

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE UN PROTOTIPO DE VIVIENDA DE ADOBE EN EL DEPARTAMENTO DE VALLE FÉRTIL, SAN JUAN, ARGENTINA

Emilia A. Cano Ponce¹, Maria Pia Castilla², Andrea Soledad Agüero³

Instituto Regional de Planeamiento y Habitat- Facultad de Arquitectura- Universidad Nacional de San Juan- Argentina,

¹arquitecturaec@gmail.com, ²piacastilla1986@gmail.com, ³soledadaguero.sj@gmail.com

Palabras clave: vivienda rural, arquitectura regional, sustentabilidad edilicia

Resumen

Con la creciente preocupación del consumo energético en el mundo y el comportamiento térmico de las edificaciones, es de suma importancia, estudiar e implementar programas para analizar las mismas. La provincia de San Juan presenta gran amplitud térmica durante todo el año. Esta situación es un problema debido a que las construcciones deben mantener un rango de temperatura de confort en su interior tanto en verano como en invierno. El hábitat rural de zonas áridas es un ámbito propicio para la experimentación de nuevas tecnologías de diseño de viviendas bioclimáticas de bajo costo con confort térmico. En el Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat se ha realizado el diseño de un prototipo de vivienda en adobe para zonas áridas- rurales aplicado al departamento de Valle Fértil que se encuentra al Nordeste de la Provincia de San Juan. La construcción de viviendas con tierra en zonas rurales es una posibilidad al alcance de la mano para los sectores económicamente más vulnerables por la disponibilidad natural de los materiales de construcción, su bajo requerimiento presupuestario asociado y la posibilidad de autoconstrucción guiada. San Juan es una provincia con déficit habitacional en la zona rural; la construcción con tierra es una solución innegable a la permanente demanda de viviendas en el departamento de Valle Fértil. Se propone un modelo de vivienda con la técnica adobe conforme a las normas internacionales de sismo resistencia de la provincia y respondiendo a los parámetros de arquitectura sostenible. Este estudio se realiza a través de la simulación térmica tanto para invierno como para verano, con el software Energy Plus, que calcula el comportamiento térmico y energético de la vivienda propuesta. Los resultados obtenidos si bien, no están dentro de los parámetros de confort establecidos, son favorables, teniendo en cuenta la morfología de la vivienda, los materiales constructivos y su orientación. Para ello se proponen cambios en el uso de algunos materiales de la construcción para mejorar los valores de temperatura obtenidos.

1 INTRODUCCIÓN

A partir de la crisis energética de 1973, la arquitectura comienza a realizar un cambio hacia las construcciones energéticamente eficientes, saludables, confortables y pensadas para una larga vida útil (Edwards, 2004).

La cumbre mundial de Johannesburgo del año 2002 introdujo el concepto “consumo y producción sostenible” que dio lugar a varios acuerdos internacionales. El papel que desempeña la arquitectura sostenible es fundamental para el alcance del desarrollo sostenible (Miramont, 2017). Se requieren acciones firmes con el uso de tecnologías regionales y diseños sostenibles.

En las zonas rurales de la Provincia de San Juan, es muy común la autoconstrucción con materiales regionales por el déficit habitacional existente. El material empleado es la tierra, ya que está al alcance de la mano de los sectores más vulnerables por la disponibilidad natural del mismo y su bajo costo presupuestario. Por este motivo en el Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat se viene estudiando el comportamiento del adobe, incorporando datos y experiencias realizadas por medio de estudios anteriores que serán aprovechados para encuadrarlos en el objetivo fundamental que se plantea. En la convocatoria a Proyectos subsidiados en la Universidad Nacional de San Juan (UNSJ) 2011-2013, se trabajó el tema

llegando a “Formular estrategias tecnológicas y morfológicas para restauración y construcción de edificaciones con tierra cruda en el ámbito rural”, considerando la resistencia al sismo y factores climáticos que la destruyen o deterioran paulatinamente. En base a esta información se diseña el prototipo teniendo en cuenta las características de zonificación sísmicas según el Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES) en el Departamento de Valle Fértil en la Provincia de San Juan. El hábitat rural de zonas áridas como es en Valle Fértil, es un ámbito propicio para la experimentación de nuevas tecnologías de diseño de viviendas bioclimáticas de bajo costo con confort térmico. Por ello se decidió realizar la evaluación y análisis del comportamiento térmico de un proyecto de una vivienda en adobe en zona rural a través del empleo del Software de simulación térmica mediante el programa Energy Plus. Los resultados nos permiten realizar ajustes necesarios en el modelo proyectado para optimizar al máximo su confort térmico en el interior de la vivienda tanto en verano como en invierno.

¿Qué es el Energy Plus?

Es un paquete que integra una colección de muchos programas que trabajan juntos para calcular comportamientos térmicos y energéticos por medio de una simulación.

- Legacy Open Estudio (geometría, visualización de trayecto solar y temperaturas superficiales)
- IDF-Editor (edita datos de simulación)
- Wheatear Converter (conforma el archivo de clima)
- EP-Launch (corre la simulación)
- XEso View (visor de archivo-.eso-.mtr), y otros.

¿Qué es una simulación?

Es un proceso que implica la representación de la realidad y de cada una de las características involucradas en un proceso o sistema. El programa permite el cálculo de temperatura y humedad, define las condiciones de uso, nivel de ocupación, horarios de uso de ocupación, iluminación, termostato. Incorpora modelo de confort térmico, calcula pérdida hacia el suelo, iluminación natural, artificial, entre otros.

El presente trabajo muestra el desarrollo del software que determina el comportamiento térmico transitorio de un proyecto de vivienda rural, para el departamento Valle Fértil en base a los datos climáticos, a las actividades que realizan los usuarios dentro de la vivienda y a los materiales, geometría y equipamiento.

2 OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el comportamiento térmico en los períodos críticos de verano e invierno del modelo de vivienda propuesto, localizado en el departamento Valle Fértil, zona bioclimática III de la Provincia de San Juan.

Objetivos específicos

- Proponer pautas de diseño que permitan un desempeño térmico eficiente y sostenible.
- Elaborar la documentación técnica del modelo de vivienda propuesto (plantas, cortes, fachadas).
- Volcar los resultados del comportamiento climático y térmico del prototipo a analizar.

3 COMPONENTES METODOLÓGICOS

¿Qué se investiga? La respuesta térmica del prototipo de vivienda diseñado, teniendo en cuenta el clima del lugar.

¿Cómo se logra el objetivo? Se ingresan los datos técnicos del prototipo al programa Energy Plus y se analiza cómo se vincula con el medio, teniendo en cuenta las orientaciones, el clima y las actividades que se realizan en el año en la vivienda. Se analizan los meses enero y junio (meses críticos).

Muestra: el prototipo de vivienda diseñado para su estudio.

Actividades y métodos

a) Primera etapa - Búsqueda bibliográfica

Se ahonda en la búsqueda bibliográfica sobre la técnica adobe, el clima del departamento Valle Fértil y sobre el programa Energy Plus. Para el prototipo se tiene en cuenta los resultados del proyecto de la convocatoria anterior: “Estrategias tecnológicas y morfológicas de diseño sismo resistente para la construcción y restauración de edificios de tierra”. Se propone un modelo de vivienda en adobe de alta replicabilidad y con posibilidad de ejecutarse por autoconstrucción, respondiendo al clima y a la zona sísmica de la Provincia de San Juan, con un diseño arquitectónico que responde a los modos de vida, el entorno circundante característico de la familia rural, y sus pautas tecnológicas (planta simétrica, cimiento y sobre cimientos de hormigón ciclópeo, ancho mínimo de muro de adobe 0,40 metros, refuerzos verticales anclados en cimientos y vigas superiores, altura máxima de muros 8 veces el ancho de muro, aberturas de puertas y ventanas no mayor a 1,20 m de ancho y deben estar centradas en el muro, uso de contrafuertes en cada encuentro de muros para mejorar la estabilidad de los mismos, techos livianos, viga de encadenado superior, estructura de techo vinculada a la viga superior de encadenado (Pereyra et al., 2015)

b) Segunda etapa – Diseño de prototipo a analizar

Se elabora documentación técnica del prototipo: plano general arquitectónico (plantas, cortes y fachadas).

c) Tercera etapa – Análisis del prototipo para la simulación

d) Cuarta etapa – Análisis de los resultados del programa y conclusiones (simulación mediante Energy Plus)

4 DATOS CLIMÁTICOS

El Departamento de Valle Fértil se ubica en el extremo Nord-este de la Provincia de San Juan (figura 1), con una superficie de 6977 km², que representa el 7% del total de la provincia. La región está caracterizada por un ambiente serrano de abundante vegetación y clima templado, a una altitud de 842 metros del nivel del mar. Según la zonificación bioambiental de la norma IRAM 11603 (2012) (figura 2), se localiza en la zona bioclimática III. Esta región según la Zonificación sísmica determinada por el INPRE en un riesgo 3.

Según los datos climáticos del servicio meteorológico nacional (figura 3) se analizan los datos obtenidos de la ciudad de Chepes provincia de la Rioja la cual se encuentra en la misma clasificación bioambiental según IRAM 11603, localizándose el centro de medición meteorológico más cercano a esta región a 110 km aproximadamente.

Se caracteriza por ser semiárido templado, con temperaturas moderadas. Posee los más elevados valores de precipitaciones de toda la provincia de San Juan. La temporada calurosa dura 3,8 meses, del 10 de noviembre al 4 de marzo, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 28 °C. El mes más cálido del año en San Agustín de Valle Fértil es enero, con una temperatura máxima promedio de 31 °C y mínima de 18 °C, la temporada fría dura 3,0 meses, del 17 de mayo al 16 de agosto, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 18 °C. El mes más frío del año en San Agustín de Valle Fértil es julio, con una temperatura mínima promedio de 1 °C y máxima de 15 °C, El mes con

mayor humedad relativa es mayo (70.26 %). El mes con menor humedad relativa es septiembre (41.84 %). La dirección predominante promedio por hora del viento en San Agustín de Valle Fértil varía durante el año. El viento con más frecuencia es del norte durante 4,2 meses, del 28 de abril al 3 de septiembre, con un porcentaje máximo del 42 % en 16 de junio. El viento del este durante 7,8 meses, del 3 de septiembre al 28 de abril, con un porcentaje máximo del 58 % en 1 de enero. La parte más ventosa del año dura 6,4 meses, del 7 de septiembre al 21 de marzo, con velocidades promedio del viento de más de 14,7 kilómetros por hora. El mes más ventoso del año en San Agustín de Valle Fértil es noviembre, con vientos a una velocidad promedio de 17,9 kilómetros por hora.



Figura 1. Localización del Departamento Valle Fértil en la provincia de San Juan
https://es.wikipedia.org/wiki/Departamento_Valle_F%C3%A9rtil

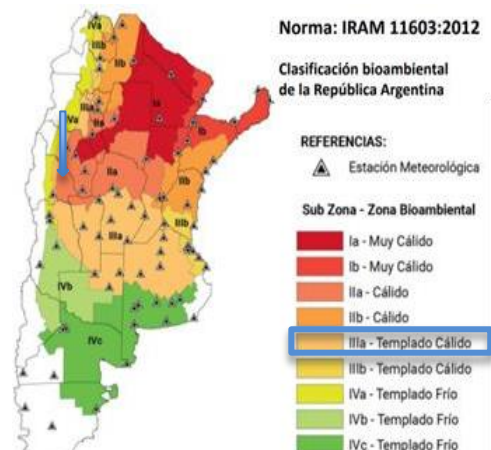


Figura 2. Clasificación bioambiental de la República Argentina (IRAM 11603, 2012)

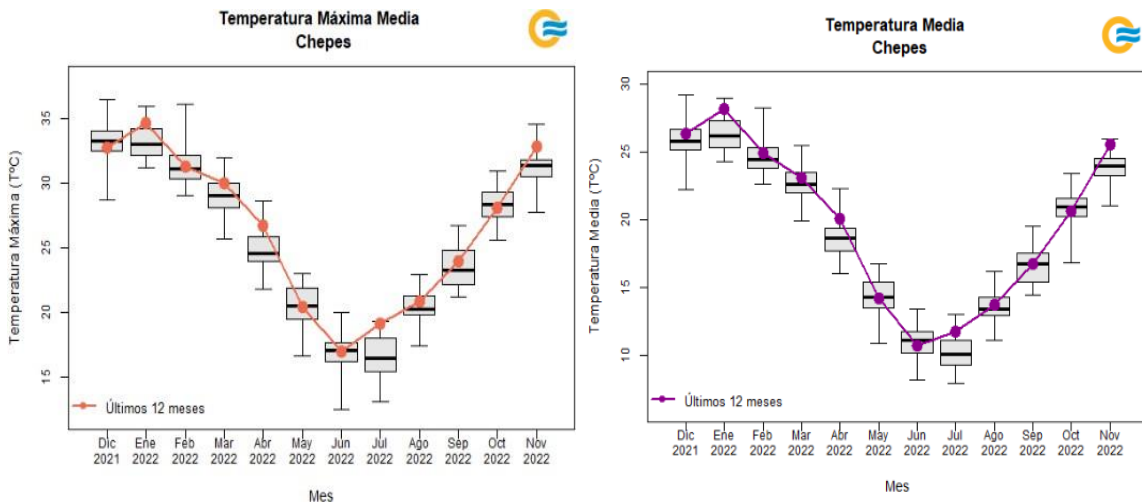


Figura 3. Temperaturas máxima y media en Chepes (<https://www.smn.gov.ar/clima/vigilancia>)

5 UBICACIÓN DEL TERRENO

La ubicación del terreno para el desarrollo del modelo de vivienda rural proyectado con adobe se realiza con la base de datos de Geodesia y Catastro de la provincia de San Juan (Consulta Parcelaria Acceso Público) (figura 4). El terreno seleccionado está en Ruta Provincial N° 511 y Baldes del Sur camino a Villa San Agustín con NC:19-60-521-727-00-000.

La simulación mediante el uso del software se ha convertido en una disciplina de diseño, ejecución y análisis de modelos físicos teóricos, utilizado para el ámbito científico.

6. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DEL PROTOTIPO DE VIVIENDA ANALIZADO

Este modelo de vivienda presentado en las figuras 5, 6 y 7 responden al clima, la zona sísmica y a la cultura del lugar del departamento de Valle Fértil.

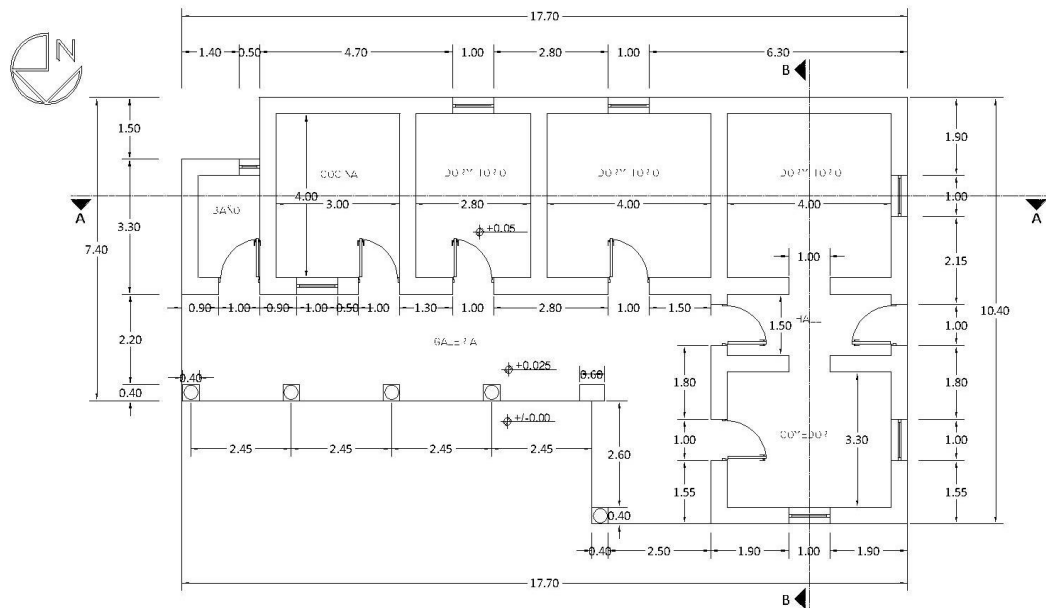


Figura 5. Planta del prototipo

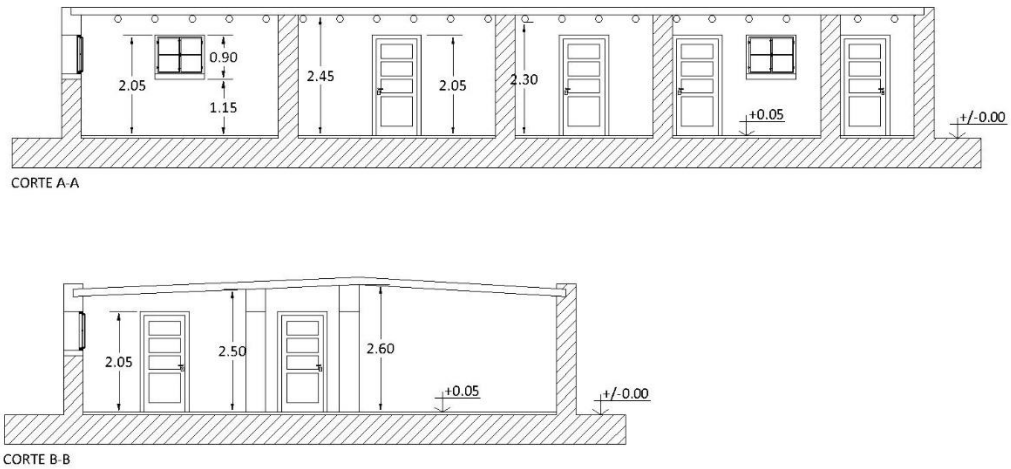


Figura 6. Cortes del prototipo

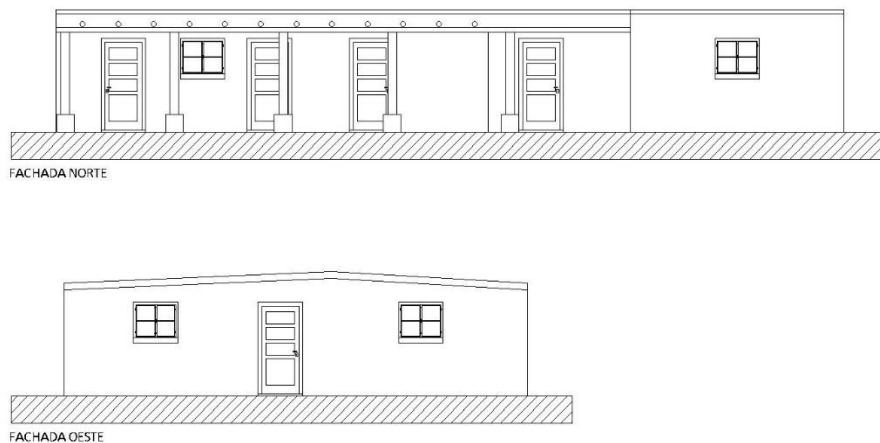


Figura 7. Fachadas del prototipo

7. ANÁLISIS PARA LA SIMULACIÓN

La figura 8 informa las zonas térmicas (figura 8): Zona 1: Comedor (color naranja), Zona 2: Dormitorio (color violeta), Zona 3: Dormitorio (color violeta), Zona 4: Dormitorio (color violeta), Zona 5: Pasillo (color amarillo), Zona 6: Cocina (color azul), Zona 7: Baño (color verde).

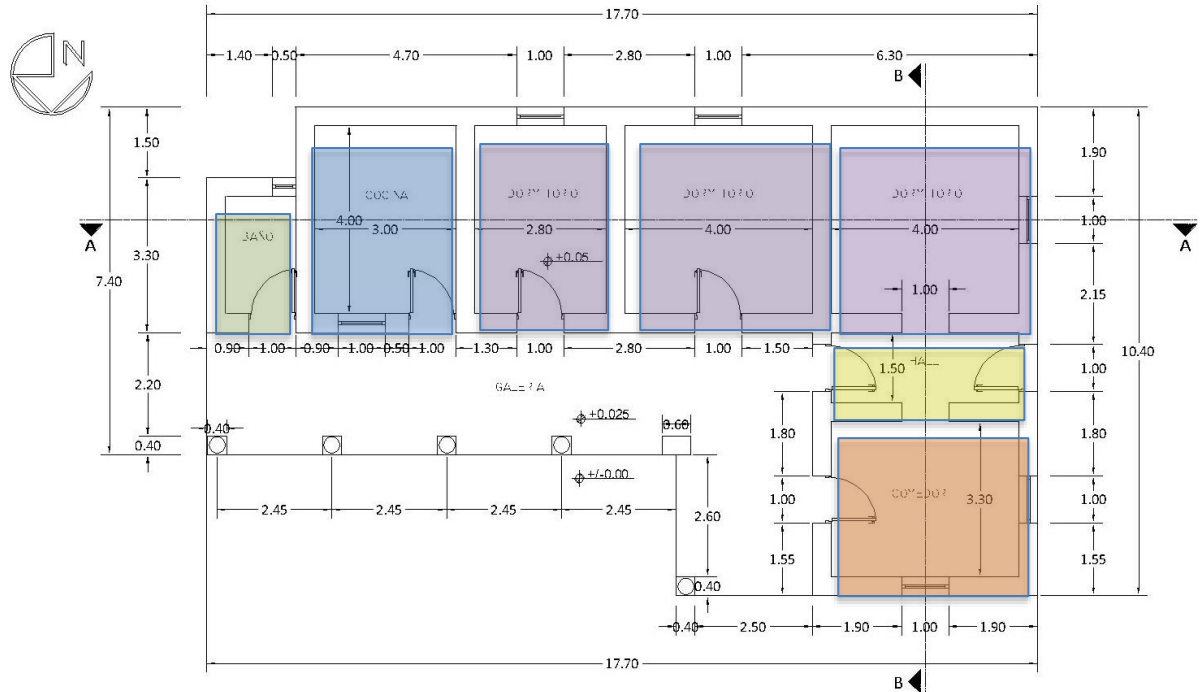


Figura 8. Planta de las zonas térmicas

- Se especifica la zona donde está ubicado y las características: zona San Juan
 Latitud: -30.34002; Longitud: -67.72362; Altitud: 600 m; Time Zone: - 3.0
 - Se especifica el período de simulación: primer semana de junio y primer semana de enero
- Modelo en Sketchup vinculado a Energy Plus (figuras 9, 10 y 11)

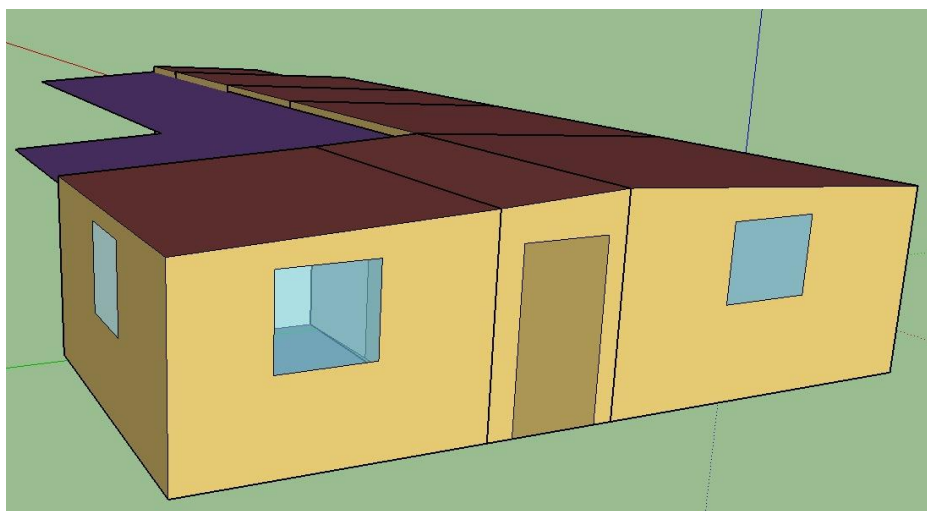


Figura 9. Fachada Oeste

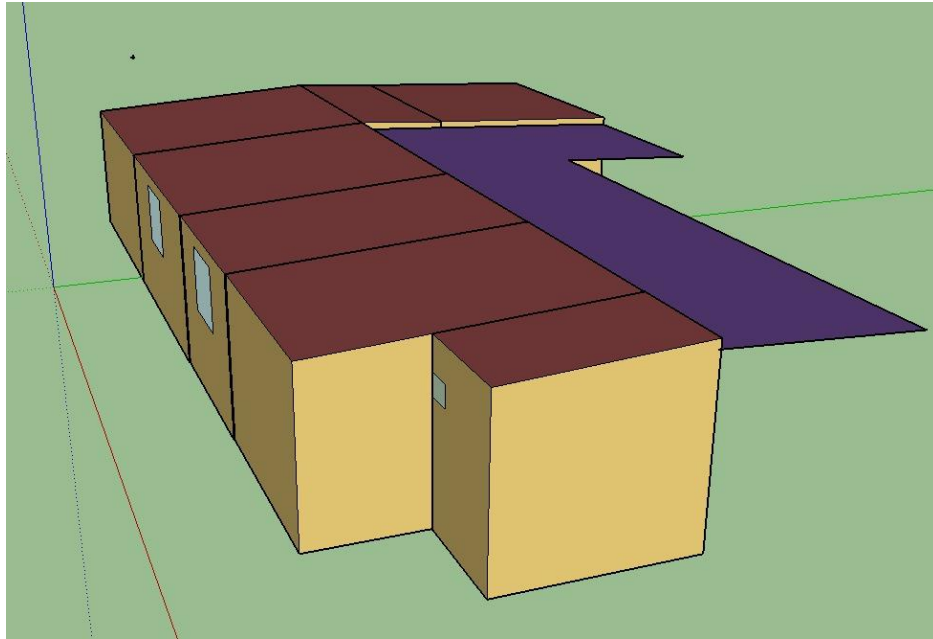


Figura 10. Fachada Este

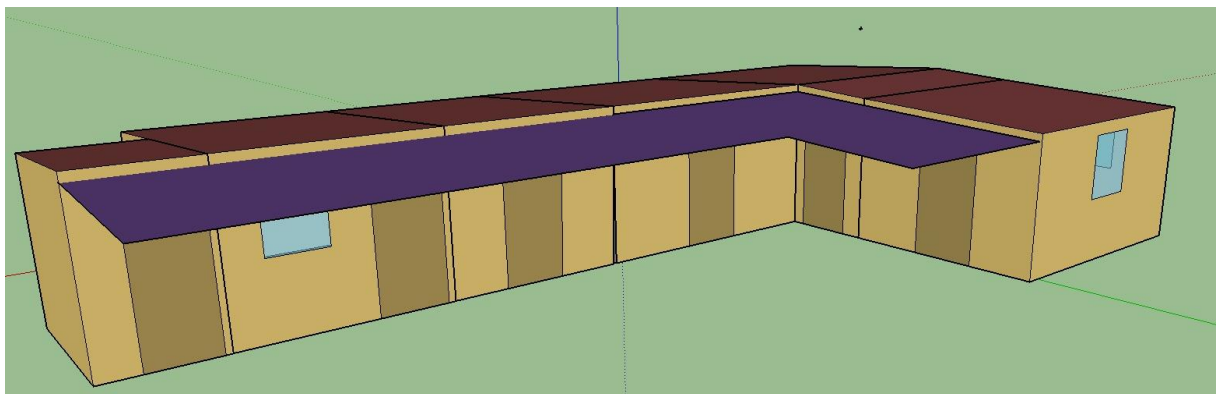


Figura 11. Fachada Norte

6. RESULTADOS

La tabla 1 muestra los resultados de temperatura interior obtenidos en °C, en cada zona térmica.

Tabla 1. Temperaturas del interior según la zona especificada (°C)

Fecha de mediciones	Periodo de ejecución de simulación para invierno / verano						
	Zona 6 Cocina	Zona 4 Dorm 1	Zona 3 Dorm 2	Zona 2 Dorm 3	Zona 5 Pasillo	Zona 1 Comedor	Zona 7 Baño
1/06-07/06	15.5	18.4	18.1	15.9	16.4	15.4	15.5
1/01-07/01	27.7	26.8	27.0	27.8	26.6	28.8	28.5



Figura 12. Temperaturas obtenidas en verano e invierno (°C)

7 CONCLUSIONES

Por medio del software EnergyPlus, con un prototipo diseñado con tierra, se determinan las temperaturas interiores para las diferentes zonas térmicas. Se observa que, si bien los resultados de temperaturas no están dentro de los parámetros de confort establecidos, son favorables, teniendo en cuenta la morfología de la vivienda, los materiales constructivos y la orientación.

Se propone mejorar los valores de temperatura interior a través de:

- Mejorar el aislamiento térmico a través del uso de materiales adicionales que aumenten la capacidad aislante en las carpinterías, aplicación de pinturas reflectantes en los techos,
- Disminuir la absorción de calor con instalación de sistemas de calefacción y enfriamiento solar pasivo, incorporación de chimeneas solares que promuevan el flujo de aire y reduzcan la temperatura interior, uso de ventiladores de techo y sistemas de ventilación forzada para complementar la ventilación natural, plantación de árboles y vegetación caduca alrededor de la edificación para proporcionar sombra y reducir la temperatura ambiente en verano y permitir el paso de la radiación solar en invierno.

Se estima que, implementando estas mejoras, se puede optimizar significativamente la temperatura interior, mejorando el confort térmico dentro de construcciones hechas con materiales regionales como el adobe.

Se considera que el software EnergyPlus debería impartirse en el ámbito académico, dada la modernidad en el uso de los múltiples programas de simulación existentes. Es una herramienta muy útil y confiable para el usuario para el cálculo térmico en edificaciones.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Edwards, Brian (2004). Guía básica de la sostenibilidad. Gustavo Gili Editorial

IRAM 11603 (2012). Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

Miramont, Alfredo Esteves (2017). Arquitectura bioclimática y sustentable: teoría y práctica de la conservación de energía, sistemas solares pasivos y enfriamiento natural de edificios. Mendoza: UM-FAUD.

Pereyra, J. A.; Frabega, M.; Vega, L. B.; Castilla, M. P. (2015). Experiencia de construcción de viviendas con materiales y tecnologías regionales. Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con

Tierra, 15. Memorias... Cuenca, Ecuador: PROTERRA/Proyecto vliirCPM/Universidad de Cuenca. p. 564-571

AGRADECIMIENTOS:

Agradecemos a la Universidad Nacional de San Juan, a la Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño, al Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPHa) por todo el apoyo y los medios para llevar a cabo nuestra investigación.

AUTORES

Emilia Alejandra Cano Ponce, arquitecta, maestreando arquitectura en zonas áridas y sísmicas, docente de la Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de San Juan, Argentina, cátedras diseño bioclimático y construcción con tierra, investigadora en el Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPHa), miembro de la Red Protierra Argentina, Diplomada en Bioconstrucción.

María Pía Castilla, arquitecta egresada de la facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de San Juan, Argentina, investigadora en el Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPHa), miembro de la Red Protierra Argentina, diplomada en Bioconstrucción.

Andrea Soledad Agüero, arquitecta, docente de la Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de San Juan, Argentina, cátedras Diseño bioclimático e instalaciones II, investigadora en el Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPHa), miembro de la Red Protierra Argentina, Diplomada en Bioconstrucción.