

Sustainable housing for the high Andean areas of Peru, applying architectural, environmental and construction criteria

Ángeles Rubí Sangay Flores, Ing.¹; Lizbeth Milagros Merma Gallardo, Mg.²

¹ Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú. N00034190@upn.pe

² Universidad Privada del Norte, Lima, Perú. lizbeth.merma@upn.pe

Abstract– This work was carried out with the purpose of determining what are the main architectural, environmental and constructive aspects of a sustainable home for the high Andean areas. A documentary-type design was applied, where 9 investigations about sustainable housing were analyzed, which were chosen according to inclusion criteria and served as the basis for this investigation. As data collection instruments, a summary sheet was used that allowed synthesizing and organizing the relevant information. Finally, the architectural, environmental and construction parameters of a sustainable house in the high Andean areas were determined and could be applied in a final proposal.

Keywords: Sustainability, sustainable construction, adobe, thermal isolation.

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.42>

ISBN: 978-628-95207-0-5 **ISSN:** 2414-6390

Vivienda sostenible para las zonas alto andinas del Perú, aplicando criterios arquitectónicos, ambientales y constructivos

Ángeles Rubí Sangay Flores, Ing.¹; Lizbeth Milagros Merma Gallardo, Mg.²

¹ Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú. N00034190@upn.pe

² Universidad Privada del Norte, Lima, Perú. lizabeth.merma@upn.pe

Resumen– La presente investigación tiene como objetivo encontrar los principales criterios arquitectónicos, ambientales y constructivos para viviendas sostenibles de las zonas altoandinas del Perú, en donde mediante un diseño documental, se analizaron diversas investigaciones acerca de vivienda sostenible, las mismas que sirvieron como base para determinar los parámetros mencionados. El procedimiento de la investigación incluyó síntesis y organización de información en fichas de recolección de datos y fichas resumen que finalmente fue plasmada en una propuesta que busca servir como herramienta para favorecer a los sectores más vulnerables del país en cuanto a sostenibilidad y vivienda se refiere.

Palabras clave: Sostenibilidad, construcción sostenible, adobe, aislamiento térmico.

Abstract– The objective of this research is to find the main architectural, environmental and construction criteria for sustainable housing in the high Andean areas of Peru, where through a documentary design, various investigations about sustainable housing were analyzed, the same ones that served as a basis to determine the mentioned parameters. The research procedure included synthesis and organization of information in data collection sheets and summary sheets that were finally reflected in a proposal that seeks to serve as a tool to favor the most vulnerable sectors of the country in terms of sustainability and housing.

Keywords: Sustainability, sustainable construction, adobe, thermal isolation.

I. INTRODUCCIÓN

El presente artículo se deriva de la tesis “Aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de viviendas sostenibles para las zonas alto andinas, Cajamarca 2020” [1], se realiza con el fin de continuar una línea de investigación basada en la sostenibilidad aplicada en el sector construcción, especialmente a en los sectores más vulnerables de las distintas regiones del Perú.

El crecimiento demográfico de la población alrededor del mundo, sigue generando una serie de necesidades y retos para las nuevas generaciones, una de estas, es el acceso a una

vivienda de calidad, sobre todo en los sectores más desfavorables, donde la falta de educación y economía, limita que las personas tengan acceso a viviendas confortables, donde se les permita desarrollar sus actividades cotidianas de la manera más óptima posible, además de sentirse seguros y puedan disfrutar de sus familias y espacios interiores[1].

Sin embargo, en la actualidad, aún existe una amplia brecha en cuanto a vivienda de calidad se refiere, especialmente en los sectores más pobres. De acuerdo a algunos datos de “Ciudades y Gobiernos Locales” (CGLU), en América Latina, alrededor del 30% de la población urbana vive en condiciones informales o asentamientos marginales. La situación en las zonas rurales es aún peor, con condiciones climatológicas extremas y falta de servicios básicos [2].

El Perú, no es ajeno a este problema, es por ello que se materializó la vivienda social mediante dos programas: Nuevo Crédito mi Vivienda y Techo propio, elementos con los que el estado buscó enfrentar el déficit de vivienda [3].

Por otra parte, la constante extracción de recursos naturales para actividades de uso primario, comercial e industrial, han desgastado el equilibrio ecológico a lo largo del tiempo. En el caso de las obras civiles, estas agotan aproximadamente el 50% de recursos naturales, el 40% de consumo energético anual, el 38% de emisiones globales por efecto invernadero y el 12% de agua potable global [4]. Por otra parte, el uso desmedido de espacios y recursos naturales destruyen los paisajes propios de cada zona y generan vulnerabilidad [5].

Es por ello, que ahora se busca una interacción equilibrada entre el ambiente, la economía y la sociedad. A esto se le denomina Desarrollo Sostenible [6]. Implementar este concepto en la arquitectura y construcción, se convierte en una herramienta para satisfacer la necesidad de vivienda de calidad en sectores vulnerables, con una adecuada integración entre la sociedad, calidad, estética, cultura y equilibrio ecológico [7].

Entonces, podemos hablar del término construcción sustentable, dirigida hacia una reducción de los impactos ambientales causados por los procesos de construcción, uso y derribo de los edificios y por el ambiente urbanizado [8].

Por otra parte, la vivienda sustentable, se refiere a la consideración del medio ambiente, eficiencia de materiales, procesos constructivos e impacto de los edificios sobre el ambiente. Toma en cuenta el confort que presta la vivienda hacia sus habitantes, y las estrategias consideradas para la ecoeficiencia de la misma [9].

En el caso de los principios bioclimáticos dentro de la sostenibilidad, estos, deben aparecer como un hábito en la construcción y no como una rareza, deben tener como objetivo la calidad del ambiente interior y la reducción de los efectos negativos sobre el entorno [10].

Algunos de estos principios o estrategias serian la utilización de sistemas de aprovechamiento energético [11], sistemas de ahorro y reutilización de agua [12], habitabilidad de la vivienda [13]. captación solar, protección frente a las lluvias y vientos, aislamiento térmico, utilización de materiales autóctonos, orientación y ubicación geográfica y climática [10, 14].

Por otra parte, en el país, hay 9 zonas bioclimáticas establecidas, las mismas que se diferencian por parámetros como altura, radiación, inversión térmica, arquitectura tradicional, etc. La importancia de esto, radica en los parámetros de diseño adecuados a cada región bioclimática. Es así como, tal como indica el tema central de la actual investigación, Se trabajarán con las características de la zona bioclimática Alto andino. Sin embargo, de acuerdo con la bibliografía consultada, la zona bioclimática Meso andino, trabaja con estrategias bioclimáticas pasivas similares, por lo que se puede hacer una extensión hacia las dos zonas bioclimáticas [15].

| Características climáticas | ZONAS BIOCLIMATICAS DEL PERU | | | |
|--|---|--|--|---|
| | 3 Interandino Bajo | 4 Mesoandino | 5 Alto Andino | 6 Nevado |
| 1 Temperatura media anual | 20°C | 12°C | 6°C | < 0°C |
| 2 Humedad relativa media | 30 a 50% | 30 a 50% | 30 a 50% | 30 a 50% |
| 3 Velocidad de viento | Norte: 4 m/s Centro: 6 m/s Sur: 5-7 m/s | Norte: 10 m/s Centro: 7,5 m/s Sur: 4 m/s Sur - Este : 7 m/s | Centro: 6 m/s Sur: 7 m/s Sur Este: 9 m/s | Centro: 7 m/s Sur: 7 m/s |
| 4 Dirección predominante del viento | S | S - SO - SE | S - SO | S - SO |
| 5 Radiación solar | 2 a 7,5 kWh/m² | 2 a 7,5 kWh/m² | S kWh/m² | s kWh/m² |
| 6 Horas de sol | Norte: 5-6 horas Centro: 7-8 horas Sur: 6 horas | Norte: 6 horas Centro: 8-10 horas Sur: 7-8 horas | Centro: 8 a 10 horas Sur: 8 a 10 horas | Centro: 8 a 10 horas Sur: 8 a 11 horas |
| 7 Precipitación anual | < 150 a 1.500 mm | 150 a 2.500 mm | < 150 a 2.500 mm | 250 a 750 mm |
| 8 Altitud | 2000 a 3000 msnm | 3000 a 4000 msnm | 4000 a 4800 msnm | > 4800 msnm |
| Equivalente en la clasificación Koppen | BSw | Dwb | ETH | EFH |

Fig. 1 Características de las Zonas bioclimáticas más frías del Perú [26]

Con lo antes mencionado, esta investigación busca determinar cuáles son los principales aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de una vivienda sostenible para las zonas de climas fríos del Perú, como las zonas alto andinas; brindando una herramienta documental que pueda servir de fuente para mejorar las condiciones en cuanto a calidad de vivienda se refiere, aplicando medidas amigables con el ambiente; y de esta manera, brindarle confort, seguridad y disfrute a las poblaciones de estas zonas del Perú, sobre todo en los sectores más vulnerables.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Enfoque, tipo y diseño de la investigación

La investigación se considera de enfoque cualitativo, ya que la recolección de datos se basa en técnicas no numéricas. El tipo de investigación es no experimental – descriptiva, debido a que se investigan y determinan aspectos y características más representativas del tema en estudio [16]. El diseño es de tipo documental, ya que es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales [17].

B. Población y muestra

Al ser una investigación de tipo documental, la población corresponde a diversos estudios realizados acerca de vivienda sostenible, incluyendo investigaciones científicas y tesis. La muestra fue elegida a criterio y conveniencia del investigador, teniendo en cuenta los siguientes criterios de inclusión: que hayan sido publicados en la década del 2010 al 2020, que hayan sido realizados en ciudades de Latinoamérica, y que generen una propuesta de vivienda sostenible. Finalmente se seleccionaron 9 estudios como parte de la muestra.

En la Tabla 1 se presentan las investigaciones que forman parte de la muestra

TABLA 1
ELEMENTOS DE LA MUESTRA [1]

| Elementos de la muestra |
|--|
| 1. “Vivienda económica sostenible para la región sierra del Ecuador” [18] |
| 2. “Desarrollo de vivienda ecosostenible para sectores vulnerables” [19] |
| 3. “Construcción de vivienda sostenible con bloques de suelo cemento: del residuo al material” [20] |
| 4. “Prototipo de vivienda de adobe con energías renovables: caso de estudio localidad de Raíces, Área Natural Protegida del Parque Nacional del Nevado de Toluca, Estado de México” [21] |
| 5. “Prototipo de vivienda vertical social sustentable, enfoque en resistencia al cambio climático” [22] |
| 6. “Eficiencia Constructiva aplicada a un modelo de vivienda sostenible para la población marginalizada y vulnerable en el clima frío tropical” [13] |
| 7. “Desarrollo de un proyecto inmobiliario de viviendas unifamiliares eco sostenibles en el marco de programa mi vivienda en la provincia de Huancavelica” [23] |
| 8. “Diseño General de un Módulo de Vivienda Sostenible con Materiales Eficientes” [24] |
| 9. “Ventilación pasiva y confort térmico en viviendas de interés social en clima ecuatorial” [25] |

C. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos se utilizó la técnica de la revisión documental, en donde se analizaron estudios que sirvieron como antecedentes con realidades aplicadas a otras ciudades de Latinoamérica.

El instrumento de recolección de datos fue una ficha resumen, mediante la cual se organizó la información principal como objetivos, metodologías y resultados de otras investigaciones, de esta forma, se consiguió la información necesaria para cumplir con el objetivo de la investigación, es decir encontrar los criterios arquitectónicos, ambientales y constructivos que hacen de una vivienda sostenible.

D. Técnicas e instrumentos de análisis de datos

Se utilizaron técnicas como el análisis de textos, la síntesis de información y la descripción. Además, se utilizaron los softwares: Microsoft Word, Microsoft Excel, AutoCAD.

E. Procedimientos

En un inicio, se recolectaron y analizaron los estudios que serían parte de la investigación, mediante la revisión documental de diversas fuentes electrónicas. Se seleccionaron las investigaciones teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión mencionados, este paso permitió determinar los elementos que forman parte de la muestra.

Una vez determinadas las investigaciones que formarían parte de la muestra, se organizó de la información más relevante de estas en fichas resumen.

Seguidamente, se realiza la descripción general de los aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de viviendas sostenible, lo que permitirá tener los conceptos mucho más precisos.

Organizada la información, se procedió a evaluar los distintos parámetros sostenibles que manejó cada propuesta, agrupándolos en los 3 aspectos principales, es decir, arquitectónicos, ambientales y constructivos. Estos criterios se estructuraron en unas tablas comparativas que permitieron definir de qué forma cada una de las investigaciones los aplicaron.

Teniendo los parámetros de sostenibilidad clasificados y organizados, y habiendo definido la zona de aplicación de la investigación actual, se procede a la revisión de normativa vigente, mediante la cual se concretará la selección de los criterios de sostenibilidad finales para las zonas altoandinas.

La propuesta fue realizada teniendo en cuenta las normas peruanas del Reglamento Nacional de edificaciones (RNE), guías bioclimáticas, manuales de construcción nacionales e internacionales. [26,27,28,29,30,31]

Por último, de acuerdo a los parámetros obtenidos se elabora una propuesta de vivienda sostenible, detallándose cada uno de los aspectos principales de esta.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS ARQUITECTÓNICOS, AMBIENTALES Y CONSTRUCTIVOS DE UNA VIVIENDA SOSTENIBLE

Aspectos arquitectónicos

Se basan en las condiciones climáticas y la utilización de materiales que se encuentren en la zona de implementación de la vivienda, para así reducir impactos ambientales. En este nivel, se tienen en cuenta diversas estrategias de diseño, dentro de las cuales se prioriza la orientación de la vivienda y el aislamiento térmico, este se basa en la planificación de la envolvente (elemento constructivo del edificio que lo separa del exterior, como muros, pisos y techos). Por otro lado, es necesario tener en cuenta la óptima iluminación y ventilación

de la vivienda, lo que permitirá ahorrar en energía, pues disminuye la utilización de luminarias o ventiladores, además de brindar confort a los habitantes. Además, es necesario realizar una adecuada distribución de los espacios (sala, comedor, cocina, habitaciones, etc.), así como un diseño flexible para posibles ampliaciones futuras con el mínimo de demoliciones.

Aspectos ambientales

Este nivel se enfoca en el adecuado uso de recursos hídricos, así como la disminución en el consumo de energía, mediante procesos o materiales que en la actualidad son más amigables con el medio ambiente como por ejemplo la reutilización de aguas grises en baños o lavaderos, la utilización de aguas de lluvia, el tipo de calefacción a utilizar en temporadas frías, si fuese necesario, sistemas de agua caliente eficientes o los métodos de obtención de energía mediante fuentes renovables.

Aspectos constructivos

En este nivel, se tiene en cuenta los materiales a utilizar, los cuales, se puedan ser elaborados con el propio material excavado para la construcción, u otro tipo de materiales reutilizables en construcciones futuras. Así mismo, se debe pensar en que estos puedan ser de rápido proceso constructivo, permitiendo ahorro de tiempo y recursos, además de ser adaptables a diversos usos y de fácil acceso a los posibles beneficiarios. Es necesario definir un sistema estructural óptimo para la vivienda sea segura.

B. PARÁMETROS FINALES DE VIVIENDAS SOSTENIBLES EN BASE A LAS INVESTIGACIONES Y NORMATIVA CONSULTADA

TABLA 2
PARÁMETROS FINALES DE VIVIENDAS SOSTENIBLES PARA ZONAS ALTO ANDINAS A NIVEL ARQUITECTÓNICO [1]

| Parámetros arquitectónicos | |
|---|---|
| Área techada | La mínima capaz de brindar confort a los habitantes de acuerdo al sistema constructivo Orientación de la vivienda: El eje principal de norte a sur, para aprovechar la radiación solar, ventanas ubicadas al este y oeste. |
| Orientación/ventilación cruzada | Ventilación cruzada: Debido a la zona de investigación, la ventilación requerida es mínima. Los mínimos y necesarios: cocina, comedor, sala estar, habitaciones, servicios higiénicos. |
| Áreas de circulación | Muros que permitan construcciones adyacentes a la propiedad existente, con el mínimo de desperdicio de material o demoliciones. |
| Crecimiento futuro con bajo impacto | Ubicación adecuada de ventanas y plantas de hojas caduca o frondosa en el lado sur-oeste, para disminuir el efecto de vientos Pendientes de techos entre 40% y 70% con aleros de 1m para protección de lluvias. |
| Diseño bioclimático/Aislación termoacústica | Colores de fachada adecuados (neutros como las gamas de grises a marrones, tierra). |

Utilización de contraventanas para evitar pérdida de calor en las noches.
Utilización de lana de vidrio u otro material termoaislante para mejorar la capacidad de aislamiento térmico en muros y techos.

TABLA 3
PARÁMETROS FINALES DE VIVIENDAS SOSTENIBLES PARA ZONAS ALTO ANDINAS A NIVEL AMBIENTAL [1]

| Parámetros ambientales | |
|--|---|
| Sistema de recolección de agua de lluvias | Utilizar cubierta a dos aguas que permita el recojo de agua de lluvia mediante canaletas hacia un tanque, el cuál debería cerrarse cuando esté lleno, para actividades de uso no potable. |
| Ahorro de agua y reutilización de aguas grises | Utilización de baños tipo compostera, una forma orgánica de transformar las excretas en abono y donde no se requiere agua |
| Iluminación controlada | Ventanas orientadas hacia el este y oeste captarán mejor la iluminación en los ambientes durante el día. Se utilizarán focos ahorradores durante la noche. |

TABLA 4
PARÁMETROS FINALES DE VIVIENDAS SOSTENIBLES PARA ZONAS ALTO ANDINAS A NIVEL CONSTRUCTIVO [1]

| Parámetros constructivos | |
|--|--|
| Sistema constructivo/materiales utilizados | El sistema constructivo será el adobe reforzado, donde el material principal es el adobe, debido a sus propiedades aislantes y materia prima, otro material importante es la madera, en techos o carpinterías. Para las cubiertas, teja de arcilla cocida. |
| Reúso de materiales propios del proceso constructivo | Utilizar el material propio del proceso de excavación del terreno para fabricación de adobes, siempre que se cumpla con la calidad requerida |
| Optimización de recursos (calidad/ahorro/tiempo) | Materiales con características adecuadas en cuanto a resistencia, durabilidad, versatilidad y disponibilidad. |
| Tecnologías innovadoras | Se buscará mejorar los sistemas de construcción tradicionales |
| Los materiales usados son propios de la zona | Utilización de materiales propios como: arena de la excavación, paja, madera, grava, carrizo. |

C. Propuesta de vivienda sostenible

Se muestran los resultados obtenidos de una propuesta de vivienda sostenible para zonas altoandinas aplicando los

parámetros finales mostrados, además se han seleccionado dos criterios importantes antes de iniciar la propuesta:

- Zona bioclimática Alto andina (Zona 5), para aplicar criterios de diseño bioclimático
- Zona sísmica (3), para aplicar criterios estructurales y que la vivienda además de confortable, sea segura.

A continuación, se muestra la distribución general de la propuesta:

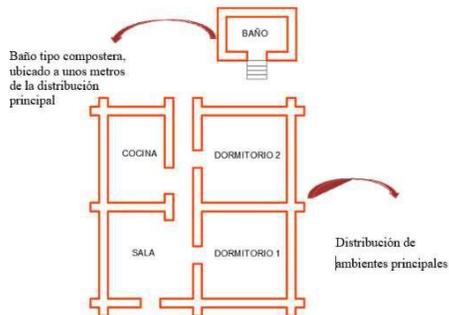


Fig. 2 Distribución arquitectónica de los 4 ambientes principales, elaborado mediante AutoCAD. [1]

En la figura anterior se muestra la propuesta de dimensiones 10.00m x 9.80mm, en un área total de 98 m², todas las dimensiones y sistema estructura está pensado cumpliendo la norma E.080 Adobe.

Presenta un área interior de 68.88m², para hasta 4 ocupantes, distribuyéndose la cocina-comedor, sala, 2 habitaciones y un pasadizo. La altura libre del muro es 2.40m y el espesor es de 0.40m. En el caso de los servicios higiénicos de tipo compostera, estos se ubican a unos metros de la estructura principal.

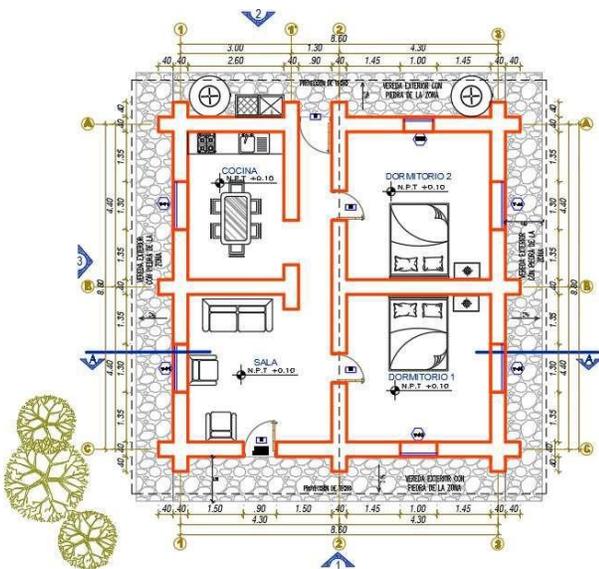


Fig. 3 Distribución general de la propuesta, elaborado mediante AutoCAD. [1]

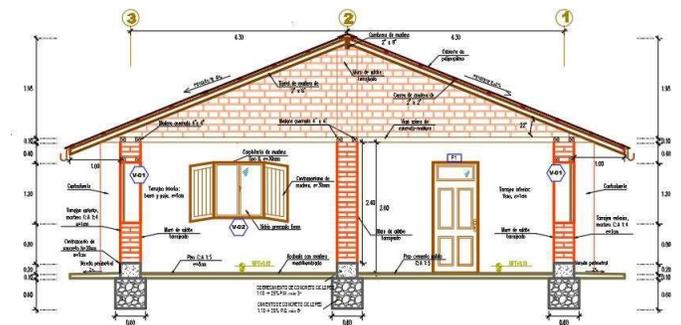


Fig. 4 Detalles de la propuesta en corte. [1]

El material principal de la propuesta será el adobe, la gradación del suelo para elaborar los bloques debe ser: arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70%, en ningún caso se utilizarán suelos orgánicos [19], las dimensiones de los adobes serán de dos tipos: 40cm x 38cm x 10cm y de 18cm x 38cm x 10cm, para un adecuado anclaje de arriostres y una estructura más estable.

En el caso de las soleras, se usaran vigas collarín de madera 4" x 4" con travesaños cada 1.20m, relleno con concreto C:A 1:5. [20]. Como refuerzos verticales se usarán muros transversales y contrafuertes. Para mejorar la respuesta de la estructura a los sismos, se usarán refuerzos de caña horizontal y vertical [19].

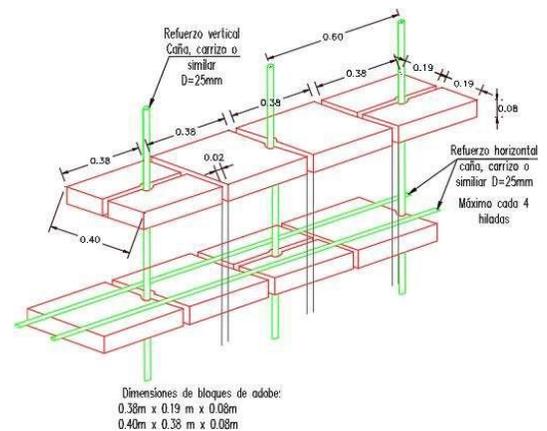


Fig. 5 Refuerzos horizontales y verticales de caña o similares [20]

En el caso de los acabados, el tarrajeo exterior será con mezcla C:A 1:4 e:1cm, el tarrajeo interior será de barro y paja e:2cm. (debido a las propiedades termoaislantes). El piso será de cemento pulido e:8cm, con una base C:A 1:4, con revestimiento de madera machihembrada. Las veredas exteriores serán de piedras de la zona, con una ligera pendiente para evitar empozamiento de agua por las lluvias.

La madera de la carpintería de vanos puede considerarse de densidad media (caoba, nogal, roble, machinga, etc.), las ventanas de vidrio prensado e:6mm.

La cubierta será de teja, debido a su durabilidad y resistencia, apoyándose en viguetas de sección 2" x 6" correas de madera de 2" x 2" con pendiente mínima de techo de 40%. Entre las viguetas se instalará lana de vidrio de 50mm de espesor con el objetivo de mantener el calor dentro de la vivienda, se podrá usar también para recubrir este material placas de yeso o triplay.

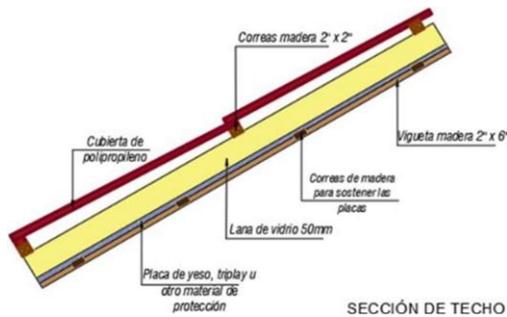


Fig. 6 Sección del techo [1]

En el caso de los sobrecimientos, se consideran zócalos exteriores de mezcla cemento arena, o piedras con e:1.5cm y altura 0.20m.

En el caso de los refuerzos verticales de los muros, se ha optado por los contrafuertes de adobe, que deben tener una longitud mínima de 3 veces el espesor del muro (3x 0.40=1.20m). Además, la longitud máxima entre refuerzos es 12 veces el espesor del muro. Por otra parte, en caso de desearse hacer ampliaciones, se pueden sacar las mitades de los adobes, de la parte colindante a la zona de ampliación, y así continuar con la construcción.

Finalmente, los baños ecológicos (cámara compostera), es una opción innovadora e ideal para zonas con escasas de agua, su tiempo de uso es de 1 a 2 años, y los residuos pueden usarse como abono. Pueden construirse dentro o cerca de la vivienda [19].

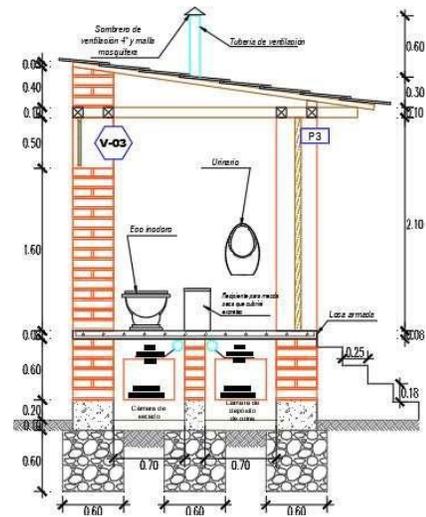


Fig. 7 Detalles cámara compostera [1]

Los resultados mostraron que cuando se habla de vivienda sostenible, es necesario evaluar la ubicación geográfica y condiciones climáticas de la zona donde se desea implementar la edificación. Además, las diversas investigaciones que fueron analizadas mostraron diversos tipos de estrategias bioclimáticas que pueden ser replicadas al momento de querer elaborar un proyecto de vivienda sostenible.

Es así que, al haber agrupado los diversos parámetros de las investigaciones estudiadas en aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos, fue mucho más fácil determinar cuáles de estos criterios podrían ser utilizados en una vivienda sostenible de las zonas alto andinas, considerando que estos deben ser lo más accesibles posible a las personas de más bajos recursos, permitiendo hacer una revisión general de posible ubicación de vanos, ambientes mínimos que podrían albergar a una familia cómodamente, materiales utilizados para la construcción, y sistemas de ahorro de agua y energía. Fue necesario evaluar estos criterios en base a normas, guías o manuales, para elevar el grado de confiabilidad de la investigación.

Se realizó una propuesta que reúne todos los aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de una vivienda sostenible. Teniendo en cuenta para ello, que dicha propuesta estaría ubicada en la zona bioclimática 5 - alto andina, para definir los criterios bioclimáticos, y en la zona sísmica 3, para tener en cuenta criterios sismo resistentes. Sin embargo, al realizar la revisión de normativa, se pudo ver que los criterios bioclimáticos para la zona bioclimática 4 – meso andino, son similares, los que permite hacer una extensión de la investigación; ya que los criterios seleccionados y la propuesta elaborada es viable para ambas zonas bioclimáticas.

La implicancia de esta investigación fue la de determinar los principales aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de una vivienda de las zonas altoandinas, especialmente que puedan ser utilizados por personas de bajos

recursos en las zonas rurales del Perú, ya que allí es donde se ve el mayor déficit de vivienda digna para la población, contribuyendo también con estrategias que disminuyan el impacto ambiental que en la actualidad el constante crecimiento demográfico y la industria de la construcción generan el planeta. Brindando así, estrategias pasivas y de bajo costo, mediante las cuales las familias se puedan sentir cómodas, y sobre todo seguras dentro de sus hogares.

Se sugiere realizar este tipo de investigaciones a nivel experimental, de modo que la confiabilidad de los parámetros aquí mostrados aumente, y sea factible pensar en proyectos de mayor envergadura, mediante los cuales, se pueda cumplir con el objetivo de brindarles a las personas de bajos recursos viviendas de calidad.

IV. CONCLUSIONES

Se pudo realizar adecuadamente la revisión de fuentes informáticas, mediante la cual, se seleccionaron 9 estudios como parte de la muestra de la presente investigación, los cuales son la base para la selección de criterios que hacen de una vivienda sostenible, a nivel arquitectónico, ambiental y constructivo. Esto permitió hacer una descripción general de lo que se busca en cada uno de los aspectos mencionados.

Se seleccionaron los parámetros de diseño sostenible adecuados a las zonas altoandinas del Perú, teniendo en cuenta también, la revisión de normativa correspondiente; determinando así, que, a nivel de aspectos arquitectónicos, los principales parámetros son: orientación de la vivienda, pendientes adecuadas en los techos, sistemas de aislamiento térmico, y distribución adecuada de los ambientes. A nivel ambiental, se maneja la recolección de agua de lluvias para usos no potables, mediante sistemas sencillos, que no involucren costos elevados. Para el caso de los servicios higiénicos, se plantea la utilización de sistemas innovadores, como los baños tipos compostera. Por otro lado, en cuando a sistemas de energía renovable, estos involucran costos más elevados, por lo que con ventanas ubicadas estratégicamente se permite una buena iluminación natural en el día, y en la noche la utilización de focos ahorradores. Por último, a nivel constructivo, es fundamental una buena elección de materiales y sistema constructivo, considerándose el adobe reforzado, el sistema más óptimo.

Finalmente, aplicándose los criterios sostenibles anteriormente mencionados, fue posible elaborar una propuesta de vivienda sostenible para las zonas altoandinas del Perú, la misma, que tal como se ha mencionado a lo largo de la presente tesis, se puede hacer extensiva hacia las zonas menos andinas del país.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme permitido llegar hasta aquí. A mis padres Rocío y Euler, mi hermano Andreé y demás familiares y amigos por el apoyo incondicional a lo largo de

este proceso. A los docentes de la Universidad Privada del Norte que compartieron su conocimiento conmigo para crecer académica y profesionalmente.

REFERENCIAS

- [1] Sangay, Á. (2020). Aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de viviendas sostenibles para las zonas alto andinas, Cajamarca 2020. Tesis, Cajamarca.
- [2] Michel, N. (2016). Construcciones Sostenibles: Incentivos para su desarrollo en la ciudad Autónoma de Buenos Aires. 20(20), 119-138.
- [3] Calderón, J. (2015). Programas de vivienda social nueva y mercados de suelo urbano en el Perú.
- [4] Rodríguez, L., Villadiego, K., Padilla, S., & Osorio, H. (2018). Arquitectura y Urbanismo sostenible en Colombia. Una mirada al marco reglamentario. *Bitacora*, 28(3), 19-26.
- [5] Acosta, D. (2009). Arquitectura y construcción sostenibles: conceptos, problemas y estrategias. *DEARQ-Revistade Arquitectura* (4), 14-23.
- [6] Maqueira, Á. (2011). Sostenibilidad y ecoeficiencia en arquitectura. *Ingeniería industrial* (29), 125- 152.
- [7] Vega, V., & Ruiz, R. (2017). Desarrollo sostenible y vivienda digna como punto de progreso social. *GO.USB*, 17(1), 245-254.
- [8] Gaggino, R. (2014). Salubridad, sustentabilidad ecológica y costo de tecnologías constructivas para la vivienda de interés social. *Cuademo Urbano, espacio, cultura y sociedad*, 17(17), 113- 144.
- [9] Asis, S., Stivale, S., & Falabella, T. (2014). Mejoramiento de las condiciones medioambientales de la vivienda social de Mar de Plata a partir de la implementación de metodologías de ACV. *Investigación y acción* (16), 91-116.
- [10] Neila, J. (2014). Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible: 89-99.
- [11] Zalamea, E., & García, A. (2014). Diseño arquitectónico integrado de sistemas solares térmicos. *Arquitectura y urbanismo*, 35(3), 19-36.
- [12] Cruz, J., Gómez, D., Sánchez, Luz, & Cuervo, Juan. (2014). Aplicación electrónica para el ahorro de agua en una vivienda familiar. *Ingeniería y tecnología*, 10(2), 322-335.
- [13] Gamez, B. (2017). Eficiencia Constructiva aplicada a un modelo de vivienda sostenible para la población marginalizada y vulnerable en el clima frío tropical. Tesis, Bogotá.
- [14] Alvear, A., Sánchez, H., Tapia, E., & Ordóñez, G. (2016). Declaraciones consensuadas del Seminario-Taller: "Arquitectura sostenible" Un enfoque sobre estrategias de diseño bioclimático. *Estoa*, 5(9), 133-149.
- [15] Ministerio de Educación. (2008). Guía de aplicación de arquitectura bioclimática en locales educativos. Guía, Ministerio de Educación, Lima.
- [16] Borja, M. (2012). Metodología de la investigación científica. Chiclayo
- [17] Arias, F. (2012). El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica, 6ta edición. Episteme. Recuperado el 09 de 06 de 2020
- [18] Guerra, J., Parra, A., Ordóñez, F., Mendez, X., Navas, V., & Cordero, X. (2014). Vivienda económica sostenible para la región Sierra del Ecuador. *Estoa* (4), 7-19.
- [19] Salazar, E., Arroyave, J., & Moreno, I. (2014). Eco-Sustainable housing development for vulnerable population [Desarrollo de vivienda ecosostenible para sectores vulnerables]. *Ingeniería y competitividad*, 16(1), 249-259.
- [20] Bedoya, C. (2017). Construcción de vivienda sostenible con bloques de suelo cemento: del residuo al material. *Revista de arquitectura*, 20(1), 62-70.
- [21] Ramírez, M., Aguiluz, J., & Gutiérrez, R. (2013). Prototipo de vivienda de adobe con energías renovables: caso de estudio localidad de Raices, Área Natural Protegida del Parque Nacional del Nevado de Toluca, Estado de México. *Ciencia Ergo Sum*, 20(3), 231-237.
- [22] Piña Hernández. (2018). Prototipo de vivienda vertical social sustentable, enfoque en resistencia al cambio climático. *Invi*, 33(92), 213-237
- [23] Boza, A., & Meza, J. (2018). Desarrollo de un proyecto inmobiliario de viviendas unifamiliares eco sostenibles en el marco de programa mi vivienda en la provincia de Huancavelica. Tesis, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica.

- [24] Herrera, M., & Oyola, C. (2019). Diseño General de un Módulo de Vivienda Sostenible con Materiales. Tesis, Lima.
- [25] Giraldo, W., & Herrera, C. (2017). Ventilación pasiva y confort térmico en vivienda de interés social en clima ecuatorial. *Ingeniería y desarrollo*, 35(1), 77-101.
- [26] Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2014). Norma EM. 110 confort térmico y lumínico con eficiencia energética. Norma técnica
- [27] Ministerio de vivienda construcción y saneamiento. (2018). Opciones tecnológicas para el sistema de saneamiento en el ámbito rural.
- [28] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). E.080 Adobe. Norma técnica.
- [29] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2010). Manual de construcción- Edificaciones antisísmicas de adobe.
- [30] Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento. (2018). NTE.0.30 Diseño Sismo resistente. Norma Técnica
- [31] Ministerio del Interior, O. P. (s.f.). Manual de vivienda sustentable. Argentina.