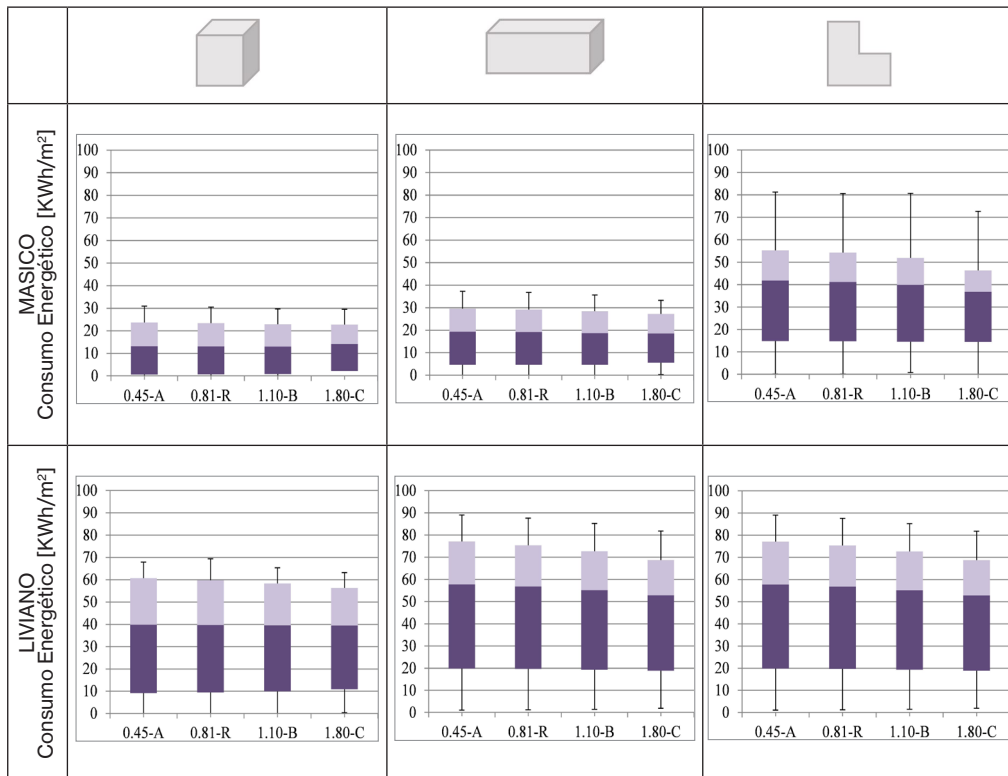
cada zona bioclimática combinando todos los parámetros estudiados de acuerdo a su capacidad calorífica volumétrica (Másico y Liviano), tipologías (cuadrado, rectancuglar y L) y relación WWR.

4.1 CONSUMOS ENERGÉTICOS PARA TRANSMITANCIA DE MUROS EN RELACIÓN A LA FORMA Y CAPACIDAD CALORÍFICA

En el caso del clima muy cálido (Formosa) los dos tipos de construcciones muestran una disminución constante del consumo de energía a medida que el U aumenta, para paquetes livianos en un rango del 6 al 10% y para paquetes másicos en un rango del 11 al 17%. Esta disminución es menor en la forma compacta cuadrada de construcción másica, donde se observa una disminución radical del consumo en el valor mínimo de U, con una diferencia entre máximo y mínimo del 55%. Para los demás valores de U, la disminución se vuelve constante en un rango del 5%. Para la zona II de clima Cálido (Chamical) el comportamiento es similar a lo que se observó en la zona I *Muy cálido*. Se observa un aumento sostenido del consumo energético en relación a valores de U menores. Se puede observar una constante de aumento del orden del 15% para construcciones livianas y del 17% para construcciones másicas de configuración más abiertas. En la forma cuadrada este porcentaje asciende al 28.7%. Figuras 2 y 3.

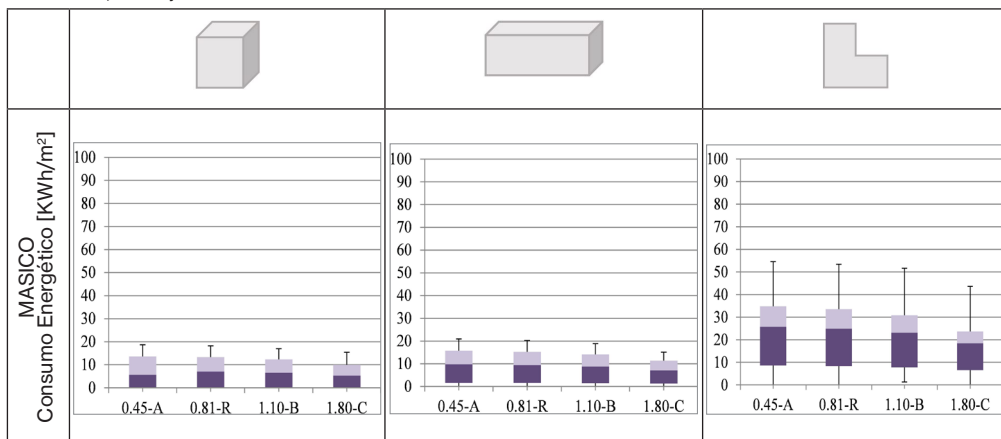
La ciudad de 9 de Julio (clima Templado cálido), la tendencia de consumo con muros aislados o no, es menor para la composición másica que para los paquetes livianos. Sin embargo presenta una diferencia que radica en que para U mayores el consumo disminuye. Esta disminución es sustancial entre el nivel A (de menor valor U) y el nivel C (mayor valor U) alcanzando un descenso del 23.4% para la forma cuadrada y de 41.8% en las formas rectangulares y abiertas. En el clima Templado Frío, se advierte la misma situación que para la localidad de 9 de Julio, donde el aumento se invierte y se observa un descenso a medida que el U crece. Este descenso alcanza un valor de hasta el 41% para la construcción másica en las formas cuadrada y rectangular y la forma L baja a un 18%. Por otro lado en la construcción liviana estos valores cambian a 40% para las formas rectangular y L, mientras que la forma cuadrada no supera el 25.8%. En este caso se evidencia una fuerte influencia en la relación construcción-forma, ya que se aprecia mayor descenso de consumo en formas cuadradas y rectangulares, cuando la construcción es másica, mientras que en la forma L el mayor descenso de consumo se observa para la forma más abierta L. Figura 4 y 5.

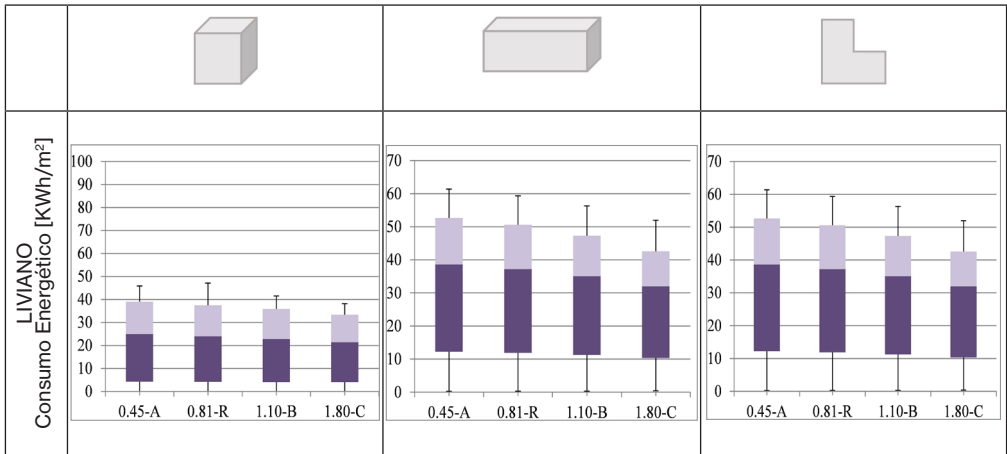
Figura 2. Consumos energéticos de enfriamiento de acuerdo a las modificaciones de U Muros, para Zona I *Muy cálido* –Formosa ciudad-.



Fuente: elaboración propia.

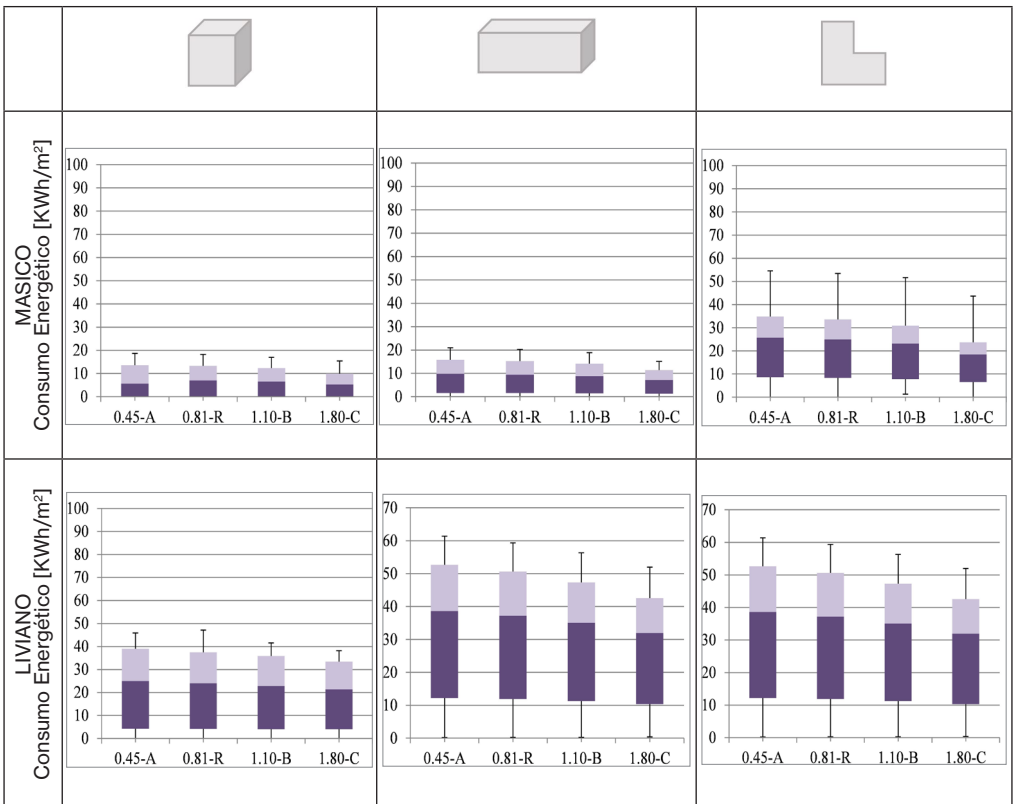
Figura 3. Consumos energéticos de enfriamiento de acuerdo a las modificaciones de U Muros, para Zona II *Cálido* –Chemical, La Rioja-.





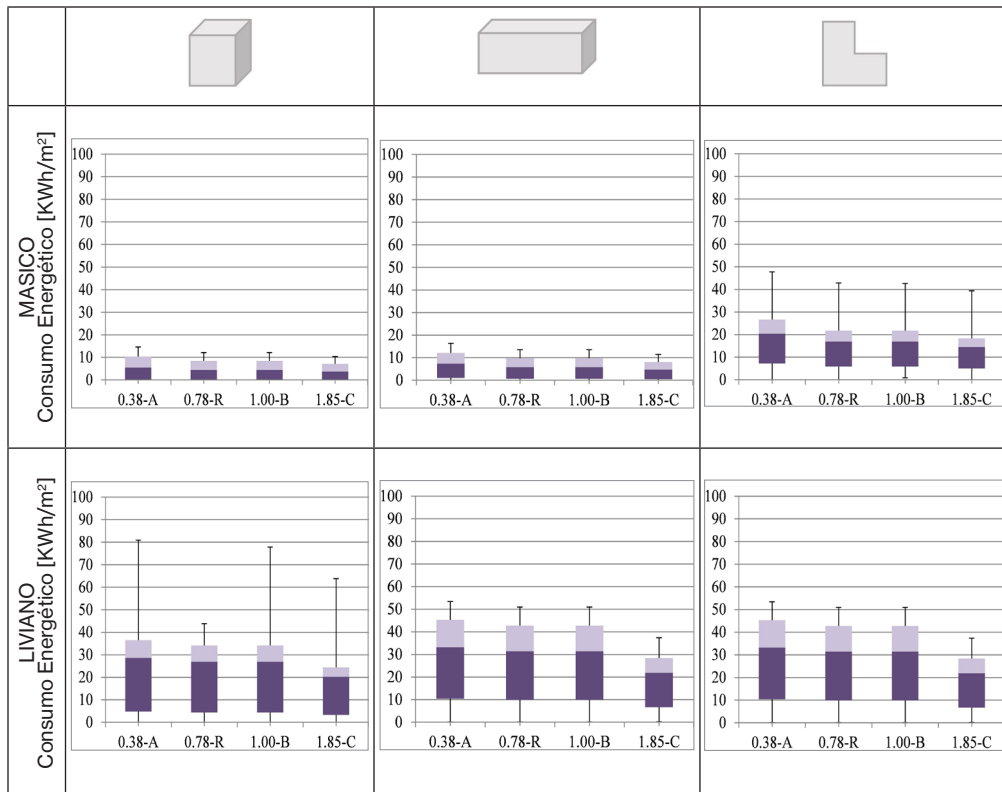
Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Consumos energéticos de enfriamiento de acuerdo a las modificaciones de U Muros, para Zona III Templado cálido -9 de julio, Buenos Aires-



Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Consumos energéticos de enfriamiento de acuerdo a las modificaciones de U Muros, para Zona IV Templado frío –Mendoza, ciudad-.



Fuente: elaboración propia.

4.2 CONSUMOS ENERGÉTICOS PARA TRANSMITANCIA DE *TECHOS* EN RELACIÓN A LA FORMA Y CAPACIDAD CALORÍFICA

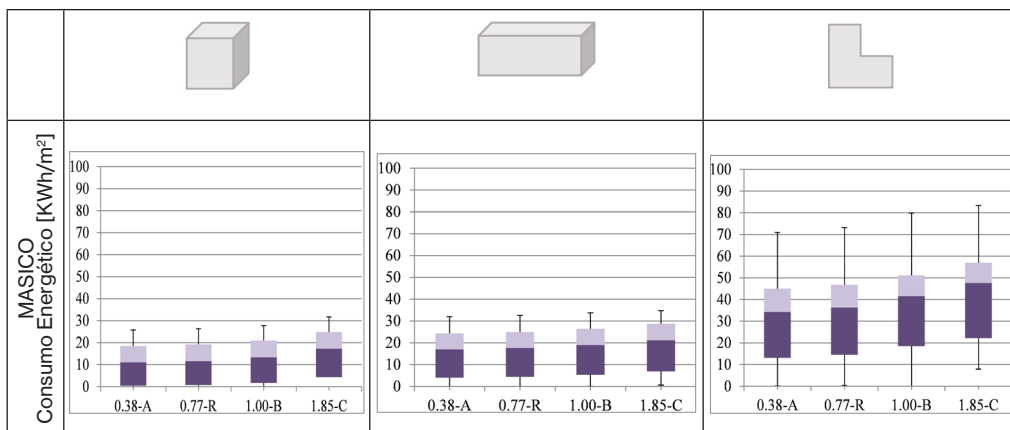
En el caso de clima Muy cálido y construcción másica, se observa un pequeño aumento en el consumo a medida que el U aumenta. Existe una semejanza en los valores de consumo para los niveles A, B y R en las formas más compactas, mientras que el consumo del nivel C se percibe mayor. La forma abierta evidencia un aumento sostenido del consumo desde el valor menor (A) al valor mayor de U (C). En las tres formas el valor U más alto presenta un aumento significativo del consumo en relación a paquetes con niveles A, B y R. En formas compactas (cuadrado y rectangular) el consumo se dispersa entre un 32% y 33% más para la misma relación WWR cuando la envolvente es liviana. Esta dispersión en envolvente másica alcanza un máximo de 9%. El peor comportamiento lo presenta el paquete liviano con valor U más alto para la forma más compacta. Se considera que esto es efecto de que la forma y la envolvente establecen demasiado intercambio y/o dispersión de energía entre exterior e interior. Figura 6.

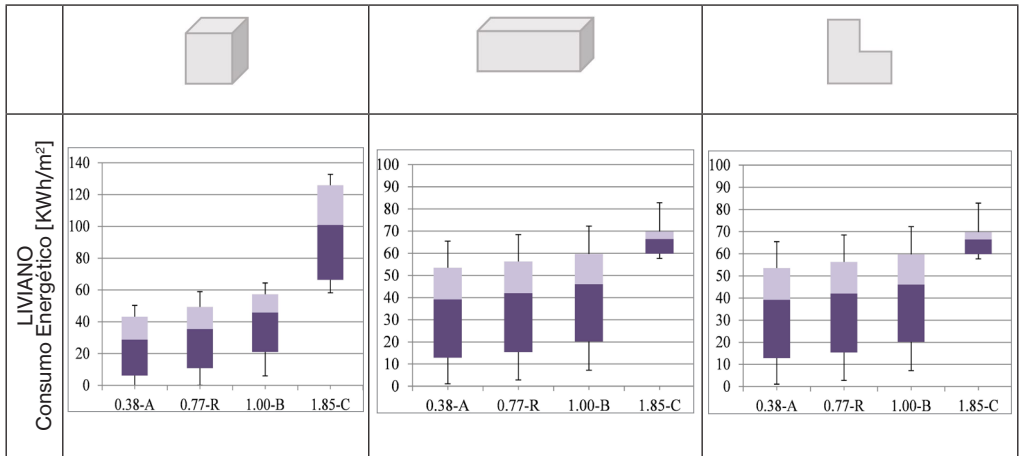
En el clima Cálido, las situaciones para los paquetes másicos, en las tres formas, responden de una manera bastante similar al cambio y aumento del valor de transmitancia térmica del paquete. El consumo energético presenta un aumento en un rango entre el 4 y 10% para las formas cuadrada y rectangular mientras que para la forma más abierta marca un aumento del 18%. El paquete liviano presenta un aumento sostenido del orden del 12.5% entre los niveles A, R y B, mientras el nivel C alcanza un 41.5% en relación al nivel A, en las formas más abiertas (rectangular y L). En la forma cuadrada alcanza un 68% para U muy conservativos. Figura 7.

Para la localidad 9 de julio (clima Templado cálido), el consumo de la construcción másica presenta un aumento paulatino a medida que este es mayor, un aumento que oscila en un rango de 9 y 35% entre los niveles de U más bajo (A) y de U más alto (C). Sin embargo se manifiesta en consumos por debajo de 17 KW/hm²año, por lo que al tratarse de consumos bajos, el aumento es imperceptible. En su contraposición a la situación masica, el sistema liviano muestra un mayor consumo de hasta 1/3 más en las tres formas y con un aumento más homogéneo entre niveles que no supera el 6% para la forma cuadrada y el 4.7% en las formas rectangular y L. Figura 8.

La situación de construcción másica para la ciudad de Mendoza (clima Templado frío) muestra aumentos de consumo a medida que el U aumenta. Para las formas cuadrada y rectangular se observa un consumo un 50% menor que la forma abierta (L). En la situación de construcción liviana, las tres formas presentan un comportamiento similar, es decir un aumento paulatino marcando una diferencia de 35% promedio entre el valor mínimo (A) y el máximo (C) de consumo energético. En todos los casos el nivel C se desprende del aumento paulatino que mantienen entre los niveles A, R y B (aumento en un rango del 1.7% al 2.6%). El nivel C eleva su consumo llegando a plasmar una diferencia del 7%. Figura 9.

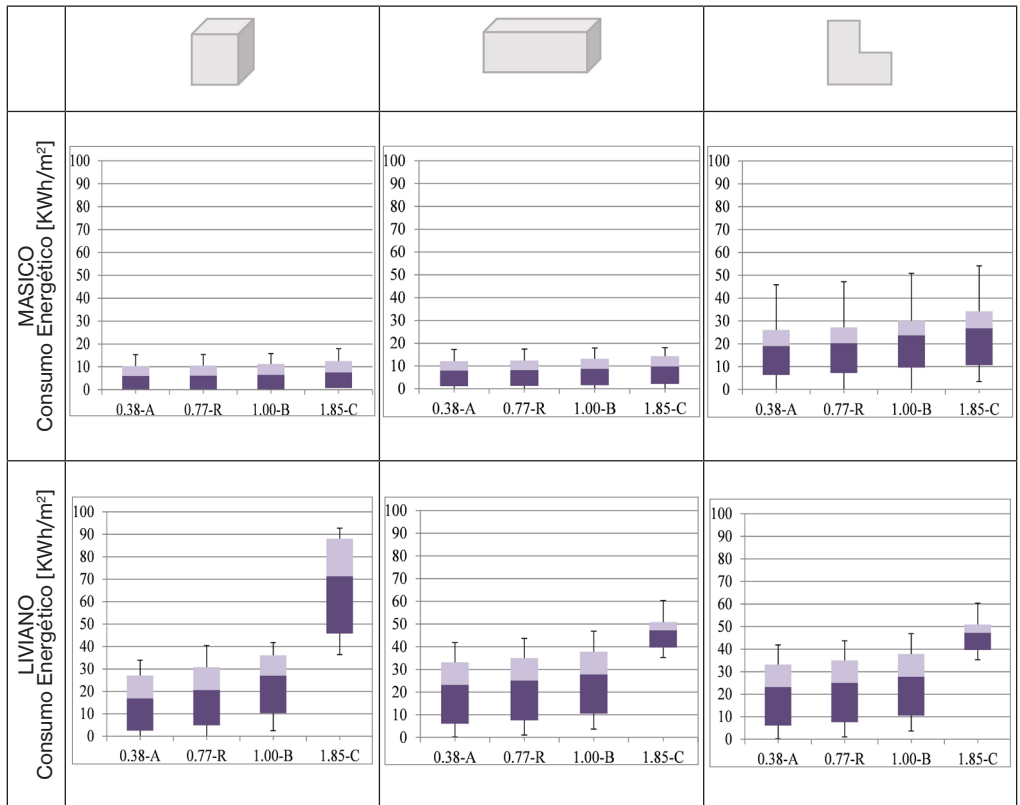
Figura 6. Consumos energéticos de enfriamiento de acuerdo a las modificaciones de *U* Techos, para Zona I Muy cálido –Formosa ciudad-.





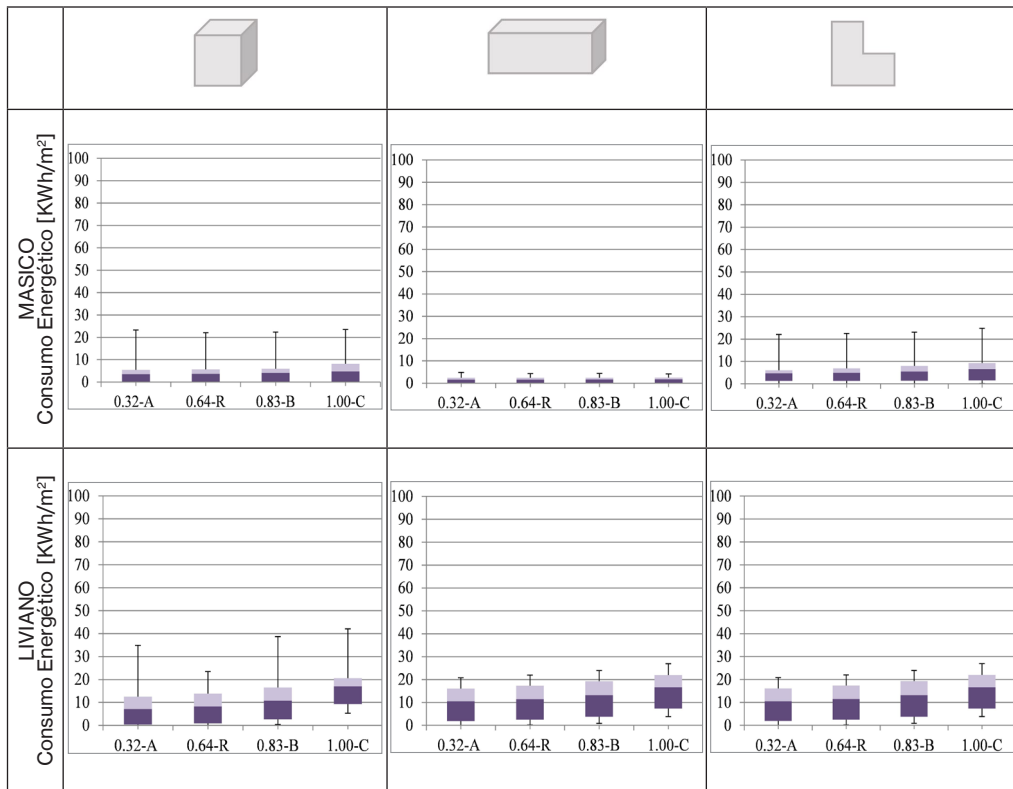
Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Consumos energéticos de enfriamiento de acuerdo a las modificaciones de *U* Techos, para Zona II Cálido-Chamical, La Rioja.



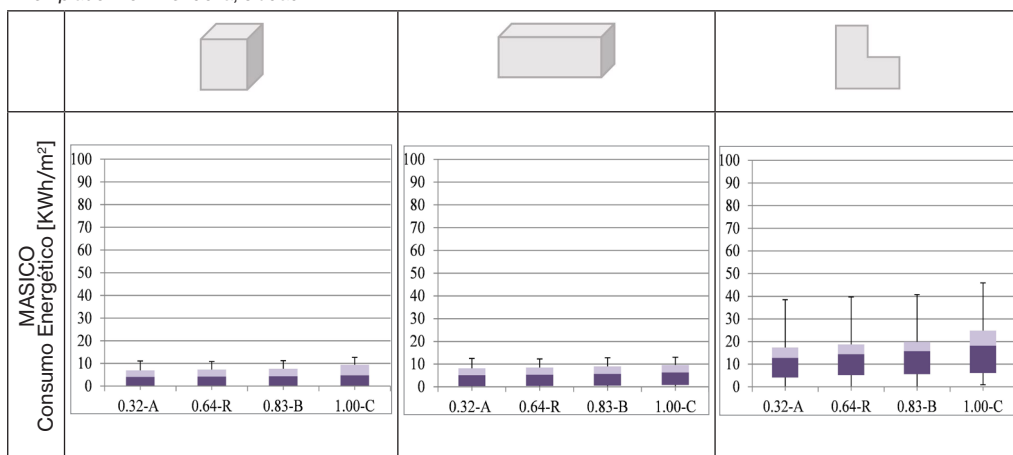
Fuente: elaboración propia.

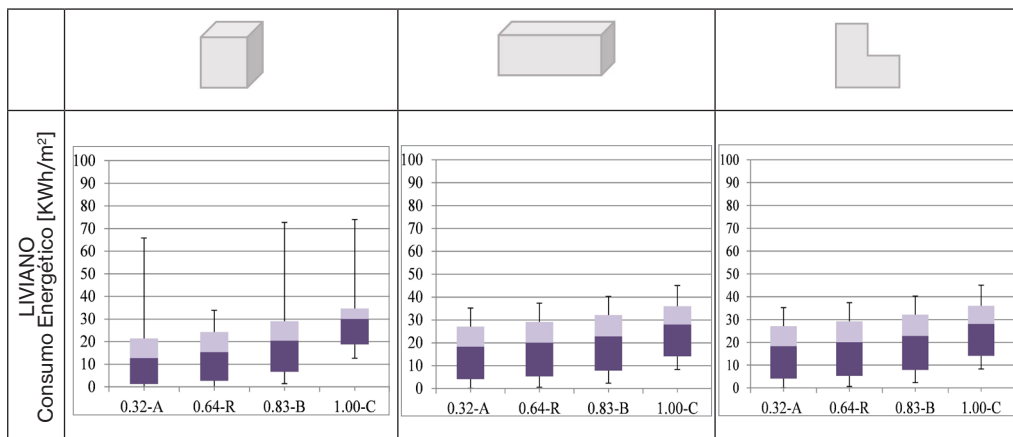
Figura 8. Consumos energéticos de enfriamiento de acuerdo a las modificaciones de *U Techos*, para Zona III *Templado cálido* –9 de julio, Buenos Aires-.



Fuente: elaboración propia.

Figura 9. Consumos energéticos de enfriamiento de acuerdo a las modificaciones de *U Techos*, para Zona IV *Templado frío* –Mendoza, ciudad-.





Fuente: elaboración propia.

4.3 CONSUMOS ENERGÉTICOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN RELACIÓN CON LA FORMA Y EL COEFICIENTE WWR

Este análisis presenta mayor dispersión de los datos que en las relaciones analizadas en los puntos 4.1 y 4.2. Sin embargo es posible advertir que se produce una clara diferenciación de dos grupos en los comportamientos del consumo energético, por un lado los climas cálidos (VI y V) y por otro lado los climas templados (IV y III).

Tabla 4. Consumos energéticos máximos y mínimos por Forma, WWR para construcción mäsica y construcción liviana.

		MASA				LIVIANO			
		20	40	60	80	20	40	60	80
CUADRADO									
Zona I Muy cälido	MAX	8.2	15.7	21.9	30.7	116.4	128.5	68.0	68.4
	MIN	0.0	0.4	14.3	23.2	0.0	7.8	29.9	42.4
Zona II Cälido	MAX	1.1	4.1	12.9	19.1	79.0	88.2	47.8	48.5
	MIN	0.0	0.0	6.4	11.8	0.0	3.3	17.2	25.5
Zona III Templado Cälido	MAX	0.0	0.1	24.7	5.1	36.6	42.4	24.7	25.7
	MIN	0.0	0.0	6.7	2.2	0.0	0.5	6.7	11.0
Zona IV Templado Frío	MAX	0.1	2.2	9.5	14.6	67.4	76.1	41.2	41.3
	MIN	0.0	0.0	3.3	7.2	0.0	1.7	12.7	19.3
RECTANGULAR									
Zona I Muy cälido	MAX	5.2	12.2	23.3	33.0	59.9	66.8	70.3	69.9
	MIN	0.0	5.1	15.9	25.9	1.0	16.2	33.6	46.6
Zona II Cälido	MAX	0.9	5.6	13.1	19.7	40.7	46.4	49.4	49.3
	MIN	0.0	1.4	6.9	12.7	0.2	7.9	18.8	27.3
Zona III Templado Cälido	MAX	0.0	0.5	2.6	5.8	19.8	23.7	26.3	27.0
	MIN	0.0	0.0	0.9	2.7	0.0	2.5	7.9	12.5
Zona IV Templado Frío	MAX	0.2	3.8	10.0	15.4	35.4	40.6	43.1	42.6
	MIN	0.0	0.4	3.9	8.2	0.1	5.5	14.3	21.2
L									
Zona I Muy cälido	MAX	9.1	66.8	38.6	45.5	59.9	66.8	70.3	69.9
	MIN	0.1	16.2	24.7	32.3	1.0	16.2	33.6	46.6
Zona II Cälido	MAX	2.6	46.4	23.7	29.0	40.7	46.4	49.4	49.3
	MIN	0.0	7.9	12.2	17.1	0.2	7.9	18.8	27.3
Zona III Templado Cälido	MAX	0.0	23.7	5.0	7.8	19.8	23.7	26.3	27.0
	MIN	0.0	2.5	1.8	3.4	0.0	2.5	7.9	12.5
Zona IV Templado Frío	MAX	1.2	40.6	16.9	21.1	35.4	40.6	43.1	42.6
	MIN	0.0	5.5	6.8	10.5	0.1	5.5	14.3	21.2

Fuente: elaboración propia.

En el primer grupo mencionado, los climas cálidos y muy cálidos, existe una mayor variabilidad en las combinaciones donde se encuentran los datos de mayor y menor consumos (MAX y MIN) respectivamente. Esta situación conlleva una dificultad metodológica para establecer un patrón de comportamiento. En el clima muy cálido, los casos de formas compactas de construcciones másicas, muestran que los valores máximos de consumo prevalecen en las relaciones menores, 20 y 40 para una combinación de muros y techos sin aislar. Para las mismas formas en construcciones livianas los niveles de mayor consumo rondan las relaciones de WWR más altas (60 y 80) con muros de U mínimos y techos sin aislar. En el clima cálido, los resultados se muestran más homogéneos, dado que los valores máximos se encuentran para todas las formas para la combinación del U más bajo de muros y techos sin aislar para todas las relaciones de WWR y las formas constructivas.

En el caso de los climas templados, presentan un comportamiento igual para todos los casos. Los máximos consumos energéticos se presentan con los niveles mínimos de transmitancia para muros y techos. Mientras que los mínimos de consumo se presentan con los niveles más altos de transmitancia en muros, es decir sin aislación e importantes espesores de aislación en techos. Esto indica que la relación WWR no influye el menor o mayor consumo energético frente al cambio de las transmitancias de muros y techos.

En cuanto a las relaciones de WWR y las formas se observa que en formas compactas y un sistema constructivo másico aumentan los consumos frente a porcentajes más altos. Mientras que en la forma más abierta y un sistema constructivo liviano, sin masa, la incidencia del aumento de aventanamiento se reduce a un 15% entre valores mínimos y máximos.

5 CONCLUSIONES

En este trabajo se ha estudiado la influencia en el consumo energético para refrigeración de los valores de transmitancia (U) que recomienda la Norma IRAM 11605 en sus tres niveles (A, B y C) y un cuarto nivel recomendado (R) en un trabajo anterior, en climas templados y cálidos de la República Argentina para edificios residenciales unifamiliares de formas, sistemas constructivos y relación WWR diferentes.

La metodología de simulación paramétrica se considera óptima para este tipo de estudios debido a la posibilidad de trabajar con infinitas variables y poder observar su influencia en conjunto. Sin embargo el procesamiento de datos se debe realizar cuidadosamente.

En base a los resultados es posible alcanzar las siguientes conclusiones:

- Para climas muy cálidos y cálidos las cargas energéticas para refrigeración se elevan entre un 28% y 55% con valores de transmitancia muy bajos o conservativos.
- En climas templados este valor es menor, sin embargo trabajos anteriores muestran una disminución en el consumo energético para balances anuales, lo que supone que para la estación de invierno valores bajos de U proporcionan ventajas. De esto se deduce que, en la estación de verano, la aislación asimétrica de muros sería conveniente, permitiendo la disipación del calor en orientaciones menos comprometidas.
- La Norma IRAM 11603 recomienda para climas Muy cálidos y cálidos “*gran aislación térmica en techos y en muros orientadas al este y al oeste*”. En este trabajo se demuestra que esta recomendación no es absoluta, ya que supondrá un mayor consumo energético con gran aislación en muros.
- La utilización de los altos valores de U en muros, relacionados a los niveles de la Norma IRAM 11605, evidencia un aumento en el consumo energético destinado a enfriamiento.
- La tendencia en techos es inversa, en todos los climas se presenta un aumento a medida que las transmitancias suben. Esta situación toma importante relevancia al evidenciar que el elemento de mayor incidencia solar en la época estival, influencia de manera directa en el consumo energético para enfriamiento. Por lo tanto mientras en muros es beneficioso la disipación del calor por medio de elementos poco aislados o sin aislar, los techos se deben proteger del sobrecalentamiento mediante paquetes muy aislados.

El estudio realizado posee una importante prospectiva de trabajo e investigaciones futuras como el análisis de los casos considerando la carga interna de uso, la protección solar de las aberturas y la descarga térmica de los muros mediante ventilación cuando la temperatura exterior lo permita.

REFERENCIAS

Al-Sanea S. A., Zedan M.F. 2011. Improving thermal performance of building walls by optimizing insulation layer distribution and thickness for same thermal mass. *Applied Energy*, Vol. 88, Pp. 3113-3124. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.02.036>.

Ballarini I. y Corrado V. 2012. Analysis of the building energy balance to investigate the effect of thermal insulation in summer conditions. *Energy and Buildings* 52 pp. 168–180.

Berge A., Hagentoft Carl-E., Wahlgren P., Adl-Zarrabi B. 2015. Effect from a Variable U-Value in Adaptive Building Components with Controlled Internal Air Pressure, *Energy Procedia*. Vol. 78, pp 376-381. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.677>.

Climate One Building Org. Disponible en:<http://climate.onebuilding.org/sources/default.html>

Çomakli, K., Yüksel, B. 2004. Environmental impact of thermal insulation thickness in buildings. *Applied Thermal Engineering*, 24 (5-6), pp. 933-940. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2003.10.020

Mercado M. Victoria, Esteves A. 2004. Arquitectura sustentable, estudio térmico y técnico económico de la incorporación de aislación térmica. *Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 15; pp. 45 – 52.

Esteves A., Esteves M. J., Mercado M. V., Barea G. y Gelardi D. 2018. Building Shape that Promotes Sustainable Architecture. Evaluation of the Indicative Factors and Its Relation with the Construction Costs. *Architecture Research*, 8(4) pp. 111-122.

EURIMA. Ecofys VII - U-values for Better Energy Performance of Buildings. European Insulation Manufacturers Association; 2007.

Fang Z., Li N., Li B., Luo G., Huang Y. 2014. The effect of building envelope insulation on cooling energy consumption in summer, *Energy and Buildings*, Vol. 77, 2014. Pp. 197-205. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.03.030>.

Favoino F., Jin Q., Overend M. 2017. Design and control optimisation of adaptive insulation systems for office buildings. Part 1: Adaptive technologies and simulation framework, *Energy*, Volume 127, pp Pages 301-309. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.03.083>.

Gratia E., De Herde A. 2003. Design of low energy office buildings, *Energy and Buildings*, Vol. 35, Pp 473-491, ISSN 0378-7788, [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(02\)00160-3](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(02)00160-3).

Intergovernmental Panel on Climate Change I. Climate Change 2007: Technical Summary.

Intergovernmental Panel on Climate Change I. 2017. Expert Meeting on Mitigation, Sustainability and Climate Stabilization Scenarios.

IRAM 11603. 2011. Acondicionamiento térmico de edificio. Clasificación Bioambiental de la República de Argentina.

IRAM 11604. 2001. Aislamiento térmico de edificios.

Jin Q., Favoino F., Overend M. 2017. Design and control optimisation of adaptive insulation systems for office buildings. Part 2: A parametric study for a temperate climate. *Energy*. Volume 127, pp 634-649. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.03.096>.

Mark Kimber, William W. Clark, Laura Schaefer, Conceptual analysis and design of a partitioned multifunctional smart insulation, *Applied Energy*, Volume 114, 2014, Pages 310-319, ISSN 0306-2619, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.09.067>.

Mascaró, J. L. Variación de los Costos de los Edificios Con las Decisiones Arquitectónicas. La Plata: UNLP, FAU, 1983.

Melo A. P., LAMBERTS R., DE SOUZA VERSAGE R., ZHANG Y. 2015. Is thermal insulation always beneficial in hot climate? Proceedings of BS2015: 14th Conference of International Building Performance Simulation Association, Hyderabad, India.

Melo A.P., Sorgato M.J., Lamberts R. 2014. Building energy performance assessment: Comparison between ASHRAE standard 90.1 and Brazilian regulation. *Energy and Buildings*. Vol. 70. Pp 372-383, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.11.080>.

Negendahl K., Nielsen T. R. 2015. Building energy optimization in the early design stages: A simplified method. *Energy and Buildings*. Vol. 105, Pp 88-99.

Olivieri F., Cocci Grifoni R., Redondas R., Sánchez-Reséndiz J.A., Tascini S. 2017. An experimental method to quantitatively analyse the effect of thermal insulation thickness on the summer performance of a vertical green wall, *Energy and Buildings*. Vol. 150. Pp 132-148. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.05.068>.

Stevanović S. 2013. Optimization of passive solar design strategies: A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 25, Pp 177-196.

Ucar, Aynur & Balo, Figen, 2010. Determination of the energy savings and the optimum insulation thickness in the four different insulated exterior Elsevier, vol. 35(1), pages 88-94

Yildiz, A., Gürlek, G., Erkek, M., Özbalta, N. 2008. Economical and environmental analyses of thermal insulation thickness in buildings. *Journal of Thermal Science and Technology*, 28 (2), pp. 25-34.

Yu J., Yang C., Tian L. 2008. Low-energy envelope design of residential building in hot summer and cold winter zone in China, *Energy and Buildings*, Volume 40, pp 1536-1546, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2008.02.020>.

Yu J., Yang C., Tian L., Liao D. 2009. A study on optimum insulation thicknesses of external walls in hot summer and cold winter zone of China, *Applied Energy*, Vol. 86, pp 2520-2529. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.03.010>.

SOBRE O ORGANIZADOR

Leinig Antonio Perazolli possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Maringá (1986), mestrado em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas (1991) e doutorado em Química pela Universidade Federal de São Carlos (1996). Atualmente é professor Livre Docente III do Instituto de Química - Unesp / Araraquara. Tem experiência na área de Engenharia de Materiais e Metalúrgica com estudos de Sinterização de Cerâmicos e obtenção de Foto catalisadores Cerâmicos e na área de História da Ciência com ênfase em Química e Engenharia Química. Atua na área de pesquisa nos seguintes temas: óxido de titânio, óxido de estanho, sinterização, voltados para a foto catálise e cerâmicas eletrônicas. Na área de extensão universitária desenvolve trabalhos sobre História da Ciência e da Engenharia Química e sobre a Química das Coisas. Leciona disciplinas na área de Química Tecnológica, Engenharia Química e História da Ciência.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Absorción 106, 107, 110, 142, 171, 176, 178, 180, 181, 182, 183, 184, 188
Aceite 147, 148, 149, 150, 151, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 169
Aguacate 147, 148, 149, 150, 151, 153, 154, 155, 156, 157, 158
Aislación térmica 114, 115, 117, 120, 131, 132
Análisis 1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 16, 20, 23, 24, 26, 30, 32, 69, 86, 87, 89, 90, 95, 116, 129, 131, 134, 136, 137, 138, 139, 141, 142, 144, 162, 163, 167, 173, 186, 188, 189
Antimicrobiana 134, 135, 136, 148, 158, 161, 169
Apatita 186, 187, 188, 189, 191
Aplicaciones 43, 160
A-site substitutions 227
Aspergillus niger 103, 104, 105, 111, 112, 113
Avaliação 47, 58, 59, 63, 64, 66, 67, 68, 250, 253, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 264, 265, 268, 273, 278, 279

B

BiFeO₃ 227, 228, 231, 232, 233
Biomasa 103, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 160

C

Climas cálidos 114, 117, 129, 130
Cohesión social 69
Combustíveis renováveis 214
Composición proximal 160, 168
Compresión 121, 171, 172, 173, 174, 175, 182, 183, 184
Consumidor ético 1, 2, 7, 11, 14
Consumo energético 114, 115, 116, 117, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 217
Consumo ético 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16
Consumo responsable 1
Contaminación Difusa 18, 19, 22, 33
Control interno 89, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102
Cuprita 134, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145

D

Densidad 166, 171, 175, 177, 179, 180, 182, 183, 193, 197, 206, 207, 211, 238, 239, 243, 245, 246

Deposição eletroforética 234, 235, 237, 240, 248

Desarrollo 8, 18, 20, 21, 32, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 46, 69, 70, 75, 76, 77, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 102, 149, 153, 154, 155, 167, 170, 171, 172, 176, 179, 187

Difusão 207, 234, 235, 241, 243, 245, 254

Difusão de Cromo 235

E

Ecosistemas de Emprendimiento 36, 37, 38

Emancipatória 47, 58, 59, 64, 66, 68

Emprendimiento 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45

Espectroscopia 200, 251, 253, 268

Etanol 214, 215, 216, 217, 221, 222, 224, 225

Ética del consumo 1

Extração líquido-líquido 214, 218, 221, 222, 223, 224, 225

F

Ferric properties 227

Flotación 186, 187, 188, 189, 190, 191

G

Glioma 250, 251, 252, 253, 254, 267, 268, 269

Glioma Astrocítico 251

I

Imagem de Perfusão 251

M

Materiais compósitos com matriz de alumínio 193, 194

Metales pesados 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111

Moringa oleífera Lam 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 167, 168, 169

Municipios locales 89

N

Normas 1, 5, 6, 7, 8, 13, 14, 15, 89, 95, 97, 100, 102

O

Óxido 109, 134, 135, 136, 137, 145, 146, 196, 235

Óxido de estanho 235

P

Percepção 6, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 69, 70, 71, 74, 75, 76, 79, 81, 82, 83, 84, 87, 88

Perfusão 251, 253, 254, 255, 256, 258, 259, 261, 264, 265, 267, 268

Permeabilidade Capilar 251

Porosidad 171, 176, 177, 178, 180, 181, 182, 183, 184

Potencialidades 65, 147, 148, 149, 169

Procedimiento LU-IV 18, 19, 20, 21, 23, 27, 28, 29, 30, 31, 32

Q

Quelônios marinhos 270, 271, 275

R

Relave 186, 188, 189, 191, 192

Remoción 98, 100, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110

Resíduos de mineração 194

Ressonância Magnética 250, 251, 253, 254, 268

Roca 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 182, 183, 184

S

Santander 36, 37, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 186

Semillas 147, 155, 159, 160, 161, 162, 164, 169

SIG 18, 20, 270, 272

Sinerização Microondas Varistores 235

Sinterização 193, 194, 196, 197, 206, 207, 208, 210, 211, 234, 236, 237, 240, 241, 243, 244, 245, 246, 249

Sistemas de Información Geográfica 19, 20

Staphylococcus aureus 134, 135, 136, 142, 144, 145, 146

T

Tecnologias 47, 49, 52, 53, 57, 59, 60, 67, 68, 79, 83, 120, 145, 184

U

Unidades de Conservação 270, 272, 273, 274, 276, 277

UNIFAC 214, 215, 218, 219, 221

Universidad compleja 69, 88

Z

Zonas Vulnerables a la Contaminación por Nitrato (ZVN) 18, 19