

Autorização concedida a Biblioteca Central pela autora Diana Karen Pari Quispe para disponibilizar a obra gratuitamente, de acordo com a licença conforme permissões assinaladas, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da obra, a partir desta data. A obra continua protegida por Direito Autoral e/ou por outras leis aplicáveis. Qualquer uso da obra que não o autorizado sob esta licença ou pela legislação autoral é proibido.

Referência

PARI QUISPE, Diana Karen; SILVA, Joára Cronemberger Ribeiro; SILVA, Caio Frederico e. Confort térmico en viviendas sociales en la zona Mesoandina de Perú: soluciones para mejorar la calefacción pasiva usando materiales autóctonos. **Revista Latino-americana de Ambiente Construído & Sustentabilidade**, [S. l.], v. 2, n. 6, 2021. DOI: <https://doi.org/10.17271/rlass.v2i6.2980>. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/rlaac_sustentabilidade/article/view/2980. Acesso em: 27 jul. 2023.

**Confort térmico en viviendas sociales en la zona Mesoandina de Perú –
soluciones para mejorar la calefacción pasiva usando materiales
autóctonos**

Diana Karen Pari Quispe

Magíster FAU, UNB, Brasil
dia.parq@gmail.com

Joára Cronemberger Ribeiro Silva

Profesora Doctora FAU, UNB, Brasil
joaracronemberger@unb.br

Caio Frederico e Silva

Profesor Doctor FAU, UNB, Brasil
caiofreds@gmail.com

RESUMEN

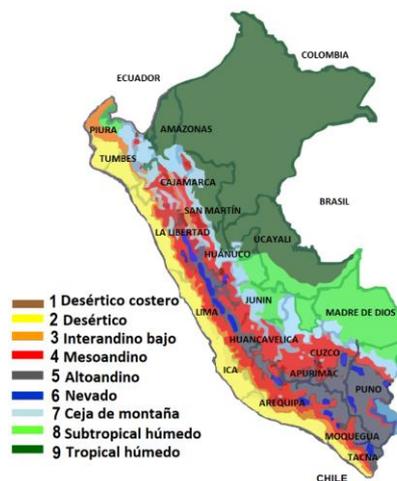
La zona Mesoandina peruana va desde los 3500 a 4000 metros sobre el nivel del mar, se caracteriza por tener viviendas sin sistemas de calefacción y el uso de materiales de construcción convencionales sin protección térmica. La Totora, una planta acuática que crece en el Lago Titicaca a 12,500 pies (3810 metros sobre el nivel del mar), constituye un material disponible y económico. Este artículo propone soluciones de acondicionamiento térmico con materiales autóctonos como la Totora para incrementar el confort en viviendas sociales existentes tomando como caso la Ciudad de Puno a orillas del lago Titicaca, por medio de estrategias pasivas de calentamiento y haciendo uso de simulaciones termoenergéticas con la herramienta Design Builder versión 6.1.0. Los resultados obtenidos indican que con las soluciones de acondicionamiento pasivo se logra un 50.0% al 58.3% de porcentaje de horas ocupadas en confort (POC) para el día típico de invierno. La combinación EnTI_3 alcanzan un incremento en promedio para los ambientes estudiados de la temperatura operativa en 7.6 °C con respecto a su estado actual. Con ello se pone de manifiesto la importancia del empleo de la calefacción solar en relación directa con el desempeño térmico de las viviendas sociales estudiadas.

PALABRAS CLAVE: Confort térmico. Viviendas de interés social. Calefacción solar pasiva. Material de totora.

1. INTRODUCCIÓN

En la zona Mesoandina de Perú Figura 1, gran parte de los proyectos de vivienda social son construidos con materiales que no atienden las necesidades térmicas de los pobladores. El principal sistema de construcción en las zonas urbanas es en ladrillo (INEI, 2017). En Perú no existen regulaciones dirigidas al aislamiento en las zonas frías sobre todo para la estación de invierno donde la temperatura desciende por debajo de los 0 °C, por ello es importante que las viviendas tengan un aislamiento adecuado para resistir las bajas temperaturas

Figura 1: Zonas bioclimáticas en Perú



Fuente: (MVCS, 2014)

Si se tiene en cuenta que el sector residencial conforma gran porcentaje del tejido urbano y que los ocupantes de la vivienda permanecen allí buena parte del día, es necesario que la arquitectura sirva de nexo entre el interior y el exterior, con el objetivo de crear ambientes confortables y adecuados a las necesidades de los ocupantes. El problema del confort térmico en la zona Mesoandina radica en que las viviendas sociales existentes no tienen relación con el clima ya que los modelos fueron replicados de ciudades con climas más cálidos, no desarrollándose propuestas de acondicionamiento pasivo acordes al clima frío. Es de comprender que las viviendas insertadas en esta zona debieran tener una envolvente que

responda al clima y consiga superar las oscilaciones térmicas que generan pobreza energética recurrente al interior.

Las investigaciones sugieren que las propiedades de alta resistencia y aislamiento de la fibra de totora la convierten en un material útil para enfrentar condiciones climáticas extremas como las que se encuentran en la región andina (STEFFENS; STEFFENS; OLIVEIRA, 2017, p. 2). Una investigación realizada en la zona altoandina de Puno para el acondicionamiento pasivo de una vivienda de adobe sugiere que:

“[...] el uso de la Totora y la implementación de conceptos bioclimáticos básicos de confort térmico con recursos locales puede mejorar el desempeño térmico de viviendas en áreas aisladas de las regiones andinas de altura del Sur del Perú. El primer objetivo debe ser hacer las viviendas más herméticas e insuladas para evitar pérdidas de calor por conducción e infiltración. (JIMENEZ; WIESER; BIONDI, 2017, p. 8).

Para esta investigación se tomó como estudio de caso la ciudad de Puno a orillas del lago Titicaca a 12.500 pies (3810 metros sobre el nivel del mar), pues es la más extensa y poblada en la franja circunlacustre donde es frecuente tener altas tasas de mortalidad en niños y ancianos. Considerando que el territorio peruano por estar mucho más próximo al Ecuador cuenta con sol durante la mayor parte del año con radiación solar anual en la sierra es de aproximadamente 5,5 a 6,5 kWh/m² (MINEM; SENAMHI, 2003). El manejo de un material autóctono como la Totora que se encuentra disponible en el lago Titicaca aunado al recurso solar constituyen posibilidades atractivas en este medio.

1.1. LA TOTORA

La totora es conocida por el nombre científico *Schoenoplectus Tatora* que forma los totorales del lago Titicaca localizado en el corazón de Puno en Perú (NINAQUISPE, 2012, p. 1). Es una planta acuática, fasciculada sus propiedades lo convierten en un buen candidato para el aislamiento, junto con su sección porosa con alveolos interiores y su superficie cerosa Figura 2.

Figura 2: Totora y casas de Totora en Perú



Fuente: (AGENCIA AGRARIA, 2021)

Es de gran importancia para las comunidades del Lago Titicaca, mantiene un alto significado cultural para la población local. Usada actualmente por la comunidad de los Uros. Principalmente para “[...] construir las islas en las que viven, construir casas, colchonetas, artesanías y botes. Además, los peces y aves dependen de su hábitat natural para complementar su dieta”(BANACK; DIAZ, 2004, p. 6). “Tiene un valor R que es aproximadamente ocho veces mayor que el adobe del mismo espesor y se puede utilizar como aislamiento sostenible en muros, ventanas y puertas aplicándolo como capa externa a viviendas nuevas o existentes mejorando el confort interior de las viviendas. (NINAQUISPE, 2012, p. 1). Convirtiéndose en una opción viable para su uso en viviendas tal como fue usada desde antaño en las viviendas vernáculas de la zona Mesoandina.

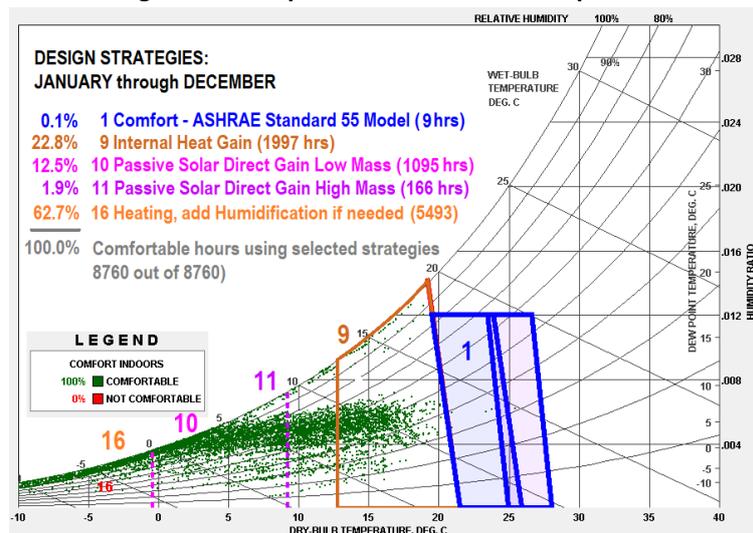
2.0. METODOLOGIA

Esta investigación busca comprender el escenario actual de la vivienda social en la zona Mesoandina y buscar soluciones para mejorar la calefacción pasiva adecuada al clima frío. Para ello primeramente se buscó definir las características climáticas del lugar donde se observa que la ciudad de Puno toma protagonismo por la cordillera de los andes factor de gran importancia en el microclima por las modificaciones altitudinales.

2.1. DESCRIPCIÓN DEL CLIMA LOCAL

La carta psicrométrica indica que Puno se encuentra en 0.1% de horas en confort de acuerdo al ASHRAE Standard 55 Model y que la estrategia más importante es calefacción adicionando humidificación si es necesario en 62.7% Figura 3.

Figura 3: Carta psicrométrica-confort adaptativo



Fuente: Climate consultant

En la ciudad de Puno, los veranos son cortos y nublados, los inviernos fríos y mayormente despejados, está seco durante todo el año siendo los meses más secos julio y agosto, la media de la temperatura anual es 9.6°C y la humedad de 52,1% Tabla 1

Tabla 1: Resumen de los datos meteorológicos en el periodo de estudio

2019	TA (°C)	HR (%)	VV (m/s)
Mean	9.6	52.1	2.7
Max	17.8	97.4	9.1
Mín	1.7	13.3	0.4

TA= Temperatura del aire VV=Velocidad del viento
HR= Humedad relativa

Fuente: (SENAMHI, 2019)

2.2. TIPOLOGIAS REPRESENTATIVAS

Se tomó un recorte con viviendas sociales existentes en la ciudad de Puno cercanas al lago Titicaca, considerado el más alto de América del Sur y se encuentra en la zona Mesoandina. Seguidamente se localizó viviendas sociales existentes escogiéndose las tipologías representativas A, B y C, se hizo una exploración en el lugar durante 15 días (20/07/2019 al

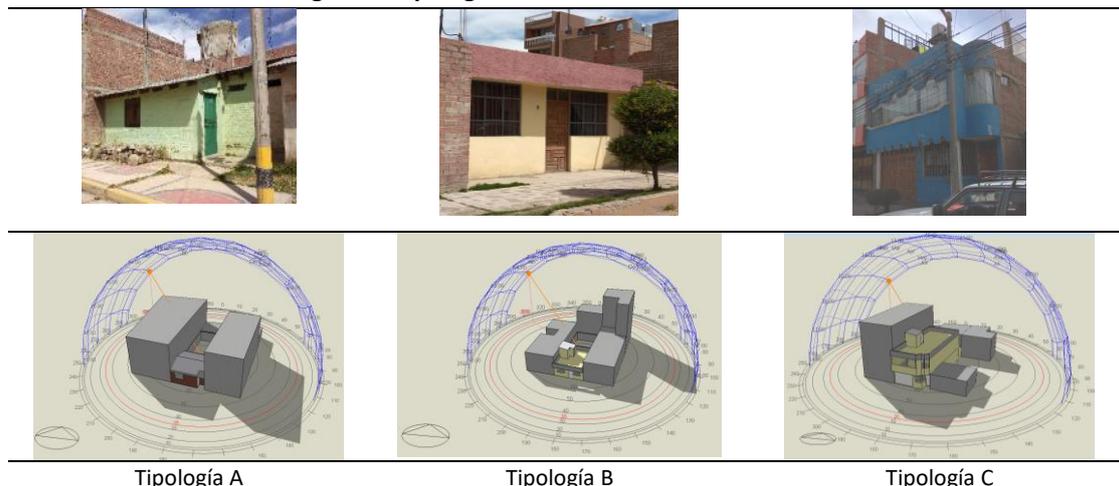
03/08/2019) se ha recorrido cada calle y cada lote a pie, tomándose un registro de altura y materiales de la envolvente. Resultando que el material de construcción que predomina es el ladrillo cerámico en muros en un 75%, el techo es en losa de concreto en un 80%, el acristalamiento en vidrio simple de 4 mm en un 54 %, las puertas en lámina de metal en un 67%. Las tipologías seleccionadas para modelación representan el contexto menos favorable, con orientación Sur.

La metodología empleada pretende investigar el confort térmico por medio del porcentual de horas ocupadas en confort (POC) de acuerdo al ASHRAE 55-2017 al 80% de aceptabilidad por tratarse de un clima frío y tener un mayor rango de temperatura, con (+/- 3,5 °C). Usa el programa Design Builder versión 6.1.0, para la realización de las simulaciones de desempeño termoenergético. Para el análisis fueron usados los datos de TO y temperatura de aire externa (TE) de bulbo seco, del ambiente de uso múltiple de cada vivienda. Se consideró el rango aceptable para el día típico del mes más frío de invierno (julio), se promedió cada hora (744 horas) para establecer el rango aceptable representativo del mes. Obteniéndose; Una temperatura exterior de 1.22 °C, con un límite superior de 21.70 °C, una zona de confort de 18.20 °C y un límite inferior de 14.70 °C. Cabe señalar este método según el estándar ASHRAE 55-2017, no puede ser aplicada en localidades donde la temperatura externa mínima sea menor de 10 °C o en que la temperatura máxima sea mayor que 33,5 °C. Pese a ello se la ha tomado como referente, en ausencia de estándares más adecuados para estos climas.

2.2. PARÁMETROS PARA LA SIMULACIÓN EN SU ESTADO ACTUAL

Se efectuaron las simulaciones para las viviendas seleccionadas de prototipo del gobierno de Perú correspondiente al programa ENACE Figura 4. Para la elaboración del modelo en Design builder se ingresó la plantilla de datos climáticos en formato “EPW” extraído de: (ONEBUILDING, 2020), para la ciudad de Juliaca que se encuentra a 40 km de la ciudad de Puno, siendo la única fuente confiable cercana.

Figura 4: Tipologías simuladas en su estado actual



Fuente: Elaboración propia

Las configuraciones básicas de los modelos mantienen las siguientes características:

- La ocupación y actividades metabólicas fue tomada de la planilla de edificación residencial, un factor de actividad de 1,0 MET, 1,0 CLO para invierno y verano. Ocupación de 3 (tres) usuarios para la tipología A y B durante todo el día y 5 usuarios para la tipología C.

- Respecto a las cargas internas de los artefactos coinciden con el uso doméstico con ausencia de equipos de climatización.
- Sobre la Iluminación, se optó por adoptar el valor por defecto de las plantillas del programa de 6 W/m² para el ambiente múltiple, con ventilación natural.
- Para las infiltraciones fueron encontradas algunas referencias y se optó por realizar la configuración básica con 1,00 AC/h. Para las simulaciones de las tipologías en su estado actual con un Crack templete (grietas) “very poor”.
- Puertas y ventanas externas de metal e internas de madera, presentes en la biblioteca del programa. Acristalamiento simple de 4 mm de transmisión solar SHGC=0,847, transmisión de luz=0,816, U=5,871 con carpintería de aluminio, con porcentaje de área abierta al 10%, tanto para ventanas interiores como exteriores.

2.3. PROPIEDADES TÉRMICAS

Se hizo la revisión de las propiedades térmicas de los materiales para composición en techo, muro y pisos tomando como referencia trabajos y valores con cualidades similares Tabla 2,.

Tabla 2: Propiedades térmicas de las tipologías analizadas

	Componente	Composición	E (mm)	Conductividad	Densidad	Calor especifico	Valor R	Valor U
				λ w/m.K	ρ (kg/m ³)	C (J/kgK)	R (m ² k/W)	U (W/m ² k)
Tipología A	Muro: Espesor total: 13.75cm	Enlucido interno	12,5	0,72	1.860	1.200	-	2,30
		Ladrillo hueco tipo King Kong	125	0,47	1.045	800		
	Techo: Espesor total 3 mm	Calamina	6	45	7.680	420	-	7,27
	Piso: Espesor total 15cm	Concreto	100	1,75	2.200	1.000	0,06	3,81
Contrapiso		50	1,15	2.000	1.000	0,04		
Tipología B y C	Muro: Espesor total: 15cm	Enlucido interno	12,5	0,72	1.860	1.200	-	2,22
		Ladrillo hueco tipo King Kong	125	0.47	1.045	800		
		Enlucido externo	12,5	0.72	1.860	1.200		
	Techo (Entrepiso): Espesor total 25cm	Contrapiso	50	1,15	2.000	1.000	0,0435	1,72
		Losa de concreto	50	1,15	2.000	1.000	0,0286	
		Ladrillo hueco de techo	120	0,44	720	800	-	
		Enlucido de yeso	30	0,35	900	870	0,0084	
	Piso: Espesor total 15cm	Concreto	100	1,75	2.200	1.000	0,06	3,81
Contrapiso		50	1,15	2.000	1.000	0,04		

Fuente: (LABEEE, 2018; WIESER-REY; ONNIS; MELI, 2019) y Componentes constructivos Design builder

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las simulaciones para el periodo de 1 año del estado actual para el ambiente múltiple. del día típico del mes de julio indica un 8.3 % de confort para la tipología A y un 0.0 % de confort para las tipologías B y C. En ninguno de los casos se observó disconfort por calor. La tipología A

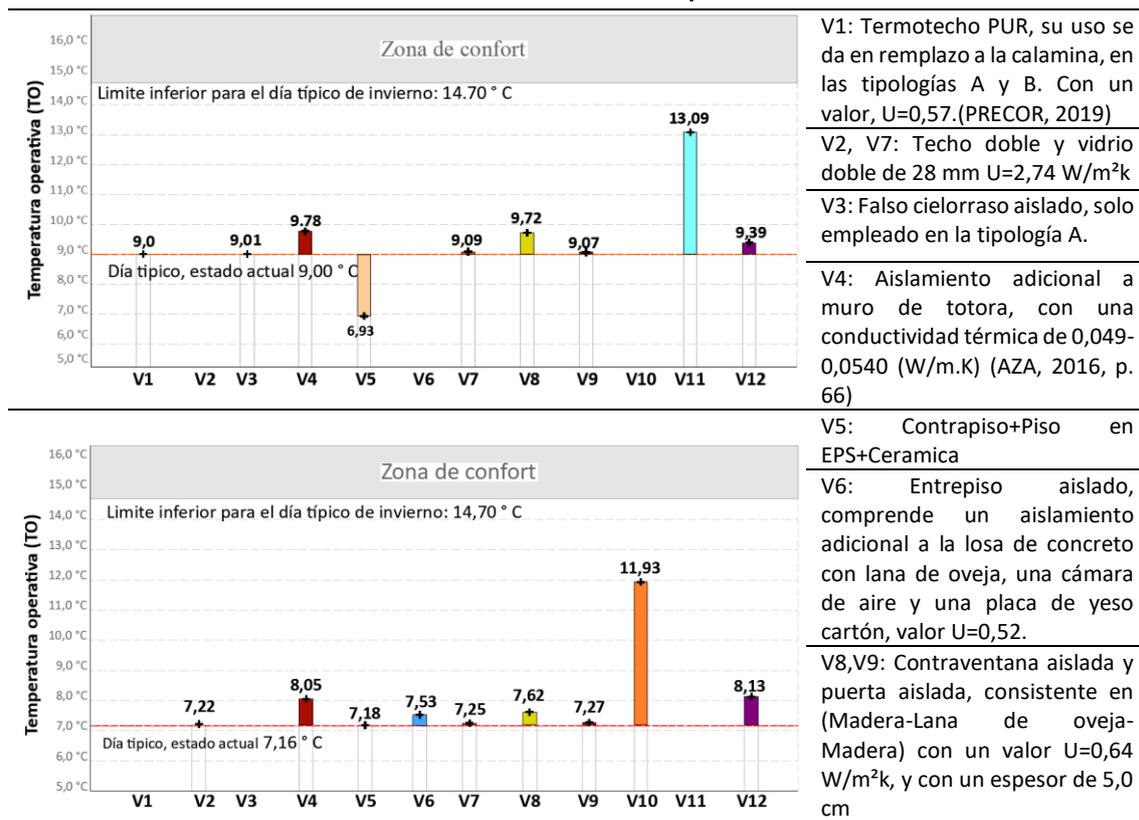
muestra pérdidas de calor a través de techo, paredes y aire externo. La tipología B muestra pérdidas de calor a través de paredes, aire externo y techo y la tipología C presenta pérdidas de calor a través de paredes, aire externo y piso. Queda evidenciada la necesidad de mejora en la envolvente térmica dada frecuentemente por la pérdida de calor por cubiertas y paredes y a través de infiltraciones de aire en las carpinterías.

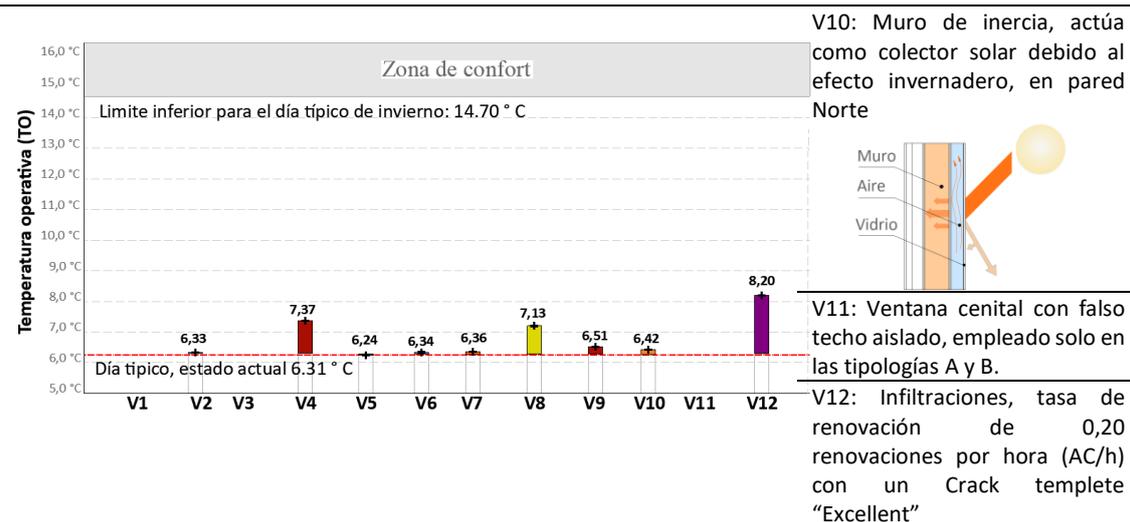
Un aspecto a tener en cuenta es que no es posible modificar el entorno pues se trata de viviendas con vecinos muy próximos, se requiere plantear intervenciones procurando mantener su funcionalidad. Se opta por un sistema constructivo mixto (materiales convencionales como no convencionales). Para reducir la pérdida de calor como para mantener las superficies internas a una temperatura más alta que el estado actual. Siendo las principales directrices de intervención adoptadas han sido utilizar siempre sistemas pasivos según recomiendan (FROTA, 1995; NEILA, 2004; OLGYAY, 1998). Para mejorar el porcentaje de horas ocupadas en confort (POC), utilizando simulación según los criterios de la ASHRAE 55-2017. Según refieren los autores (DUBRAVKA, 2010; MANZANO; MONTOYA; SABIO, 2015; MONTERDE, 2014; WIESER, 2008) se concluyó por adoptar dos estrategias de intervención relevantes y sus respectivos sistemas recomendadas para climas fríos como son; mejora de la envolvente térmica (EnT) y calefacción solar (CS).

3.1. INTERVENCIONES AISLADAS

Se hizo las intervenciones aisladamente, con el objetivo de denotar la influencia de cada una de ellas, respecto a cada tipología analizada. El manejo de las variables para las tipologías A y B tienen que ver con la mejora de la envolvente térmica (EnT) y de calefacción solar (CS). Sumando doce variables en total Tabla 3.

Tabla 3: Influencia de las variables con respecto al estado actual





Fuente: Elaboración propia

Analizadas las variables aisladas por cada estrategia y por tipología se ha podido observar cuales de estas podrían incrementar la TO.

- Para la tipología A, el aislamiento de los muros V4 y el aislamiento en ventanas V8 se mostró más importante, pese a que la TO incrementó con respecto a su estado actual en 1,15°C, sin embargo, la variable que realmente evidencia una diferencia notable en TO está relacionada con la estrategia de CS por sistema indirecto V11, con el empleo de una ventana cenital, incrementando en 4,09 °C.
- Para la tipología B, el aislamiento de los muros V4 y la variación en infiltraciones V12 se mostró importante, pese a que la TO incrementó con respecto a su estado actual en 1,46°C, sin embargo, destaca la variable V10, con el empleo de un muro de inercia, incrementando en 4,77 °C.
- La tipología C, respecto de la estrategia de EnT, el aislamiento de los muros V4 y el aislamiento en ventanas V8 se mostró más importante, incrementado con respecto a su estado actual en hasta un 4,86°C, resultado similar manifiesta la variable relacionada con las infiltraciones V12, incrementando en 3,33 °C, así como la V8 incrementando en 2,73 °C. Al ser una vivienda de dos niveles se hace necesario el manejo de aislamiento en muros, el manejo de las infiltraciones y el uso de contraventanas aisladas, aquí el empleo del muro de inercia se muestra menos eficaz por tener menos acceso solar, siendo las variables concernientes al aislamiento las que mejor influyen en mayor medida en esta tipología.

En todos los casos analizados a pesar del incremento en las TOs, están aún por debajo del rango de confort considerada para la zona estudiada. A partir de estos resultados, se consideró la necesidad de combinar más intervenciones y estrategias para obtener el confort térmico en las viviendas.

3.2. INTERVENCIONES COMBINADAS

Se procede a tomar las variables más influyentes (V1, V2, V3 V4, V5 y V12) y en adición las variables (V6-V11) y proponer grupos de combinaciones. Se simularán tres grupos de combinaciones denominados en adelante EnT 1, EnT 2 y EnT 3+CS Tabla 4

Tabla 4: Comparación de las propuestas

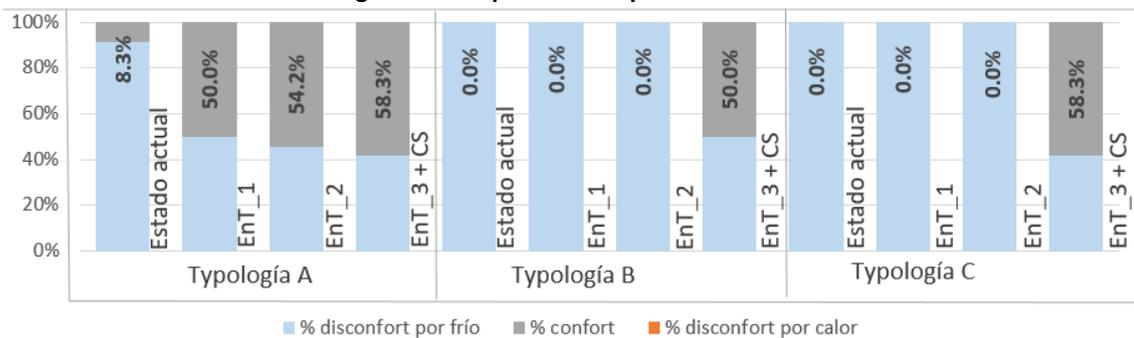
		Situación actual	EnT_1 y EnT_2	EnT_3+CS	
Tipología A	V	VS	VS para EnT_1 y V7 para EnT_2.		V7+V8+V9
	M	Ladrillo	V4		V4
	T	Calamina	V1		V1+V11 (de 5,70m ²)
	P	Contrapiso de concreto	V5		V5
Tipología B	V	VS	VS para EnT_1 y V7 para EnT_2.		V7+V8+V9
	M	Ladrillo	V4		V4
	T	Concreto	V6		V1 y V11 (de 6,00 m ²)
	P	Contrapiso de concreto	V5		V5
Tipología C	V	VS	VS para EnT_1 y V7 para EnT_2.		V7+V8+V9
	M	Ladrillo	V4		V4+V10
	T	Concreto	V6		V6
	P	Contrapiso de concreto	V5		V5

V=Ventana, M=Muro, T=techo, P=piso, VS= Vidrio simple

Fuente: Elaboración propia

Se evalúan los POC y TO de acuerdo con los criterios de la ASHRAE 55-2017, para las combinaciones propuestas comparándolas con el estado actual para los resultados de las simulaciones para el día típico de invierno Figura 5.

Figura 5: POC para el día típico de invierno

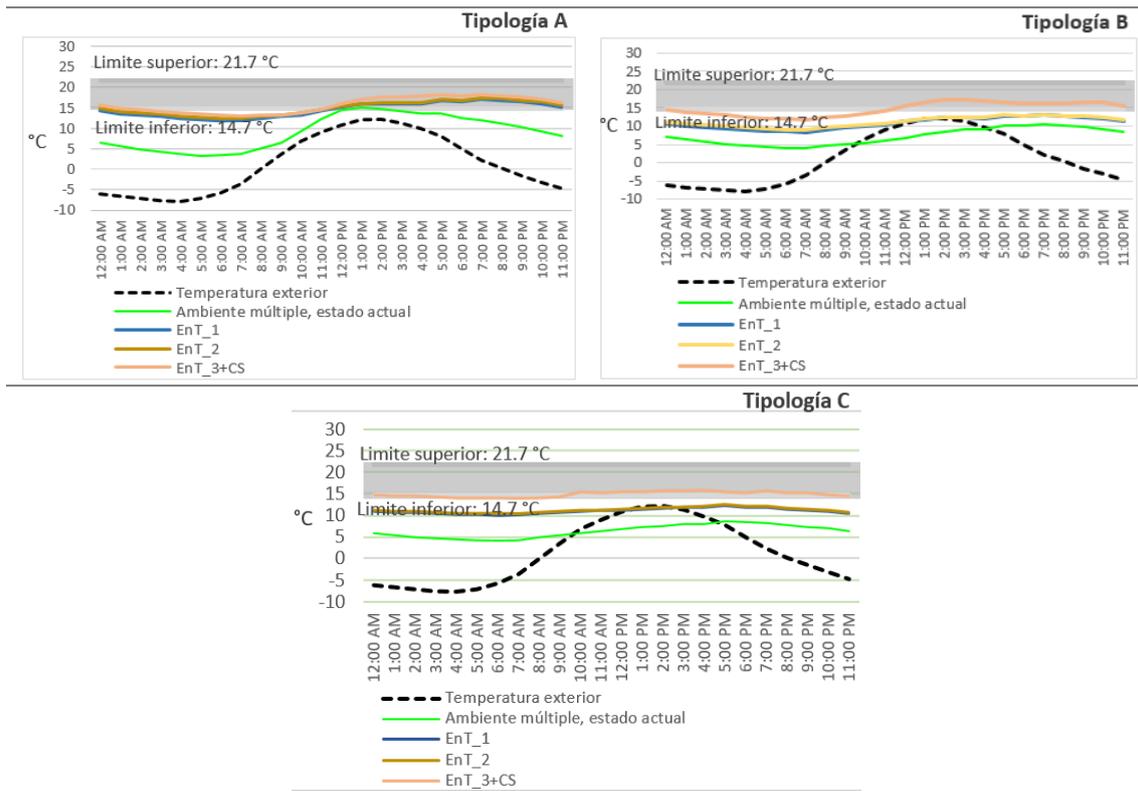


Fuente: Elaboración propia

Se observa que para las tipologías analizadas el ambiente múltiple presenta buenos porcentajes sobre todo para la combinación EnT_3+CS. Alcanza para el día típico entre un 50.0% al 58.3% de confort. Para la combinación EnT_3 un incremento en promedio de la TO de 7.6 °C con respecto a su estado actual.

Todas las combinaciones presentan TO aceptables a lo largo del día por encima de la exterior, sobre todo en horas de la madrugada y la noche Tabla 5.

Tabla 5: Temperatura operativa y zona de confort para el día típico de invierno



Fuente: Elaboración propia

La combinación EnT_3+CS, presenta mejores resultados con respecto a las otras combinaciones debido a la mejora de la envolvente térmica destacando el aislamiento en muros, el aislamiento en puertas y ventanas y a la inclusión de calefacción solar (CS) por medio de un muro de inercia y ventana cenital. Aumentó la inercia térmica de la envolvente, cuestión inversa a lo que se encontró en su estado actual. Se entiende que esta combinación extrema las intervenciones, y podría ser de difícil realización en viviendas sociales, sin embargo, se pretende indicar, claramente el camino a ser utilizado para obtener mejores prestaciones térmicas por la reducción de 1,00 a 0,20 AC/h en infiltraciones. Las tipologías analizadas se diferencian por el número de niveles lo cual impacta en el empleo de estrategias en las viviendas de un nivel A y B que presuponen el manejo más enfocado a la calefacción solar, pues la variable manifestó un mayor impacto en el confort interno además de que contaban con un patio que abre la posibilidad de reformas. La tipología C de dos niveles se mostró más dependiente de la mejora de la envolvente y la hermeticidad, por lo que se recomienda en estas tipologías el manejo de materiales aislantes en muros.

Para esta zona bioclimática es conveniente en un inicio adecuar sistemas de calefacción preferentemente por techos por tener mejor eficacia, seguidamente en muros y pisos se con las estrategias de mejora de la envolvente térmica (EnT), así como el aislamiento de las ventanas y la utilización de contraventanas. Para finalmente incrementar la hermeticidad de la vivienda, queda evidente también que, en la mayoría de los casos, la obtención de confort térmico necesariamente pasará por la adopción también de estrategias activas de calefacción.

Sobre la tipología A, es bastante común el uso masificado de la calamina por lo que, sería conveniente se emplee un techo de tipo sándwich como el que se sugirió en esta investigación (Termotecho PUR) pudiendo implementarse también otras alternativas de bajo coste, que se encuentren en la zona. Adicionalmente se recomienda colocar un falso techo aislado con el fin de generar una cámara de aire y evitar la pérdida de calor. Esta tipología queda

bastante expuesta a la intemperie con menor eficacia con respecto a una vivienda de dos niveles.

Respecto a la tipología B, la intervención en esta tipología existente sería primeramente en la estrategia de calefacción solar (SH) sea por sistema directo o indirecto ya que esta tipología permite adecuaciones por poseer un patio posterior. Se sugiere darle un acabado de techo y falso techo tal como la tipología A. Posteriormente se recurriría a la estrategia de aislamiento térmico (EnT) en muros. Esta tipología queda también expuesta como la A por lo que es necesario tanto en la rehabilitación como en la proyección de vivienda nueva aislar los techos.

Finalmente, para la tipología C, la intervención sería primeramente abordar la estrategia de mejora de la envolvente y aislamiento. Puesto que tiene limitadas posibilidades de adecuaciones, al ser una vivienda de dos niveles y con poco acceso solar además de la tendencia a seguir creciendo de forma vertical, limita las posibilidades de intervención en techos. El orden de intervención sería comenzar por el manejo de contraventanas aisladas. Seguidamente del aislamiento en muros perimetrales. El manejo de la hermeticidad en esta tipología se mostró importante, esto indicaría que para que esta vivienda conserve el calor ganado debe tener los marcos de las aberturas en buenas condiciones con el uso de sellos para evitar infiltraciones. El área de ventanas debe ser proporcionada según necesidad en los espacios. Finalmente, en todos los casos dependiendo del presupuesto que se maneje se incitaría a continuar adicionando más variables en relación al impacto térmico que favorezca las condiciones internas.

4. CONCLUSIÓN

La vivienda social en la zona Mesoandina, carece de aspectos cualitativos apuntando sobre todo al uso frecuente de sistemas constructivos no adecuados y materiales precarios, como también la falta de inclusión de estrategias, pues como se observó, presentan deficiencias encontrándose con vulnerabilidad térmica y pobreza energética, el manejo del recurso solar se hace indispensable. En las tipologías enunciadas se hace imprescindible la debida atención a la envolvente térmica. En todos los casos analizados se observó que inexistente el discomfort por calor. También es importante señalar que los estándares internacionales que regulan los límites de confort no pueden abarcar especialidades para cada tipo de clima, así como las preferencias de cada población, la aclimatación y sus expectativas cambian, por lo que es necesario determinar condiciones particulares para cada lugar.

Las soluciones para mejorar la calefacción pasiva usando materiales autóctonos por medio de intervenciones combinadas, presentaron resultados favorables de forma progresiva con aislamiento y calefacción solar, con variables aplicadas en muros, techo y piso, además de la permeabilidad del aire. Para el aislamiento se ha decidido usar materiales autóctonos como: la lana de oveja y la Totorá, los cuales se presentan como buenos aislantes térmicos, por su disponibilidad en la zona de estudio además de los beneficios socioculturales, ambientales y económicos.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENCIA AGRARIA. **Exportación de totora a Holanda**. Disponible em: <<https://agraria.pe/noticias/peru-iniciara-exportacion-de-totora-del-lago-9747>>. Acceso em: 25 abr. 2020.

AZA, L. **La totora como material de aislante térmico: potencialidades**. Barcelona, España: Universidad politécnica de Catalunya, 2016.

BANACK, S.; DIAZ, W. **Indigenous cultivation and conservation of Totorá (Schoenoplectus Californicus , Cyperaceae) in Peru**. n. Heiser 1985, 2004.

DUBRAVKA, M. **Estrategias de diseño pasivo para ahorro energetico en edificación-Propuestas para disminución de demanda calorífica y frigorífica en clima continental templado.** Barcelona, España: Universidad Politécnica de Cataluña. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona, 2010.

FROTA, A. **Manual do conforto Térmico.** 2da. ed. Sao Paulo, Brazil: Estudio nobel, 1995.

INEI. Perú: **Características de las viviendas particulares y los hogares.** Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, p. 127, 2017.

JIMENEZ, C.; WIESER, M.; BIONDI, S. **Improving Thermal Performance of cabins in the High-Altitude Peruvian andean Region,** Edingurgh, PLEA, , 2017.

LABEEE. **Desenvolvimento de um modelo equivalente de avaliação de propriedades térmicas para a elaboração de uma biblioteca de componentes construtivos brasileiros para o uso no programa EnergyPlus.** Journal of Chemical Information and Modeling, v. 53, n. 9, p. 1689-1699, 2018.

MANZANO, F.; MONTOYA, F.; SABIO, A. **Review of bioclimatic architecture strategies for achieving thermal comfort.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 49, 2015.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS; SENAMHI. **ATLAS DE ENERGÍA SOLAR. Electrificación rural a base de energia fotovoltaica en el Perú,** 2003.

MONTERDE, M. A. **Guías de estrategias de diseño pasivo para la edificación.** In: INSTITUTO VALENCIANO DE LA EDIFICACIÓN (Ed.). . Foro para la edificación sostenible de la comunitat Valenciana. 1ra. ed. España: IVE, 2014. p. 66.

MVCS. **Normatividad para edificaciones bioclimaticas en el Perú,** Perú, 2014.

NEILA, J. **Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible** (M. Laria, Ed.)Madrid, 2004.

NINAQUISPE, L. **Totora: A Sustainable Insulation Material for the Andean Parts of Peru.** p. 7, 2012.

OLGYAY, V. **Arquitectura y clima, manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas.** 15va. ed. España: Gustavo Gili, 1998.

ONEBUILDING. **Repository of free climate data for building performance simulation.** Disponible em: <http://climate.onebuilding.org/WMO_Region_3_South_America/PER_Peru/index.html>. Acesso em: 24 set. 2020.

PRECOR. **Paneles aislantes PUR.** Disponible em: <https://s3.amazonaws.com/precor-storage/manual/thermotecho-tca-pur_1553363413.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2020.

SENAMHI. **Datos meteorologicos a nivel nacional.** Disponible em: <<https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>>.

STEFFENS, F.; STEFFENS, H.; OLIVEIRA, F. R. **Applications of Natural Fibers on Architecture.** Procedia Engineering, v. 200, p. 317-324, 2017.

WIESER-REY, M.; ONNIS, S.; MELI, G. **Desempeño térmico de cerramientos de tierra alivianada Posibilidades de aplicación en el territorio peruano.** Revista de Arquitectura, v. 22, n. 1, 2019.

WIESER, M. **Consideraciones bioclimáticas en el diseño arquitectónico: el caso Peruano.** Arquitectura y Ciudad., v. Cuadernos, p. 93, 2008.