

# **Propuesta de arquitectura bioclimática para la localidad de Molinos (Distrito de Molinos, Jauja, Perú)**

**Bioclimatic architecture proposed for the Molinos town  
(District Molinos, Jauja, Perú)**

**Alejandro Gómez<sup>1</sup>**

**Recibido: 30/04/2018  
Aceptado: 31/07/2018**

## **Resumen**

El trabajo de investigación desarrollado en el distrito de Molinos, provincia de Jauja, Región Junín; tiene por objeto realizar una propuesta de vivienda bioclimática, que brinde las condiciones de confort térmico para beneficio de los pobladores de la comunidad.

El trabajo reflexiona sobre las condiciones idóneas que posee la zona de estudio, con climatología contrastada de características frío-seco, radiación solar intensa, recursos naturales apropiados para la aplicación de los principios de la arquitectura bioclimática, así como también, se estudió los aspectos sociales, de infraestructura, servicios (agua, desagüe y luz) y las condiciones de las viviendas actuales, análisis que permitió entender las dificultades y potencialidades existentes en Molinos.

La arquitectura bioclimática trabaja con el clima como recurso de diseño, con la geometría solar local y con el entorno del lugar para conseguir el confort térmico interior en las edificaciones, trabaja exclusivamente con el diseño y los elementos arquitectónicos, sin utilizar sistemas mecánicos, para lograr que las condiciones de confort sean las adecuadas obteniendo un adecuado balance térmico.

Palabras clave: Arquitectura bioclimática, geometría solar, confort térmico, clima.

---

<sup>1</sup> Jefe del Laboratorio de Acondicionamiento ambiental FAU-URP, Lima, agomez@urp.edu.pe

## **Abstract**

The research work carried out in the district of Molinos province of Jauja, Junín Region; It aims to make a proposal bioclimatic housing, to provide thermal comfort conditions for the benefit of the residents of the community.

The work reflects on the ideal conditions having the study area, with the climatology contrasted with cold-dry features, intense solar radiation, appropriate natural resources for the application of the principles of bioclimatic architecture, as well as the social aspects are studied, infrastructure, utilities (water, sewage and electricity) and conditions of existing housing, analysis that allows us to understand the difficulties and existing potential in Molinos.

The bioclimatic architecture works with the climate as a resource of design, with the local solar geometry and the environment of the place to get the inside thermal comfort in buildings, works exclusively with the design and architectural elements, without using mechanical systems to achieve that comfort conditions are adequate to obtain adequate thermal balance.

Keywords: Bioclimatic architecture, solar geometry, thermal comfort, weather.

## INTRODUCCIÓN

La situación de precariedad de las viviendas de la comunidad de Molinos, debido a la falta de las condiciones de confort de las viviendas, a la pérdida de calidad en las formas de construcción actual que provoca infiltraciones, a la falta de servicios básicos de saneamiento y al escaso uso de la energía solar de forma pasiva, motivó la preocupación para investigar y poder hacer la Propuesta de arquitectura bioclimática para la localidad de Molinos (Distrito de Molinos, Jauja, Perú), trabajo que se inscribe en el área del acondicionamiento ambiental para viviendas, que pretende, mejorar la calidad de vida de los comuneros de Molinos - Jauja y cuidar el ambiente.

En Molinos, la situación constructiva ha sido desarrollada con el uso de tecnologías ancestrales en la construcción, que han pasado de generación a generación de forma oral e imitativa, utilizando la tierra, tapial y adobe fundamentalmente, en algunos casos la piedra, los troncos de madera para la estructura de sus techos, entramado de carrizo y tejas como coberturas; usando como pisos la tierra, la madera y últimamente una base de concreto simple, con problemas severos de infiltración por rendijas en muros, techos y carpinterías. Actualmente se está cambiando los materiales tradicionales por el ladrillo, hierro y cemento, en ambas formas constructivas, sin considerar el tema climático y las condiciones térmicas de dichos materiales.

Las viviendas actuales, son refugios básicos para las inclemencias climáticas, no tienen las condiciones mínimas de confort. Esto es más notorio por las condiciones climáticas de gran oscilación térmica mensual-anual de la zona, donde las temperaturas están por debajo de la zona de confort establecido.

El trabajo se centró en los aspectos de la arquitectura bioclimática para climas fríos, de esta manera, se hizo una propuesta con arquitectura compacta, con materiales locales de gran inercia térmica, sobrecimiento de piedra y con cobertura muy inclinada para la evacuación correcta de la lluvia y el granizo.

Finalmente, la propuesta de vivienda desarrollada con arquitectura bioclimática, respondió a todas aquellas falencias mostradas por las tipologías existentes en la comunidad. La vivienda fue evaluada de la misma forma que las tipologías existentes y se compararon resultados, consiguiendo la vivienda propuesta condiciones de confort y por ende permite la mejora de la calidad de vida de los pobladores.

## Planteamiento del problema

El Perú ubicado en el Trópico de Capricornio es uno de los países con mayor biodiversidad, gran radiación solar y por ende posee una gran variedad climática como mencionó el Dr. *Brack*: “De los 32 tipos de climas de la Tierra, en el Perú se encuentran 28”<sup>2</sup>, a pesar de poseer esta gran variedad climática y solar, en el campo de la arquitectura es de consideración relativa el uso dichas variables para realizar los proyectos arquitectónicos. Dando como resultado construcciones que no satisfacen al usuario en los aspectos térmicos, de ventilación e iluminación natural.

Así mismo, Perú posee por su ubicación geográfica en el mundo, una situación privilegiada respecto a la potencia de radiación solar, lo cual también debería ser motivo de propuestas solares y de desarrollo energético para la arquitectura en el país. Existe un promedio anual de radiación solar de 5.0 Kwh/m<sup>2</sup> que comparado con países como España que posee 1.10 Kwh/m<sup>2</sup> promedio, demuestra el gran nivel de energía solar, pero es rara vez tomada en cuenta en los diseños arquitectónicos para aprovecharla de forma apropiada. (Ver figura N°1, Mapa de radiación solar)

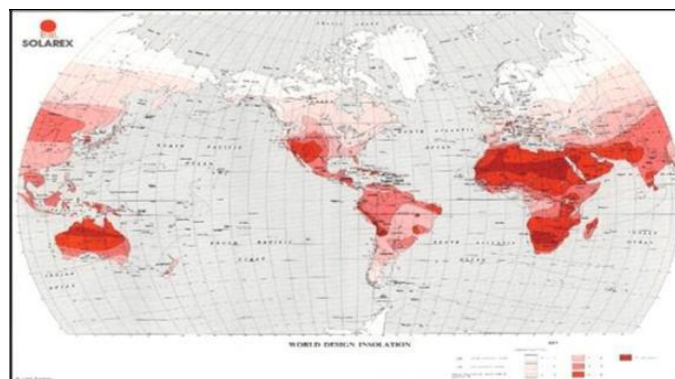


Figura N° 1: Ubicación geográfica privilegiada (Trópico): Excelente Radiación Solar y de Iluminación Natural  
Fuente: Mapa Empresa Solarex (1998)

Es entonces, preocupante que estas variables derivadas del sol, radiación solar y niveles de iluminación, así como el clima, no sean contempladas como principios de diseño arquitectónico, más aún, reconociendo nuestra situación de país mega diverso, que obligaría a pensar en respuestas arquitectónicas propias para cada zona, que permitirían ahorro de energía, mejora de la calidad de vida, atenuación de la contaminación por emisiones de la vivienda y respeto del medio ambiente.

---

<sup>2</sup> Brack, A. (2006). Perú Megadiverso. Artículo original. Recuperado de: [http://www.peru.pibs.info/doc/Brack\\_Peru\\_Megadiverso.pdf](http://www.peru.pibs.info/doc/Brack_Peru_Megadiverso.pdf)

Para comprender mejor los conceptos de arquitectura bioclimática, de confort y ahorro de energía se revisó los conceptos vertidos por algunos colegas en sus publicaciones, el Dr. Wieser escribió: *“Para lograr que un edificio brinde el confort necesario a las personas que lo habitan se tiene que pensar en diversos factores como son el sol, el clima, la estructura o situación del edificio., la iluminación y ventilación natural, los materiales constructivos”*<sup>3</sup>.

Así mismo, Rodríguez indicó: *“Los aspectos básicos de la Arquitectura Bioclimática para el confort son: la orientación de los edificios, el asoleamiento, la ventilación e iluminación natural, el control solar, los calentadores solares, los paneles fotovoltaicos, la arquitectura con tierra”*<sup>4</sup>.

En la arquitectura peruana el tema del Confort no se considera como pauta principal en los diseños, a esta situación no se escapa la localidad de Molinos, ubicada a 7 kilómetros al este de Jauja, con altitud de 3,430 metros sobre el nivel del mar, que tiene clima frío y seco. El distrito es una zona urbana - rural que tiene cuatro barrios, no tiene planificación de desarrollo sostenible y actualmente utilizan materiales ajenos al lugar, por conceptos de modernidad mal entendida. (Ver figura N° 2).



Figura N° 2: Vista de Plaza de Molinos “modernizada”.  
Foto: Alejandro Gómez Ríos (2006)

El tema, es complejo, pero se resume en tratar de aprovechar los recursos del lugar. La investigación demuestra que a través de un modelo arquitectónico bioclimático propuesto se logra mejorar en la calidad de vida de los pobladores, la eficiencia energética y el cuidado del ambiente natural.

<sup>3</sup> Wieser, M. (2010). Geometría solar para arquitectos. Lima: Editorial universitaria URP.

<sup>4</sup> Rodríguez, M. 2001. Introducción a la arquitectura bioclimática. Editorial Limusa, México.

## *Importancia*

La investigación se desarrolló en la localidad de Molinos-Jauja, porque es un lugar que tiene enorme potencial bioclimático por su ubicación geográfica, con excelente radiación solar por encima de los  $6.0 \text{ Kwh/m}^2$  que es un recurso muy importante e inagotable, lo que permitió trabajar con la energía solar y la climatología local, aprovechando sus ventajas y controlando sus desventajas, para poder desarrollar con los principios de la arquitectura bioclimática una solución que brinde confort térmico a los pobladores de la zona y de esta manera mejorar la calidad de vida de sus pobladores que actualmente no es bueno.

Molinos tiene, además, la posibilidad de ser el inicio de experiencias de recuperación de tecnologías ancestrales, que reinterpretadas con las mejoras que ofrece la tecnología actual, pueden dar una fisonomía acorde con esa voluntad de progreso y modernidad que es inherente a Molinos y a todas las comunidades de las provincias del país.

Con la sistematización de las formas arquitectónicas se puede potenciar los recursos existentes: nivel de radiación solar excelente, clima contrastado, materiales del lugar, sistemas de climatización natural; para obtener el confort de los pobladores de la zona a través de:

- Proponer la vivienda que les proporcione confort térmico.
- Ahorrar energía con la aplicación de climatización natural.
- Brindar salubridad con los principios de confort térmico, el uso de agua caliente y ecobaños.
- Mejorar las técnicas constructivas con materiales tradicionales del lugar.

Todo lo cual puede mejorar de manera sustancial la mala calidad de vida que llevan actualmente y se contribuye a evitar el deterioro del medio ambiente.

## *Antecedentes*

Por los años cincuenta (1951 aparece el primer artículo: The temperature house de Víctor Olgyay) el arquitecto y urbanista húngaro Víctor Olgyay estudia la relación entre la arquitectura y el medio natural que lo envuelve, postulando cómo debería ser la relación entre la arquitectura y el lugar, entre la forma y el clima, o entre

el urbanismo y el regionalismo, contradiciendo a la arquitectura oficial que no se preocupaba por estas relaciones lógicas y culminaron en 1962 con el libro *Arquitectura y clima: Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*.

Desde entonces se convierte en referente para lo que se llamó años después, *arquitectura bioclimática*. Dicho término lo menciona Olgay hablando de interpretación bioclimática (*bioclimatic approach*), definiendo los efectos del clima sobre el hombre (*bios*), conservando una visión global del hecho arquitectónico.

Años después surge la *arquitectura bioclimática*, como tal, aparece como una forma de contrarrestar los problemas energéticos generados por la crisis mundial del petróleo en los años 70, como una forma de reducir el consumo energético en las edificaciones (*luz, ventilación y calefacción*), sin preocuparse de forma directa por el confort al interior de las edificaciones al inicio.

En Nuevo México, se construyen entre los años 1975 a 1978 casas en tierra (*adobe, tapial o tierra batida*), donde se aprovecha la inercia térmica del material para tolerar el frío de invierno y el calor de verano; consiguiendo excelentes niveles de confort al interior de las viviendas probando el potencial en ahorro de energía con *arquitectura bioclimática* y demostrando las excelentes posibilidades de los materiales naturales. (Ver figura N°3)



Figura N° 3: Vivienda Bioclimática de los años 70 en EEUU  
Fuente: John Hertz (1975)

Posteriormente, al nivelarse los precios del petróleo, se deja de lado este inicio auspicioso de la *arquitectura bioclimática*; se continuó con el gasto de energía irresponsable (en base al petróleo) que permitía también la contaminación del medio y la formación de ciudades isla de calor de manera irresponsable para el planeta.

A mediados de los 80s se retoma estos conceptos, pero esta vez para lograr por medio de la *arquitectura* cuidar el medio ambiente, evitando la contaminación y ahorrando energía; en este contexto surge gente que genera el compromiso de

respetar nuestra casa grande, la Tierra; aparecen entonces movimientos de diferentes organizaciones, ONG's, grupos de activistas y partidos verdes que logran conquistar espacios de opinión y políticos.

Reaparece, entonces, el concepto de la arquitectura bioclimática para conseguir desarrollar una visión más respetuosa del medio y considerar las variables naturales en el diseño de los proyectos, apoyados por el creciente interés que existe por sistemas de climatización natural ante la evidencia de los beneficios que brinda a los usuarios: Protección (cobijo del ser humano), confort, eficiencia energética, calidad de vida, salubridad y no impacto del medio ambiente, para conseguir mejorar la calidad de vida y no afectar el planeta; basados fundamentalmente en los principios bioclimáticos: La arquitectura bioclimática es la base de la eficiencia energética.

En el Perú la arquitectura bioclimática no se ha desarrollado, lo poco que se ha logrado realizar en este tema, está referido a esfuerzos teóricos - académicos de las universidades y a esfuerzos individuales de arquitectos que han logrado desarrollar algunas construcciones privadas y públicas.

Los trabajos del Dr. Arq. Josué Llanque (dos libros: *Arquitectura bioclimática: Técnicas de usos de la energía solar pasiva, 2000* y *Planificación y diseño bioclimático: Estrategias para la recuperación del espacio público, 2003*), del Mg. Arq. John Hertz, norteamericano (un libro: *Arquitectura Tropical: Diseño bioclimático de viviendas en la selva del Perú, 1988, reeditado el 2018 por la URP*), el Mg. Arq. David Rayter (Guía de aplicación de arquitectura bioclimática en locales educativos, 2008) y del Dr. Arq. Martín Wieser Rey (los libros: *Geometría solar para arquitectos, 2010* y *Consideraciones bioclimáticas en el diseño arquitectónico: El caso peruano, 2011*), son los únicos trabajos realizados en la investigación bioclimática desarrollados en el Perú.

El Dr. Arq. Llanque trabajó para la ciudad de Arequipa y el trabajo del Mg. Arq. Hertz fue realizado para la selva peruana, no son aplicables para la zona de estudio de esta investigación, pero son referentes para el análisis bioclimático, ya que se puede trabajar considerando las metodologías y sistematización propuestas por los autores considerando la realidad de Molinos.



La guía de aplicación de arquitectura bioclimática del Mg. Arq. Rayter fue realizada para el Ministerio de educación (MINEDU), es un trabajo interesante pues es el primer esfuerzo por hacer un mapa bioclimático para construcción en el Perú.

El libro del Dr. Arq. Martín Wieser es un referente importante para el desarrollo de la geometría solar en la arquitectura pues está dedicado a analizar y enseñar las pautas del movimiento aparente del sol en el Trópico, siendo muy útil para la arquitectura peruana que no utiliza este recurso de diseño, siendo obvio que el movimiento aparente del sol influye en las condiciones ambientales de las edificaciones. Así mismo, el cuaderno Consideraciones bioclimáticas en el diseño arquitectónico: el caso peruano; es un segundo trabajo que propone tener un mapa bioclimático para construcción con ocho zonas climáticas para el diseño arquitectónico.

En el campo de la docencia, cabe destacar la presencia del Arq. Tito Pesce Schreier (1945-2011) como propulsor de la Arquitectura Bioclimática desde las universidades, creando las asignaturas de Acondicionamiento Ambiental I, II y Seminario de Acondicionamiento Ambiental en las Facultades de Arquitectura de las Universidades donde enseñó (Universidad Nacional de Ingeniería y Universidad Ricardo Palma) y creando los Campamentos de experimentación solar como medio de difusión del trabajo bioclimático y las energías renovables para la arquitectura del Perú.

Se le considera como el padre de la arquitectura bioclimática, ha dirigido muchas tesis de pre grado bioclimáticas desde el año 1983, ha realizado infinidad de conferencias, seminarios para incentivar a los estudiantes y profesionales de la arquitectura en la aplicación de la climatización natural de las edificaciones.

Así mismo, ha promovido la presencia en el Perú de muchos profesionales extranjeros para difundir las tecnologías del acondicionamiento ambiental en la arquitectura, así como formador de grupos de arquitectos peruanos en el tema de arquitectura bioclimática (Ver figura N° 4)



Figura N° 4: Arq. Tito Pesce con equipo de profesores bioclimáticos de la URP.  
Campamento Solar en Huanchaco-Trujillo  
Fuente: Arq, Alejandro Gómez Ríos

Hay que agregar el trabajo práctico del Arq. Hugo Zea Giraldo (peruano), con Maestría en Arquitectura Bioclimática en Alemania, que ha trabajado como arquitecto bioclimático en Alemania, España, Guatemala y en Perú, en la ciudad de Puno, proyectando edificios bioclimáticos, siendo tres de ellos analizados y aprobados por la Universidad Técnica de Berlín, de los cuales dos son en zona rural, la Comunidad Campesina La Rinconada en Puno (ver figura N° 5) en el marco de su investigación de tesis doctoral, donde trabajo con materiales locales mejorando las condiciones de construcción haciendo bioclimática, basándose en su experiencia y conocimientos ancestrales, pero utilizando el manejo de la geometría solar para aprovechamiento de las condiciones solares en la climatización solar pasiva de estos dos locales.



Figura N° 5: Wawa Uta (Casa de Niños). Comunidad Campesina La Rinconada. Puno – Perú.  
Fuente: Arq. Hugo Zea Giraldo (1989)

El tercer proyecto fue la Biblioteca de la Universidad Nacional del Altiplano, proyecto que tiene todo el análisis con estudio de la climatología local y geometría solar para lograr la climatización pasiva inmediata (diurna) ya que el local solo

funciona de día, haciendo arquitectura bioclimática con materiales convencionales.  
(Ver figura N° 6)



Figura N° 6: Biblioteca de la Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú  
Fuente: Arq. Hugo Zea Giraldo (1995)

Estos trabajos teóricos y prácticos, no han evitado que exista un vacío en la relación arquitectura - hombre - medio ambiente en el Perú, situación negativa que ha persistido por años ante la indiferencia por el cambio climático, manifestada por la falta de políticas públicas, leyes y acciones que sean congruentes al hecho que desde la concepción de la arquitectura se puede contribuir al equilibrio del ecosistema, al mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores y a la eficiencia energética.

### **Marco conceptual**

La investigación se desarrolló teóricamente bajo los principios fundamentales de la arquitectura bioclimática, es decir, diseñar con el clima, aprovechando sus ventajas, controlando sus desventajas, consiguiendo confort ambiental, promoviendo la eficiencia energética y no contaminación del medio ambiente.

Un concepto de arquitectura bioclimática es: “... *la Arquitectura Bioclimática pretende sentar las bases para la realización de unos edificios racionalmente contruidos, de modo que, con un consumo mínimo de energía convencional, se mantengan constantemente las condiciones de confort requeridas. Para ello, deben considerarse unas estrategias de diseño que aprovechen de forma óptima las condiciones ambientales del entorno (energía solar disponible, temperatura exterior, dirección predominante del viento, etc.)*”<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Heras, M. (2008). Arquitectura Bioclimática. Recuperado de:  
[www.maderamaciza.com/Documentospdf/ArquitecturaBioclimatica](http://www.maderamaciza.com/Documentospdf/ArquitecturaBioclimatica)

Los principios para desarrollar arquitectura bioclimática son:

- El entorno climático.
- El entorno físico.
- La forma, orientación y distribución del edificio.
- Los cerramientos, el aislamiento y la inercia térmica.

El entorno climático por su influencia directa en el confort ambiental del usuario, es el primer factor a tomar en cuenta a la hora de concebir un proyecto de arquitectura bioclimática, el principio es construir con el clima, conocer bien la problemática del clima. Para ello se debe estudiar las preexistencias ambientales:

- Temperatura.
- Humedad Relativa.
- Precipitaciones.
- Viento.
- Radiación solar.

El entorno físico está directamente relacionado al entorno climático y se refiere al emplazamiento del proyecto arquitectónico bioclimático. Los principales factores son:

- Altitud. La temperatura baja entre 0.5° a 1° C cada 100 metros.
- Distancia del mar (o masas de agua): Es un regulador térmico, eleva nivel de humedad y crea regímenes especiales de vientos.
- Orografía: Los lugares más elevados tienen más ventilación, más radiación solar y tienen menos humedad que los valles y depresiones.
- Proximidad a vegetación: Por acción del viento, hace de regulador térmico, y actúa como filtro de polvo y contaminantes.
- Emplazamientos urbanos: Presencia de microclimas, con aumento de temperatura y contaminación, posibles obstrucciones al sol por las edificaciones.

La forma del edificio interviene de forma directa con el aprovechamiento climático del entorno, por medio de dos elementos importantes: la superficie (piel del edificio) y volumen. La superficie del edificio tiene que ver con los intercambios de calor entre el exterior e interior. El volumen está relacionado directamente con la capacidad de almacenar energía, a más volumen, más capacidad para almacenar calor.

La orientación del edificio determina su exposición al sol y a los vientos; siendo importante determinar las ventajas y desventajas de una determinada orientación para aprovechar las ventajas o mitigar los problemas del sol y vientos.

La función principal de los cerramientos es mantener las condiciones interiores, siendo independiente de las exteriores. Una forma de conseguir esto, es a través de los materiales que disminuyan el intercambio de calor entre el interior y el exterior, de tal manera que sean los muros que funcionen como aislantes térmicos debido a:

- Grosor del material.
- Las dimensiones de los cerramientos.
- Las propiedades termo físicas de los materiales que los componen.

La masa térmica de un edificio tiene la capacidad de almacenar energía en forma de calor, ésta puede ser liberada nuevamente al ambiente, cuando la temperatura del entorno es menor a la temperatura de los materiales; la capacidad de poder hacer esto es la inercia térmica.

El término diseño bioclimático o arquitectura bioclimática sí es relativamente reciente. Según la definición de Serra (1989), *“la palabra bioclimática intenta recoger el interés que tiene la respuesta del hombre, el bios, como usuario de la arquitectura, frente al ambiente exterior, el clima, afectando ambos al mismo tiempo la forma arquitectónica. Por tanto, se trata de optimizar la relación hombre-clima mediante la forma arquitectónica”*.<sup>6</sup>

En conclusión, el principio bioclimático es construir con el clima, es hacer de la arquitectura el elemento intermedio entre clima exterior y confort interior, creando de esta manera, espacios que cumplan con la finalidad funcional y de confort integral para el ser humano que la habitara.

Así la arquitectura bioclimática se basa fundamentalmente en:

- Crear espacios confortables.
- Hacer un uso eficaz de la energía, a través de la climatización natural y promoviendo el uso de las energías limpias.
- Preservar y mejorar el medio ambiente.

---

<sup>6</sup> González, D. (2008). Apuntes sobre Arquitectura Bioclimática. [www.cubasolar.com/biblioteca/energia/](http://www.cubasolar.com/biblioteca/energia/)

Los elementos que se requieren para utilizar los métodos y técnicas bioclimáticas, son los elementos climáticos, elementos de confort térmico y elementos arquitectónicos. Estos se integran con instrumentos de análisis y de síntesis, como los diagramas solares energéticos (gráficas solares) y los bioclimáticos (cuadros de confort), que permiten realizar con certeza las apreciaciones del lugar de estudio.

## **OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS**

### **Objetivo Central**

Plantear una propuesta de Arquitectura Bioclimática para mejorar el confort de los pobladores de Molinos – Jauja, considerando aspectos ambientales, de diseño, entorno y culturales.

### **Objetivos Específicos**

1. Recuperar y poner en valor los materiales del lugar con aplicación de técnicas constructivas adecuadas.
2. Aplicar los conceptos de la Arquitectura Bioclimática en procura de brindar confort térmico, lumínico y de renovación de aire.
3. Mejorar la calidad de vida de los pobladores de Molinos con la propuesta de Arquitectura Bioclimática.

## **MÉTODO**

### **Tipo de investigación**

Según el tipo, la investigación es aplicada, debido a que se empleó los conocimientos que se estudiaron de la metodología de la arquitectura bioclimática (variables de confort, térmicas y climáticas), en la evaluación de cuatro tipos de viviendas existentes y se produjo la propuesta con aprovechando las condiciones del lugar.

### **Método de investigación**

Según el método, la investigación fue experimental, al desarrollar los análisis de los tipos de vivienda con cálculos de balance térmico y con el uso del simulador Ecotect Analysis 2011, que fue cargado con los archivos climáticos de Molinos, la latitud, longitud y la librería de materiales de las viviendas estudiadas y de la propuesta.

Estos análisis permitieron observar las performances térmica de las viviendas, se hizo el análisis térmico, solar de las viviendas elegidas y de la vivienda propuesta. Evaluando las condiciones térmicas y de confort en las actuales viviendas de la comunidad, en condiciones rigurosamente controladas, con cálculos matemáticos de balance térmico y con la simulación a través del software Ecotect Analysis 2011, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce la situación de discomfort de las viviendas actualmente.

Para luego proponer una vivienda que provea las condiciones adecuadas de confort al poblador de Molinos. Esto permitió de forma experimental confrontar la realidad con la propuesta de arquitectura bioclimática, con el análisis similar al realizado en las viviendas existentes (Cálculo de balance térmico, análisis de simulación solar, y térmica a través del software Ecotect Analysis 2011).

### **Diseño de investigación**

La investigación se centró en las tipologías de viviendas que existen en Molinos, la elección de las viviendas se fundamentó en el trabajo de Diagnóstico de Molinos, realizado por el Grupo EquinoXio con alumnos de la URP el año 2004, donde se mostró las formas arquitectónicas utilizadas en la Comunidad.

Estas tipologías son cuatro, motivo por el cual al tener el distrito cuatro barrios, se decidió tomar una vivienda por cada barrio y que además represente a cada uno de las tipologías existentes. Las viviendas escogidas son una en el barrio 2 de Mayo (vivienda tipo 1), una en el barrio de Chaupimarca (vivienda tipo 2), una en el barrio Porvenir (vivienda tipo 3) y una en el barrio Centro (vivienda tipo 4).

Con estas muestras se obtuvieron indicadores de la situación de las viviendas actuales, las que fueron sometidas a condiciones de simulación controlada en el programa Ecotect Analysis 2011, para demostrar su comportamiento térmico y solar, así como también, se realizaron cálculos matemáticos de balance térmico para cada una de las cuatro viviendas escogidas.

Estos análisis fueron realizados también a la propuesta de vivienda que se presenta en la investigación, con la finalidad de comprobar su comportamiento en referencia a las viviendas existentes que fueron estudiadas y demostrar las bondades de la propuesta bioclimática.

## **Instrumento de recolección de datos**

Para realizar la investigación se trabajó con los siguientes pasos:

### Trabajo de campo

Paso 1: Recopilación de información in situ (fotos, levantamientos arquitectónicos, entrevistas, levantamiento fotográfico, encuestas sobre preferencias y gustos, etc.)

Paso 2: Lectura y evaluación de trabajos de investigación del Grupo EquinoXio, de la Universidad Ricardo Palma, trabajos de Tesis Facultad de Arquitectura – URP, recopilación de información climatológica, información socio-económica, información físico-urbana.

Paso 3: Estudio y análisis de las características físicas del lugar y de las viviendas (climatología, radiación solar, suelos, relieve topográfico, contaminación intradomiciliaria, falta de confort en las viviendas, uso de materiales constructivos etc.)

Paso 4: Encuestas informativas y de actitud de la población, entrevistas con las autoridades del lugar (alcalde, presidente de la comunidad campesina, etc.)

### Trabajo de gabinete

Paso 5: Caracterización del estado de los predios. Caracterización del potencial energético renovable del lugar. Estudio y evaluación de los sistemas constructivos propios del lugar. Análisis de los materiales propios del lugar.

Paso 6: Evaluación del confort de las viviendas tradicionales de Molinos.

Paso 7: Utilización de los métodos de Olgyay y Givoni para definir las condiciones del clima y las estrategias a seguir en el diseño. Análisis a través del cálculo de balance térmico de las viviendas.

Paso 8: Análisis y diagnóstico de la situación de las viviendas en Molinos Jauja.

Paso 9: Conclusiones y recomendaciones de arquitectura bioclimática.

Paso 10: Desarrollo de la propuesta bioclimática. Evaluación de la propuesta a través del cálculo de balance térmico. Validación de la propuesta arquitectónica con la evaluación con simulador Ecotect Analysis 2011.



## **Técnicas de procesamiento de datos**

La investigación se inició con la descripción del lugar, las características físicas, geográficas y climáticas, el análisis de las viviendas tradicionales, entrevistas a los pobladores, levantamientos arquitectónicos y se evaluó las cuatro tipologías de vivienda, con diagnóstico de balance térmico y en base a ellos se realizó la propuesta teórica.

Con la información recopilada, analizada y comparada de las viviendas existentes, se elaboraron los planos con la propuesta arquitectónico bioclimática.

Luego de lo cual, se procedió a evaluar bajo los mismos parámetros, la propuesta arquitectónica para demostrar la mejora en el confort de la vivienda a través de la elaboración del proyecto de arquitectura bioclimática y analizar las condiciones de confort con los cálculos de balance térmico y analizando la vivienda propuesta en simuladores.

A través del software Ecotect Analysis 2011 se realizó el análisis de soleamiento, sombras arrojadas, iluminación natural y balance térmico de las viviendas (actuales y propuesta).

El análisis arribó a un diagnóstico que permitió conocer las condiciones del estado de la situación de las viviendas de los cuatro barrios de Molinos y la situación de la propuesta de arquitectura bioclimática (con cálculos y con las simulaciones computacionales), luego se realizó el análisis comparativo de las dos situaciones (viviendas actuales y vivienda propuesta) para determinar quién posee la mejor condición de confort para los pobladores.

Para poder analizar los cuatro tipos de viviendas se realizó el procedimiento de cálculo de balance térmico, haciéndose el análisis de pérdidas y ganancias para el verano e invierno. Las viviendas fueron:

- La vivienda tipo 1 (barrio 2 de Mayo).
- La vivienda tipo 2 (barrio Chaupimarca).
- La vivienda tipo 3 (barrio Centro).
- La vivienda tipo 4 (barrio Porvenir).

Se evaluaron las cuatro tipologías de vivienda con el simulador para contrastar el cálculo que se realizó. En el simulador se comprobó el comportamiento térmico de las tipologías existentes que dio como resultado similar las pérdidas del cálculo de balance térmico.

Para la propuesta de vivienda bioclimática se utilizó el mismo procedimiento de cálculo y simulación en el programa, para observar el funcionamiento de la propuesta.

## RESULTADOS

Los resultados del estudio de las tipologías de vivienda se hicieron con los análisis del cálculo de balance térmico, el análisis térmico del software Ecotect Analysis 2011 y análisis solar del mismo software. De estos análisis realizados se obtuvo los parámetros para poder proponer una solución al problema de confort y condiciones de vida de los pobladores de Molinos en sus viviendas.

Por medio del análisis realizado por el cálculo de balance térmico, se pudo apreciar que las viviendas mostraban deficiencias en el confort térmico, pues todas las viviendas al ser evaluadas por el cálculo, obtuvieron resultados de pérdidas de calor en verano e invierno, lo cual al consolidarse dio como resultado un indicador negativo por pérdidas para el bienestar de los pobladores. (Ver figura N° 10)

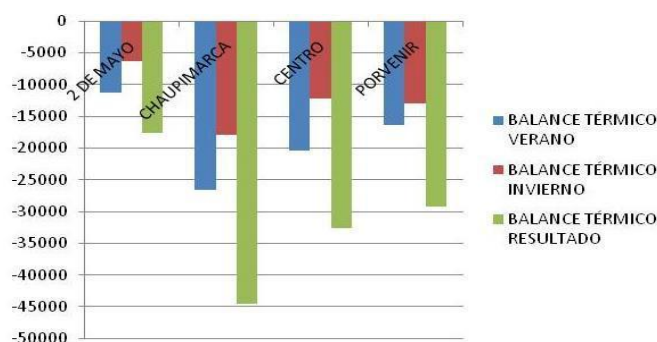


Figura N° 10: Cuadro de balance térmico de 4 tipologías de vivienda –Molinos.  
Fuente: Elaboración propia

Finalmente, del análisis térmico realizado con el software Ecotect Analysis 2011 se obtuvo información que demostró resultados similares a los de cálculo de balance térmico, es decir, todas las viviendas obtuvieron valores negativos que indicaron que estaban fuera de la zona de confort, por tanto, estaban en condiciones poco adecuadas para el bienestar de los pobladores.

A pesar de obtener un nivel de ganancia solar importante por muros, las viviendas obtuvieron resultados de pérdidas de calor en verano e invierno, estos resultados se dieron por el gran problema de infiltraciones que poseen (pérdidas por rendijas en ventanas, puertas, muros con techos).

Este análisis demuestra las condiciones inadecuadas para el confort térmico interior, que tienen los cuatro tipos de viviendas, por este motivo el planteamiento de la propuesta del prototipo contempló salvar las carencias existentes por medio del diseño bioclimático para proveer de las condiciones de confort aprovechando las condiciones del clima y sol, utilizando materiales de la zona de la mejor forma.

#### Propuesta de vivienda

La vivienda propuesta tiene una arquitectura compacta, teniendo al ingreso un zaguán para que la gente pueda departir, posee una zona de uso múltiple (sala-comedor-cocina), dos dormitorios y un servicio higiénico (ecobaño y terma solar). Así mismo, tiene una cocina mejorada y una zona de desván para guardar los productos de la chacra, las frazadas y ropa de abrigo. Hay ingreso lateral a la zona de chacra y una zona para los animales, además de una zona de chacra. Tiene un área construida de vivienda de 121.00 m<sup>2</sup> en el primer nivel y en el segundo donde están los depósitos posee un área de 53.70 m<sup>2</sup>.

Se presenta en las imágenes las plantas arquitectónicas, los cortes y elevaciones del proyecto, donde se observa la compacidad de la arquitectura propuesta, que puede captar la energía solar por muros para climatizar de forma indirecta las habitaciones, la cocina aporta calor a las habitaciones que se encuentran cercanas, los techos son con pendientes suficientes para evacuar las lluvias y granizo; y vanos pequeños con contraventanas para no perder calor en las noches. (Ver Figuras N° 11,12, 13, 14, 15 y 16)

La misma que fue evaluada por los cálculos de balance térmico y evaluado por el simulador, comprobándose a través de la buena performance, el bienestar térmico logrado con el diseño bioclimático.



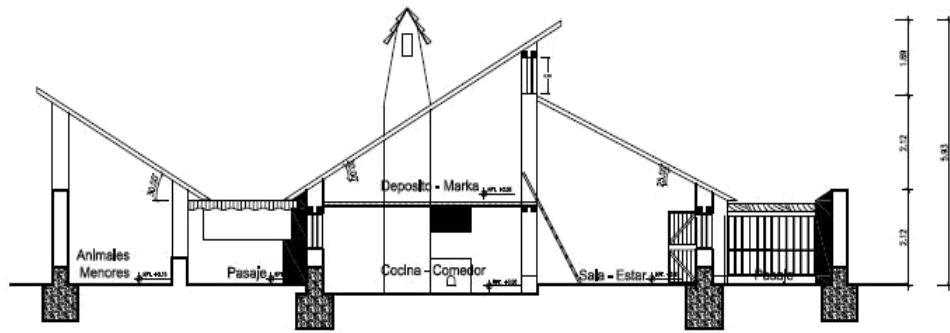


Figura N° 15: Corte arquitectónico A-A' de propuesta de arquitectura Bioclimática.  
Fuente: Elaboración propia

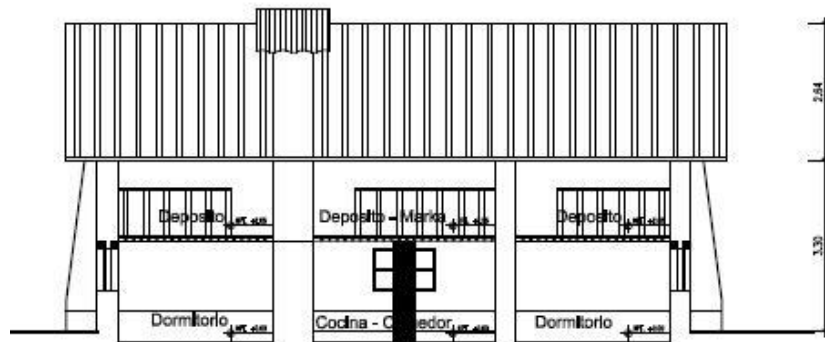


Figura N° 16: Corte arquitectónico B-B' de propuesta de arquitectura Bioclimática.  
Fuente: Elaboración propia

Con el análisis realizado por el cálculo de balance térmico, se pudo apreciar que la vivienda bioclimática propuesta mostró que se encontraba en confort térmico, obtuvo resultados de pérdidas en invierno de -594.10 W/h y ganancia de calor en verano de 597.30 W/h, ambos resultados son menores a los  $\pm 600.00$  W/h que fue el límite para el balance térmico, lo cual dio como resultado un indicador de 3.20 W/h de ganancia anual, lo que muestra que está en balance térmico y esto comprueba que la propuesta brinda bienestar térmico a los pobladores. (Ver cuadro N° 2)

#### BALANCE TÉRMICO

BARRIO	VERANO			INVIERNO			RESULTADO VERANO - INVIERNO
	PÉRDIDA	GANANCIA	RESULTADO	PÉRDIDA	GANANCIA	RESULTADO	
PROPUESTA	5030.46	4436.37	-594.09	3906.61	4503.9	597.29	3.2

Cuadro N° 2: Cuadro de balance térmico de vivienda bioclimática propuesta –Molinos. (Unidad: W/h)  
Fuente: Elaboración propia

## PROPUESTA

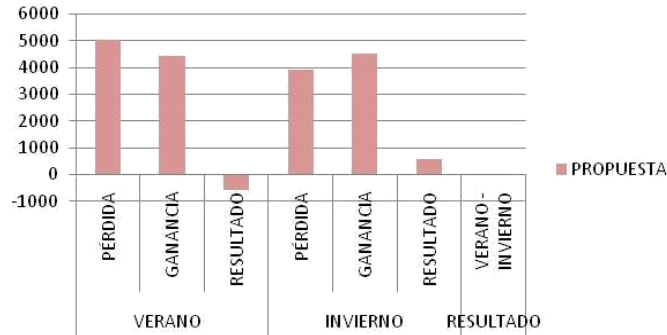


Figura N° 17: Cuadro de balance térmico de vivienda bioclimática propuesta –Molinos.  
Fuente: Elaboración propia

Se elaboraron histogramas con la propuesta de arquitectura bioclimática y las tipologías de vivienda. Uno de los histogramas tiene a las 4 tipologías de vivienda en las abscisas (X) y la propuesta bioclimática también en las abscisas (X1) los valores de los resultados y la condición térmica (Y1) en las ordenadas. (Ver cuadro N° 3)

BARRIO	VERANO			INVIERNO			RESULTADO
	PÉRDIDA	GANANCIA	RESULTADO	PÉRDIDA	GANANCIA	RESULTADO	VERANO - INVIERNO
2 DE MAYO	18931.13	7640.31	-11290.82	14728.27	8354.69	-6373.58	-17664.4
CHAUPIMARCA	36006.48	9438.15	-26568.33	27961.19	9982.56	-17978.63	-44546.96
CENTRO	33279.36	12810.7	-20468.66	25978.93	13863.99	-12114.94	-32583.6
PORVENIR	27758.28	11438.53	-16319.75	21688.97	8773.92	-12915.05	-29234.8
PROPUESTA	5030.46	4436.37	-594.09	3906.61	4503.9	597.29	3.2

Cuadro N° 3: Resultados del Balance Térmico- verano e invierno. (Unidad: W/h). 4 Tipologías de vivienda Molinos – Vivienda bioclimática Propuesta.  
Fuente: Elaboración propia

Los resultados que se observan en el histograma (Ver figura N° 18) muestran que la vivienda bioclimática propuesta está en condiciones de confort respecto a las 4 tipologías de vivienda de Molinos que están en disconfort por pérdidas durante todo el año (verano e invierno). Las líneas rojas son los límites del confort establecidos en ( $\pm 600$ W/h). Esto comprueba las mejores condiciones de confort térmico que tiene la propuesta bioclimática.

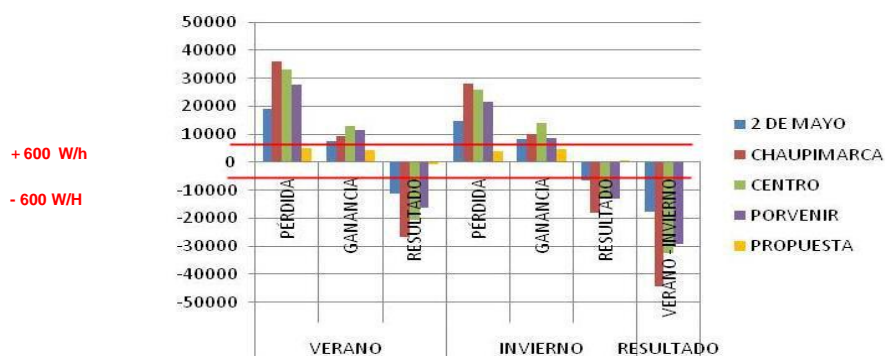


Figura N° 18: Resultados del Balance Térmico- verano e invierno. 4 Tipologías de vivienda Molinos – Vivienda bioclimática Propuesta.  
Fuente: Elaboración propia

En el siguiente histograma se realizó la comparación de los promedios de pérdidas y ganancias anuales de las 4 tipologías de vivienda contra la propuesta bioclimática, teniendo en las abscisas (X) a los promedios de las viviendas y los valores en W/h de pérdida-ganancia en las ordenadas (Y). (Ver figura N° 19)

BARRIOS	BALANCE VIV.	BALANCE VIV.
	ACTUALES (4 BARRIOS)	PROPUESTA (SIMULADO)
2 DE MAYO	-17644.4	3.2
CHAUPIM ARCA	-44546.96	3.2
CENTRO	-32583.6	3.2
PORVENIR	-29234.8	3.2
PROMEDIOS	-31002.44	3.2

Cuadro N° 4: Resultados y promedios del Balance Térmico anual.  
4 Tipologías de vivienda Molinos – Vivienda bioclimática Propuesta.  
Fuente: Elaboración propia

Los resultados que se observan en el histograma (Ver figura N° 19) demuestran que la vivienda bioclimática propuesta está en óptimas condiciones de confort respecto a las 4 tipologías de vivienda de Molinos, estas están en disconfort por grandes pérdidas durante todo el año (verano e invierno). Esto comprueba las mejores condiciones de la propuesta bioclimática. Las líneas rojas son los límites del confort establecidos en ( $\pm 600\text{W/h}$ ).

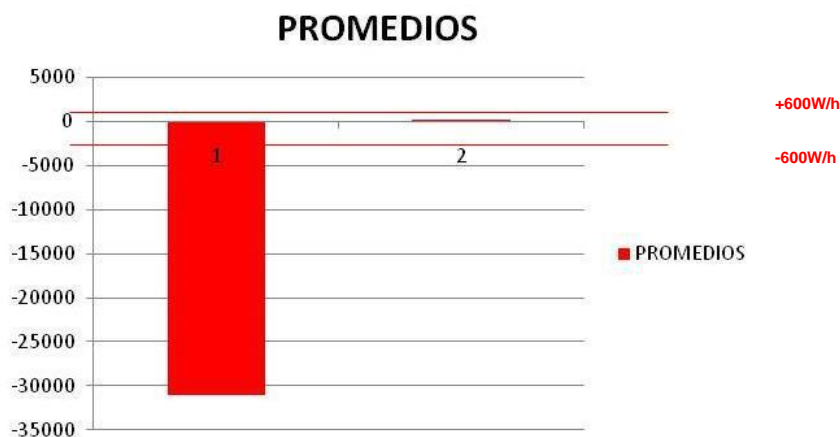


Figura N° 19: Promedios del Balance Térmico anual.  
4 Tipologías de vivienda Molinos – Vivienda bioclimática Propuesta.  
Fuente: Elaboración propia

Finalmente en el histograma que se muestra a continuación se evalúa el comportamiento de las 4 tipologías de viviendas y la vivienda bioclimática respecto del límite de watts para considerar que la vivienda está dentro del confort térmico ( $\pm 600\text{W/h}$ ), en las abscisas (X) se encuentran las viviendas y en las ordenadas (Y) los valores en watts. (Ver figura N° 20)

VIVIENDAS	WATTS
2 DE MAYO	-17644.4
CHAUPIMARCA	-44546.96
CENTRO	-32583.6
PORVENIR	-29234.8
PROPUESTA	3.2

Cuadro N° 5: Watts / hora en viviendas. 4 Tipologías de vivienda Molinos – Vivienda bioclimática Propuesta.  
Fuente: Elaboración propia

Los resultados que se observan en el histograma (Ver figura N° 20) demuestran que la vivienda bioclimática propuesta está en óptimas condiciones de confort respecto a las 4 tipologías de vivienda de Molinos, pues esta con un valor de 3.20 W/h de ganancia que sitúa a la propuesta dentro del rango del confort establecido; en cambio las cuatro tipologías de vivienda están en disconfort por grandes pérdidas durante todo el año (verano e invierno).

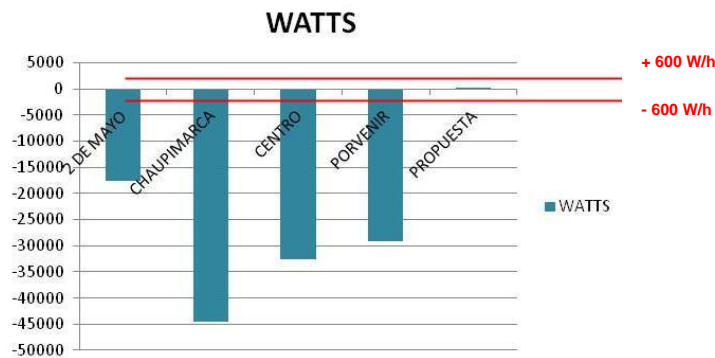


Figura N° 20: Watts / hora en viviendas.  
4 Tipologías de vivienda Molinos – Vivienda bioclimática Propuesta.  
Fuente: Elaboración propia

Se comprueba que la propuesta bioclimática tiene condiciones de confort superiores a las que poseen las viviendas actuales de Molinos. El confort conseguido en la propuesta bioclimática, es consecuencia de la sistematización de las bases teóricas de la arquitectura bioclimática para aplicarlo de forma particular a la zona de Molinos en Jauja, quiere decir, que la vivienda planteada no se puede “trasladar” a cualquier lugar menos si es con condiciones físicas que difieren del estudio realizado.

La propuesta de vivienda bioclimática es inédita, quiere decir, que en la zona no se ha trabajado una construcción con las características de la propuesta y se



espera que sea la base para que mediante futuras investigaciones se pueda profundizar en el tema obteniendo propuestas mejoradas.

## **DISCUSIÓN**

La Arquitectura Bioclimática con sus bases teóricas de utilización de las condiciones climáticas del lugar (aprovechando las ventajas y controlando las desventajas del clima local), utilizando los recursos disponibles (sol, vegetación, materiales locales, etc.) para disminuir los impactos ambientales, disminuyendo los consumos de energía; logra soluciones adecuadas al lugar de estudio.

En la zona de Jauja las culturas antiguas, los Xauxas o Wankas desarrollaron una arquitectura coherente al clima y entorno geográfico del lugar logrando un dominio del territorio, climatología y materiales locales que aun ahora debemos estudiar y analizar.

Las ventajas que ofrece la propuesta de arquitectura bioclimática frente a construcciones actuales en la zona de Molinos son:

- Trabajando con materiales locales (tierra, madera, piedra) se puede generar una excelente captación de la energía solar, para almacenarla y distribuirla al interior de la vivienda (Climatización pasiva).
- No impacta negativamente al medio al utilizar los materiales locales.
- La arquitectura bioclimática es la base de la eficiencia energética en las edificaciones, esto se comprobó en la propuesta al conseguirse óptimos niveles de confort.
- El clima es usado como un recurso de diseño para conseguir el bienestar interior de las viviendas.
- La Arquitectura Bioclimática tiene un enfoque coherente y sostenible para manejar el ambiente y puede ser fácilmente replicado por la gente local.

- Climatizar con el clima es una práctica válida y adecuada para las comunidades menos favorecidas, pues se trabaja en función de los materiales locales ahorrando dinero y energía.

Las condiciones térmicas logradas con la intervención bioclimática fueron óptimas, se demostró que se puede mejorar las condiciones de vida de la población con la aplicación de estos conceptos.

Sobre lo anteriormente expuesto se puede concluir que el desarrollo de propuestas bioclimáticas en zonas pobres del Perú es importante para poder aportar beneficios a la gente de menores recursos y proveerles de mejor calidad de vida.

### **CONCLUSIONES**

Construir con arquitectura bioclimática es importante en zonas donde la climatología es de grandes oscilaciones térmicas como es la zona de la sierra en Perú, donde se encuentra ubicada la zona de investigación, como se demostró en el trabajo de investigación; que consiguió:

- Recuperar de materiales y tecnologías ancestrales, con el aporte de nuevas formas constructivas, con lo que se obtuvo confort térmico.
- Garantizar el ahorro energético de las viviendas que apliquen estos conceptos en su construcción.
- La climatizar naturalmente la vivienda permite condiciones de confort que son beneficiosas a la calidad de vida y salubridad de los usuarios.
- Se puede lograr hacer una edificación que sea respetuosa del medio ambiente.

La investigación pretende ser un aporte para conseguir la mejora de la calidad de vida de las poblaciones menos favorecidas del país con la intervención de propuestas, como en este caso, con arquitectura bioclimática, pueda con tecnologías sencillas conseguir el desarrollo de las comunidades deprimidas del Perú.

## REFERENCIAS

- Brack Egg, A., (2006). Perú Megadiverso. Artículo original, Recuperado de: [http://www.peru.pibs.info/doc/Brack\\_Peru\\_Megadiverso.pdf](http://www.peru.pibs.info/doc/Brack_Peru_Megadiverso.pdf)
- Evans, M. (1980). Housing, Climate and Confort. London: The Architectural Press.
- Givoni, B. (1998). Climate considerations in building and urban design. New York: Van Nostrand Reinhold.
- González, E. y otros. 1986, Proyecto clima y arquitectura. México: Editorial GustavoGil,
- Gonzalo, G. (1998). Manual de Arquitectura Bioclimática. Tucumán: Imprenta Arte Color.
- Jiménez, E. (1984). El clima de España y la arquitectura solar. España: Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.
- Lacomba, R. (compiladora) y otros. (1991). Manual de Arquitectura Solar. México: Editorial Trillas.
- Llanque Chana, J. (2001). Arquitectura Bioclimática, técnicas para el uso de la energía solar pasiva. Arequipa: Centro de Artes Gráficas de editorial UNSA.
- Márquez Briceño, L. (2003). Tecnología Constructiva y Conservación del Patrimonio. Lima: Instituto Yachay Wasi.
- Olgyay, V. (1998). Arquitectura y Clima: Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- Rodríguez, M. (2001). Introducción a la arquitectura bioclimática. México: Editorial Limusa.
- Rogers, R y Gumuchdjan, Ph. (2003). Ciudades para un pequeño planeta. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- Serra, R. (1999). Arquitectura y climas. Editorial Gustavo Gili..
- Serra, R y Coch, H.. (1995). Arquitectura y Energía Natural. Barcelona: Ediciones UPC. Barcelona.
- Vélez, R. (1992). La Ecología en el Diseño Arquitectónico. México: Editorial Trillas.
- Wieser, M. (2006). Geometría solar para arquitectos. Lima: Editorial Universidad Ricardo Palma.