

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. Estratégias bioclimáticas pasivas para la zona bioclimática en viviendas de interés social de Perú. **Revista da Arquitetura: cidade e habitação**, Brasília, v. 1, n. 2, 2021. Disponível em: <https://www.publicacoesacademicas.uniceub.br/ra/article/view/8080/5246>.

CEUB

EDUCAÇÃO SUPERIOR

REVISTA DA ARQUITETURA:

CIDADE E HABITAÇÃO

ISSN: 2763-7298



Estrategias bioclimáticas pasivas para la zona bioclimática 4 en viviendas de interés social de Perú

Passive bioclimatic strategies for the bioclimatic zone 4 in social housing of Peru

Diana Karen Pari Quispe

Joára Cronemberger Silva

Caio Frederico e Silva

VOLUME 1 - NÚMERO 2 - JUL./DEZ. 2021

Sumário

APRESENTAÇÃO	5
BRASÍLIA EM FRAGMENTOS: PERCURSOS E BIOGRAFIAS	12
Aline Stefânia Zim	
CHANCELA DO PATRIMÔNIO NATURAL: RELAÇÕES DE POLÍTICAS AMBIENTAIS E PROTEÇÃO DO PATRIMÔNIO COMO PAISAGEM	22
Paulo Afonso Cavichioli Carmona Talita Alves Morais e Rabelo	
CIDADES PARA QUEM?	37
Élida Lorrane Ramalho Almeida	
CLIMA, MEIO AMBIENTE URBANO E A DENGUE EM SALVADOR	43
Manoel Messias Teixeira Júnior Antônio Pedro Alves de Carvalho	
CONTROLE DA QUALIDADE DO AR INTERNO NOS AMBIENTES	56
Chenia Figueiredo Cybelle Faria	
ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS PASIVAS PARA LA ZONA BIOCLIMÁTICA 4 EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL DE PERÚ	69
Diana Karen Pari Quispe Joára Cronemberger Silva Caio Frederico e Silva	
ESTUDOS DE CASO PÓS-PANDEMIA: COMO SE COMPORTARÁ A SOCIEDADE	80
Eliete de Pinho Araujo Manuel José Costa de Carvalho e Sousa	
NÚCLEO DE APOIO AO DISCENTE – NAD E CEUB: REFLETINDO SOBRE FUNÇÕES E ACESSIBILIDADE NO CONTEXTO INCLUSIVO	95
Norma Albuquerque Augusto	
O PROCESSO DE GENTRIFICAÇÃO AMBIENTAL E O MICROCLIMA	110
Clarianne Martins Braga Borges Gustavo Alexandre Cardoso Cantuária	

PROJETO ESTRUTURAL EM LIGHT STEEL FRAMING APLICADO AO PROGRAMA DE HABITAÇÃO SOCIAL DE BRASÍLIA..... 122

Pedro Victor de Moraes Guerra
Nathaly Sarasty Narváez

QUALIDADE AMBIENTAL E ASPECTOS PARA A HUMANIZAÇÃO DE UMA UTI NEONATAL: UM ESTUDO DE CASO EM FLORIANÓPOLIS (SC)..... 133

Isamara Gabriela de Souza Pinto
Keli de Farias Alves
Maíra Longhinotti Felipe
Maria Carolina Furlan Romi
Patrícia Biasi Cavalcanti
Tiago Mitsuo Nagasaki

Estrategias bioclimáticas pasivas para la zona bioclimática 4 en viviendas de interés social de Perú*

Passive bioclimatic strategies for the bioclimatic zone 4 in social housing of Peru

Diana Karen Pari Quispe**

Joára Cronemberger Silva***

Caio Frederico e Silva****

Resumen

La vivienda de interés social tiene a la actualidad poco más de cien años de existencia. En el contexto latinoamericano estas tipologías en su gran mayoría no han sufrido grandes variaciones en cuanto a sus características formales y constructivas. En ese sentido la presente investigación propone estrategias bioclimáticas pasivas de calentamiento para la vivienda de interés social. El método se llevó en tres fases: primeramente, se hizo una búsqueda de las estrategias bioclimáticas de calentamiento más adecuadas para clima frío. Seguidamente se hizo una recopilación de los ejemplos de adaptaciones bioclimáticas existentes que conciernen a las viviendas vernáculas de la zona y finalmente se expone las viviendas existentes en el contexto Mesoandino Sudamericano. Como resultados se determinó que las estrategias más acordes para la zona Mesoandina son dos; la mejora de la envolvente térmica interior (EnT) y la estrategia de calefacción solar (CS), las que pueden ser adecuadas a viviendas existentes o nuevas propuestas.

Palabras clave: Clima frío Mesoandino; Viviendas sociales; Estrategias de calentamiento; Viviendas vernaculares.

Abstract

At present, social housing has over a hundred years in the Latin American context. The vast majority of bioclimatic adaptations of these typologies have not undergone high variations in terms of their formal and constructive characteristics. In this sense, this research proposes passive bioclimatic heating strategies for social housing. The method has three phases: first, a search for the most suitable bioclimatic heating strategies for cold climates. Next, a compilation of examples of existing bioclimatic adaptations is carried out, covering the vernacular dwellings of this zone and finally exposing the existing social housing in the South American Mesoandean context. As a result, it was determined that the most consistent strategies for the Mesoandean zone are two; the improvement of the thermal envelope interior (TEI) and the solar heating (SH) suitable for existing homes or new proposals.

** Arquitecta y Urbanista por la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, UNAP, Perú con Maestría en Arquitectura y Urbanismo por la Universidade de Brasília (2021) e investigadora del grupo de investigación, Simulação computacional no ambiente construido SICAC.
E-mail: dia.paraq@gmail.com

*** Arquitecta y Urbanista por la Universidade de Brasília (1990). Master (2007) y Doctora en Arquitectura y Construcción por la Universidad Politécnica de Madrid - UPM (2015), con una pasantía de investigación internacional en la Universidad Alemana Bergische Universität Wuppertal (2012). Actualmente es profesora en el Departamento de Proyecto, Expresión y Representación de FAU-UnB, donde coordina la Comisión de Internacionalización. Vice-coordinadora del Laboratorio de Control Ambiental y Eficiencia Energética (LACAM), también desarrolla investigaciones con el grupo de investigación en Simulación Computacional en el Ambiente Construido (SICAC) en los siguientes temas: Estrategias de eficiencia energética y sustentabilidad en edificios e integración de sistemas fotovoltaicos en edificios.
E-mail: joaracronemberger@unb.br

**** Desarrollo de investigación Postdoctoral en la Universidad de Harvard (Visiting Scholar 2019-2020), Master (2009) y Doctor (2013) en Arquitectura y Urbanismo - UnB. Investigador del Laboratorio de Sostenibilidad Aplicada a la Arquitectura y Urbanismo - LaSUS / UnB. Es investigador del Laboratorio de Control Ambiental - Lacam / UnB. Actualmente es profesor adjunto vinculado al Departamento de Tecnología de la FAU-UnB desde 2011. Es profesor acreditado en el Programa de Postgrado en Arquitectura y Urbanismo. Es el líder del grupo de investigación sobre simulación por computadora en el entorno construido.
E-mail: caiofreds@gmail.com

Keywords: Mesoandean cold weather; Social housing; Heating strategies; Vernacular houses.

1 Introducción

La vivienda de interés social (VIS) tiene a la actualidad poco más de cien años de existencia desde su aparición en el siglo XX, en los diferentes países del contexto Latinoamericano se han asentado diversos ejemplos siendo a lo largo de las décadas el enfoque más inclinado hacia el aspecto cuantitativo, dejando de lado criterios cualitativos. Dada la creciente demanda “Latinoamérica ha aportado aproximadamente un 8% del total de la población mundial, creciendo de 240 millones de habitantes en 1960 a 480 millones a la actualidad” (SALAS, 2002). Siendo la ciudad contemporánea contenedora de un altísimo porcentaje de VIS. Las que, se caracterizan principalmente por ser módulos de alojamiento simples que se repiten en forma y tamaño y que responden a un determinado lote o parcela. Generalmente son introducidas en zonas periurbanas o rurales retiradas en su mayoría de los sitios de trabajo y servicios, aparecen como medida preventiva a los asentamientos informales. Por tener un bajo costo atienden a una población de mediana y baja renda.

En el contexto peruano la vivienda social inicia en 1940, producto del terremoto de Lima y Callao. este proceso se dio en tres momentos de límites difusos. Primeramente, en sus inicios con el estado como ente regulador en mayor medida y la Corporación Nacional de Vivienda (CNV) luego la CRAV (Comisión Para la Reforma Agraria y la Vivienda, o Comisión Beltrán) y finalmente del FONAVI (Fondo Nacional de Vivienda) y la Empresa nacional de edificaciones (ENACE) los programas habitacionales del Plan Nacional de Vivienda (PNV) (CÓRDOVA, 2007). Para ese entonces en las provincias del país se organizaron por unidades operativas, siendo este el periodo más prolífico en materia de VIS hasta la década de los noventa (HAYMES *et al* 2017). Hacia el año 2.000 se realiza la creación del Ministerio de vivienda construcción y saneamiento (MVCS), donde se encausa el problema de la vivienda en el país, con el Fondo Mi vivienda por medio de dos programas del estado; Nuevo crédi-

to mi vivienda y Techo propio que se apoyan de la empresa privada como ejecutora encargada de las propuestas de vivienda, que hasta la actualidad han insertado prototipos habitacionales en todo el país.

Lo más acorde para las tipologías de vivienda que se encuentran en un clima frío donde “las temperaturas pueden llegar a ser muy bajas (menores a 0 °C) en época de invierno” (PCM, 2019, p. 24), es plantearlas comenzando por el manejo de estrategias pasivas. Considerando que la zona Mesoandina se encuentra en una franja altitudinal de 3.500 a 4.000 metros sobre el nivel del mar donde la mayor fuente pasiva es la radicación solar por lo que debe ser aprovechada. Así como dar una mirada al pasado y adaptar los conceptos vernáculos de vivienda para adecuarlos al presente.

Los modelos de vivienda ubicados por los programas descritos en este contexto no han sufrido grandes variaciones en cuanto a sus características formales y constructivas desde sus inicios, siendo esto un problema recurrente pues no tienen relación con el clima ya que los modelos fueron replicados de ciudades con climas más cálidos, no desarrollándose tipologías específicas para la zona. Las estrategias que permiten que la vivienda responda al clima del lugar no fueron tomadas en consideración, salvo ejemplos en las zonas rurales. En este punto la vivienda no pudo superar por sí sola las condiciones climáticas de su entorno, trayendo consigo la pobreza energética en la que se encuentra actualmente, pues estos hogares no han llegado a satisfacer sus necesidades de energía absoluta, lo que según Felmer (2018): “[...] es la incapacidad de una vivienda de proveer un servicio energético básico en este caso garantizar condiciones mínimas de temperatura y confort térmico sin causar dificultad económica ni deteriorar la calidad ambiental de los miembros de un hogar”.

1.1 Objetivo

Proponer las estrategias pasivas más adecuadas para la vivienda de interés social en la zona Mesoandina peruana.

2 Método

Se hizo una revisión bibliográfica de la literatura relacionada con el tema de investigación, búsqueda realizada hasta el 14 de Julio del 2020, usando la información más relevante. El método de esta investigación se dividió en tres fases: a) como primera fase se propone las estrategias más adecuadas a tener en consideración en esta zona bioclimática b) posteriormente se hizo una revisión de los ejemplos de adaptaciones bioclimáticas existentes, que conciernen a las viviendas vernáculas de esta zona y c) finalmente fueron recopiladas las viviendas existentes en el contexto Mesoandino Sudamericano.

2.1 Estrategias bioclimáticas pasivas

Las estrategias bioclimáticas pasivas se fundamentan en cuatro pilares como son la captación de la energía solar, su acumulación, distribución y conservación. Según Neila (2004, p. 261): “[...] si falla una de ellas se derrumba la estructura bioclimática”. Esto debido a que si se quiere tener éxito en su manejo se debe entender que las cuatro se complementan. A continuación, se muestran las estrategias generales que tienen que ver con el diseño general del edificio y la mejora de la envolvente térmica (EnT), así como estrategias de calefacción en invierno, se detallan también sus respectivos sistemas Figura 1.

Figura 1: Estrategias generales y de calefacción

Estrategias	Sistemas	Variables		
Estrategias generales	I) Diseño general del edificio (DIS)	Captación de la radiación solar	Ubicación	
			Forma	
			Orientación	
			Ventilación	
	II) Mejora de la envolvente térmica (EnT)	Conservación de la energía	Aislamiento térmico	Vegetación
			Vidrios y marcos con baja transmitancia térmica	Aislamiento térmico
Fachadas ventiladas			Vidrios y marcos con baja transmitancia térmica	
Cubiertas ventiladas			Fachadas ventiladas	
Estrategias de	III) Calefacción solar (CS)	Acumulación térmica	Cubiertas ventiladas	
			Fachadas Vegetales o ajardinadas	
			Cubiertas vegetales o ajardinadas	
Estrategias de	III) Calefacción solar (CS)	Directa	Fachadas y cubiertas con alta inercia térmica	
		Semidirecta	Ventanas (Vanos) y lucernarios	
		Indirecta	Invernaderos adosados y galerías acristaladas	
			Captadores y acumuladores (A través de paredes, cubierta y suelo)	

Fuente: (AKSOY; INALLI, 2006; DUBRAVKA, 2010; MONTERDE, 2014; NEILA, 2004; WIESER, 2008)

2.1.1 Diseño general del edificio (DIS)

Son aquellas estrategias que permiten la captación de radiación solar aprovechando la ubicación, la forma del edificio, la orientación, ventilación y vegetación. En muchos de los casos no se tiene libertad para manejarlos, pero en muchos otros existe libertad en este sentido. Se detalla algunas con-

sideraciones a tener en cuenta sobre todo en clima frío de latitud Sur.

Ubicación: Emplazamiento del edificio aprovechando la geografía inmediata con respecto a los vientos dominantes, es conveniente analizar la ubicación concreta del edificio y los elementos de gran volumen que se encuentran a su alrededor. (DUBRAVKA, 2010; MONTERDE, 2014)

Forma del edificio: Los volúmenes alargados siguiendo una orientación este-oeste tendrán más posibilidad de captar radiación mediante la exposición de una de mayor longitud al Norte, además [...] la compacidad en la forma del edificio es una condicionante fundamental a la hora de buscar la inercia térmica del conjunto. (WIESER, 2008). Según Heywood (2012), “Para reducir el área de superficie la mejor forma es una compacta”. La relación recomendada es como mínimo 1:5 con la fachada menor. (MONTERDE, 2014, p. 71), “[...] la proporción óptima para la orientación del edificio es la rectangular”. (AKSOY; INALLI, 2006). El factor de forma (FF) es una medida de la compacidad, una relación entre el área externa del edificio (sin incluir el área de contacto con el suelo, pero incluido el techo) y el área del piso. Una relación más baja indica un edificio más compacto y eficiente. Los edificios Passivhaus tienen como objetivo lograr un valor de 3,0 o menos.

Orientación: La fachada receptora deberá estar libre de edificios altos, árboles de hoja perenne y cualquier obstáculo que impida la radiación directa al edificio. “Se debe evitar que el calor ganado por el Norte se pierda por el Sur” (VAN, 2014, p. 272).

Ventilación: La mínima requerida, según sea el caso.

Vegetación: Pueden condicionar la generación de sombras y, con ellas, la posibilidad de una menor disponibilidad de radiación solar directa, más aún es importantísimo analizar bien la especie pues su correcto uso ayuda como barrera contra los vientos no deseados (SERRA, RAFAEL; COCH, 1995).

2.1.2 Mejora de la envolvente térmica (Ent)

Como refiere Athienitis (2013, p. 4): “[...] la envolvente externa actúa como un “filtro” entre el

entorno exterior y el espacio interior. El filtrado se ilustra mejor con el efecto de la masa térmica sobre las fluctuaciones de temperatura exterior”. Este aspecto tiene que ver con el control de flujo de energía que está condicionado al aislamiento de la envolvente térmica está conformada por todos los cerramientos y particiones, tales como (cubiertas, fachadas, suelos, particiones interiores).

a) Conservación de la energía

Para que la conservación de energía se cumpla es necesario su permanencia lo más posible dentro del recinto. Los mismos que permiten se produzca al interior el efecto invernadero. Que según Lamberts *et al.* (2010, p. 55): “[...] es el principal fenómeno responsable de la transformación de la radiación solar en calor dentro de un edificio”.

Aislamiento térmico: Protección de los vientos, sea de forma directa (a través de la ventilación o infiltración) o indirecta (a través de la conducción), por lo que se debe conservar la hermeticidad y aislamiento de la envolvente, el tamaño reducido de los vanos, la orientación en función de los vientos dominantes y barreras contra el viento (paneles, terraplenes, vegetación tupida y estratégicamente ubicada, etc.).

Vidrios y marcos con baja transmitancia térmica: Los huecos de la envolvente de los edificios constituyen el punto fundamental para el intercambio del calor con el exterior. La pérdida de energía ocurre principalmente por conducción a través del marco, radiación a través del vidrio, representa 2/3 de la pérdida de calor del hueco, convección, en la cámara de aire del doble acristalamiento, para minimizarlo se usan espesores de 12 a 16 mm y se pueden incluir gases (Argón, kriptón).

Fachadas ventiladas: Protege de la incidencia directa de los rayos solares, de esa forma se impide que el calor penetre al interior de la edificación.

Cubiertas ventiladas: Tiene como objetivo impedir que la radiación solar sobre la parte opaca de la envolvente penetre al interior de la edificación, el aire circula por medio de una cámara, son adecuadas en zonas climáticas con severidad de verano.

Fachadas y cubiertas vegetales o ajardinadas: Tiene como objetivo impedir que la radiación solar sobre la parte opaca de la envolvente penetre al in-

terior de la edificación, funcionan como aislamiento convectivo y radiativo, reduciendo los flujos energéticos (CORRALES, 2012).

b) Acumulación térmica

La acumulación de energía permite aislar, amortiguar y retardar el paso de la misma desde y hacia los ambientes interiores del edificio, es por ello es necesario considerar los siguientes aspectos sobre todo en fachadas y cubiertas,

2.1.3 Calefacción solar (CS)

Según la información recolectada estos se clasifican en tres: CS directos, semidirectos e indirectos.

a) CS – sistemas directos

De acuerdo con Szokolay (1983, p. 25 *apud* GRALA DA CUNHA 2005, p. 49), este sistema se basa en: “[...] una superficie transparente de gran tamaño orientada al Ecuador, a través de la cual, la radiación solar penetra en un ambiente habitable para posteriormente ser disipada cuando la temperatura interna se encuentre debajo que la externa”. Es frecuente ver el uso de la CS con un sistema directo por medio de un patio central, donde la abertura puede ser centralizada, parcial o total.

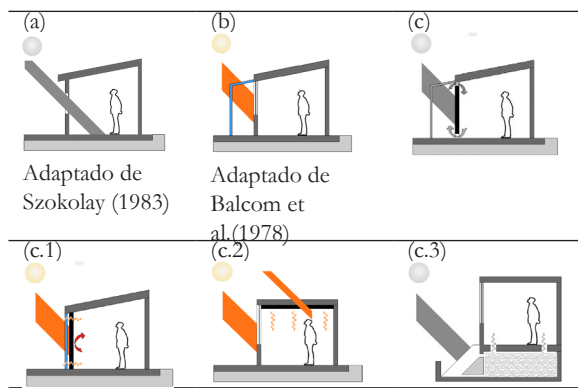
Presenta algunos desafíos como: supercalentamiento en los periodos calientes, insolación directa, incomodidad visual y deterioro de materiales y acabado por la exposición de radiación “ultravioleta” del espectro solar. “Tiene como inconveniente la dependencia absoluta de las horas de sol lo que unido al incontrolado proceso de irradiación en suelos y paredes cercanos al punto de captación, provoca una irregular distribución del calor” (NEILA, 2004, p. 263). Usa el efecto invernadero y es el más habitual de los sistemas se ve en ejemplos que cuidan la orientación Figura 2 (a).

b) CS - sistemas semi-directos

CS - sistemas semi-directos

Los sistemas semi-directos o también llamados “directo con lazo convectivo”, se configuran con un invernadero adosado Figura 2 (b).

Figura 2: Estrategias generales y de calefacción



Fuente: (GRALA DA CUNHA, 2005; MONTERDE, 2014), adaptado por la autora

Que sirve de intermediario entre el interior y el exterior, además de contar con una ventana que recibe la radiación solar, puede haber variantes en cuanto a la forma del invernadero, esto dependiendo de la latitud en que se ubica.

c) CS - sistemas indirectos

Según Dubravka (2010): “Los sistemas de calefacción solar indirectos se consideran aquellos espacios cerrados con un elemento translúcido invernadero o lámina de vidrio y un elemento intermedio: pared, cubierta y/o suelo” Figura 2 (c). A su vez estos sistemas se subdividen en sistemas por pared, techo y suelo.

- Por Pared: capta la energía solar, por un elemento vertical acumulador que almacena energía (pared), para cederlo posteriormente al interior compuesto por una hoja exterior de baja inercia térmica, una cámara de aire ventilada y una hoja vertical (pared) interna con gran masa térmica que transmite el calor de forma retardada. Destaca la pared Trombe-Michel, también llamado “muro solar ventilado” y la pared de inercia Figura 2 (c.1).

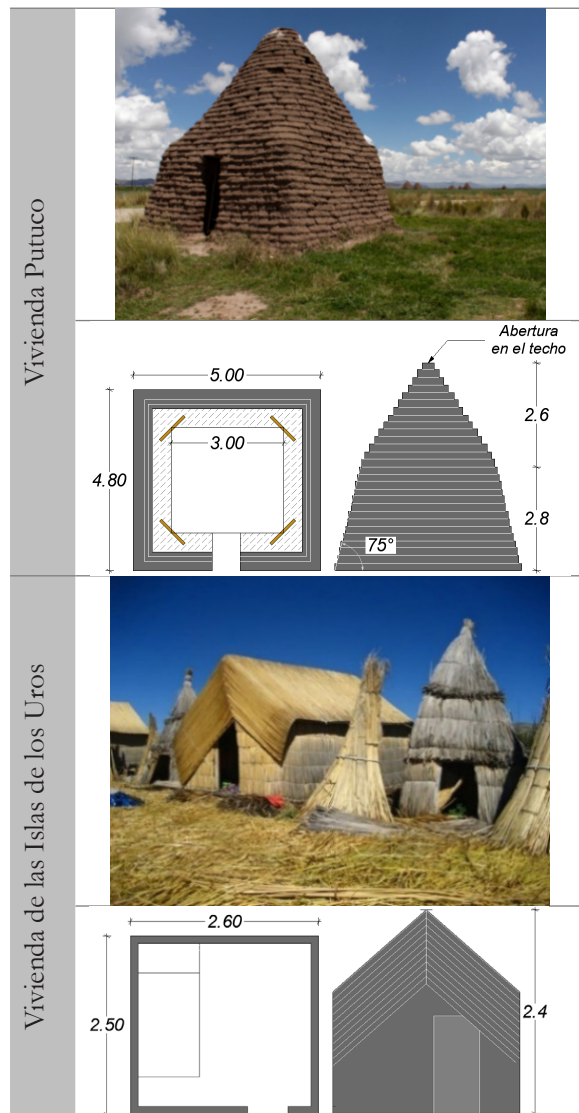
- Por techo: También llamados sistemas horizontales de captación retardada. “[...] suelen estar formados por bolsas de plástico negro relleno de agua que durante el día se calientan para ceder por conducción el calor a través de la cubierta del edificio, por la noche deben protegerse para evitar su enfriamiento” (NEILA, 2004, p. 265). Un inconveniente que presenta es la distribución del aire caliente, ya que este tiende a estratificarse y permanecer en el techo. Destaca el Techo de agua (Skytherm) Figura 2 (c.2).

- Por suelo: este sistema indirecto se basa en el hecho de que la tierra sea calentada por el sol. Este sistema de captación permite que se aproveche la incidencia solar en un espacio expuesto y funciona elevando el nivel del suelo para permitir la entrada del aire caliente y este pueda circular en la vivienda por convección, pudiendo ser por medio de las piedras, o el calentamiento del suelo haciendo uso de bombas Figura 2 (c.3).

2.2 Adaptaciones climáticas

Según Neila (2004, pp. 10–14): “La arquitectura vernácula, es la primigenia arquitectura bioclimática [...] representa el uso de materiales y sustancias con criterios de sostenibilidad”.

Figura 3: Viviendas vernáculas de la zona Mesoandina: Los Putucos y las Islas de los Uros



Fuente: Adaptado de Suaña (2004, apud GAMARRA, 2019,

p. 106; MARUSSI, 1999; PROJECT UROS, 2020; AGENCIA AGRARIA, 2021)

La arquitectura vernácula nos deja conocimientos tradicionalmente usados en la adecuación del hombre a determinado medio. En la zona Mesoandina se observa dos ejemplos característicos: Los Putucos y las Islas de los Uros (BURGA, 2010, p. 110) Figura 3. De los que resaltan los siguientes aspectos:

-El uso de ventanas: se realizó de forma estratégica para obtener irradiación solar directa, manteniendo proporciones pequeñas para tener menos superficies de contacto con el exterior y en consecuencia la pérdida de calor.

-Factor forma (FF): se optó por viviendas compactas, con un factor forma de 1/1, sin divisiones interiores, lo que les permitió evitar zonas de estancamiento, pues los espacios compactos requieren menos energía para calentarse y según la bibliografía consultada son las más adecuadas para climas fríos.

-Material del lugar: usaron en ambos casos un mono material que se usó en toda la envolvente para el caso de los Putucos se usó la C’hampa y para el caso de las viviendas de las Islas de los Uros se usó la Tatora. Al ser construcciones autóctonas, no generan impacto ambiental y tienen un coste asequible, puede realizarse por los propios usuarios, forma parte de su cultura y tradiciones. El tratamiento tecnológico es usado desde antaño y aún se mantiene, siendo bien aprendido. Si estas viviendas fuesen abandonadas o tuvieran daños, con los años volverían a ser parte de la superficie de donde fueron construidas, manejo que debiera tomarse en cuenta en las construcciones actuales.

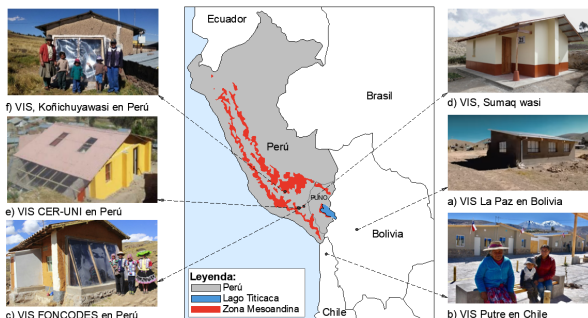
2.3 Viviendas de interés social existentes

Se encontró un ejemplo de VIS en el país vecino de Bolivia (a) uno en Chile (b) y cuatro ejemplos en Perú; FONCODES (c), Sumaq Wasi (d), CER-UNI (e), Koñichuyawasi (f) Figura 4

Todos los ejemplos encontrados se refieren a viviendas sociales del sector rural, con un área entre 40 a 90 m², los cuales hacen uso de los materiales de la zona como es el adobe y el ladrillo con espesores de 40 cm a más. En Tabla 1 se hizo una compara-

tiva de las estrategias usadas en los seis ejemplos encontrados, adicionalmente se observó que en la vivienda CER-UNI se acoplaron equipos solares térmicos y fotovoltaicos, así como una cocina mejorada al interior de la vivienda.

Figura 4: VIS en la zona Mesoandina



Fuente: (AEVIVIENDA, 2020; CER- UNI, 2017; FONCODES, 2020; GRUPO DE APOYO AL SECTOR RURAL, 2017; PCM, 2019; SERVIU, 2019)

Tabla 1: Comparativa de estrategias usadas en las VIS existentes

Estrategias	Referentes de VIS señalados					
Calefacción solar (CS)	a	b	c	d	e	f
-CS (sistema directo):						
Aprovechamiento de una ventana translúcida en el techo						
-CS (sistema semidirectos):						
Invernaderos adosados en algunos casos de vidrio y en otros de plástico, con marco de madera.						
-CS (Sistemas indirectos por pared): como es el muro trombe con vidrio, plástico o policarbonato.						
Mejora de la envolvente térmica (EnI)						
-Aislamiento en pisos						
-Aislamiento en muros						
-Aislamiento en ventanas (doble vidrio hermético)						
-Aislamiento en puertas, uso de doble puerta						
-Aislamiento de techo, falso techo de estera, barro y paja o triplay						
-Espacios aislantes, área "tapón" al ingreso de la vivienda						

Otros						
-Equipos solares (Térmicos o fotovoltaicos)						
-Cocina o fogón mejorado						

Fuente: Elaboración propia

3 Resultado y discusión

Las VIS en la zona Mesoandina concebidas por medio de programas del estado se enfocó en mayor medida en el aspecto cuantitativo, intentando dotar de la mayor cantidad posible de unidades de vivienda dejando de lado el aspecto cualitativo de la misma; en este proceso se dio poca atención a los criterios de calidad, bienestar y salud de los ocupantes. El uso frecuente de sistemas constructivos no adecuados y materiales precarios que, presentan deficiencias y vulnerabilidad térmica.

Las estrategias bioclimáticas permiten beneficiarse del clima local haciendo un replanteo en cuanto a los beneficios de mejorar el estado actual de una vivienda existente, es necesario al uso equilibrado de los sistemas y variables aplicados de forma específica en el lugar y en el manejo del diseño solar pasivo cuya fuente principal es la radiación solar. Recurso abundante en la zona Mesoandina. Los principios de la captación de la radiación solar, conservación de la energía y acumulación de la energía constituyen los principios base del diseño solar pasivo que son determinantes para tener más posibilidad de éxito en este proceso cíclico que se manifiesta día a día.

Las estrategias generales pueden ser aplicadas al momento de realizarse la habilitación urbana, así como en el planteo de nuevas unidades habitacionales. Las variables involucradas incitan a: la reducción de la superficie orientada al Sur, en la procura del aislamiento de la envolvente del edificio, particularmente el techo, control de ventilación e infiltraciones sobre todo cuando la temperatura del aire exterior es baja.

Las estrategias de calefacción señaladas se apoyan de los sistemas que dependen de la materia-

lidad empleada en la vivienda, también de la disposición de las aberturas y su manejo.

Según las viviendas vernáculas expuestas se denota que se usó principalmente la estrategia de la mejora de la envolvente térmica (EnT) como estrategia de aislamiento pasiva: en ambos casos se valieron del atraso térmico de mono-materiales como es la Champa y la Totorá, que fueron usados en paredes, techo y piso, puesto que ambos materiales presentan mejores respuestas como aislantes y receptores de la radiación solar en la envolvente al ceder el calor almacenado con la fluctuación de temperatura externa, con el objetivo de mantener el calor interno y no perderlo al exterior.

Sobre las viviendas de interés social existentes se observó que la estrategia más usada es la mejora térmica de la envolvente (EnT), con paredes de gran espesor, aislamiento en falso techo debido al uso general de cobertura metálica en acero galvanizado, comúnmente llamada “calamina”. En segundo lugar, se ha utilizado la estrategia de calefacción solar (CS) por sistemas directos, indirectos y semidirectos por pared. Con ello indican haber incrementado la temperatura entre 3 a 10 °C respecto a su estado actual con las estrategias señaladas, alcanzando una temperatura máxima de 14 °C al medio día visto en el ejemplo de VIS - Koñichuyawasi-Perú (f).

De este modo se concluye que para la zona Mesoandina es recomendable primeramente el manejo de la estrategia de calefacción solar preferentemente por techos por ser el sol muy vertical en esta zona, los sistemas directos pueden responder favorablemente, seguidamente se apuntaría al uso de sistemas por pared que son de menor eficacia tal como es útil en latitudes mayores. Según Alvarado *et al.* (2010, p. 10), “Inclinando la pared 10° o 20° respecto de la vertical, se mejora la irradiancia, pero el uso seguiría siendo ineficaz, pues no se recibiría la máxima irradiación solar que se puede obtener para las latitudes estudiadas, la que se obtendría para una inclinación entre 20° y 40° respecto a la horizontal”. De no ser posible el manejo de esta primera estrategia se apuntaría al aislamiento de la envolvente con la (EnT) tal como se observó en los ejemplos vernáculos de la zona y las viviendas existentes en la actualidad.

4 Consideraciones finales

La demanda de vivienda en países en vías de desarrollo ha propiciado con frecuencia un inadecuado planteamiento de diseño con respecto al clima, lo mismo sucede en el contexto Mesoandino peruano en donde la preocupación por el planteamiento de viviendas con estrategias pasivas es reciente y poco estudiado. Debido al pequeño número de investigaciones y entidades que estén interesadas en el estudio, las que se deben orientar al desenvolvimiento de los proyectos de VIS en relación con la normativa peruana EM. 110, siguiendo las estrategias pasivas, lo que significa orientar los diseños hacia la sostenibilidad, no solamente para nuevos diseños sino también para adecuaciones en edificaciones existentes.

En climas fríos no se puede dejar de lado las estrategias pasivas, ya que pueden conseguir intervenciones que pueden llegar a promover la calidad térmica de la vivienda. Es necesario explicar a la población de los beneficios como el ahorro en energía y combustible usado, así como los posibles beneficios en la mejora de la salud de los ocupantes. Es necesario se tenga en cuenta el buen uso de la energía ganada pues el uso de estrategias pasivas depende de los hábitos de los moradores en cuanto al manejo de las aberturas de la edificación, sobre todo en horas de la noche y madrugada donde se generan las mayores pérdidas de calor.

Sería adecuado el uso de técnicas usadas por los antepasados y el recogimiento de los materiales propios de la zona, un aspecto importante que ya existe en la memoria indígena. Así como proponer alternativas de sistemas constructivos que vuelvan viables los planteamientos propuestos.

Referencias

AEVIVIENDA. *Agencia estatal de vivienda*. Disponible en: <http://www.aevivienda.gob.bo/>. Acceso en: 18 jan. 2021.

AKSOY, U. T.; INALLI, M. Impacts of some building passive design parameters on heating demand for a cold region. *Building and Environment*, v. 41, n. 12, p. 1742–1754, 2006.

- ATHIENITIS, A. *Thermal analysis and design of passive solar buildings*. New York, USA: Earthscan, 2013.
- BURGA, J. *Arquitectura vernácula peruana, un análisis tipológico*. Lima: Colegio de Arquitectos del Perú, 2010.
- CER- UNI. *Guía de construcción de viviendas térmicas*. Disponible em: <https://www.facebook.com/watch/?v=1485010581538316>. Acesso em: 18 jan. 2021.
- CÓRDOVA, A. *El Estado y el problema de la Vivienda, 1945 – 2005. 50 años de vivienda en el Perú*, 2007. Disponible em: <https://es.scribd.com/doc/292721891/50-anos-de-Vivienda-en-El-Peru#scribd>
- CORRALES, M. *Sistema solar pasivo mas eficaz para calentar viviendas de densidad media en Huaraz*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), 2012.
- DUBRAVKA, M. *Estrategias de diseño pasivo para ahorro energetico en edificación-Propuestas para disminución de demanda calorífica y frigorífica en clima continental templado*. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona, 2010.
- FONCODES. *Mi abrigo*. Disponible em: <http://www.foncodes.gob.pe/portal/index.php/proyectos/miabrigo>. Acesso em: 30 jun. 2020.
- GAMARRA, V. L. *Edificaciones de tierra cruda: Putucos de Taraco, aportes tecnologicos y constructivos en la vivienda del altiplano peruano*. Arequipa: Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, 2019.
- GRALA DA CUNHA, E. *Elementos de arquitetura de climatização natural*. 2. ed. Rio grande do sul: MASQUATRO, 2005.
- GRUPO DE APOYO AL SECTOR RURAL. K'ONICHUYAWASI - *Casitas Calientes*. Disponible em: <https://gruporural.pucp.edu.pe/proyecto/casa-caliente-limpia-konichuyawasi/>. Acesso em: 18 jan. 2021.
- HAYMES-LÓPEZ, F. V.; PELÁEZ-CRUZ-DEL-CASTILLO, E. F. La obra de Enace, el epílogo de la vivienda social construida por el Estado. *Limaq*, v. 0, n. 003, p. 129, 2017.
- HEYWOOD, H. *101 Regras básicas para uma arquitetura de baixo consumo energético*. Brasil: Gustavo Gili, 2012.
- LAMBERTS, R. et al. *Casa Eficiente: Bioclimatologia e Desempenho Térmico*. Florianópolis: UFSC, 2010. v. 3
- 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*. España: IVE, 2014. p. 66.
- NATIVIDAD, J.; OCUPA, D.; HORN, M. *Los “Muros Trombe” sirven en el Peru*. Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ciencias, p. 1–5, 2010.
- NEILA, J. *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible*. Madrid: [s.n.], 2004.
- PRESIDENCIA DEL CONSEJO DE MINISTROS. *Plan multisectorial ante heladas y friaje 2019-2021*. Decreto Supremo N° 015Perú, 2019.
- SALAS, J. Latinoamérica: Hambre de Vivienda. *Revista INVI*, v. 17, n. 045, p. 58–69, 2002.
- SERRA, Rafael; COCH, H. *Arquitectura y energía natural*. Barcelona: Servei de Publicacions de la UPC y CBS, 1995.
- SERVIU. Ministerio de vivienda y urbanismo. *Putre tendrá primer conjunto habitacional de viviendas sociales*. Disponible em: http://www.serviu15.cl/opensite_det_20151020085227.aspx. Acesso em: 15 jan. 2020.
- VAN, J. *Manual do arquiteto descalço*. Rio de Janeiro: Blucher, Edgard, 2014.
- WIESER, M. Consideraciones bioclimáticas en el diseño arquitectónico: el caso Peruano. *Arquitectura y Ciudad*, v. Cuadernos, p. 93, 2008.

