

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“VIABILIDAD ENERGÉTICA CON BIM DE UN  
EDIFICIO MULTIFAMILIAR EN JULIACA-PERÚ”

Tesis para optar al título profesional de:

**Ingeniera Civil**

**Autor:**

Yeni Madera Arnao

**Asesor:**

Dr Julio Christian Quesada Llanto  
<https://orcid.org/0000-0003-4366-4926>

Lima - Perú

2023

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Ing. José Luis Neyra Torres</b>	<b>21454204</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>Ing. Neicer Campo Vásquez</b>	<b>42584435</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>Ing. Erick Humberto Rabanal Chavez</b>	<b>42009981</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

TESI FINAL-YENI MADERA ARNAO

INFORME DE ORIGINALIDAD

**19%**

INDICE DE SIMILITUD

**17%**

FUENTES DE INTERNET

**8%**

PUBLICACIONES

**11%**

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>ipmark.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>2</b>	<b>Submitted to Universidad de Cantabria</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>www.caloryfrio.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>www.researchgate.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.unprg.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>enerlac.olade.org</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>Submitted to Universidad de Montemorelos A.C.</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> Fuente de Internet	

**Tabla de contenido**

Jurado calificador .....	2
Informe de similitud .....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
TABLA DE CONTENIDO.....	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	8
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	9
RESUMEN.....	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	11
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....	28
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	37
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	52
REFERENCIAS.....	56
ANEXOS.....	60
APÉNDICE A. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.....	61

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Características de edificio modelado .....	38
<b>Tabla 2</b> Parámetros generales: .....	39
<b>Tabla 3</b> Sistema envolvente .....	43
<b>Tabla 4</b> Sistema de compartimentación .....	45
<b>Tabla 5</b> Condensaciones superficiales prueba 1 .....	47
<b>Tabla 6</b> Características de espuma rígida de poliuretano (PUR) .....	48
<b>Tabla 7</b> Condensación superficial del edificio con (PUR) .....	48

### **Índice de ilustraciones**

<b>Ilustración 1</b> Método gestionado de certificación energética MECM_BIM .....	30
<b>Ilustración 2</b> Caso de estudio_BIM server. center .....	37
<b>Ilustración 3</b> Fichero de datos climáticos en EPW.....	39
<b>Ilustración 4</b> Temperatura en Juliaca, CYPETHERM HE.....	40
<b>Ilustración 5</b> Temperatura en Juliaca, SENAMHI .....	40
<b>Ilustración 6</b> Radiación en Juliaca, CYPETHERM HE .....	41
<b>Ilustración 7</b> Radiación en Juliaca, SENAMHI .....	42
<b>Ilustración 8</b> Resultados prueba 1 .....	46

## Índice de ecuaciones

Características de edificio modelado .....	38
Parámetros generales: .....	39
Sistema envolvente .....	43
Sistema de compartimentación .....	45
Condensaciones superficiales prueba 1 .....	47
Características de espuma rígida de poliuretano (PUR) .....	48
Condensación superficial del edificio con (PUR) .....	48

## **RESUMEN**

Esta investigación realiza la viabilidad energética con BIM de un edificio multifamiliar en Juliaca-Perú, se conoce que la construcción en 2020 generó el 38% de las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con la energía, lo que se debe en parte a que cada etapa de la construcción produce impactos ambientales. El estudio busca proponer una solución accesible y sostenible, aplicando la normativa española y la metodología BIM en su sexta dimensión. Para ello, se utiliza la simulación como técnica de investigación operacional, siguiendo el flujo de trabajo BIM y los parámetros del Método de Certificación Energética Gestionada BIM (MECM-BIM). Los resultados muestran que el edificio multifamiliar propuesto presenta un consumo de energía primaria no renovable, emisiones de dióxido de carbono, demanda de calefacción y refrigeración con una tendencia eficiente, a comparación de los edificios cotidianos en Juliaca-Perú.

**PALABRAS CLAVES:** Edificio pasivo, metodología BIM, Método de Certificación Energética Gestionada BIM (MECM-BIM), eficiencia energética.

## **NOTA**

El contenido de la investigación no se encuentra disponible en **acceso abierto**, por determinación de los propios autores amparados en el Texto Integrado del Reglamento RENATI, artículo 12.

## REFERENCIAS

- Adrada Tomé, E. (2020). *Estudio del autoconsumo térmico y eléctrico con fuentes de energías renovables aplicado a una vivienda unifamiliar* [UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID].  
[https://oa.upm.es/65443/1/PFM\\_ENRIQUE\\_ADRADA\\_TOME.pdf](https://oa.upm.es/65443/1/PFM_ENRIQUE_ADRADA_TOME.pdf)
- American Council for an Energy-Efficient Economy(ACEEE). (2022, April 6). *Cuadro de Mando Internacional de Eficiencia Energética | ACEE*. 2022 International Energy Efficiency Scorecard. <https://www.aceee.org/international-scorecard>
- ASHRAE. (n.d.). *Handbook of Fundamentals*. Retrieved July 7, 2022, from <https://www.ashrae.org/technical-resources/ashrae-handbook/ashrae-handbook-online>
- Climate.onebuilding.org. (n.d.). *archivos climáticos – Certificación de Edificio Sustentable*. Retrieved March 25, 2022, from <https://certificacionsustentable.cl/tag/archivos-climaticos/>
- Cuenta Luque, L. W. (2017). *Diseño y simulación de un sistema energético fotovoltaico con control de seguimiento del punto de máxima potencia para proveer energía eléctrica eficiente en la región de Puno* [UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO].  
[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6755/Cuenta\\_Luque\\_Lenin\\_Wilfredo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6755/Cuenta_Luque_Lenin_Wilfredo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Enshassi, A., Kochendoerfer, B., & Rizq, E. (2014). *An evaluation of environmental impacts of construction projects Evaluación de los impactos medioambientales de los proyectos de construcción*. [www.ricuc.cl](http://www.ricuc.cl)
- Guamán, W. P., Chicaiza, J., Vilcasana, B., Pesántez, G., & Proaño, X. (2022). Soluciones de eficiencia energética y confort térmico en edificaciones a partir de modelado

energético: Soluciones de confort térmico y eficiencia energética en edificios partir de modelado energético. *ENERLAC. Revista de Energía de Latinoamérica y El Caribe*, 6(1). <https://enerlac.olade.org/index.php/ENERLAC/article/view/210>

Madera Arnao, R. R. (2021). *MÉTODO GESTIONADO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA BIM (MECM\_BIM)* (Issue 2). Universidad de Navarra Escuela de Doctorado.

Ministerio de transporte movilidad y agenda urbana, & Ministerio de Ciencia e innovación. (2019). *GUÍA DE APLICACIÓN DB HE*. CTE(CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN).

[https://www.codigotecnico.org/pdf/GuiasyOtros/Guia\\_aplicacion\\_DBHE2019.pdf](https://www.codigotecnico.org/pdf/GuiasyOtros/Guia_aplicacion_DBHE2019.pdf)

Miranda Sara, L., Neira Avalos, E., Torres Méndez, R., & Valdivia Sisniegas, R. (2014). Perú Hacia La Construcción Sostenible En Escenarios De Cambio Climatico. *Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*, 221. [http://cies.org.pe/sites/default/files/investigaciones/edicion\\_final\\_estudio\\_construccion\\_sostenible.pdf](http://cies.org.pe/sites/default/files/investigaciones/edicion_final_estudio_construccion_sostenible.pdf)

Molina Fuertes, J. O. (2017). *Evaluación sistemática del desempeño térmico de un módulo experimental de vivienda alto andina para lograr el confort térmico con energía solar* [UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA]. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/14755>

ONU. (2015). *Objetivos de Desarrollo – ONU*. Objetivos de Desarrollo Sostenible\_Agenda 2030. <https://onu.org.gt/objetivos-de-desarrollo/>

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2015, September 25). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Objetivos y Metas de Desarrollo Sostenible - Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo->

sostenible/

Plan Bim Perú. (2020). *GUÍA NACIONAL BIM.*

[https://www.mef.gob.pe/planbimperu/docs/recursos/guia\\_nacional\\_BIM.pdf](https://www.mef.gob.pe/planbimperu/docs/recursos/guia_nacional_BIM.pdf)

Poncet, A. (2018). *La eficiencia energética y los retos del abastecimiento energético & aplicación de la eficiencia energética a los edificios e industria.*

<http://ri.itba.edu.ar/handle/123456789/1535>

Real Decreto 390/2021, de 1 de junio, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios, Boletín Oficial 13 (2021).

<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2021-9176>

Rukikaire, K. (2020). *Emisiones del sector de los edificios alcanzaron nivel récord en 2019: informe de la ONU.* ONU Programa Para El Medio Ambiente.

<https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/emisiones-del-sector-de-los-edificios-alcanzaron-nivel>

Senado de la República Mexicana. (2021, January 23). El 50 por ciento de las emisiones contaminantes pertenecen al sector de la construcción. *Senado de La República Mexicana, Coordinación de Comunicación Social.*

<http://comunicacion.senado.gob.mx/index.php/informacion/boletines/50135-el-50-por-ciento-de-las-emisiones-contaminantes-pertenecen-al-sector-de-la-construccion.html>

SENAMHI. (2018). *SENAMHI - Perú.* Ministerio Del Ambiente.

<https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-detalle-turistico&localidad=0020>

Valbuena García, F. J. (2021). *Diseño y estudio energético de un edificio NZEB (near zero energy building). Planteamientos de sostenibilidad* [Universidad de Valladolid].

<https://doi.org/10.35376/10324/47754>

Pezeshki, M., Sanayei, M., & Golabchi, A. (2019). Building Information Modeling (BIM) and its impact on the construction industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 139, 77-84.

BuildingSMART Spain. (s.f.). BIM en España. Recuperado de [https://www.buildingsmart.es/bim/#:~:text=Building%20Information%20Modeling%20\(BIM\)%20es,creado%20por%20todos%20sus%20agentes](https://www.buildingsmart.es/bim/#:~:text=Building%20Information%20Modeling%20(BIM)%20es,creado%20por%20todos%20sus%20agentes).

ISO (2019). ISO 19650-1:2018(en). Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) - Information management using building information modelling - Part 1: Concepts and principles. Recuperado de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:19650:-1:ed-1:v1:en>

Atencio, C. (2019). Análisis de la implementación de la metodología BIM para la optimización del proyecto de construcción de centro cívico en el barrio Huanuquillo - Tarma [Tesis de pregrado]. Universidad Católica Sedes Sapientiae.

BuildingSMART. (2021, 31 de mayo). Grado de la implantación BIM en la empresa española. Recuperado de <https://www.buildingsmart.es/2021/05/31/grado-de-la-implantaci%C3%B3n-bim-en-la-empresa-espa%C3%B1ola/>

Red BIM de Gobiernos Latinoamericanos. (2023). Estrategias BIM de los países miembros de la Red BIM de Gobiernos Latinoamericanos. Recuperado de <https://redbimgoblatam.com/>

Barreto, J. D. (2023). Uso de la metodología Building Information Modeling para el análisis energético de edificios [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/33694>