

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



DESEMPEÑO BIOCLIMÁTICO Y AMBIENTAL DE UN PROTOTIPO

DE VIVIENDA ECOSOSTENIBLE EN CHILLACO

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Civil

AUTORA:

Cynthia del Pilar Soto Bravo

ASESOR:

Federico Alexis Dueñas Dávila

Lima, Noviembre, 2022

Declaración jurada de autenticidad


Yo, Alexis Dueñas Davila,

Docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis/el trabajo de investigación titulado “Desempeño bioclimático y ambiental de un prototipo de vivienda ecosostenible en Chillaco”, del/de la autor(a)/ de los(as) autores(as) Cynthia del Pilar Soto Bravo.

Dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 17%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 17/11/2022.
- He revisado con detalle dicho reporte y confirmo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio alguno.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: San Miguel, 26 de Noviembre de 2022

Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: <u>Dueñas Davila Federico Alexis</u>	
DNI:23860033	Firma 
ORCID: <u>https://orcid.org/0000-0002-6149-3334</u>	

RESUMEN

Actualmente, las viviendas construidas de manera convencional en el poblado de Chillaco, ubicado en la provincia de Huarochirí, en el departamento de Lima, Perú, contemplan una estructura que no incluye el concepto de bioclimatismo, el cual ayuda a garantizar un nivel de confort óptimo considerando parámetros climáticos tales como temperatura, humedad y viento, estas viviendas a su vez no consideran los estándares requeridos para mejorar su desempeño ambiental tal como disminuir su huella de carbono.

Es así que con el fin de asegurar el cumplimiento de los parámetros ambientales establecidos y conseguir un nivel de confort aceptable en las diversas estaciones del año para cada habitante de la zona, esta investigación realizó el modelado de una vivienda ecosostenible mostrando el análisis de los desempeños bioclimáticos y ambientales de las viviendas convencionales en comparación de la modelada, a fin de analizar y obtener resultados comparativos entre ambos casos para que el poblado de Chillaco pueda replicar el modelado en nuevas construcciones.

La vivienda ecosostenible modelada ha considerado como material principal el carrizo propio de la zona, también la trayectoria del sol según la ubicación, la transmitancia térmica de los materiales utilizados, parámetros climáticos como la temperatura, humedad y viento, y ha tomado en cuenta el estilo de vida de los pobladores para el diseño de la distribución interna de la vivienda.

Con los resultados obtenidos se pudo concluir que tanto el desempeño bioclimático como ambiental de la vivienda ecosostenible modelada era mejor que la de una convencional de la zona.

Palabras clave: Bioclimatismo, Chillaco, Confort térmico, Ábaco de Olgyay, Carrizo, Transmitancia térmica.

ABSTRACT

Currently, conventionally built homes in Chillaco, located in the province of Huarochirí, in the department of Lima, Peru, contemplate a structure that does not include the concept of bioclimatism, which helps to guarantee an optimal level of comfort considering climatic parameters such as temperature, humidity and wind, these conventional houses do not consider the standards required to improve their environmental performance such as reducing their carbon footprint.

In order to ensure compliance with the established environmental parameters and achieve an acceptable level of comfort in the various seasons of the year for each inhabitant of the area, this research modeled an eco-sustainable house showing the analysis of the performances bioclimatic and environmental aspects of conventional housing comparing to the modeled house, in order to analyze and obtain comparative results between both cases so that the town of Chillaco can replicate the modeling in new constructions.

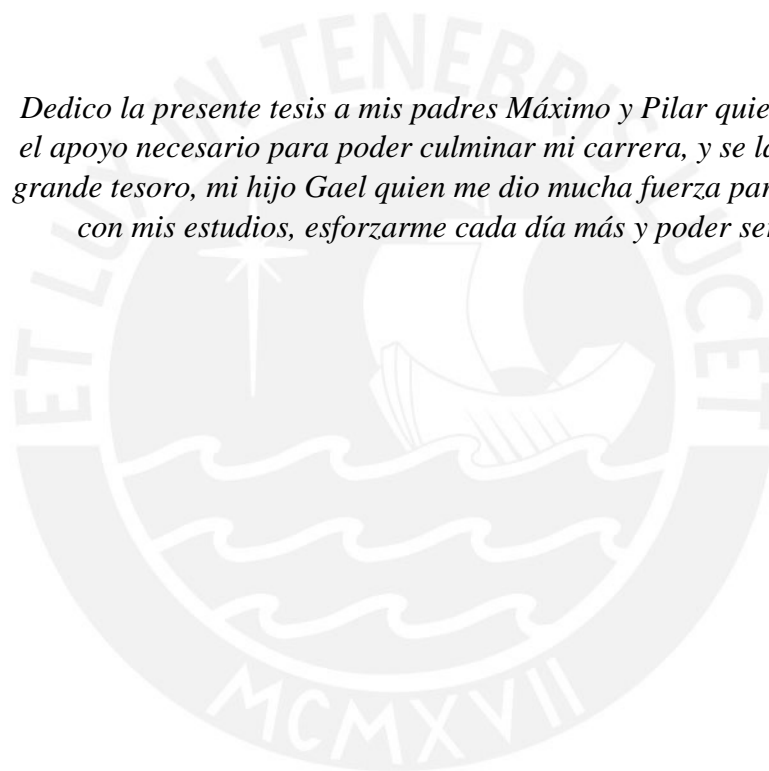
The modeled eco-sustainable house has considered the area's own reed as the main material, as well as the path of the sun depending on the location, the thermal transmittance of the materials used, climatic parameters such as temperature, humidity and wind, and has taken into account the style of life of the habitants for the design of the internal distribution of the house.

With the results obtained, it was possible to conclude that both the bioclimatic and environmental performance of the modeled eco-sustainable house was better than that of a conventional one in the area.

Keywords: Bioclimatism, Chillaco, Thermal comfort, Olgyay Abacus, Reed, Thermal transmittance.

Dedicatoria

Dedico la presente tesis a mis padres Máximo y Pilar quienes me brindaron el apoyo necesario para poder culminar mi carrera, y se la dedico a mi más grande tesoro, mi hijo Gael quien me dio mucha fuerza para seguir adelante con mis estudios, esforzarme cada día más y poder ser una profesional.



Agradecimientos

En primer lugar, quisiera agradecer a mis queridos padres, quienes desde un principio me apoyaron en todo, en mi carrera, en mis sueños y nunca dejaron de hacerlo, ellos siempre me brindaron su soporte hasta en los momentos más difíciles de mi vida, brindándome todo ese amor y cariño que sólo los mejores padres te pueden dar, con el fin que yo sea quien quiera ser y sea muy feliz.

Quisiera agradecer también a mis hermanos, por sus buenos consejos y ánimo que me brindaron a lo largo de estos años de carrera y formación profesional, ambos fueron también mi soporte y lograron que yo nunca deje de creer en mí.

Agradezco a mi asesor Alexis Dueñas quien a lo largo de estos últimos años ha sabido guiarme con paciencia y mucha dedicación para lograr concluir con mi tesis, muchas gracias por la comprensión y motivarme a seguir investigando.

Agradezco a la ONG EcoHumanita por su gran aporte con el proyecto Allpa, en especial a Jessica Forero quien hizo todo lo posible por brindarme las facilidades que yo requería para mi investigación en el poblado de Chillaco.

INDICE

Índice de Tablas	VII
Índice de figuras.....	IX
Capítulo I: Aspectos Generales.....	1
1.1. Justificación	1
1.2. Objetivos	3
1.3. Planteamiento del problema.....	3
1.4. Hipótesis	4
1.5. Alcance y Limitaciones.....	4
Capítulo II: Estado del Arte	6
2.1. Antecedentes	6
2.2. Parámetros bioclimáticos	10
2.3. Ábacos bioclimáticos	19
2.4. Diagrama de trayectoria del sol	22
2.5. Evaluación bioclimática de materiales de construcción.....	24
2.6. Confort bioclimático de la vivienda.....	27
Capítulo III: Metodología	31
3.1. Condiciones climáticas de la zona de estudio	31
3.2. Metodología del diseño bioclimático de la vivienda ecosostenible modelada.....	33
3.3. Medición de variables bioclimáticas de una vivienda convencional	37
3.4. Simulación de variables bioclimáticas de la vivienda ecosostenible modelada.....	39
3.5. Base de datos y tratamiento estadístico de la data	41
3.6. Índices de ganancia y pérdida de calor según los materiales	42
Capítulo IV: RESULTADOS	46
4.1. Resultados en base a Metodología	46
4.2. Estimación del desempeño bioclimático de la vivienda ecosostenible modelada.....	85
4.3. Evaluación del desempeño ambiental de la vivienda ecosostenible modelada.....	86
4.4. Comparación, a nivel bioclimático y de huellas ambientales, de la vivienda ecosostenible modelada con una convencional	88
Capítulo V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	91
5.1. Discusión de Resultados respecto al Desempeño Bioclimático.....	91
5.2. Discusión de Resultados respecto al Desempeño Ambiental	95
CONCLUSIONES	97
RECOMENDACIONES	98
Referencias Bibliográficas	99

Índice de Tablas

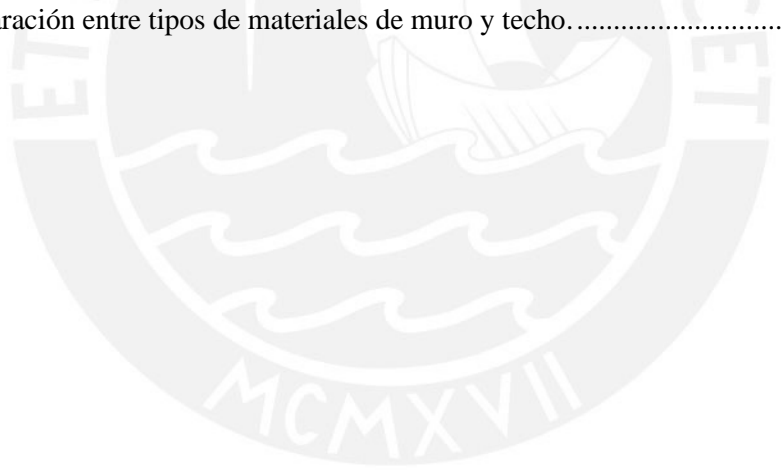
Tabla 1. <i>Las variables metodológicas para lograr una adecuación ambiental.</i>	9
Tabla 2. <i>Impactos según las velocidades en m/min.</i>	17
Tabla 3. <i>Materiales genéricos usados en la construcción.</i>	26
Tabla 4. <i>Diferencias de temperatura estimadas para el interior y exterior de la vivienda para época de invierno y verano.</i>	40
Tabla 5. <i>Datos extraídos del SENAMHI.</i>	46
Tabla 6. <i>Inventario de materiales de construcción a utilizar.</i>	58
Tabla 7. <i>Resultados de huella de carbono del SimaPro para materiales de construcción a utilizar.</i> ..	61
Tabla 8. <i>Inventario de materiales de construcción, energía y recursos a utilizar.</i>	63
Tabla 9. <i>Inventario de materiales de construcción convertido a unidades necesarias según el programa SimaPro.</i>	64
Tabla 10. <i>Huella de carbono calculada para los procesos en el programa SimaPro.</i>	65
Tabla 11. <i>Datos recolectados de Temperatura para un día de la estación de primavera.</i>	66
Tabla 12. <i>Datos recolectados de Humedad para un día de la estación de primavera.</i>	66
Tabla 13. <i>Datos recolectados de Viento para un día de la estación de primavera.</i>	67
Tabla 14. <i>Datos estimados de parámetro bioclimáticos para la estación de otoño.</i>	67
Tabla 15. <i>Datos estimados de Temperatura para la estación de invierno.</i>	67
Tabla 16. <i>Datos recolectados de Temperatura Outside en la estación de primavera.</i>	68
Tabla 17. <i>Datos recolectados de Humedad Outside en la estación de primavera.</i>	68
Tabla 18. <i>Datos recolectados de Viento Outside en la estación de primavera.</i>	69
Tabla 19. <i>Datos estimados de la vivienda ecosostenible modelada Outside para otoño.</i>	69
Tabla 20. <i>Datos estimados de la vivienda ecosostenible modelada Outside para invierno.</i>	69
Tabla 21. <i>Datos estimados de la vivienda ecosostenible modelada Inside de Temperatura para un día de primavera.</i>	70
Tabla 22. <i>Datos estimados de la vivienda ecosostenible modelada Inside de Humedad para un día de primavera.</i>	70
Tabla 23. <i>Datos estimados de la vivienda ecosostenible modelada Inside de Viento para un día de primavera.</i>	70
Tabla 24. <i>Datos estimados de la vivienda ecosostenible modelada Inside para otoño.</i>	71
Tabla 25. <i>Datos estimados de la vivienda ecosostenible modelada Inside para invierno.</i>	71
Tabla 26. <i>Valores máximos y mínimos de la Temperatura por estación.</i>	71
Tabla 27. <i>Valores máximos y mínimos de la Precipitación por estación.</i>	72
Tabla 28. <i>Valores máximos y mínimos de la Humedad por estación.</i>	72
Tabla 29. <i>Valores máximos y mínimos de la Velocidad del viento por estación.</i>	72
Tabla 30. <i>Valores máximos y mínimos de la Temperatura por estación.</i>	73
Tabla 31. <i>Valores máximos y mínimos de la Humedad por estación.</i>	73

Tabla 32. <i>Valores máximos y mínimos de la Temperatura por estación para una vivienda convencional.</i>	73
Tabla 33 <i>Valores máximos y mínimos de la Humedad por estación para una vivienda convencional.</i>	73
Tabla 34. <i>Valores máximos y mínimos de la Temperatura por estación para la vivienda ecosostenible modelada.</i>	74
Tabla 35. <i>Valores máximos y mínimos de la Humedad por estación para la vivienda ecosostenible modelada.</i>	74
Tabla 36. <i>Coficiente</i>	79
Tabla 37. <i>Diferencias de temperatura de la vivienda ecosostenible modelada para las 4 estaciones.</i>	80
Tabla 38. <i>Pérdidas de carga por transmisión de la vivienda ecosostenible modelada en primavera.</i> ..	80
Tabla 39. <i>Pérdidas de carga por transmisión de la vivienda ecosostenible modelada en verano.</i>	80
Tabla 40. <i>Pérdidas de carga por transmisión de la vivienda ecosostenible modelada en otoño.</i>	80
Tabla 41. <i>Pérdidas de carga por transmisión de la vivienda ecosostenible modelada en invierno.</i>	80
Tabla 42. <i>Pérdidas de carga por infiltración de la vivienda ecosostenible modelada.</i>	81
Tabla 43. <i>Pérdidas de carga por transmisión de la vivienda ecosostenible modelada.</i>	81
Tabla 44. <i>Ganancia de calor por aporte directo.</i>	82
Tabla 45. <i>Ganancia de calor por aporte independiente.</i>	83
Tabla 46. <i>Ganancia de calor por transmisión para primavera y verano.</i>	83
Tabla 47. <i>Ganancia de calor por transmisión para otoño e invierno.</i>	83
Tabla 48. <i>Calor total por hora diaria en las 4 estaciones en kcal/h.</i>	84
Tabla 49. <i>Calor total por hora diaria en las 4 estaciones en kcal/h.</i>	84
Tabla 50. <i>Calor total por hora diaria en las 4 estaciones en kcal/h.</i>	84
Tabla 51. <i>Índices simples de temperaturas mínimas para distintas estaciones.</i>	85
Tabla 52. <i>Índices simples de temperaturas máximas para distintas estaciones.</i>	86
Tabla 53. <i>Huella de Carbono para los distintos materiales utilizados en la vivienda ecosostenible modelada sin considerar transporte.</i>	87
Tabla 54. <i>Huella de Carbono para distintos materiales convencionales.</i>	87
Tabla 55. <i>Huella de Carbono para distintos materiales convencionales.</i>	87
Tabla 56. <i>Índices simples de los materiales utilizados para los muros de una vivienda.</i>	88
Tabla 57. <i>Índices simples de los materiales utilizados para el techo de una vivienda.</i>	88
Tabla 58. <i>Índices simples de temperaturas mínimas para distintas estaciones para una vivienda convencional.</i>	89
Tabla 59. <i>Índices simples de temperaturas máximas para distintas estaciones para una vivienda convencional.</i>	89

Índice de figuras

Figura 1. Clasificación Climática para diseño arquitectónico.	11
Figura 2. Oscilación diaria de temperatura y humedad.....	14
Figura 3. Generación de las precipitaciones.	15
Figura 4. Tipos de radiaciones solares.	18
Figura 5. Carta Bioclimática de Olgyay.....	19
Figura 6. Adaptación de carta bioclimática de Olgyay.....	20
Figura 7. Ábaco de Missenard	21
Figura 8. Ábaco de Givoni.....	21
Figura 9. Representación del movimiento solar.....	23
Figura 10. Media esfera de la bóveda celeste imaginaria con recorridos solares – Diagrama de trayectorias solares.....	23
Figura 11. Calor que desprende el cuerpo humano.....	28
Figura 12. Efectos del ruido sobre la salud del ser humano.....	30
Figura 13. Cuadro de diálogo de herramientas del Real Statistics.....	32
Figura 14. Bóveda celeste en Chillaco gracias al software Ecotect.....	33
Figura 15. Etapas de ciclo de vida para los materiales.	35
Figura 16. Etapas del Ciclo de Vida del proceso constructivo de una vivienda.	37
Figura 17. Termohigrómetro.....	38
Figura 18. Anemómetro digital LCD profesional.....	38
Figura 19. Umbrograma de los datos recolectados del SENAMHI.	47
Figura 20. Climatograma de los datos recolectados del SENAMHI.	47
Figura 21. Box Plot de los parámetros recolectados de la información del SENAMHI.....	48
Figura 22. Histograma con superposición de curva normal de la Temperatura.....	48
Figura 23. Histograma con superposición de curva normal de la Precipitación.....	49
Figura 24. Histograma con superposición de curva normal de la Humedad.....	49
Figura 25. Histograma con superposición de curva normal de la Velocidad del viento.....	50
Figura 26. Pantalla de ingreso de coordenadas en el programa Ecotect.	51
Figura 27. Bóveda celeste obtenida del programa Ecotect para la vivienda ecosostenible modelada..	51
Figura 28. Vista en planta de la bóveda celeste obtenida del programa Ecotect.	52
Figura 29. Vista en elevación de la bóveda celeste obtenida del programa Ecotect.....	52
Figura 30. Ubicación del sol para el mes de julio según el programa Ecotect.....	53
Figura 31. Ubicación del sol para el mes de enero según el programa Ecotect.....	53
Figura 32. Posición del sol a las 9:00 a.m. según el programa Ecotect.	54
Figura 33. Posición del sol a las 11:30 a.m. según el programa Ecotect. ..	54
Figura 34. Posición del sol a las 4:00 p.m. según el programa Ecotect.	55
Figura 35. Principales Resultados de encuestas a pobladores de Chillaco. ..	55
Figura 36. Plano realizado en AutoCad de la distribución de ambiente de la vivienda ecosostenible modelada.	56
Figura 37. Vista 3D de la vivienda ecosostenible modelada.	57
Figura 38. Información ingresada en el programa SimaPro para el concreto.....	59
Figura 39. Información ingresada en el programa SimaPro para el acero.	59
Figura 40. Información ingresada en el programa SimaPro para el carrizo.....	59
Figura 41. Información ingresada en el programa SimaPro para el barro.	60
Figura 42. Información ingresada en el programa SimaPro para el revestimiento exterior del muro. .	60
Figura 43. Información ingresada en el programa SimaPro para el revestimiento interior del muro. ..	60
Figura 44. Información ingresada en el programa SimaPro para el revestimiento exterior del techo..	60

Figura 45. Información ingresada en el programa SimaPro para el revestimiento interior del techo...	61
Figura 46. Información ingresada en el programa SimaPro para la madera.	61
Figura 47. Huella de carbono según cada material utilizado para la vivienda ecosostenible modelada por kilogramo.....	62
Figura 48. Huella de carbono por etapa de ciclo de vida de la vivienda ecosostenible modelada.	65
Figura 49. Línea establecida por los parámetros bioclimáticos para primavera de una vivienda convencional en el ábaco de Olgyay.....	75
Figura 50. Línea establecida por los parámetros bioclimáticos para verano de una vivienda convencional en el ábaco de Olgyay.....	75
Figura 51. Línea establecida por los parámetros bioclimáticos para otoño de una vivienda convencional en el ábaco de Olgyay.....	76
Figura 52. Línea establecida por los parámetros bioclimáticos para invierno de una vivienda convencional en el ábaco de Olgyay.....	76
Figura 53. Línea establecida por los parámetros bioclimáticos para primavera de la vivienda ecosostenible modelada en el ábaco de Olgyay.....	77
Figura 54. Línea establecida por los parámetros bioclimáticos para verano de la vivienda ecosostenible modelada en el ábaco de Olgyay.	77
Figura 55. Línea establecida por los parámetros bioclimáticos para otoño de la vivienda ecosostenible modelada en el ábaco de Olgyay.....	78
Figura 56. Línea establecida por los parámetros bioclimáticos para invierno de la vivienda ecosostenible modelada en el ábaco de Olgyay.....	78
Figura 57. Mapa de Irradiación Normal Directa para el Perú.....	82
Figura 58. Comparación entre tipos de materiales de muro y techo.....	90



Capítulo I: Aspectos Generales

1.1. Justificación

El diseño aplicado a la arquitectura teniendo en cuenta al bioclimatismo, se suele conocer como uno que está en modo pasivo, esto se debe a que el clima propio del lugar logra optimizar los diversos tipos de confort interno de la vivienda sin necesidad del uso de un sistema de ingeniería activa como es la refrigeración, calefacción, iluminación artificial, ventilación mecánica, etc. (Olgyay, 2015). Las distintas características de la arquitectura bioclimática lograrán que se cumpla ello, es así como la orientación, los materiales, las aberturas, la ubicación de ventanas, y las sombras, proveerán a la vivienda la luz, el calor y la ventilación propicia para lograr un bajo consumo energético y un confort ideal para los habitantes.

Las viviendas bioclimáticas son aquellas diseñadas con una arquitectura que considera al bioclimatismo, a este término según Conforme y Castro:

Se le conoce por tener como principal fundamento, el aprovechamiento del clima en beneficio del propio proyecto, para ofrecer a los habitantes el confort que necesitan, también, defiende el uso eficiente y racional de los recursos disponibles a nivel local para mitigar el impacto ambiental que la construcción pueda tener regionalmente (2020, p.752).

Esta tesis procura evaluar el desempeño bioclimático de una vivienda ecosostenible modelada en Chillaco con el fin de asegurar el cumplimiento de los parámetros ambientales establecidos, para de esta manera, obtener una vivienda que se pueda replicar en el poblado de Chillaco. Actualmente, las viviendas construidas de manera convencional contemplan una estructura que no incluye el concepto de bioclimatismo, el cual busca conseguir confort aprovechando las energías que nos proporciona la misma naturaleza.

De la misma manera, el confort se puede definir como un estado de percepción ambiental transitorio, el cual está definido tanto por la salud de la persona involucrada como de otros factores que son divididos en dos grandes grupos: endógenos y exógenos. (EADIC, 2012) Teniendo en cuenta ambas percepciones, se puede entender que el confort hace referencia al estado en la que una persona se siente cómodo y saludable en un ambiente determinado, en el cual no existe distracción ni molestia que perturbe tanto físicamente como psicológicamente a la persona.

La importancia de los principios bioclimáticos radica en que estos son imprescindibles al momento de la construcción, por lo que es necesario que se cree un hábito en los especialistas para considerarla en sus diseños esquemáticos de alguna obra civil. Según Neila (2000), el objetivo principal de aplicar ello es que se obtenga una buena calidad del ambiente interior, teniendo en cuenta el contar con buenas condiciones en los parámetros climáticos considerados como son la temperatura, humedad, movimiento (velocidad y dirección), entre otros. Asimismo, es importante tener en cuenta la reducción de efectos negativos a generar en el entorno, estos estarán en función de las distintas sustancias que desprendan, el consumo de materiales con una considerable huella de carbono o hídrica que puedan afectar significativamente al desarrollo sostenible del lugar, así como el impacto que se pueda producir en la zona donde se ubique la vivienda.

1.2.Objetivos

1.2.1. Objetivo General

El objetivo general de esta tesis es modelar el desempeño bioclimático y ambiental de una vivienda ecosostenible en el poblado de Chillaco ubicado en la provincia de Huarochirí, departamento de Lima, Perú, para generar una mejora en el impacto ambiental de la zona y compararla con el desempeño de una vivienda convencional de la zona.

1.2.2. Objetivos Específicos

- i. Evaluar el desempeño ambiental de una vivienda ecosostenible modelada en el poblado de Chillaco.
- ii. Modelar el desempeño bioclimático de una vivienda ecosostenible en el poblado de Chillaco.
- iii. Comparar, a nivel bioclimático y de huella ambiental, la vivienda ecosostenible modelada con una vivienda convencional de la zona.

1.3. Planteamiento del problema

1.3.1. Pregunta Principal

¿Cuál es el desempeño bioclimático y ambiental comparado entre ambos tipos de viviendas?

1.3.2. Preguntas Secundarias

- i. ¿Cuál es el desempeño ambiental de una vivienda ecosostenible modelada en el poblado de Chillaco?
- ii. ¿Cuál es el desempeño bioclimático de una vivienda ecosostenible modelada en el poblado de Chillaco?

- iii. ¿Cuál es la comparación, a nivel bioclimático y de huella ambiental, entre la vivienda ecosostenible modelada con una vivienda convencional?

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis General

El desempeño bioclimático y ambiental en la vivienda ecosostenible modelada es mayor que la vivienda convencional, en aspectos tales como confort (temperatura, humedad, iluminación) y de materiales sostenibles.

1.4.2. Hipótesis Específica

- i. El desempeño ambiental de una vivienda ecosostenible modelada en el poblado de Chillaco se medirá por su baja huella de carbono.
- ii. El desempeño bioclimático de una vivienda ecosostenible modelada en el poblado de Chillaco será el adecuado para la zona principalmente en confort térmico, de humedad e iluminación.
- iii. La comparación, a nivel bioclimático y de huella ambiental, entre la vivienda ecosostenible modelada y la convencional dará como resultado que la vivienda modelada será la más adecuada para la zona.

1.5. Alcance y Limitaciones

1.5.1. Alcance

La presente tesis tiene un alcance explicativo, comparativo entre dos tipos de vivienda uno convencional y otro ecosostenible modelada. El análisis se centrará en los desempeños bioclimático y ambiental. Para el desempeño bioclimático, se hará uso de variables bioclimáticas tales como iluminación, humedad y temperatura; mientras que,

para el desempeño ambiental se hará el análisis únicamente con las huellas de carbono emitidas por los materiales que componen las viviendas.

Las mediciones se realizarán de manera indirecta, con un uso de modelamiento asistido por computadora y herramientas de medición bioclimático. De esta manera, es un estudio limitado del análisis de los casos a evaluar y sobre el cual no se puede hacer inferencia.

1.5.2. Limitaciones

Esta tesis está basada en referencias bibliográficas y simulaciones, lo que genera una incertidumbre en cuanto a los resultados. Además, la evaluación de los indicadores y ábacos limita la potencia de los datos puesto que la vivienda ecosostenible no está construida en el poblado de Chillaco, por tanto, esta no puede ser medida para utilizar esas variables más confiables.

Las mediciones tomadas en el poblado de Chillaco representan solo los periodos de primavera y verano, los cuales fueron medidos desde el mes de octubre hasta el fin de mes de enero. Asimismo, el horario en que se realizaron las mediciones fue sumamente limitado debido a disposiciones internas de los encargados del terreno, por lo que el horario de medición fue durante el día, es decir, de 8:00 a.m. – 12:00 p.m.

En un contexto propicio, se hubiera preferido tener la facilidad de tomar mediciones a las 6:00 p.m. y durante la madrugada para realizar un análisis del comportamiento de los parámetros climáticos a lo largo de la noche, pese a que según la data recolectada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), la variación va hasta los 10 °C respecto a la temperatura del mediodía. Por último, las mediciones no se pudieron dar continuamente, por lo que se tomaron datos de manera quincenal para este periodo de tiempo.

Capítulo II: Estado del Arte

2.1. Antecedentes

Los primeros conceptos sobre arquitectura bioclimática se dieron a conocer años atrás, en 1963, cuando el arquitecto húngaro Víctor Olgyay publica su segunda obra denominada “Design with climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism”. En esta obra, el arquitecto plantea la idea de realizar una adaptación de una edificación en base a las necesidades de sus habitantes y a las condiciones climáticas de su entorno. (Piñeiro, 2015).

Además, es importante realizar un enfoque en el concepto de bioclima. Este término es principalmente utilizado por el climatólogo alemán Wladimir Köppen en 1906, quien desarrolló la idea de que la vegetación natural del ecosistema reflejaba el clima. Igualmente, para determinar la estacionalidad de las precipitaciones, combinó las medias anuales tanto de temperatura como de precipitación; en consecuencia, determinó cinco zonas climáticas: tropical-lluviosa, templada, seca, fría y polar. (Cortés, 2010).

En un inicio, antes de la arquitectura bioclimática, existía la arquitectura vernácula, conocida como el “resultado de una creación colectiva basada en un proceso de prueba y error y que se transmite de generación en generación, corrigiéndose y adaptándose paulatinamente a las necesidades comunes del grupo y a las condicionantes de su lugar de implantación.” (Gonzalo y Nota, 2015, p. 94). Es así como distintos autores interesados en el tema suponen que la arquitectura bioclimática es una adaptación o versión actualizada de la arquitectura vernácula. Este tipo de arquitectura ha existido desde hace mucho tiempo en la que ya se empleaban distintas estrategias conocidas actualmente como radiación, ventilación o control de la humedad. Estas ayudaban a que se logre un bienestar en el ambiente y además forman parte de la estrategia pasiva en la arquitectura bioclimática. (Salazar, 2010).

Complementando todo lo descrito por los autores antes mencionados, según Taberero (2010), la arquitectura bioclimática no es un invento reciente, como bien se ha resaltado en la arquitectura vernácula. Adicionalmente, el autor menciona que antes que existiera la definición de arquitectura, ya se usaban los parámetros bioclimáticos principales. Esto se daba, por ejemplo, cuando los primeros pobladores seleccionaban una cueva entre todas las que había disponible, sin darse cuenta, se buscaba un confort ligado a la comodidad, higiene, ausencia de humedad, una ventilación propicia o escoger cierta orientación que proteja el interior de la cueva del clima en la que se encontraba. Y es justamente ello lo que conlleva el concepto bioclimático.

Según Neila, 2004, como se citó en Castaño y Osorio:

La arquitectura bioclimática representa el empleo y uso de materiales y sustancias con criterios de sostenibilidad, es decir, sin poner en riesgo su uso por generaciones futuras, representa el concepto de gestión energética óptima de los edificios de alta tecnología, mediante la captación, acumulación y distribución de energía renovables pasiva o activamente, y la integración paisajística y el empleo de materiales autóctonos y sanos de los criterios ecológicos y de eco-construcción (2013, p. 106).

De esta manera, se puede notar las diferentes visiones que se tiene respecto a la arquitectura bioclimática, en las que todos estos aportes comprenden un marco teórico relacionando la arquitectura bioclimática con la sustentabilidad para así encontrar diferentes soluciones de proyectos arquitectónicos. Teniendo esta consideración, se merece dar relevancia a los inicios de la definición del desarrollo sustentable, la ONU (Organización de las Naciones Unidas) es el actor principal, esta organización hace manifiesto de una preocupación sobre todas las acciones no responsables que ocurren en el planeta y cómo estas influyen en la

calidad de vida del ser humano, todas ellas recaen en que se tiene que considerar la aplicación de buenas prácticas en el marco de esta problemática mundial. (Castaño y Osorio, 2013).

En la actualidad, la arquitectura bioclimática se conoce como la “composición de soluciones arquitectónicas a partir del conjunto de técnicas y los materiales disponibles, con miras a conseguir el resultado del confort deseado, conforme a las exigencias del usuario y a partir del clima local” (López, 2003, p. 2). Además, según señala Guerra (2013), en la actualidad se está estableciendo una fase en la especialidad de arquitectura en la que se rediseña nuevos elementos, nuevos materiales y/o soluciones, de tal manera que las edificaciones se orientan bajo el nuevo concepto denominado “ecología arquitectónica”. Es así como se logra una integración del medio ambiente en la arquitectura; sin embargo, lamentablemente, estas nuevas innovaciones, a pesar de ser simples en diseño y aplicación, no se toman en cuenta en su totalidad debido a que la arquitectura está ligada a su vez en temas comerciales y económicos que influyen en la ejecución de los proyectos.

A lo largo de los años se han desarrollado distintas metodologías, en las cuales, en primer lugar, para lograr una adecuada estabilidad ambiental, Víctor Olgyay (2002), nos ofrece una secuencia interrelacionando cuatro variables importantes que influyen en este tema, estas se presentan en la tabla 1.

Tabla 1.
Las variables metodológicas para lograr una adecuación ambiental.

Clima	Biología	Tecnología	Arquitectura
Análisis de los elementos climáticos del lugar escogido.	Realizar una evaluación de las incidencias del clima en términos fisiológicos.	Análisis de las soluciones tecnológicas adecuadas para cada problema de confort climático.	Combinación de las soluciones.
Se analizan según las características del lugar: T°, Hr, Rs, efecto de Vientos y efectos modificados de las condiciones del microclima.	Basada en las sensaciones humanas, llevadas a una gráfica bioclimática. Se obtiene un diagnóstico de la región.	Elección del lugar. Orientación. Cálculos de la sombra. La forma de las viviendas y edificios. Los movimientos del aire. El equilibrio de la temperatura interior.	La aplicación arquitectónica de las tres primeras fases debe desarrollarse y equilibrarse de acuerdo con la importancia de los diferentes elementos.

Nota: Se muestran las características aplicadas a las distintas variables para una adecuada estabilidad ambiental. Tabla extraída de Cortés, 2010, p.91.

Como se puede observar en la tabla, el clima es uno de los aspectos más importantes, es el punto de inicio de la arquitectura bioclimática. Esto se debe a que este es el encargado de brindar características importantes a una región mediante el comportamiento de sus distintas variables atmosféricas, todo ello conlleva la modificación del estilo de vida de los usuarios tanto cambiando las características físicas y psicológicas del habitante de la zona, lo que ayuda a distinguirlo por raza. Al ser el clima uno de los factores más importantes, se puede entender que de las condiciones atmosféricas propicias del lugar depende que los muros de la arquitectura puedan ser diseñados como pesados o livianos, que el tipo de inclinación del techo pueda ser horizontal o con cierto grado, que el tamaño de las ventanas sean grandes o pequeñas y la ubicación de estas, entre otros. Por lo que se logra que la edificación o vivienda sea un lugar protector y que pueda regular los parámetros ambientales del lugar a establecer. (Rodríguez, 2008).

Según Muentes, uno de los objetivos principales de la arquitectura bioclimática es:

Tener menor demanda energética en la edificación, maximizar ganancias de calor y reducir pérdidas de energía en invierno, minimizar ganancias de calor y maximizar las pérdidas de energía en verano, lograr una buena calidad de ambiente de interior, disminuir la emisión de gases contaminantes en la atmósfera y disminuir el gasto de agua e iluminación (2017, p. 28-29).

Es así como al analizar todos los términos que conlleva el bioclimatismo, se puede determinar que conocer su definición y todo lo que implica es sumamente importante. Puesto que, brindará una mejor solución en el contexto nacional actual y, por consiguiente, el análisis de su desempeño en una vivienda ecosostenible modelada como la planteada será ideal para generar futuras mejoras en el poblado de Chillaco, el cual es uno de los focos principales de la presente tesis.

2.2. Parámetros bioclimáticos

Existen ciertos parámetros bioclimáticos propiamente pertenecientes al clima, los principales a considerar serán la temperatura, humedad, precipitación, viento y radiación que emite el sol. Al hablar de estas características, también nos estamos refiriendo al microclima. Este término está más enfocado en una de las escalas propias del urbanismo, es así como los climas localizados son los que resaltan, es decir, se toma en cuenta los que ya se encuentran definidos en zonas rurales, urbanas o espacios exteriores. De esta manera, el conocimiento de todos los parámetros ambientales de varias zonas nos permitirá conocer la respuesta que estos tendrán en términos lumínicos, climáticos y acústicos. (Serra y Coch, 1995). La importancia de los microclimas radica en que, a partir de ellos, es posible la elección del lugar adecuado para la construcción, además, pueden corregirse o controlarse

mediante distintos elementos como vegetación (árboles), edificios, entre otros. (Serra, 1999, como se citó en Vidal, Rico y Vásquez, 2010).

Wladimir Köppen realizó una clasificación de los microclimas antes mencionados, según Rayter (2008), estos presentan una zonificación determinada por nueve zonas denominadas climáticas para el Perú, esta zonificación es presentada en la figura 1 y ha incluido parámetros de altura, radiación del sol, inversión térmica, entre otros, lo cual nos permitirá orientar el diseño arquitectónico según sea el caso.



Figura 1. Clasificación Climática para diseño arquitectónico. Fuente: Tomado de “Guía de Aplicación de Arquitectura Bioclimática en Locales Educativos” de Rayter, 2008, p. 12.

La clasificación presentada comprende 9 zonas, según Rayter estas son:

La zona 1 pertenece al desértico marino, la zona 2 pertenece al desértico, la zona 3 pertenece al interandino bajo, la zona 4 pertenece al mesoandino, la zona 5 pertenece al altoandino, la zona 6 pertenece al nevado, la zona 7 pertenece a la ceja de montaña, la zona 8 pertenece al subtropical húmedo y la zona 9 pertenece al tropical húmedo (2008, p.12).

De acuerdo con Hernández (2013), se deben tener en cuenta ciertos parámetros ambientales que son los fundamentales como la temperatura del aire, dentro la cual es importante conocer las temperaturas media mensual y las temperaturas mínimas y máximas media del día clásico de cada mes; la humedad relativa del aire, dentro la cual es importante conocer la humedad relativa media mensual; la radiación solar, dentro la cual se debe registrar los valores de radiación directa y radiación difusa, y realizar las correcciones que se requieran; y el viento, dentro del cual es importante conocer la dirección y su velocidad en ocho puntos determinados.

2.2.1. Temperatura

La temperatura es uno de los parámetros más indispensables en cuanto al clima. Es común pensar en la temperatura como un estado de sensación de frío o calor o lo relacionado a ello; sin embargo, la temperatura depende mucho de otros parámetros ambientales como es el viento, la radiación solar, la composición de las superficies de la Tierra, la altura sobre el nivel del mar, situación geográfica actualizada, la topografía, etc. Se dice que la temperatura es importante debido a que, al variar la temperatura, ésta influye en la evaporación, movimiento y radiación del aire. (Sagastume, 2006).

Como se mencionó, la temperatura nos indica una tendencia de calor que se acumula, su radiación térmica, entre otros. Las unidades de medición para este parámetro serán en grados centígrados o Celsius ($^{\circ}\text{C}$), grados absolutos o Kelvin (K) o en grados anglosajones o Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$). Por otra parte, se distinguen tres tipos de temperatura relacionadas al aire: temperatura seca (TS), la cual es la temperatura del aire que se registra en un termómetro normal medida en $^{\circ}\text{C}$; temperatura húmeda (TH), la cual es la temperatura del ambiente que ha sido registrada con un termómetro en la que el bulbo

se encuentra bajo ropa húmeda y expuesto al viento medido en °C. (Serra y Coch, 1995).

Ahora bien, es importante conocer las temperaturas máximas y mínimas de la región a estudiar, tanto del interior como exterior de las viviendas localizadas, de esta manera, se maneja además la importancia de los materiales, ya que, las temperaturas internas y externas variarán gracias a las propiedades que los materiales utilizados puedan tener. Asimismo, la temperatura está muy relacionada al confort térmico, que, según distintas regiones, zonas y condiciones climáticas, la temperatura puede variar considerablemente y no llegar a lo esperado para obtener el confort. (Vidal, Rico y Vásquez, 2010).

2.2.2. Humedad

La humedad es de igual de importante que la temperatura, debido a que gracias a ambos factores y con la ayuda de la carta bioclimática de Víctor Olgyay se puede establecer una zona de confort. Además, la humedad forma parte del contenido activo del aire, existen dos tipos de humedad: la humedad específica (X), la cual es la cantidad absoluta del vapor del agua que tiene el aire, medida en g/kg; y la humedad relativa (HR), la cual es el porcentaje del vapor de agua que contiene el aire en relación al máximo que puede tener su temperatura sin la necesidad de saturarse, medido en %, esta humedad relativa además modifica las pérdidas por evaporación de transpiración y la dada por respiración. (Serra y Coch, 1995).

Como se mencionó, la temperatura y la humedad están bien relacionadas, es así como las oscilaciones de la humedad serán en sentido contrario a las oscilaciones de temperatura, tal como lo observado en la figura 2. (Serra y Coch, 1995).

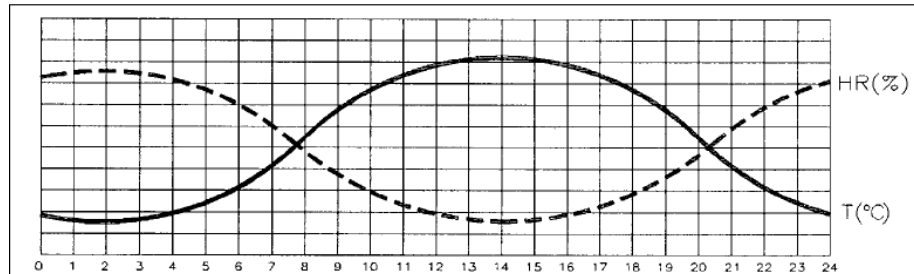


Figura 2. Oscilación de 24 días de temperatura y humedad. Fuente: Tomado de “Arquitectura y Energía Natural” de R. Serra y H. Coch, 1995, p. 181.

De igual manera, según Sagastume (2006), la humedad se divide en dos rubros, la humedad de la atmósfera que es aquella definida por la cantidad de vapor que contiene cada partícula de aire, lo cual es de similar definición a la presentada como humedad específica, pero además este vapor es debido a la evaporación de las masas de agua que se genera por la radiación solar y la evotranspiración vegetal; esta humedad no es la usada habitualmente en el diseño o las evaluaciones ambientales, y es en este punto en que se menciona al otro rubro de la humedad como la humedad relativa, esta humedad es del tipo macroclimático, pero puede modificarse según las variaciones que ocurren en el microclima. La humedad relativa entonces es la relación de masa de vapor de agua contenido en una unidad de volumen de aire y vapor de agua necesario para saturar este volumen, todo a la misma temperatura, siendo medido en porcentaje.

2.2.3. Precipitación

La precipitación es un parámetro del clima que influye tanto en la humedad relativa como en la vegetación y/o contaminación. Según el punto de vista de la arquitectura, este parámetro resulta ser importante según las zonas climáticas donde se presenta con mayor frecuencia, o según la cantidad o el estado físico ya sea sólido o líquido. (Rayter, 2008).

Según Serra y Coch (1995), la precipitación es un parámetro macroclimático con variantes del microclima. Como se mencionó anteriormente, este parámetro no logra afectar a las condiciones ambientales que han sido obtenidas de manera directa, pero sí de manera indirecta, influyendo sobre la humedad, sus características, entre otros. Este parámetro ambiental es generado debido a que las masas de vapor se condensan y se templean, por lo que pueden precipitar en distintos estados físicos tales como la lluvia (estado líquido), nieve (estado semisólido) o granizo (estado sólido), su unidad de medición es litros de agua por metro cuadrado o también es comúnmente presentado en mm, se debe tomar en cuenta que un volumen de 1 milímetro de altura en una sección cuadrada de un metro cuadrado equivale a un litro. Según la cantidad de la precipitación, ésta se puede clasificar como tempestad, lluvia o llovizna; y según el tipo, como ya se mencionó en distintos estados físicos. En la figura 3, se muestra un pequeño esquema sobre el funcionamiento de las precipitaciones.

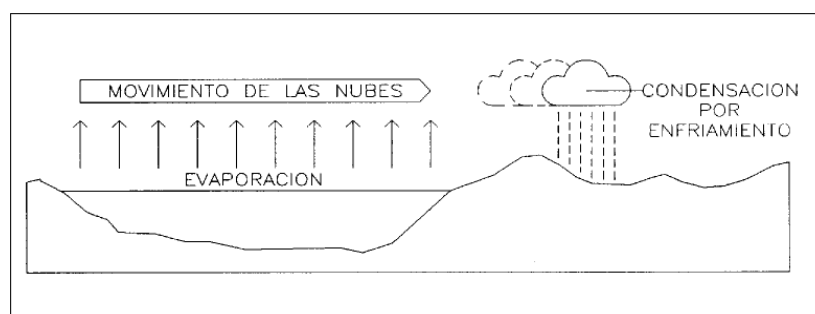


Figura 3. Esquema de flujo de las precipitaciones. Fuente: Tomado de “Arquitectura y Energía Natural” de R. Serra y H. Coch, 1995, p. 185

La precipitación también se puede entender como un fenómeno climatológico que ocurre cuando el aire al encontrarse en movimiento, puede tener ciertas elevaciones que terminan convirtiéndose en pequeñas gotas que caen en forma física como las presentadas. Un aspecto para tener en cuenta de la precipitación es que cuando estas son elevadas, puede proveer agua no potable a los pobladores para distintos tipos de usos no determinados. (Sagastume, 2006)

Del mismo modo que la temperatura, es importante conocer las precipitaciones totales y máximas diarias, las anuales y mensuales del lugar de estudio, así también como la cantidad de días de precipitación habitual.

2.2.4. Viento

“El viento es la principal fuente reguladora en los climas cálidos y húmedos, al mejorar las condiciones de temperatura en los espacios interiores de la vivienda”. (Velastegui, 2015, p.54).

De igual forma, el viento está ligado a la ventilación y este concepto respecto a la arquitectura bioclimática tiene gran importancia; para llegar a entender la importancia, en primer lugar, se debe definir el rol del aire en una vivienda, es así como el aire que se encuentra dentro de esta mientras hay una considerable cantidad de personas en su interior, disminuirá su cantidad de oxígeno y aumentará el dióxido de carbono, el cual tiene un efecto asfixiante. Esto es denominado aire confinado y si sobrepasa ciertos límites ambientales, desencadenará que gases perjudiciales se encuentren en el ambiente y por consiguiente se convertirá en un aire contaminado. Entonces, se puede definir el viento como el aire que es desplazado en un ambiente definido, originado principalmente por que la superficie terrestre se calienta en manera diferente y no lineal, que provoca ciertas diferencias de presiones y variaciones según las 4 estaciones del

año. Por esta razón, es importante la ventilación natural que es considerada dentro de la arquitectura bioclimática, dado que la calidad del aire influirá en el confort del habitante gracias a su acción directa sobre él. (López, 2018).

Se pueden clasificar dos tipos de vientos: vientos generales, debido a efectos de radiación solar y la dirección de este varía debido a la rotación de la Tierra y con ello la época del año; y los vientos locales, generados debido a las condiciones geográficas y topográficas, que se deben además por las diferencias de temperatura entre partes de la Tierra dadas por la radiación solar. (Higueras, 2006, como se citó en Vidal et al., 2010).

Según Olgyay (2002), el conducir correctamente los movimientos de aire, permitirá que en épocas calurosas como verano y primavera se puede sentir un frescor ideal, además de controlar la humedad excesiva; no obstante, durante épocas de invierno, estos deben ser evitados. Los vientos no disminuirán la temperatura corporal, lo que provocarán es una sensación de frescura, lo que conllevará encontrarse dentro del límite del confort. Las velocidades de estos influirán en el impacto que tendrá en los seres humanos, como lo observado en la tabla 2.

Tabla 2.
Impactos según las velocidades en m/min.

Velocidad (m/min)	Impacto Probable
<15	Inadvertido
15 - 30.5	Agradable
30.5 – 61	Generalmente agradable, pero se percibe su presencia constantemente
61 – 91	De poco molesto a muy molesto
>91	Requiere de medidas correctivas, si se quiere mantener un alto nivel de salud y eficiencia

Nota. Adaptado de “Arquitectura y Clima”, de V. Olgyay, 2002, Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas, Editorial Gustavo Gili, 2da Ed.

2.2.5. Efectos de Radiación

La radiación que pasa a través del espacio está compuesta por distintas radiaciones específicas cuyas longitudes de onda varían, y a pesar de que el sol irradie energía en gran cantidad de estas, hay algunas de ellas en las que lo hace aún más. Esto es posible visualizarlo en la figura 4. Cierta porción del total de radiación transcurre la atmósfera y llega a la Tierra sin variación, esto es conocido como radiación directa; en cambio, la mayor parte de radiación es regresada al espacio debido a que se ve irradiada por una desviación encontrada por el vapor de agua o los gases, llegando así solo una mínima parte a la Tierra, esto es conocido como radiación difusa. (López, 2018).

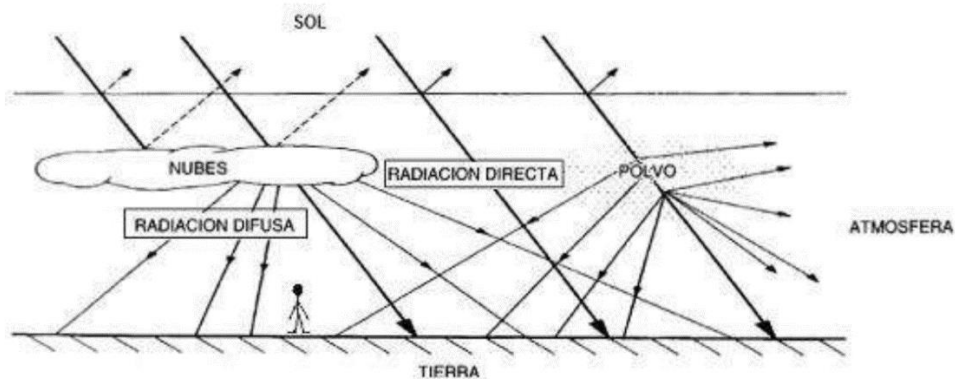


Figura 4. Tipos de radiaciones solares. Fuente: Tomado de “Estudio y Análisis de parámetros bioclimáticos. Caso práctico: Las fachadas del edificio C1 de la escuela técnica superior de ingeniería de la edificación de la UPV” de A. López, 2018, p. 16.

Según Higuera (2006), la radiación solar es un parámetro fundamental para el diseño, ya que está relacionado a dos factores básicos del confort, que son la iluminación natural y el control térmico. El conocer sobre la radiación solar, nos permite determinar la orientación y altura de las edificaciones, así como los espacios libres diseñados.

Los fenómenos meteorológicos y sus variaciones a lo largo de todos los días del año son debido a la energía emitida por el Sol o también llamada radiación solar. El estudio de esta radiación es importante debido a que logra aumentar la temperatura en las superficies de la envolvente de diseño, la cual desprende calor al interior de las

viviendas y genera vientos (movimientos de masa de aire) gracias a la diferencia de temperatura en la zona de sombras y las calentadas por el sol. La incidencia de la radiación solar se puede determinar por la dirección e inclinación de los rayos determinada en los ábacos solares en que se muestra de manera gráfica el ángulo de desviación respecto del sur y el ángulo de elevación respecto a la horizontal. (Sagastume, 2006).

2.3. Ábacos bioclimáticos

De acuerdo con Olgyay (2015), para analizar a la par los parámetros climáticos y situaciones de confort exterior que se pretende lograr se requiere la utilización de cartas bioclimáticas o climogramas. La principal carta bioclimática mostrada en la figura 5, presenta en las abscisas la humedad relativa, y en las ordenadas temperaturas secas, con ello se logra definir una zona de confort, además, considera de manera indirecta dos parámetros bioclimáticos adicionales como la radiación solar y el viento (movimiento del aire); la zona de confort definida es amplia y no tienen en cuenta otros factores de confort que podrían hacer variar este ábaco. Cabe resaltar que esta zona es definida para habitantes cuya vestimenta es ligera, sin realizar ejercicio, considerando un clima estable, y sin estar en corrientes de viento.

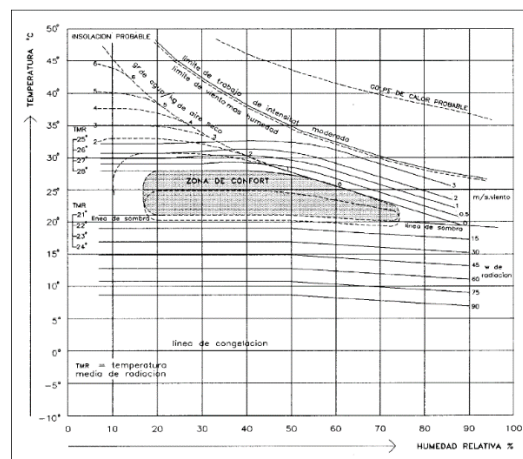


Figura 5. Carta Bioclimática de Olgyay. Fuente: Tomado de “Design with Climate” de V, Olgyay, Bioclimatic approach to architectural regionalism, Princeton University Press, p. 22.

De acuerdo a Sagastume (2006), el cual realiza un gráfico similar que es una adaptación del presentado por Víctor Olgyay tal como el mostrado en la figura 6, en este ábaco se muestran las zonas definidas del confort y qué sucede cuando se encuentran fuera de ellas.

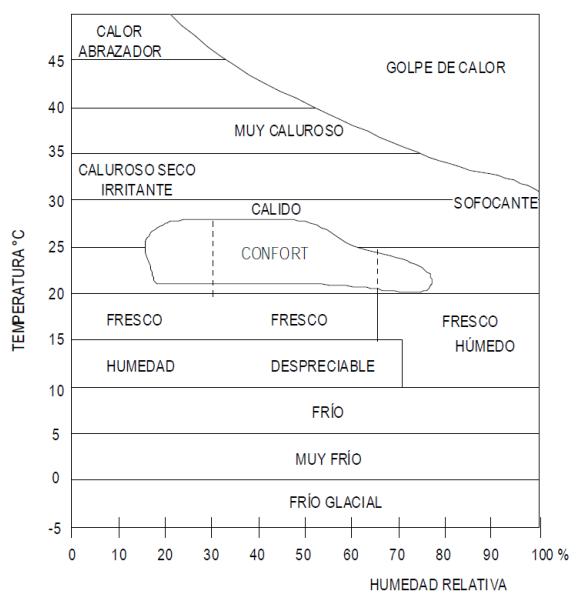


Figura 6. Adaptación de carta bioclimática de Olgyay. Fuente: Tomado de “Influencia de los factores climáticos en el diseño para la vivienda urbana ubicada en climas extremos” de W. Sagastume, 2006, p. 22.

Entonces, se puede notar que la evaluación bioclimática será el punto de inicio para cualquier diseño de arquitectura para buscar un equilibrio ambiental, es así como las condiciones climáticas indicadas en el gráfico ayudarán a los especialistas a encontrar las medidas correctoras de ser necesarias con el fin de restablecer la zona de confort. La gran mayoría de estas medidas, son viables por medios naturales, es decir, al adoptar el diseño bioclimático en la arquitectura, se busca aprovechar al máximo los medios naturales disponibles para alcanzar una vivienda más saludable y habitable. (Olgyay, 2015).

De esta carta bioclimática, se puede destacar tres casos referidos al estado de confort, la primera es la zona misma del confort, en la cual no será necesario tomar medidas correctoras siempre y cuando se encuentre dentro de los límites establecidos; el segundo es si la zona cae por encima de esta, entonces se ubicará en la zona guiada por las condiciones exteriores, es decir, será necesario corregir la temperatura o velocidad del aire; y la tercera

es si la zona cae por debajo de la de confort, en la cual se necesitará corregir la temperatura y controlar la radiación. (Rojas, 2018).

Otro ábaco por mencionar sería, el ábaco de Missenard mostrado en la figura 7, el cual relaciona dos parámetros de confort térmico expresados en temperatura del aire y radiación, este ábaco fue bien utilizado como una nueva manera de valorar el confort durante la época de invierno. (Serra y Coch, 1995).

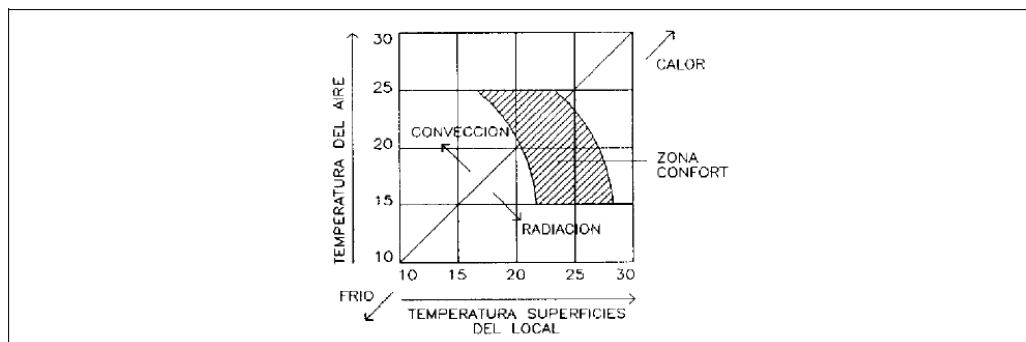


Figura 7. Ábaco de Missenard. Fuente: Tomado de “Arquitectura y Energía Natural” de R. Serra y H. Coch, 1995, p. 86.

Por último, Givoni desarrolló un ábaco que considera un rango de confort térmico, este establece cierto equilibrio entre pérdidas y ganancias del cuerpo, es así, que el ábaco psicométrico propuesto mostrado en la figura 8, desarrolla medidas de corrección con la utilización de sistemas pasivos como son la ventilación, inercia térmica y refrigeración. (Serra et al., 2005, como se citó en Quintuña, 2019).

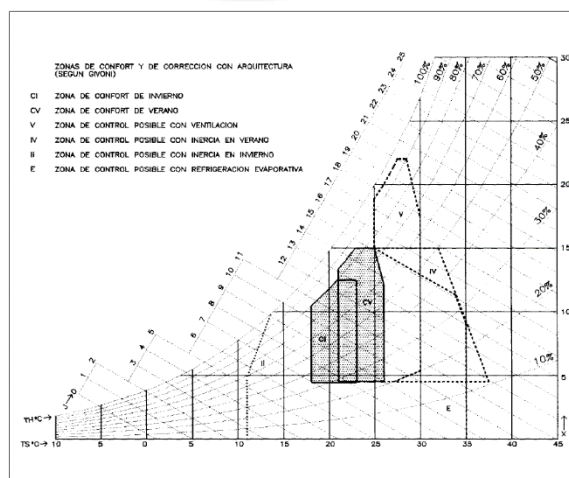


Figura 8. Ábaco de Givoni. Fuente: Tomado de “Arquitectura y Energía Natural” de R. Serra y H. Coch, 1995, p. 88.

Este ábaco muestra las propiedades físicas referidas de la presión del aire común en comparación al aire seco que se encuentra dentro del vapor, además, logra identificar otras propiedades del clima con el fin de lograr un confort gracias al conocimiento de dichos parámetros climáticos. (Rojas, 2018). Luego de una revisión de diversos estudios, la carta bioclimática de Givoni toma en cuenta que los límites superiores tanto de temperatura como de humedad relativa se pueden extender en regiones cálidas de los países conocidos como en vías de desarrollo; esta apreciación como la de una estrategia adicional considerando la ventilación nocturna, es considerada en una posterior publicación. (Givoni, 1969, como se citó en Wieser, 2011).

2.4. Diagrama de trayectoria del sol

La posición del sol en cualquier momento del día es posible conocerlo siempre y cuando se tengan dos datos denominados el azimut y altitud. Entonces, el diagrama de trayectoria del sol, el azimut estará relacionado a una escala angular de 0 a 360° alrededor de la circunferencia, tomando como medida desde el norte en sentido horario; por otro lado, la altitud de la posición del sol será determinada mediante una serie de anillos concéntricos y es medido desde el horizonte hacia arriba. (Sagastume, 2006).

Según Gonzalo y Nota (2015), una manera de entender los efectos del sol sobre las edificaciones es considerando la Tierra inmóvil y que el sol se mueve alrededor de ésta; es así como se podría obtener el diagrama de trayectoria del sol o también conocido como bóveda celeste. (Ver figura 9).

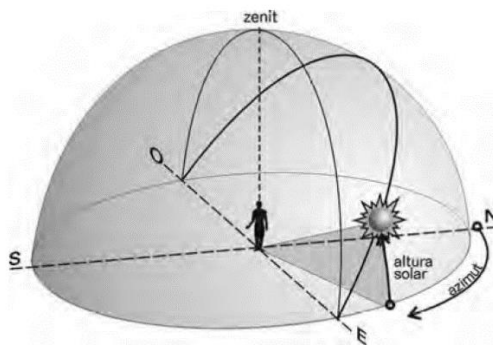


Figura 9. Representación del movimiento solar. Fuente: Tomado de “Manual de Arquitectura Bioclimática y sustentable” de G. Gonzalo y V. Nota, 2015, p. 244.

De esta figura 9, podemos interpretar que el sol sale del este, tomando una altura máxima por el meridiano para luego comenzar a disminuir su altura colocándose hacia el oeste; además, como se puede notar, la trayectoria aparente del sol es un arco de círculo que gira alrededor de un punto ubicado en el cielo que se denominará polo. (Gonzalo y Nota, 2015).

De acuerdo con Olgyay (2015), en un diagrama de trayectoria solar como el mostrado en la figura 10, las líneas curvas representan los movimientos del sol para los días convenientes; de esta manera, las líneas que irradian desde el Polo Norte nos muestran las horas, mientras las más claras nos representan intervalos de 20 minutos. Cuando se toma en cuenta el periodo de sobrecalentamiento, el diagrama nos mostrará también si es necesario el sombreado en un momento determinado, este periodo de sobrecalentamiento poseerá zonas para demostrar cuándo es necesario el sombreado en dos fechas (tono oscuro) o en una sola (tono claro) que puede ser la estación de otoño.

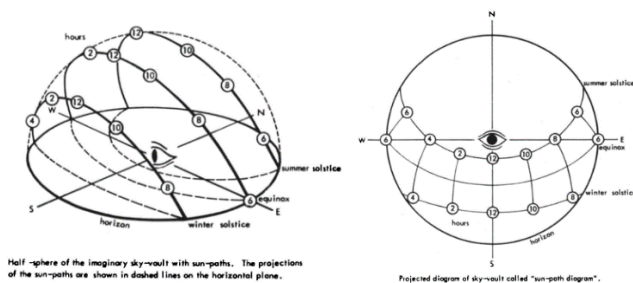


Figura 10. Media esfera de la bóveda celeste imaginaria con recorridos solares – Diagrama de trayectorias solares. Fuente: Tomado de “Design with Climate” de V. Olgyay, Bioclimatic approach to architectural regionalism, Princeton University Press, p. 22.

Los sistemas electrónicos hoy en día, resultan de gran apoyo para proyectarse, en este caso se hace mención debido a que los programas son útiles para la representación tridimensional, análisis y evaluación de parámetros bioclimáticos tales como lumínicos, térmicos u otros. Es así como mediante el uso de la simulación se puede informar sobre la incidencia solar, la proyección de sombras y datos de iluminación natural; esta simulación se basa a partir de tres variables tales como declinación del sol, latitud y hora del día a evaluar. (Rodríguez et al., 2001).

2.5. Evaluación bioclimática y ambiental de materiales de construcción

La arquitectura bioclimática necesita el conocimiento de los factores tanto físicos como geográficos del sitio donde se ubicará nuestra vivienda, de esta manera, se podrá seleccionar y emplear de preferencia materiales disponibles de la zona puesto que de la correcta selección de ellos dependerá el buen funcionamiento de éstos y la construcción. (Conforme y Castro, 2020).

Para lograr un óptimo desempeño bioclimático, será necesario la elección de materiales de construcción que brinden el confort térmico que se requiere, por lo que las propiedades térmicas de los materiales será un factor importante para el desempeño bioclimático.

La elección de los materiales que tienen la capacidad de aislar va a depender de las temperaturas externas de la vivienda según el lugar donde se encuentre. Es de esta manera que se establece que los materiales de color blanco son capaces de reflejar más del 90% de radiación solar recibida, por el contrario, los colores oscuros sólo el 25% o menos, de igual forma, los materiales que logran reflejar más la radiación de la que han absorbido y que logran sacar esta radiación absorbida, producen temperaturas inferiores al interior de la vivienda; por otra parte, los materiales orgánicos logran absorber mayor cantidad de

humedad que los inorgánicos, esto debido a que los orgánicos poseen una mayor cantidad de transmisión de calor. (Vidal et al., 2010).

Algunas propiedades que se encargan de la transmisión de calor de los materiales definidas son: la conductividad térmica cuya variable es “k” (medida en “W/m°C”), la cual mide el total de energía que puede traspasar una superficie determinada de medidas de un metro por un metro; la resistencia térmica cuya variable es “R” (medida en “m²°C/W”), denominada como la acción de resistir que tiene el calor al intentar introducirse dentro del material, si el material es homogéneo se usará la siguiente expresión: $R=e/k$, siendo “e” es el espesor del material y “k” la conductividad térmica; la difusividad térmica cuya variable es “a” (medida en “m²/s”), que es la capacidad de un material para transmitir la variación de temperatura, para hallar su valor se usa la siguiente expresión: $a = \frac{k}{\rho \cdot c}$, conocido “p” como la densidad y “C” como la capacidad calorífica del material; el tiempo de desfase de la onda térmica (Δt), el cual es el tiempo que toma la onda de calor al querer pasar una superficie; y, por último, el amortiguamiento térmico (A), el cual implica la relación entre la amplitud máxima en la superficie interior de la exterior. (Molina y Paredes, 2015).

Asimismo, el desempeño ambiental de los materiales de una vivienda viene dada por las huellas ambientales de cada uno. Los impactos que se generan en la producción de los materiales son muy significativos al momento de medir sus huellas ambientales, es así, que desde un material genérico se pueden producir otros más elaborados, pero que a su vez generan mayor impacto ambiental.

Según García et al. (2016), para analizar la sostenibilidad ambiental de tal manera que permita la medición del impacto que genera la construcción como material ecológico y sismorresistente de una vivienda tradicional, es indispensable desarrollar una tabla de variables. La contabilización de los impactos ambientales que se asocian al uso de energía

para la fabricación de los materiales representa un indicador global. Los métodos de cuantificación de los impactos ambientales usan un listado de materiales genéricos mayormente empleados en la construcción, estos se pueden observar en la tabla 3.

Tabla 3.
Materiales genéricos usados en la construcción.

Material genérico	Listado de total de materiales	
		Varilla Alambrito Alambrón
Acero	Acero galvanizado Acero laminado	Armex (elemento presoldado) Clavo Malla lac (elemento presoldado) Malla de gallinero
Agua	Agua	Agua
Árido	Árido Piedra Natural	Arena de río Tierra natural de la región Grava de río Piedra natural de la región
Asfaltos	Fieltro asfáltico	Fieltro asfáltico (impermeabilizante)
Cal	Cal	Calhidra
Cemento	Cemento	Cemento gris Portland
Cerámica	Cerámica	Ladrillo rojo común Teja de barro industrializada
Diesel	Diesel	Diesel
Fibras naturales	Fibra vegetal	Caña maíz
Pinturas	Pinturas vinílicas	Pintura vinílica
Madera	Madera	Madera de pino de 2°
Resinas	Resinas acrílicas	Resinas acrílicas elastoméricas (impermeabilizante)

Nota: De "Indicadores de evaluación de sostenibilidad ambiental a partir del uso de la guadua en viviendas de Colombia" de V. García et al., 2016, p. 76.

2.6. Confort bioclimático de la vivienda

El término confort tal cual se explicó en la sección de Justificación, se refiere a un estado de percepción ambiental momentáneo, el cual está determinado por el estado de salud del individuo, pero además por otros factores los cuales se dividen en factores endógenos, referidos a raza, sexo, edad, características físicas o biológicas, experiencia, salud física mental, entre otros, y exógenos referidos al tipo y color de vestimenta, grado de arropamiento y factores ambientales. (EADIC, 2012).

Algunos factores que pueden alterar el confort son las propias condiciones del lugar donde se modifica las sensaciones del usuario, estos factores son los bien conocidos parámetros ambientales, los cuales gran parte de ellos ya han sido mencionados en el acápite 2.2, y los parámetros arquitectónicos, los cuales son la adaptabilidad del espacio y el contacto visual y auditivo. (López, 2018). Es así, como actualmente en la mayoría de estructuras arquitectónicas es necesario integrar el denominado confort ambiental que implica la satisfacción y comodidad cuando se encuentre en un ambiente, y también debe cumplir con las necesidades exteriores como es el medio ambiente donde se encuentre la edificación. El confort ambiental se puede dividir en cinco tipos los cuales son: el confort térmico, lumínico, acústico, olfativo y psicológico. (Rojas, 2018).

2.6.1. Confort térmico

“La sensación de confort térmico está relacionada con un estado de satisfacción o comodidad (el sentirse bien) del ser humano frente a unas condiciones determinadas del ambiente higrotérmico que nos rodea”. (Wieser, 2011, se citó en Molina y Paredes, 2015). En este sentido, el confort térmico tiene un rol muy significativo cuando se habla de bioclimatismo, esto es dado que hace referencia a ciertas condiciones de bienestar del usuario vinculado a parámetros climáticos de un lugar específico. (EADIC, 2012).

Para obtener el confort óptimo, el habitante necesita liberar el calor que posee excedente hacia el exterior, es así como se debe obtener un equilibrio térmico en cuanto al calor que posee el cuerpo (Ver figura 11). (López, 2018).

El confort térmico puede ser logrado por dos tipos de adaptaciones tales como la involuntaria que es netamente fisiológica o la física que es la que vendría a ser controlada por factores externos, es decir se usa la voluntad de la persona para tomar alguna acción tal como movilizarse hacia el sol o usar mayor cantidad de prendas. (Tumini & Pérez, 2015, como se citó en Carpio, 2022)

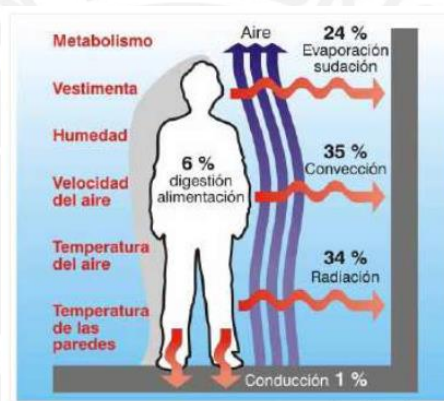


Figura 11. Sistema de disipación de calor desprende el cuerpo humano. Fuente: Tomado de “Estudios y análisis de parámetros bioclimáticos. Caso práctico: Las fachadas del edificio C1 de la escuela técnica superior de ingeniería de la edificación de la UPV” de A, López, p. 54.

Las diversas condiciones que se presentan logran que el rango de temperatura para obtener un confort térmico en la persona sea entre 21°C – 26°C, aunque este rango no siempre será correcto según las regiones en el que los habitantes se encuentren puest influyen otros parámetros. (Huamani, Taipe y Ugarte, 2021, p. 35) El confort térmico puede ser influenciado por ciertas variables ambientales, estas son la temperatura, la humedad y la velocidad del viento; además, el confort térmico es influenciado por otras variables personales tales como la actividad física del usuario y la resistencia y permeabilidad de la ropa. (Wieser, 2011).

2.6.2. Confort lumínico

El confort lumínico está referido como la percepción de la luz que ocurre a través del sentido de la vista, éste está referido a los distintos aspectos físicos, psicológicos y fisiológicos que están relacionados con la luz. El ojo del ser humano ha sido creado para poder distinguir una gran variación lumínica, la pupila logra ajustarse de manera automática a los cambios de luz. (EADIC, 2012).

Si se quiere realizar un diseño correcto de iluminación natural, se debe distinguir las características de la luz solar difusa en comparación de la directa, es así que la difusa es distribuida de manera uniforme, por el contrario, la directa provoca deslumbramiento y por ende incomodidad dado el contraste que hay con los distintos elementos; por consiguiente, al momento de diseñar se debe tomar en consideración cómo será orientado el edificio, la ubicación, tamaño de ventanas y vanos. (D' Alencon, 2008, como se citó en Rojas, 2018).

La importancia del confort lumínico radica en los efectos que puede tener en la capacidad de visualización de distintas superficies, objetos o personas que se encuentren dentro del ambiente a estudiar, esta capacidad dependerá de 5 factores importantes tales como la acomodación, la fatiga visual, la agudeza visual, el contraste y el tiempo de percepción. (EADIC, 2012).

2.6.3. Confort acústico

El confort acústico se centra en las sensaciones auditivas, en el cual se debe tener niveles sonoros apropiados como una calidad sonora adecuada, dentro del cual se encuentran el timbre, reverberación, enmascaramiento, entre otros. En este caso dependerá de los parámetros ambientales relacionados con el ruido como el nivel sonoro, la intensidad sonora (dB), la calidad del sonido, la frecuencia (Hz); de la misma manera, dependerá de parámetros arquitectónicos tales como el tiempo de permanencia,

la salud, la edad y el sexo, la educación y ciertas expectativas personales. (EADIC, 2012).

El grado de importancia del confort acústico también será elevado dado que cuando el sonido es muy intenso o desordenado, se convierte en ruido lo que es un factor contaminante, por lo que es importante controlar los niveles sonoros correctos como la calidad sonora correcta. En la figura 12 se puede observar los distintos efectos que tiene el ruido para la salud del ser humano. (López, 2018).



Figura 12. Efectos del ruido sobre la salud humana. Fuente: Tomado de “Estudios y análisis de parámetros bioclimáticos. Caso práctico: Las fachadas del edificio C1 de la escuela técnica superior de ingeniería de la edificación de la UPV” de A, López, p. 56.

Los efectos que podrían ocurrir por consecuencia del ruido podrían ser graves como la pérdida de audición, el estrés, problemas de sueño, interferencia en la comunicación, problemas psicológicos o tener efectos en el rendimiento.

2.6.4. Confort olfativo

Este tipo de confort no es tan importante como los antes mencionados, sin embargo, en lugares donde la contaminación predomina, sí es necesario tomarlo en cuenta. Según EADIC (2012), el confort olfativo viene dado por la percepción del sentido del olfato, teniendo dos vertientes a analizar: la primera centrada en utilizar olores atractivos para el ser humano para de esa manera obtener una sensación de bienestar, y la segunda por el contrario se centra en manejar los olores desagradables.

Capítulo III: Metodología

3.1. Condiciones climáticas de la zona de estudio

3.1.1. Comportamiento climático en el mediano plazo 5 años

La información correspondiente al clima para el mediano plazo de 5 años, que incluye los parámetros climáticos tales como temperatura (°C), precipitación (mm/mes), humedad (%), velocidad de viento (m/s) y su dirección (°), horas de sol (h), entre otros, se recolectará gracias a la estación automática meteorológica más cercana de SENAMHI ubicada en Santiago de Tuna, Huarochirí, Lima. Se debe tener en consideración que esta estación se encuentra medianamente alejada del poblado de Chillaco ubicado en Antioquía, Huarochirí, Lima.

Una vez se tiene los datos recolectados del SENAMHI, se pasará a realizar un promedio de los 5 años y tener para cada parámetro su información por mes y por ende anual.

Luego, se pasará a realizar un análisis de su distribución, se producirá un umbrograma, el cual relaciona los parámetros de temperatura y humedad a lo largo de los meses del año, asimismo, se realizará un climatograma, el cual relacionará la precipitación (mm/mes) y temperatura (°C); todos estos gráficos se podrán realizar mediante el uso asistido del software Excel según los datos obtenidos anteriormente, resaltando los parámetros más importantes.

Por último, se analizará el comportamiento de cada parámetro climático obtenido, analizando su distribución con el fin de distinguir si estas son normales o anormales y poder definir cuan estocástico se presenta este proceso; este análisis se logrará realizar gracias al complemento del software Excel llamado “Real Statistics” (Ver figura 13), el cual es una extensión que posee gran cantidad de data estadística ya sea regresiones,

descriptivo, análisis de varianzas, series de tiempo, análisis multivariado, correlaciones y una herramienta de miscelánea.

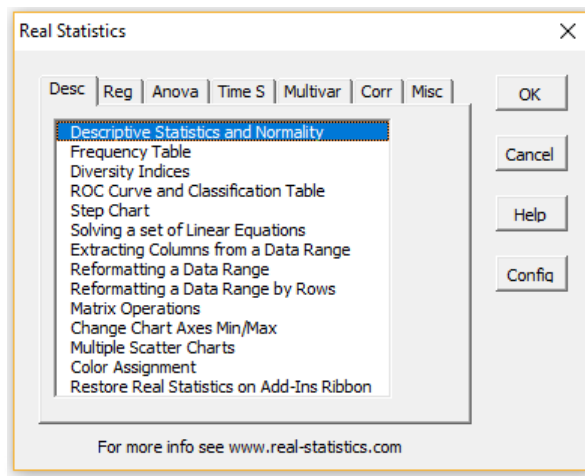


Figura 13. Cuadro de diálogo de herramientas del Real Statistics. Fuente: Tomado de <https://www.real-statistics.com/real-statistics-environment/accessing-supplemental-data-analysis-tools/>. Copyright 2021 por la Compañía Real Statistics Using Excel.

3.1.2. Estimación de bóveda celeste

Se estimará la bóveda celeste, es decir, el diagrama de trayectoria del sol haciendo uso del software ECOTECT 2011, el cual es una herramienta que ayuda a comprender algunos de los parámetros climáticos que están presentes en la edificación según su ubicación, además, tiene como parte de sus herramientas la simulación de la trayectoria del sol según la latitud y longitud a estudiar, en este caso, el poblado de Chillaco. (Ver figura 14).

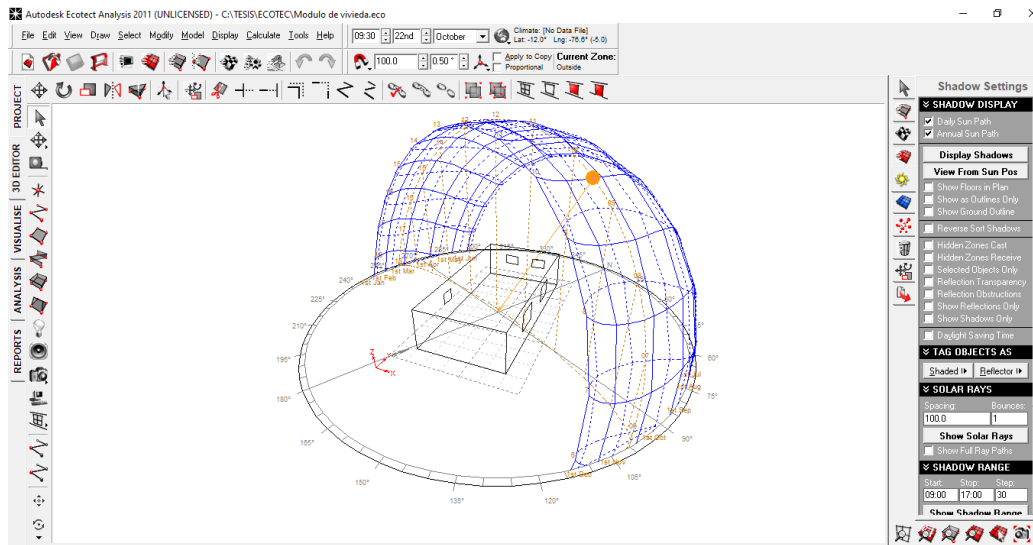


Figura 14. Bóveda celeste en Chillaco gracias al software Ecotect. Fuente: Propia.

Se hará una simulación de la vivienda ecosostenible según su ubicación geográfica, en la cual gracias al software Ecotect, se tendrán como resultado la posición del sol a diferentes estaciones del año en horas y mes determinados según se requiera, siguiendo los ángulos de azimut solar, el cual es el ángulo que se mide desde planta o también denominado vista superior, y altura solar, que es el ángulo que se mide desde la elevación. Este resultado nos permitirá realizar un análisis de la incidencia del sol sobre la vivienda ecosostenible, para de esta manera poder tener un diseño arquitectónico adecuado tomando en cuenta las condiciones climáticas que se deben integrar según el bioclimatismo.

3.2. Metodología del diseño bioclimático de la vivienda ecosostenible modelada

3.2.1. Diseño arquitectónico y distribución de ambientes

En primer lugar, se realizarán encuestas a los pobladores de Chillaco con el fin de conocer la cantidad promedio de habitantes por vivienda, los materiales comúnmente usados para la construcción de sus hogares, la cantidad de cuartos, los servicios básicos que poseen así como el tipo de acceso de agua y luz que tienen, sus principales actividades económicas, el almacenamiento de agua con el que cuentan, la afectación

ante los desastres naturales y por último, mapa hecho por el poblador de su casa indicando dónde es el lugar en el que se encuentra la mayor parte del día y la razón, además, esta hoja de actividad de la encuesta será presentada con un ejemplo para que el habitante pueda presentar mejor su esquema. Este último punto de la encuesta nos permitirá descubrir ciertas características importantes a tener en cuenta al momento de definir la distribución de ambiente, dado que nos muestra una visión amplia de lo que se presenta actualmente en el lugar de estudio, así como la relevancia que se le da a ciertos espacios según el detalle y escala de estos.

Con los resultados obtenidos, se pasará a realizar diversas propuestas que se ajusten a la calidad de vida de los pobladores de Chillaco, así como también pueda cumplir con los estándares básicos dada las Normas A.010 y A.020 de Arquitectura del Reglamento Nacional de Edificaciones, sin dejar de lado los resultados del acápite de condiciones climáticas de la zona de estudio¹.

3.2.2. Selección y evaluación ambiental de materiales

Los resultados de las encuestas serán útiles para corroborar que tipo de materiales es comúnmente usada en la zona; sin embargo, se buscará evaluar los materiales que en mayor cantidad se encuentren disponibles en Chillaco con el fin de seleccionarse para la construcción de la vivienda ecosostenible modelada y que este responda de una manera adecuada en el ámbito ambiental.

La evaluación ambiental de los materiales será dada por el ACV (Análisis de Ciclo de Vida), el cual es conocido por ser una herramienta que permita evaluar las distintas etapas de un proceso o producto, conociendo sus impactos ambientales durante todo su ciclo de vida, con el fin de lograr un balance ambiental. Esto se obtiene gracias a la

¹ Los datos obtenidos provienen de mi participación en el marco del curso interdisciplinario del 31 de agosto hasta el 28 de diciembre del 2021, organizado por la facultad de Diseño y Arte

recopilación de un inventario de entradas y salidas, la evaluación de los potenciales impactos ambientales asociados a estos y una adecuada interpretación de resultados de las fases mencionadas. (Escuela de Organización Industrial, 2016).

Para el análisis de ciclo de vida de los materiales, se tomará en cuenta las etapas de adquisición de materia prima, proceso de fabricación, transporte/distribución, uso/consumo, fin de vida útil. Ver figura 17. Para cada una de estas etapas se definió parámetros de entrada y salida correspondientes para lograr una mejor evaluación guiándonos de la metodología del ACV.

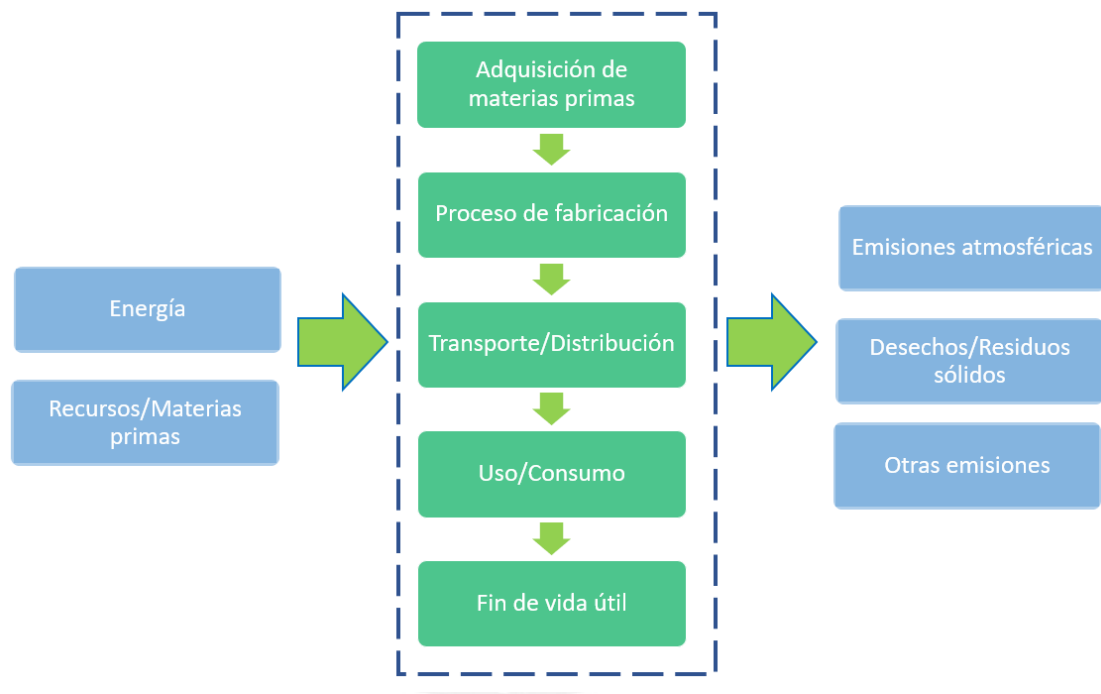


Figura 15. Etapas de ciclo de vida para los materiales. Fuente: Elaboración propia.

Después de haber definido el alcance del análisis de ciclo de vida mediante las etapas, se pasará a medir de manera cuantitativa todas las entradas y salidas presentadas durante toda su vida útil.

Una vez definida las etapas de ciclo de vida y la realización del inventario, se pasará a la fase de EICV (Evaluación de Impacto de Ciclo de Vida); para ello se deberá seleccionar algunas de las distintas categorías de impacto que existen en la ACV, se

deberá realizar la asignación de los datos de las entradas y salidas, así como los indicadores obtenidos para cada categoría y el modelo de caracterización que están dadas en el ACV. Según La Escuela de Organización Industrial (2016), esta metodología logra identificar tres secciones de categorías de impacto: Categoría A – categorías de impacto básica, Categoría B – categorías de impacto específicas y Categoría C – otras categorías de impacto.

Luego de seleccionar la categoría de impacto, se debe relacionar los indicadores de categoría los cuales son la representación cuantitativa de la categoría de impacto, y por último se debe identificar el modelo de caracterización, el cual traducirá los flujos del inventario en impactos ambientales, en este caso se considerarán las huellas de carbono.

3.2.3. Análisis del proceso constructivo

El proceso constructivo por realizar deberá ser uno que los pobladores de Chillaco puedan replicar en sus hogares, es decir, deberá ser sencillo de aprender y con un bajo costo económico. De esta manera, con los materiales ya definidos por cada zona de la vivienda, se procederá a analizar los distintos procesos constructivos viables con el fin de encontrar el que tome menor tiempo, facilidad y que se pueda crear un manual de construcción de este.

Para el análisis del proceso constructivo, también se tomará en cuenta al ACV (Análisis de Ciclo de Vida), en este caso, del tipo de procesos, de esta manera, primero se obtendrán los límites del sistema considerando todas las etapas desde el inicio hasta el final del proceso de construcción, en este caso estará dividido en Preuso, en la cual incurre la etapa de recolección de materiales hasta su llegada a obra, también la construcción, que incurre todos los procesos desde el movimiento de tierra hasta los acabados e instalaciones, el Uso, que es la etapa de la utilización y mantenimiento de

la vivienda, y el fin de vida de la vivienda, que incurre en la etapa en la que se acaba la vivienda y se demuele. Lo mencionado anteriormente se muestra en la figura 16.

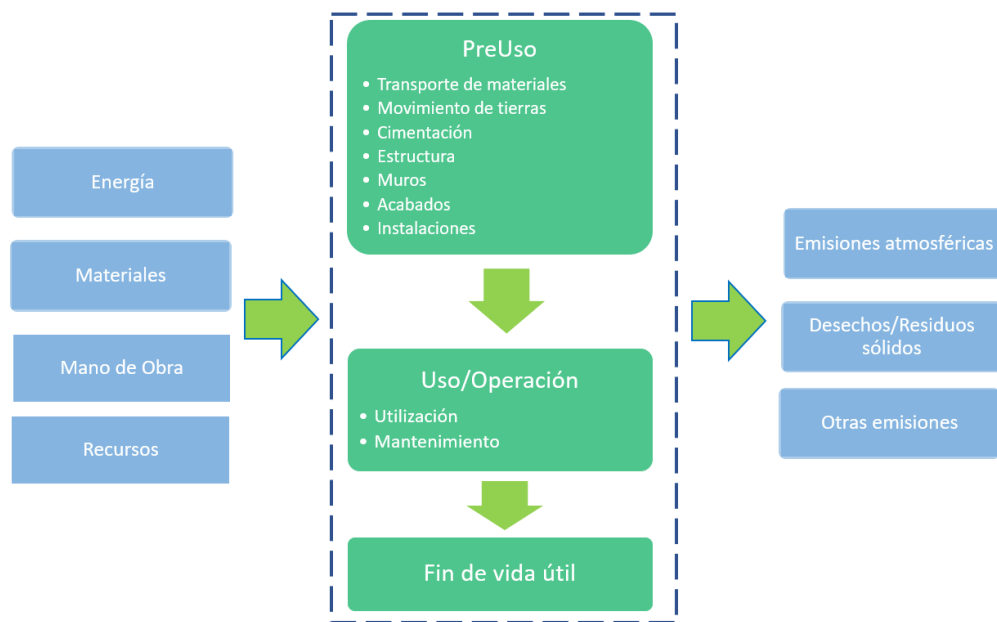


Figura 16. Etapas del Ciclo de Vida del proceso constructivo de una vivienda. Fuente: Elaboración propia.

Luego de definir las etapas del ciclo de vida, el procedimiento será similar al utilizado en el acápite anterior, obteniendo el inventario de ciclo de vida (ICV), en que se establece un valor cuantitativo referido a una unidad funcional determinada; luego realizando la evaluación de impactos ambientales (EICV), el cual logra valorar los resultados obtenidos del inventario seleccionando las distintas categorías de impacto ambiental, sus respectivos indicadores de categoría y modelo de caracterización.

3.3. Medición de variables bioclimáticas de una vivienda convencional

La medición de las variables bioclimáticas de temperatura, humedad y velocidad del viento se realizará para una vivienda convencional del poblado de Chillaco tanto en su interior como en el exterior. Se procederá a tomar 24 mediciones en total para cada día, a las 8:00 a.m., 10:00 a.m. y 12:00 p.m., para las temporadas de primavera y verano y de manera quincenal.

Los valores que se obtendrán para las temporadas de otoño e invierno, así como para el horario de madrugada, se harán en base a una estimación según la proporción que maneja el SENAMHI. Es así como, la medición de las 10:00 a.m. se realizará únicamente para corroborar que los datos estén relacionados en proporción con los otorgados por SENAMHI.

El parámetro de temperatura y humedad será evaluado utilizando un mismo sensor denominado termohigrómetro (Ver figura 17), el cual mide tanto la temperatura según la posición en que uno se encuentre como la humedad.



Figura 17. Termohigrómetro. Fuente: Tomado de <https://www.linio.com.pe/p/medidor-humedad-y-temperatura-reloj-lcd-habitacio-n-htc-1-n122bp> . Copyright 2021 por la compañía Linio.

De la misma manera, la velocidad de viento será medida haciendo uso del anemómetro (Ver figura 18), el cual gracias a su configuración permite medir el desplazamiento del aire en un instante determinado, este indica la componente horizontal y la unidad de medición es por lo general metros por segundo (m/s).



Figura 18. Anemómetro digital LCD profesional. Fuente: Tomado de <https://www.linio.com.pe/p/anemo-metro-digital-lcd-profesional-medidor-de-velocidad-del-viento-vel/>. Copyright 2021 por la compañía Linio.

3.4. Simulación de variables bioclimáticas de la vivienda ecosostenible modelada

3.4.1. Técnicas de estimación de variables bioclimáticas outside

Las variables bioclimáticas por medir en la zona externa de la vivienda ecosostenible modelada serán las medidas con los sensores mencionados en un acápite anterior, es decir, la temperatura, la humedad y la velocidad del viento.

Los valores obtenidos en la parte externa de una vivienda convencional serán similares a los que se encuentran en la zona donde estará ubicada la vivienda modelada, por lo que se pasará a tomar esos mismos valores de la misma manera calculada en dicho acápite.

3.4.2. Técnicas de estimación de variables bioclimáticas inside

Las variables bioclimáticas por estimar dentro de la vivienda serán: la temperatura, la humedad y circulación del aire (viento). Estas variables sólo serán una estimación dado que la vivienda a estudiar es una modelada que aún no ha sido construida; de esta manera, se realizará una simulación de datos en base a los parámetros medidos de manera externa y a la literatura, tal como la presentada por Guevara en su estudio denominado “Evaluación térmica de un elemento arquitectónico ancestral: Los Putucos, Puno, Perú” y como la presentada por Mestanza en su tesis denominada “Diseño y evaluación ambiental de un prototipo de vivienda bioclimática y de sus parámetros de confort térmico, lumínico y de ventilación en la ciudad de Lima”.

Según Guevara (2015), en su estudio indica que tanto los muros como el techo serán del mismo material de champa cuya transmitancia térmica es de $2.16 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ con un retardo térmico de 7.8 h. Al ser la transmitancia térmica muy similar a la calculada para la vivienda ecosostenible modelada en Chillaco, se estimará las temperaturas internas en base a la diferencia de temperaturas que se dio como resultado en su estudio, ello

debido a que las propiedades térmicas de un material tienen una gran relevancia con respecto al comportamiento térmico que se obtendrá en la vivienda, es así como la transmitancia térmica mide la masa de calor que fluye a lo largo de las superficies como son los muros o techos. Al tener una limitada referencia bibliográfica que tenga similar propiedad térmica que la modelada y con resultados detallados, se procede a estimar en base al estudio de ésta. De esta manera, se tomarán en cuenta 5 diferencias de temperatura importantes: para la época de invierno, en el horario de la madrugada se tomará una diferencia de temperatura de 7 °C, siendo la temperatura interna superior a la externa, durante el día, a las 9:00 a.m. la temperatura tanto externa como interna tendrán el mismo valor este caso se mantendrá en todas las estaciones, y al mediodía, la temperatura externa será superior a la interna por 3°C; y para la época de verano, en el horario de madrugada la diferencia de temperatura será de 5°C, siendo la temperatura interna superior a la externa, mientras durante el día, será la misma diferencia de temperatura que en la época de invierno y para el mediodía, la temperatura externa será superior a la interna por 5°C. Para las temporadas de otoño se tomarán las diferencias de invierno y para la temporada de primavera, se tomarán las diferencias de verano. Lo mencionado anteriormente se detalla en la tabla 4.

Tabla 4.

Diferencias de temperatura estimadas para el interior y exterior de la vivienda para época de invierno y verano.

Hora	Temperaturas	Otoño/Invierno	Primavera/Verano
		Diferencia de T°	Diferencia de T°
02:00	T. Interna > T. Externa	7°C	5°C
08:00	T. Interna = T. Externa	0°C	0°C
12:00	T. Interna < T. Externa	3°C	8°C

Nota: Basado en “Evaluación térmica de un elemento arquitectónico ancestral: Los Putucos, Puno, Perú” de M. Guevara, 2015, p.8.

Asimismo, al no conocer la temperatura en el horario de madrugada medida de manera externa, se procederá a estimar según las diferencias de temperatura calculadas por los datos brindados en el SENAMHI, siendo la diferencia de temperatura para época de Primavera/Verano 10°C menor al calculado en el mediodía, y en otoño/invierno 8°C.

Por último, los datos recolectados de manera externa presencial en Chillaco corresponden únicamente a las temporadas de Primavera y Verano, por lo que para las temporadas en las que no se pudo realizar una medición exacta, se estimará según las proporciones por SENAMHI, es así que los valores serán menores únicamente por 1.5°C para la temporada de otoño y 1°C para la temporada de invierno, y para humedad y viento se aumentará en valor de uno para ambos casos.

3.5. Base de datos y tratamiento estadístico de la data

3.5.1. Variables climáticas (temperatura, humedad, precipitación y viento)

{Valores máximos, mínimos y medios}

La data recolectada respecto a los parámetros bioclimáticos se manejará de manera que se obtengan valores mínimos, máximos y promedios para cada caso. SENAMHI recolecta información por cada hora de cada día del año, para lograr obtener valores máximos, mínimos y medios, primero se tiene que manejar los datos; es así que, en primer lugar se obtendrá las temperaturas promedio por mes de cada uno de los 5 años recolectados y de esta manera, se determinará una temperatura mínima para cada mes de la data histórica de 5 años y se establecerán los meses en que esto ocurre y se sacará un promedio de este valor; de la misma manera se establecerá para la temperatura máxima, y con estos dos valores según su promedio se establecerá una temperatura media. La misma metodología aplicará para la humedad relativa según cómo varíe a lo largo del año, para la precipitación y tanto la velocidad como dirección del viento, se

hallarán también los valores máximos, mínimos y promedios para cada caso. Este procedimiento se realizará tanto con la data recolectada del SENAMHI como con la data recolectada en campo en la zona de Chillaco.

3.5.2. Elaboración y estimación de los indicadores bioclimáticos mediante ábacos

Según los ábacos elegidos y mencionados en el acápite 3.2.1, se utilizarán los indicadores bioclimáticos para el ábaco de Olgyay, en el régimen térmico, la temperatura y humedad, para estimar el grado de confort se considerará las medias de las temperaturas máximas ($T_{m\acute{a}x}$) y mínimas ($T_{m\acute{i}n}$) diarias así como la humedad relativa máxima diaria ($H_{m\acute{a}x}$) y mínima ($H_{m\acute{i}n}$); la relación que tienen ambas variables es que son opuestas, es decir mientras la temperatura sea máxima la humedad relativa tenderá a disminuir. Entonces, en el diagrama se definirá una línea climática uniendo los puntos mencionados, y con ello se podrán destacar tres puntos: el mínimo, obtenido de la temperatura mínima, el máximo, obtenido de la temperatura máxima y uno medio que será el promedio de ambos puntos mencionados anteriormente. Por consiguiente, se podrá observar en qué momentos del día es que se logra estar dentro de la zona de confort y en cuáles no.

3.6. Índices de ganancia y pérdida de calor según los materiales

Asimismo, los resultados de los parámetros ambientales obtenidos para el interior y exterior de la vivienda permitirán realizar una comparación con el fin de obtener un confort adecuado. Por lo tanto, se deberá evaluar las variables tanto de conductividad como de transmisión térmica de aquellos materiales utilizados, así como las pérdidas de carga dadas ya sea por transmisión o infiltración, y por último las ganancias de calor dadas por aportes directos o indirectos.

Primero se recolectará la información de los coeficientes de conductividad térmica, con ello se hallará la resistencia térmica superficial ($R = \frac{e}{\lambda}$), y por consiguiente el coeficiente de transmisión térmica de todos los ambientes mediante la siguiente expresión:

$$K = \frac{1}{R_{total}} \quad (1)$$

Siendo las variables:

K: Coeficiente de transmisión térmica en kcal/m²·h·°C

e: Espesor del material utilizado en m

λ: Coeficiente de conductividad térmica en W/m·K

R: Resistencia térmica superficial en m²·K/W

Luego, se procederá a calcular la variación de temperatura (ΔT) exterior e interior de la vivienda con los datos hallados y además las áreas y volúmenes de todos los ambientes de la vivienda. Con estas nuevas variables se pasará a calcular las pérdidas de carga de la siguiente manera:

- Pérdidas de carga por transmisión (PT): Serán halladas en los momentos de inicio de todas las estaciones. Este tipo de pérdida hace referencia a la pérdida de calor mientras todo está cerrado. Se utiliza la siguiente expresión:

$$Pt = m^2 \cdot K \cdot \Delta T \quad (2)$$

Siendo las variables:

Pt: Pérdida de transmisión en kcal/h

m²: Área de cada ambiente en m²

ΔT: Diferencia entre temperaturas interior y exterior

K: Coeficiente de transmisión térmica

- Pérdidas de carga por infiltración (Pi): Serán halladas al igual que las pérdidas por transmisión para los inicios de todas las estaciones. Además, se refieren a las pérdidas de calor que ocurren cuando hay infiltraciones por distintos huecos o desniveles entre elementos de la vivienda.

$$P_i = V \cdot \frac{c}{h} \cdot U \cdot \Delta T \quad (3)$$

Donde:

Pi: Pérdida de infiltración en kcal/h

V: Volumen de cada ambiente en m³

ΔT: Diferencia entre temperaturas interior y exterior

c/h: cambios por hora, en este caso se utilizará valores entre 0.5 – 0.75 por ser vivienda bioclimática

U: una constante de valor 0.29

Luego de tener las pérdidas de carga por transmisión e infiltración, se sumarán los resultados de ambas para obtener el total de pérdidas para cada estación.

Posteriormente se calculará las ganancias de calores divididas en dos grupos como aportes directos e indirectos:

- Aportes directos: estos son dados por la exposición directa al sol, es decir, a la radiación solar, y se calculará según la cantidad de ventanas por donde se muestre que ingresa el sol y su porcentaje de transmisividad respectiva. Es así como se utilizará la siguiente expresión:

$$G = A \cdot R \cdot S \cdot \%Transmisividad \quad (4)$$

Donde:

G: Ganancia de calor en kcal/m²·hora

A: Área de ventanas en m²

R.S: Radiación Solar

- Aportes indirectos: en este caso será dado por los aportes independientes de los distintos artefactos eléctricos que se tengan en la vivienda. Se seguirá la siguiente expresión:

$$G_6 = (0.86 \text{ Kcal/h}) \cdot E \cdot C \quad (5)$$

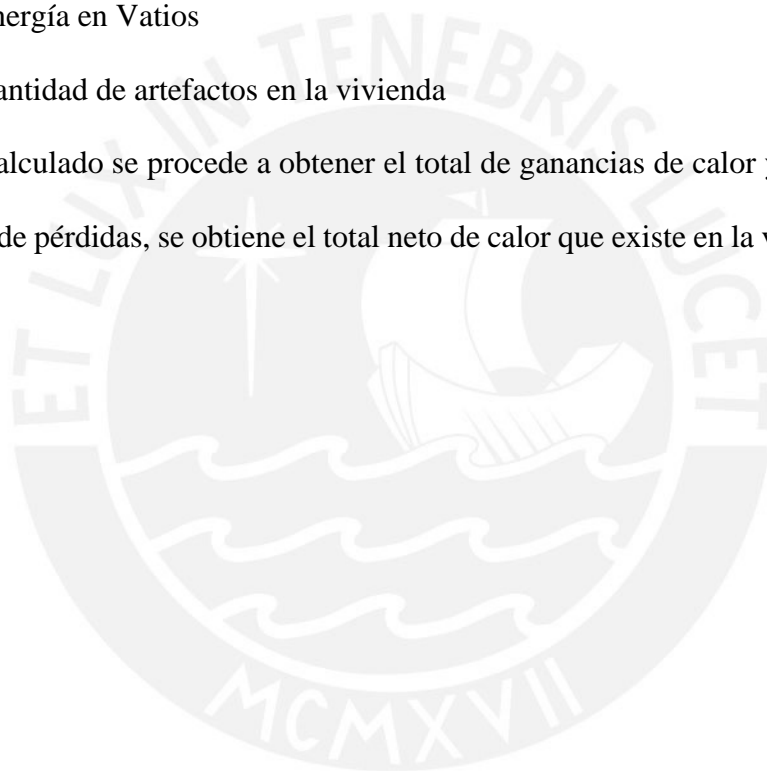
Donde:

G₆: Ganancia de calor por aporte independiente

E: Energía en Vatios

C: Cantidad de artefactos en la vivienda

Con lo calculado se procede a obtener el total de ganancias de calor y con el resultado del total de pérdidas, se obtiene el total neto de calor que existe en la vivienda por hora.



Capítulo IV: RESULTADOS

4.1. Resultados en base a la metodología propuesta

4.1.1. Comportamiento climático en el mediano plazo 5 años

Según la información recolectada por la estación automática meteorológica ubicada en Santiago de Tuna, Huarochirí, Lima del SENAMHI, se tienen los parámetros de Temperatura (°C), Precipitación (mm/hora), Humedad (%), Dirección (°) y Velocidad del viento (m/s) para cada hora de cada día a lo largo de estos 5 años, es decir, desde setiembre del 2015 a agosto del año 2021.

Se trabajó con dicha información teniendo como resultado:

- Los valores de los parámetros a nivel anual:

Tabla 5.
Datos extraídos del SENAMHI.

Mes	Temperatura (°C)	Precipitación (mm/mes)	Humedad (%)	Dirección del viento (°)	Velocidad del Viento (m/s)
Enero	12.39	71.84	78.99	139.20	0.55
Febrero	12.32	60.84	84.53	136.28	0.54
Marzo	11.87	61.46	88.76	126.16	0.50
Abril	12.14	16.62	80.69	113.07	0.77
Mayo	12.46	1.44	63.37	105.49	1.01
Junio	12.67	1.04	43.99	97.71	1.06
Julio	12.62	0.00	40.41	104.10	1.05
Agosto	12.82	0.00	40.57	109.71	0.96
Setiembre	13.25	0.35	48.60	119.50	0.85
Octubre	13.42	3.10	54.13	129.25	0.81
Noviembre	13.33	3.96	54.90	128.92	0.77
Diciembre	13.03	20.64	70.09	133.88	0.64
ANUAL	12.69	241.29	62.42	120.27	0.79

Nota: Promedios mensuales y anual para cada parámetro según los datos extraídos del SENAMHI.

Esta información será útil al momento de realizar estimaciones para obtener las temperaturas en los momentos en que no se pudieron tomar mediciones, y con ello se podrá seguir trabajando la información para lograr establecer el confort térmico para la vivienda convencional y modelada que está alineado con el desempeño bioclimático.

- El Umbrograma:

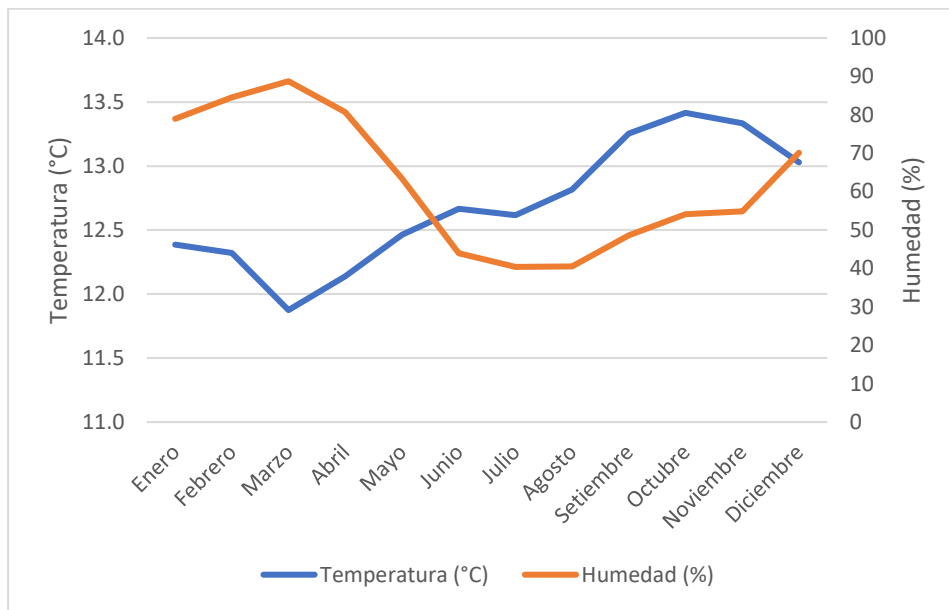


Figura 19. Umbrograma de los datos recolectados del SENAMHI. Fuente: Propia

- El Climatograma:

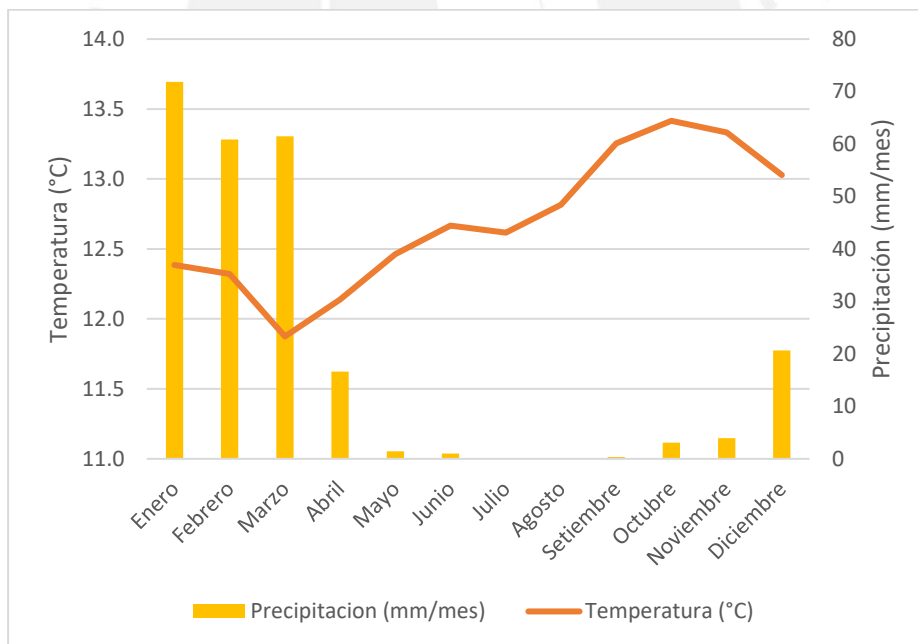


Figura 20. Climatograma de los datos recolectados del SENAMHI. Fuente: Propia

- El BoxPlot:

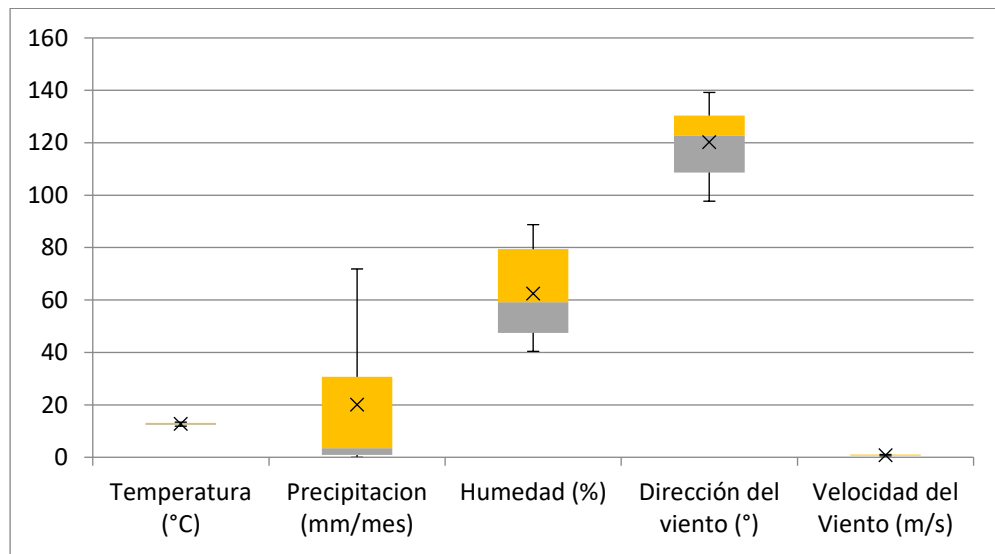


Figura 21. Box Plot de los parámetros recolectados de la información del SENAMHI. Fuente: Propia.

- Análisis de normalidad para cada parámetro:

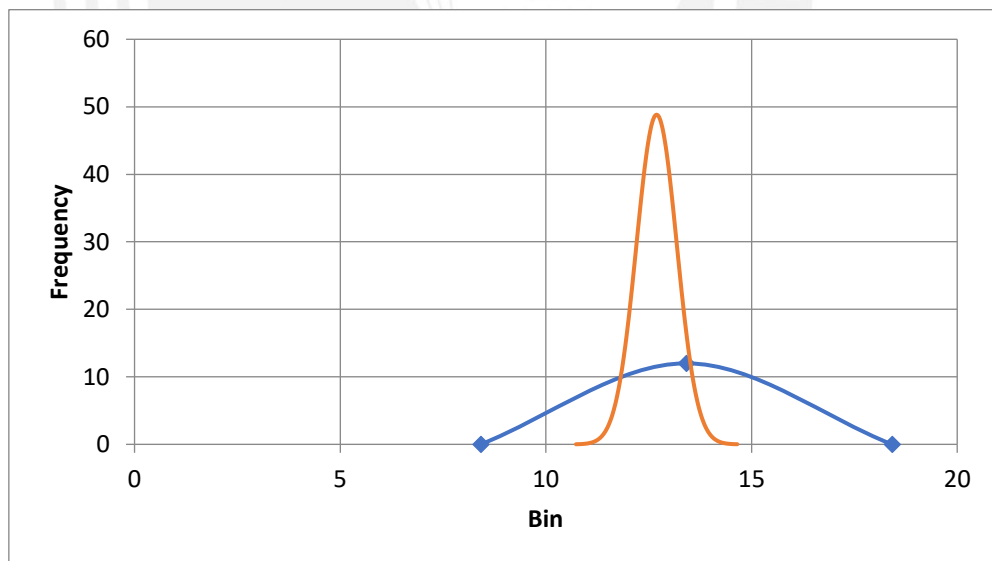


Figura 22. Histograma con superposición de curva normal de la Temperatura. Fuente: Propia.

De este análisis de normalidad para la temperatura podemos determinar que su variación no es muy significativa y sigue la tendencia de normalidad, lo cual indica que la mayoría de datos están ubicado en un rango definido.

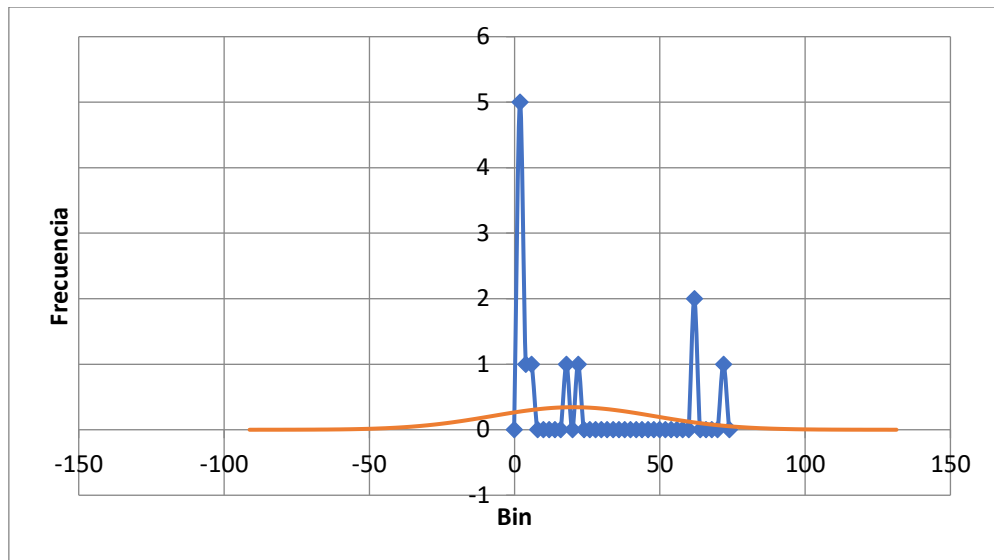


Figura 23. Histograma con superposición de curva normal de la Precipitación. Fuente: Propia.

De este análisis de normalidad para la precipitación podemos determinar que su variación es muy significativa y no sigue la tendencia de normalidad, puesto que cuenta con varios picos elevados, lo cual indica que la mayoría de datos están dispersos y sólo hay ciertos valores definidos.

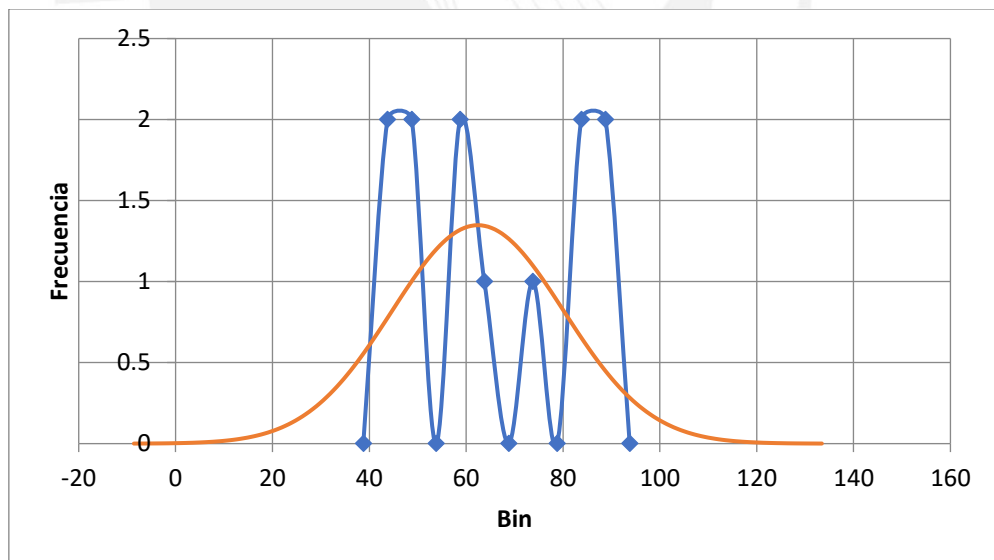


Figura 24. Histograma con superposición de curva normal de la Humedad. Fuente: Propia.

De este análisis de normalidad para la humedad podemos determinar que su variación es medianamente significativa y no sigue completamente la tendencia de normalidad,

puesto que cuenta con algunos picos elevados, lo cual indica que se tienen tres rangos definidos.

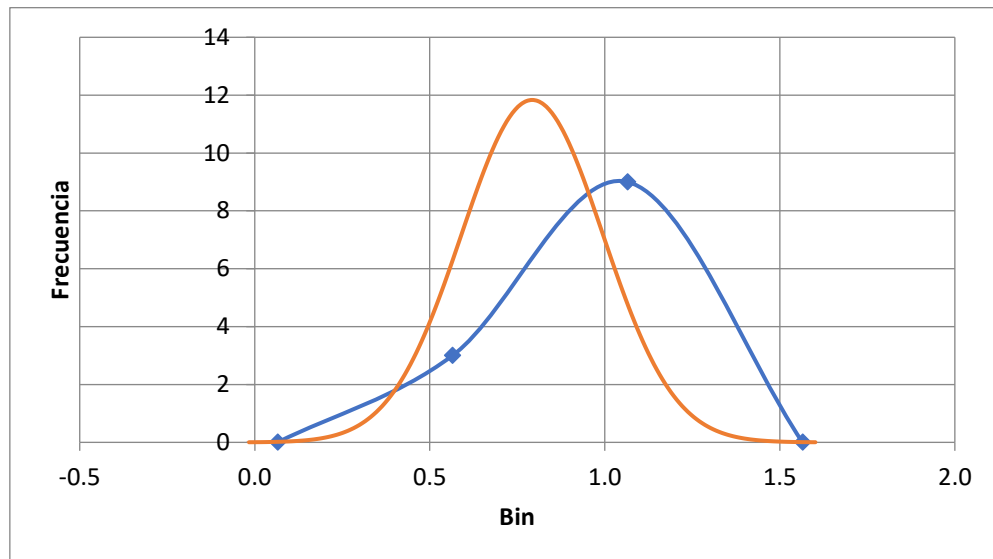


Figura 25. Histograma con superposición de curva normal de la Velocidad del viento. Fuente: Propia.

De este análisis de normalidad para la velocidad del viento podemos determinar que su variación no es muy significativa y sigue la tendencia de normalidad con una ligera tendencia para un rango superior al normal.

4.1.2. Estimación de Bóveda Celeste

Se realizó el modelo de la vivienda haciendo uso del programa ECOTEC 2011, en el cual se colocaron las coordenadas geográficas donde se ubicará la vivienda siendo: (-12.039334, -76.592630), (-12.039221, -76.592758), (-12.039670, -76.592867) y (-12.039412, -76.592920). (Ver figura 26).

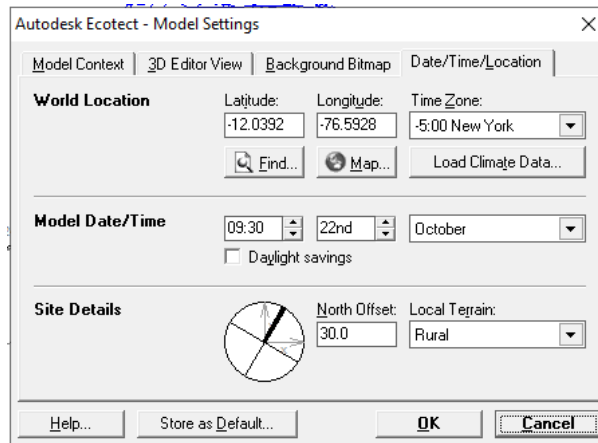


Figura 26. Pantalla de ingreso de coordenadas en el programa Ecotect. Fuente: Propia.

Una vez se tuvo ubicado la vivienda modelada en el programa, se procedió a realizar una serie de iteraciones para la posición y tamaño de las ventanas, teniendo en consideración que por las mañanas debería entrar el sol a las habitaciones, sala y cocina, y por las tardes debería intervenir el sol por el otro extremo. De esta manera, se pudo conseguir la distribución de los espacios de la vivienda, la ubicación de la entrada, las ventanas y su tamaño para poder controlar el confort lumínico de la vivienda según los horarios del día.

Como resultado se obtuvo la bóveda celeste aplicada para lo largo de los meses (Ver figura 27):

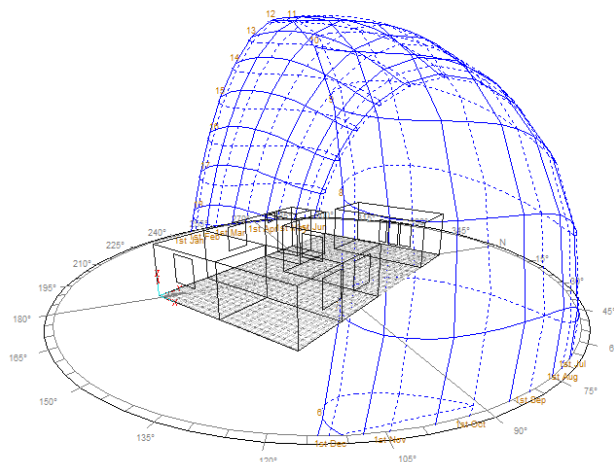


Figura 27. Bóveda celeste obtenida del programa Ecotect para la vivienda ecosostenible modelada. Fuente: Propia

Además, se obtuvo también la vista en planta y en elevación (Ver figura 28 y 29):

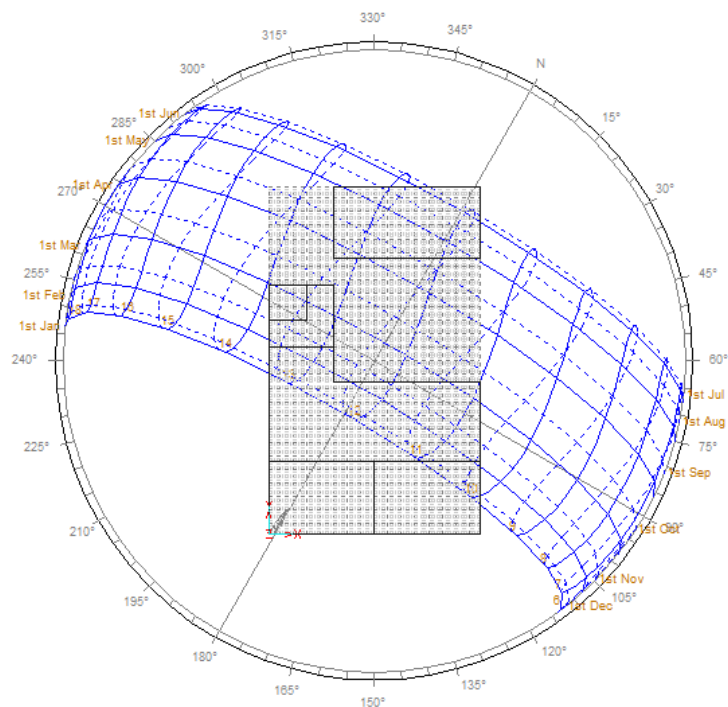


Figura 28. Vista en planta de la bóveda celeste obtenida del programa Ecotect. Fuente: Propia.

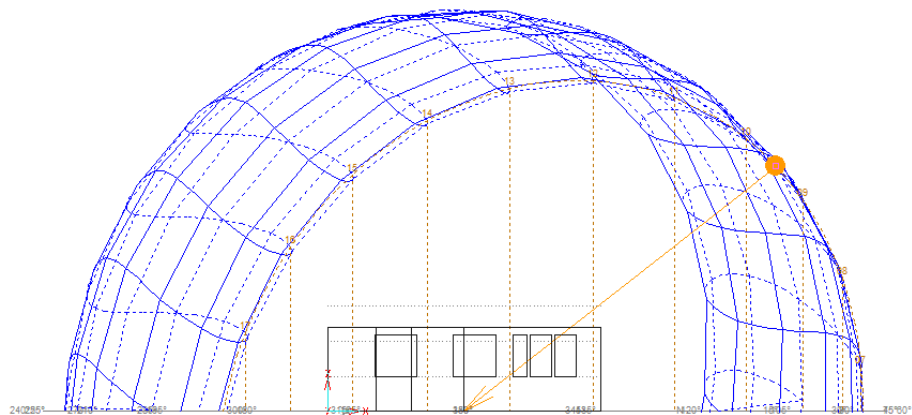


Figura 29. Vista en elevación de la bóveda celeste obtenida del programa Ecotect. Fuente: propia.

Se pudo identificar que el sol estará ubicado en la zona más inferior en el mes de julio y en la zona más superior a inicios de enero, lo cual no interferirá en el confort lumínico logrado por la óptima distribución de los espacios de la vivienda. (Ver figura 30 y 31):

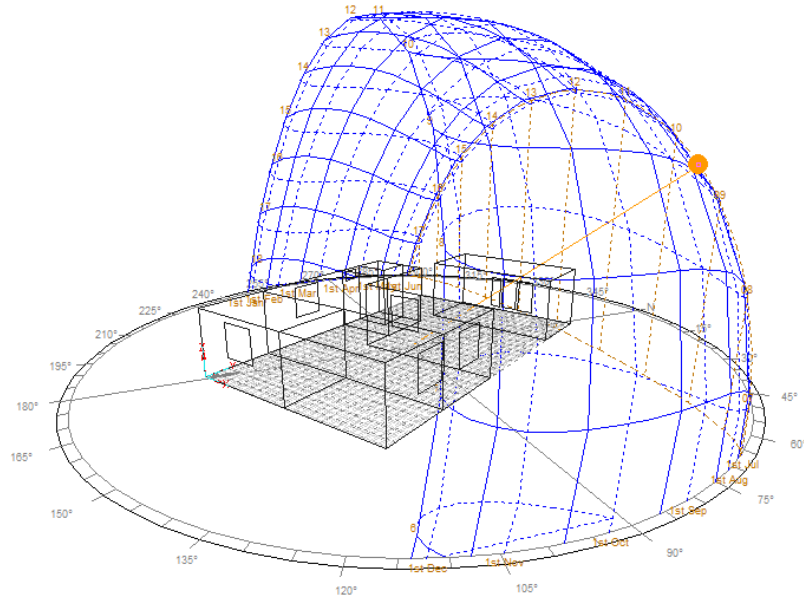


Figura 30. Ubicación del sol para el mes de julio según el programa Ecotect. Fuente: Propia.

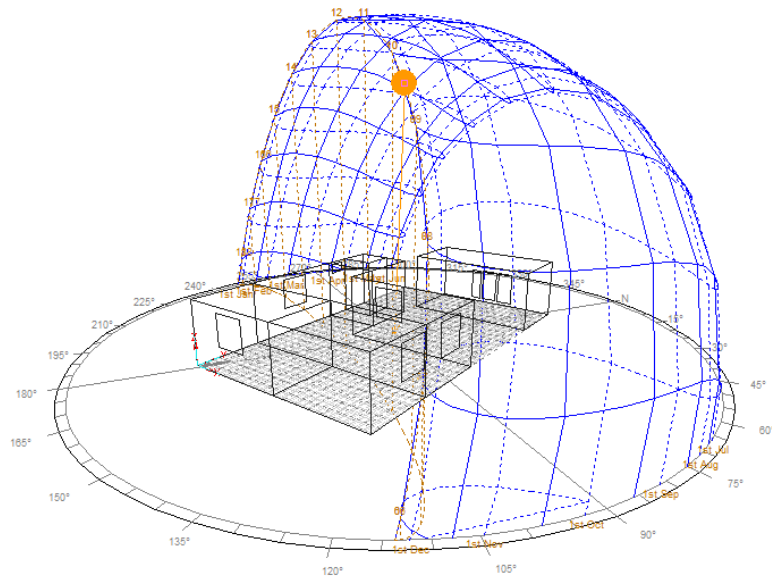


Figura 31. Ubicación del sol para el mes de enero según el programa Ecotect. Fuente: Propia.

Por último, se puede observar las distintas posiciones y sombras que genera el sol por las entradas de las ventanas en distintos horarios, es así como en la figura 32 se observa la posición del sol a las 9:00 a.m., en la figura 33 la posición a las 11:30 a.m. y en la figura 34 la posición del sol a las 4:00 p.m.

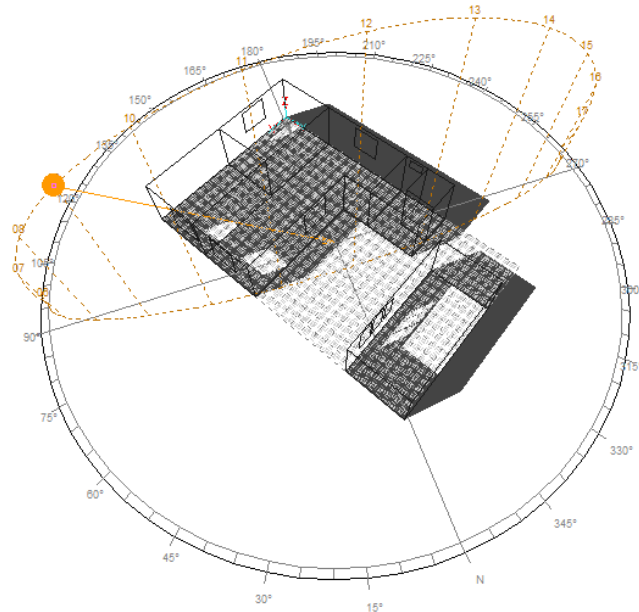


Figura 32. Posición del sol a las 9:00 a.m. según el programa Ecotect. Fuente: Propia.

Se observa en la figura 32, la incidencia del sol sobre las dos habitaciones, sala y cocina durante la mañana.

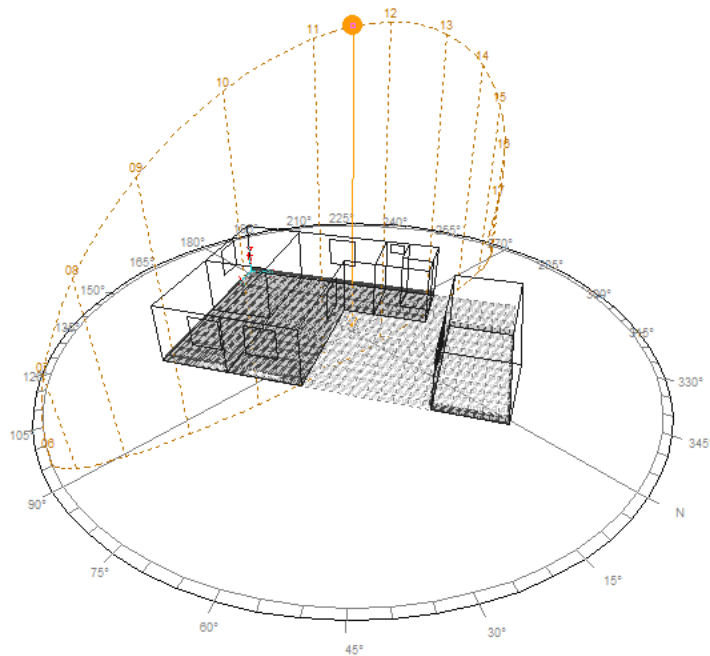


Figura 33. Posición del sol a las 11:30 a.m. según el programa Ecotect. Fuente: Propia.

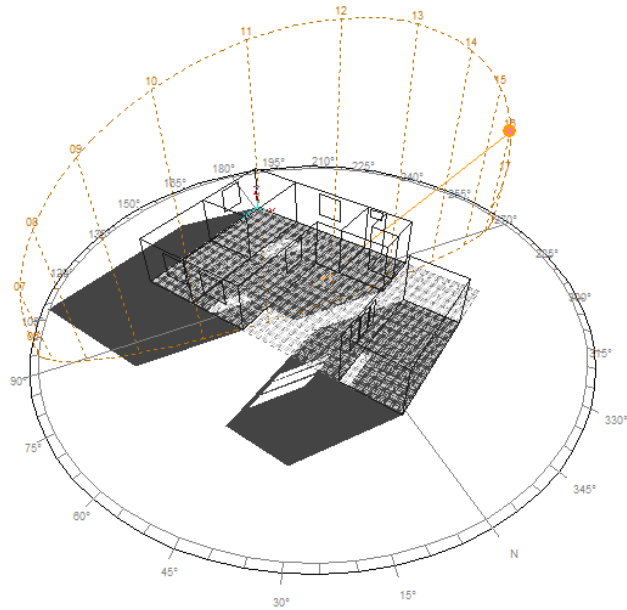


Figura 34. Posición del sol a las 4:00 p.m. según el programa Ecotect. Fuente: Propia.

Se observa en la figura 34 la incidencia del sol al otro extremo de la casa, donde predomina sobre la cocina, en las tardes.

4.1.3. Diseño Arquitectónico y distribución de ambientes

Se realizaron encuestas a los pobladores de Chillaco, cuyos resultados están presentados en el Anexo 1. En la figura 35, se observa los resultados que intervinieron más sobre la distribución de la casa.

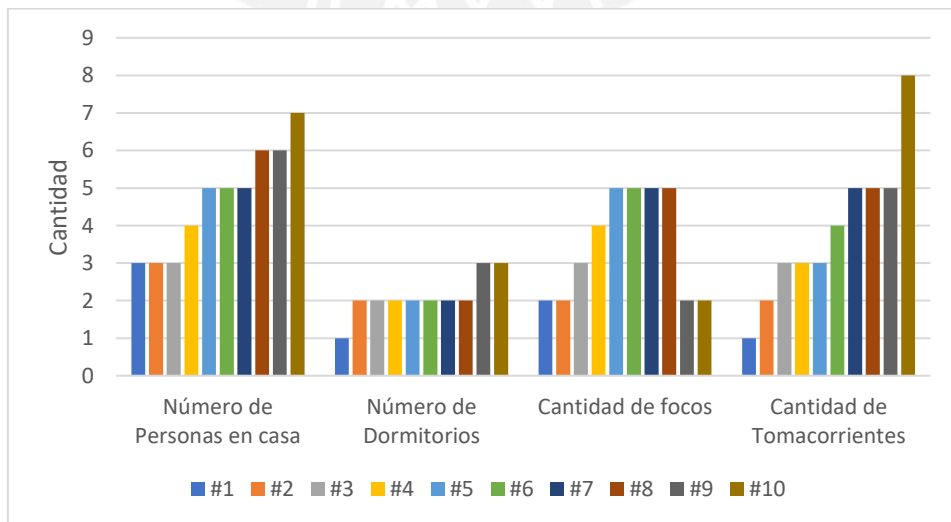


Figura 35. Principales Resultados de encuestas a pobladores de Chillaco. Fuente: Propia.

La figura 35 nos muestra que el número de personas por vivienda oscila principalmente entre 3 y 5 personas, además que el número de dormitorios son 2, por lo que para la vivienda modelada se ha considerado para una familia de 4 personas con dos dormitorios; asimismo, la cantidad de focos principalmente es de 5 así como la cantidad de tomacorrientes; sin embargo, se expresa la preocupación por la necesidad de contar con mayor cantidad, por lo que para la vivienda modelada se ha considerado 10 focos y 7 tomacorrientes.

En base a las encuestas realizadas, al resultado de la bóveda celeste y siguiendo los estándares básicos de las Normas A.010 y A.020 de Arquitectura del Reglamento Nacional de Edificaciones², se obtuvo la siguiente distribución del ambiente:

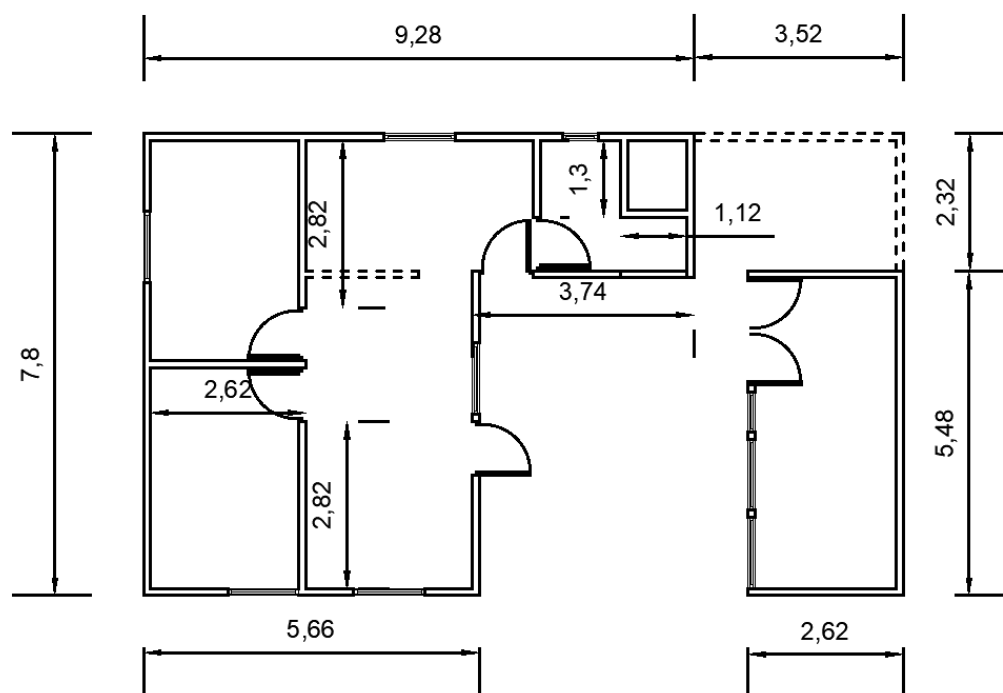


Figura 36. Plano realizado en AutoCad de la distribución de ambiente de la vivienda ecosostenible modelada. Fuente: Propia.

² Los datos y resultados obtenidos provienen de mi participación en el marco del curso interdisciplinario del 31 de agosto hasta el 28 de diciembre del 2020, organizado por la facultad de Diseño y Arte.



Figura 37. Vista 3D de la vivienda ecosostenible modelada. Fuente: Propia.

- El único baño será de 5.3 m², contará con lavadero, ducha e inodoro. Además, se tendrá un sistema optimizado de tratamiento de aguas en el cual se logrará un ahorro del agua y disminución de residuos. Este sistema constará del filtrado y reutilización de aguas grises del lavadero y ducha para la alimentación del tanque del inodoro, de esta manera, se logrará aprovechar las aguas y una disminución de efluentes dirigidos al desagüe.
- La cocina será de 5.3 m², contará con lavadero, reposteros, tableros, frigobar y una cocina mejorada.
- El almacén y cuyera será de 13.1 m², contando con una mesa de trabajo y un almacén.
- El patio será de 24.2 m², se tendrá bancas y mesa larga, además de contar con un jardín que podrá ser usado como minihuerto.
- Se tendrá dos dormitorios, el principal con 9.3 m² y el segundo dormitorio para dos personas con la misma área.

4.1.4. Selección y evaluación ambiental de materiales

Para realizar el Análisis de Ciclo de Vida (ACV), primero se realizará el inventario de los materiales a utilizar por cada etapa, el cual es presentado en la tabla 6.

Tabla 6.
Inventario de materiales de construcción a utilizar.

Cimiento y Sobrecimiento		Concreto	f'c=175 kg/cm ²	15.68	m ³
		Acero	3/8"	186.64	ml
Estructura	Columnas	Madera	5"x5"	175.1	ml
	Vigas	Madera	5"x5"	73.98	ml
	Travesaños	Madera	2x1.5"	219.42	ml
Muro	Enquinchado de muro	Carrizo (Caña)	D=1"x L= 4m	3540	Unid
	Embarrado	Barro (2.5cm espesor)	1 lata paja + 6 latas de arena	7.019	m ³
	Revestimiento	Cemento	Bolsa 52 kg	11	Bolsa
		Yeso	Bolsa 18 kg	130	Bolsas
		Arena Fina		1.95	m ³
Techo	Viguetas	Madera	5"x5"	120.66	ml
	Cubierta	Carrizo (Caña)	D=1"x L= 4m	1904	Unid
		Barro (2.5cm espesor)	1 lata paja + 6 latas de arena	1.684	m ³
	Revestimiento Exterior (1.5cm)	Cemento	Bolsa 52 kg	8	Bolsas
		Arena fina		1.329	m ³
	Revestimiento Interior (1.5cm)	Yeso	Bolsa 18 kg	30	Bolsas
	Cemento	Bolsa 52 kg	13	Bolsas	
	Arena fina		0.148	m ³	

Nota: Datos calculados en base a la distribución de la vivienda y el Manual de Quincha Reforzada.
Fuente: Propia

Luego, se procederá a hacer uso del software analítico SimaPro versión 9.2, el cual permitirá realizar los cálculos necesarios de los impactos ambientales que los materiales de construcción anteriormente presentados realizan a lo largo de cada ciclo de vida. Se obtendrá como resultados, los cálculos de huella de carbono.

De esta manera, al ingresar al programa y crear los procesos de los materiales, se hicieron uso algunos procesos de la data de las bibliotecas que nos presenta el programa en el cual se resalta la biblioteca de Ecoinvent (2013).

El análisis se hizo por unidad de kilogramo en la mayoría de los casos, y en los casos tanto de revestimiento como barro se hicieron las proporciones necesarias.

A continuación, se presentan imágenes del programa según la información ingresada por cada material presentado en el inventario y el proceso utilizado en cada caso:

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos		Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación %	Tipo de residuo
Concreto de Cimentación 200kg/cm2		1	m3	Volume	100 %	
(Insertar línea aquí)						
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados		Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min
(Insertar línea aquí)						
Entradas						
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)		Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS Min
(Insertar línea aquí)						
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)				Cantidad	Ud.	
concrete, 20MPa {PE} market for concrete, 20MPa APOS, U				1	m3	

Figura 38. Información ingresada en el programa SimaPro para el concreto. Fuente: Propia.

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos		Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación %	Tipo de residuo
Acero de Cimentación		1	kg	Mass	100 %	no definido
(Insertar línea aquí)						
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados		Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min
(Insertar línea aquí)						
Entradas						
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)		Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS Min
(Insertar línea aquí)						
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)				Cantidad	Ud.	
Reinforcing steel {GLO} market for APOS, U				1	kg	

Figura 39. Información ingresada en el programa SimaPro para el acero. Fuente: Propia.

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos		Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación %	Tipo de residuo
Caña Tipo Carrizo		1	kg	Mass	100 %	no definido
(Insertar línea aquí)						
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados		Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min
(Insertar línea aquí)						
Entradas						
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)		Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS Min
(Insertar línea aquí)						
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)				Cantidad	Ud.	
Sugarcane {RoW} market for APOS, U				1	kg	

Figura 40. Información ingresada en el programa SimaPro para el carrizo. Fuente: Propia.

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos		Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación ?	Tipo de residuo	
Barro	(Insertar línea aquí)	1	kg	Mass	100 %	no definido	
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados		Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2*DS	Min	
(Insertar línea aquí)							
Entradas							
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)		Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2*DS	Min
(Insertar línea aquí)							
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)				Cantidad	Ud.		
sand {RoW} market for sand APOS, U				0.98	kg		
straw {RoW} market for straw APOS, U				0.02	kg		

Figura 41. Información ingresada en el programa SimaPro para el barro. Fuente: Propia.

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos		Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación ?	Tipo de residuo	
Revestimiento Exterior del Muro	(Insertar línea aquí)	1	kg	Mass	100 %	no definido	
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados		Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2*DS	Min	
(Insertar línea aquí)							
Entradas							
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)		Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2*DS	Min
(Insertar línea aquí)							
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)				Cantidad	Ud.		
cement, Portland {PE} market for cement, Portland APOS, U				0.096	kg		
Clay plaster {GLO} market for APOS, U				0.409	kg		
sand {RoW} market for sand APOS, U				0.495	kg		

Figura 42. Información ingresada en el programa SimaPro para el revestimiento exterior del muro. Fuente: Propia.

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos		Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación ?	Tipo de residuo	
Revestimiento Interior del Muro	(Insertar línea aquí)	1	kg	Mass	100 %	no definido	
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados		Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2*DS	Min	
(Insertar línea aquí)							
Entradas							
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)		Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2*DS	Min
(Insertar línea aquí)							
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)				Cantidad	Ud.		
cement, Portland {PE} market for cement, Portland APOS, U				0.096	kg		
Clay plaster {GLO} market for APOS, U				0.409	kg		
sand {RoW} market for sand APOS, U				0.495	kg		

Figura 43. Información ingresada en el programa SimaPro para el revestimiento interior del muro. Fuente: Propia.

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos		Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación ?	Tipo de residuo	
Revestimiento Exterior De Techo	(Insertar línea aquí)	1	kg	Mass	100 %	no definido	
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados		Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2*DS	Min	
(Insertar línea aquí)							
Entradas							
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)		Subcompartimento	Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2*DS	Min
(Insertar línea aquí)							
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)				Cantidad	Ud.		
cement, Portland {PE} market for cement, Portland APOS, U				0.162	kg		
sand {RoW} market for sand APOS, U				0.838	kg		

Figura 44. Información ingresada en el programa SimaPro para el revestimiento exterior del techo. Fuente: Propia.

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos		Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación %	Tipo de residuo
Revestimiento Interior De Techo		1	kg	Mass	100 %	no definido
(Insertar línea aquí)						
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados		Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min
(Insertar línea aquí)						
Entradas						
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)		Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min
(Insertar línea aquí)						
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)		Cantidad	Ud.			
sand {RoW} market for sand APOS, U		0.157	kg			
Clay plaster {GLO} market for APOS, U		0.389	kg			
cement, Portland {PE} market for cement, Portland APOS, U		0.454	kg			

Figura 45. Información ingresada en el programa SimaPro para el revestimiento interior del techo. Fuente: Propia.

Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos y co-productos		Cantidad	Ud.	Cantidad	Asignación %	Tipo de residuo
Madera de Columnas 5x5		1	kg	Mass	100 %	no definido
(Insertar línea aquí)						
Salidas conocidas a la tecnósfera. Productos evitados		Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min
(Insertar línea aquí)						
Entradas						
Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)		Cantidad	Ud.	Distribución	DS^2 or 2^DS	Min
(Insertar línea aquí)						
Entradas conocidas desde la tecnósfera (materiales/combustibles)		Cantidad	Ud.			
Cleft timber, measured as dry mass {RoW} market for APOS, U		1	kg			

Figura 46. Información ingresada en el programa SimaPro para la madera. Fuente: Propia.

Una vez establecido los procesos de los materiales, se procederá a realizar el análisis del impacto ambiental de cada uno de los materiales establecidos. El método de evaluación utilizado será el correspondiente para hallar la huella de carbono por cada material, es decir, el IPCC GWP 100a. En la siguiente tabla, se encuentran los resultados por cada material utilizado en la vivienda modelada por kilogramo.

Tabla 7. Resultados de huella de carbono del SimaPro para materiales de construcción a utilizar.

Material	Categoría de impacto	Unidad	Total
Acero de Cimentación	IPCC GWP 100a	kg CO2 eq	1.940
Concreto de Cimentación	IPCC GWP 100a	kg CO2 eq	33.9
Barro (Arena + Paja)	IPCC GWP 100a	kg CO2 eq	0.012
Caña tipo carrizo	IPCC GWP 100a	kg CO2 eq	0.093
Revestimiento exterior del muro (Cemento + Yeso + Arena)	IPCC GWP 100a	kg CO2 eq	0.137
Revestimiento interior del muro (Cemento + Yeso + Arena)	IPCC GWP 100a	kg CO2 eq	0.137
Revestimiento exterior del techo (Cemento + Arena)	IPCC GWP 100a	kg CO2 eq	0.155
Revestimiento interior del techo (Arena + Yeso + Cemento)	IPCC GWP 100a	kg CO2 eq	0.452
Madera de estructura	IPCC GWP 100a	kg CO2 eq	0.092

Nota: Fuente Propia.

De esta manera, se puede obtener el material cuya huella de carbono es sumamente significativa a comparación de los otros materiales utilizados en el tipo de vivienda, ello se puede notar en la figura 47.

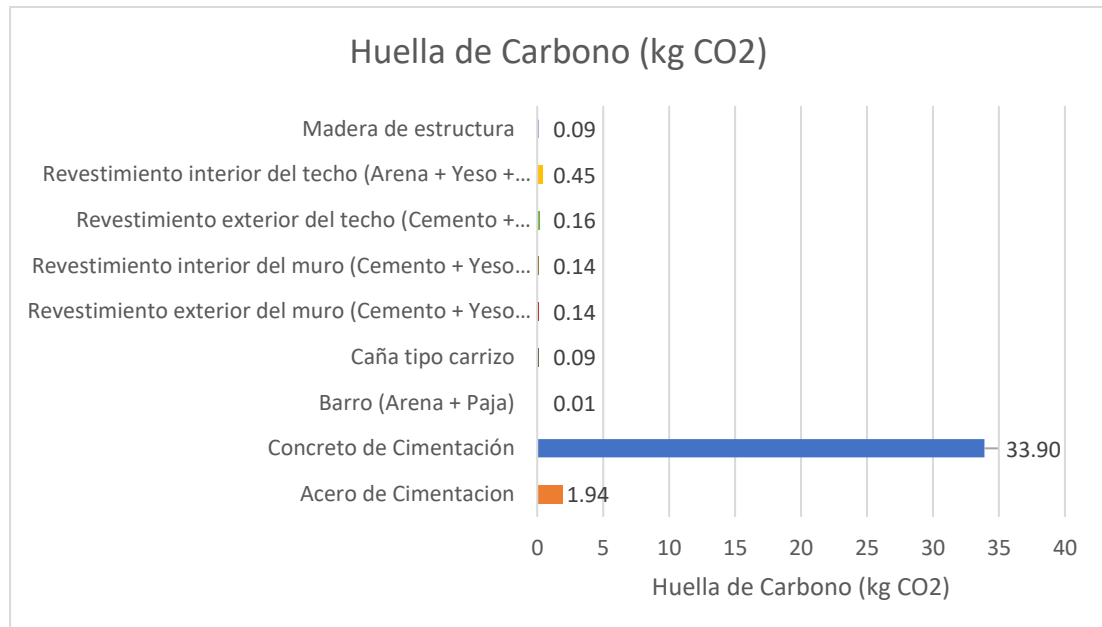


Figura 47. Huella de carbono según cada material utilizado para la vivienda ecosostenible modelada por kilogramo. Fuente: Propia.

4.1.5. Análisis del proceso constructivo

Para realizar el análisis del proceso constructivo, se utilizará una metodología similar al presentado en el análisis de los materiales de construcción. Por consiguiente, se tiene un inventario, el cual es presentado en la tabla 8.

Para la realización de este inventario se tomaron en cuenta que la vida útil de la vivienda será de 30 años, además, en cuanto a sistemas eléctricos, la vivienda contará con 10 focos LED y 7 enchufes de los cuales tendremos referencia para medir la energía durante la utilización de la vivienda. El tiempo de vida útil de un foco Led es de 30,000 horas considerando uno del tipo de 7 W y se considera un tiempo de uso de 6 horas diarias.

Tabla 8.
Inventario de materiales de construcción, energía y recursos a utilizar.

PREUSO	Materiales de Construcción				Energía	Und	Recurso	Und
	Material	Tipo	Cantidad	Und				
Movimiento de Tierra					Diesel	730.6 MJ		
Cimiento y Sobrecimiento	Concreto	f'c=175	15.68	m ³				
	Acero	3/8"	186.64	ml				
Muro	Madera	5"x5"	249.08	ml				
	Madera	2x1.5"	219.42	ml				
	Carrizo (Caña)	D=1"x L= 4m	3540	unid				
	Barro (2.5cm espesor)	1 lata paja + 6 latas de arena	7.02	m ³				
	Cemento	Bolsa 42.5 kg	15	bolsa				
	Yeso	Bolsa 42.5 kg	15	bolsas			Agua	514L
	Arena Fina		2.106	m ³				
	Madera	5"x5"	120.66	ml				
	Carrizo (Caña)	D=1"x L= 4m	1904	unid				
	Techo	Barro (2.5cm espesor)	1 lata paja + 6 latas de arena	1.68	m ³			
Cemento		Bolsa 52 kg	8	bolsas			Agua	206.94 L
Arena Fina			1.329	m ³				
Yeso		Bolsa 18 kg	30	Bolsas				
Cemento		Bolsa 52 kg	13	Bolsas			Agua	124.08 L
Arena fina			0.148	m ³				
USO/OPERACIÓN								
Utilización					40,296	KWh		
FIN DE VIDA ÚTIL (30 años)								
Demolición	Escombros		25 000	Kg				

Nota: Datos calculados en base a la distribución de la vivienda y el Manual de Quincha Reforzada.
Fuente: Propia

Una vez creado el inventario, se procede a utilizar el programa SimaPro vers. 9.2, se procede a colocar en la sección Etapas del producto, el Montaje que tendrá la vivienda y luego el Ciclo de Vida.

Previamente a ello se debe establecer según las unidades de los materiales que maneja el programa SimaPro la cantidad de cada material que en la sección anterior se manejó por unidad. De esta manera se convierten las unidades del inventario a kilogramos exceptuando el concreto que se maneja en m³, ello se puede observar en la Tabla 9.

Tabla 9.
Inventario de materiales de construcción convertido a unidades necesarias según el programa SimaPro.

Cimiento y Sobrecimiento		Concreto	f _c =175 kg/cm ²	15.68	m ³
		Acero	3/8"	104.52	Kg
Estructura	Columnas	Madera	5"x5"	2,118.14	Kg
	Vigas	Madera	5"x5"	894.92	Kg
	Travesaños	Madera	2x1.5"	318.51	Kg
Muro	Enquinchado de muro	Carrizo (Caña)	D=1"x L=4m	772.8	Kg
	Embarrado	Barro (2.5cm espesor)	1 lata paja + 6 latas de arena	10,177	Kg
	Revestimiento	Cemento	Proporción 1:5:5	5,713.91	Kg
		Yeso			
Arena Fina					
Techo	Viguetas	Madera	5"x5"	1,459.6	Kg
		Carrizo (Caña)	D=1"x L=4m	426.5	Kg
	Cubierta	Barro (2.5cm espesor)	1 lata paja + 6 latas de arena	2,441.8	Kg
		Revestimiento Exterior (1.5cm)	Cemento Arena fina	Proporción 1:5	2,299.31
	Revestimiento Interior (1.5cm)	Yeso Cemento Arena fina	Proporción 3:3:1	1,378.62	Kg

Nota: Datos calculados en base a la distribución de la vivienda y el Manual de Quincha Reforzada.
Fuente: Propia

A continuación, se presenta en la tabla 10, los resultados de la huella de carbono calculados en el SimaPro por cada etapa del ciclo de vida mediante el método de IPCC GWP 500a para el total de la vivienda modelada de 87.3 m².

Tabla 10.
Huella de carbono calculada para los procesos en el programa SimaPro.

PREUSO	Método	Unidad	Cantidad
Movimiento de Tierra	IPCC GWP 100a	kg CO2 eq	4.06
Cimiento y Sobrecimiento	IPCC GWP 100a	kg CO2 eq	734
Columnas 5x5	IPCC GWP 100a	kg CO2 eq	183
Vigas 5x5	IPCC GWP 100a	kg CO2 eq	77.1
Travesaños	IPCC GWP 100a	kg CO2 eq	27.5
Barro de Muro	IPCC GWP 100a	kg CO2 eq	98
Enquinchado de Muro	IPCC GWP 100a	kg CO2 eq	67.7
Revestimiento Interior del Muro	IPCC GWP 100a	kg CO2 eq	726
Revestimiento Exterior del Muro	IPCC GWP 100a	kg CO2 eq	726
Viguetas	IPCC GWP 100a	kg CO2 eq	126
Barro de Techo	IPCC GWP 100a	kg CO2 eq	23.5
Enquinchado de Techo	IPCC GWP 100a	kg CO2 eq	37.4
Revestimiento Interior del Techo	IPCC GWP 100a	kg CO2 eq	606
Revestimiento Exterior del Techo	IPCC GWP 100a	kg CO2 eq	347
USO/OPERACIÓN			
Utilización de Energía	IPCC GWP 100a	kg CO2 eq	8,770
FIN DE VIDA ÚTIL			
Escombros	IPCC GWP 100a	kg CO2 eq	1,270

Nota: Fuente Propia.

Se puede observar que la etapa con mayor huella de carbono es la Preuso por una gran diferencia con las demás etapas, esto se puede observar mejor en la figura 48.

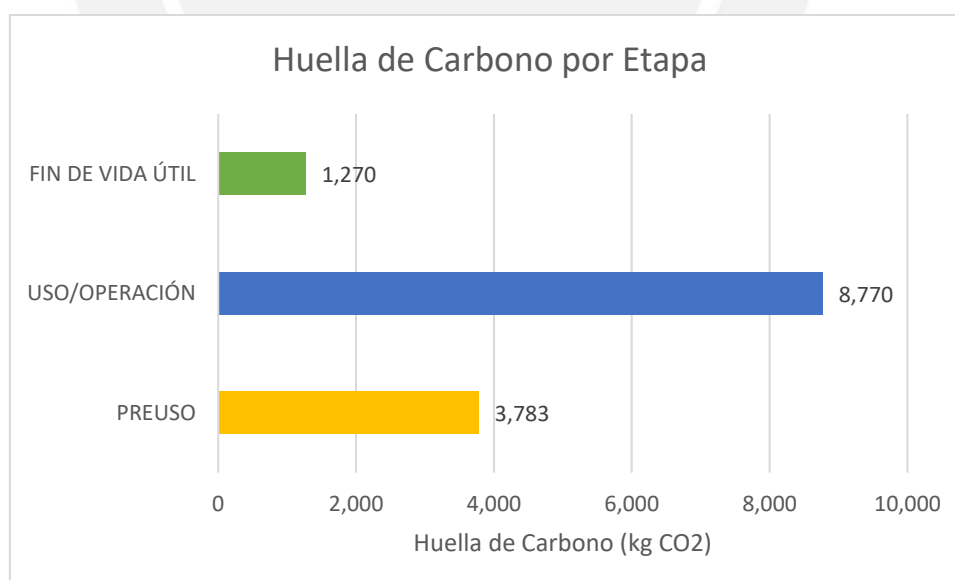


Figura 48. Huella de carbono por etapa de ciclo de vida de la vivienda ecosostenible modelada.
Fuente: Propia

4.1.6. Medición de variables bioclimáticas de una vivienda convencional

La medición de las variables será de Temperatura (°C), Humedad (%) y velocidad del viento (m/s), se obtuvieron un total de 24 mediciones para cada día considerando 12 al interior y 12 al exterior, a las 8:00 a.m., 10:00 a.m. y 12:00 p.m. Se hizo la medición de las 10:00 a.m. únicamente para notar que los datos estén relacionados con los otorgados por SENAMHI en cuanto a proporción, sin embargo, se trabajarán únicamente los recolectado a las 8:00 a.m. y 12:00 p.m.

Se presenta como ejemplo, los resultados obtenidos de la primera visita de una vivienda convencional en Chillaco para la temporada de primavera.

Tabla 11.

Datos recolectados de Temperatura para un día de la estación de primavera.

		TEMPERATURA (°C)			
CONVENCIONAL		8:00 a.m.	10:00 a.m.	12:00 p.m.	02:00 a.m.
INSIDE	1° Medición	25.5	25.7	26.4	16.4
	2° Medición	26.0	26.4	26.3	16.3
	3° Medición	26.0	26.7	26.6	16.6
	4° Medición	26.0	26.0	26.5	16.5
	Promedio	25.9	26.2	26.5	16.5
OUTSIDE	1° Medición	26.5	27.3	29.0	19.0
	2° Medición	26.4	27.5	28.9	18.9
	3° Medición	26.7	27.1	28.7	18.7
	4° Medición	26.0	27.0	28.8	18.8
	Promedio	26.4	27.2	28.9	18.9

Nota: Fuente Propia. Los datos de las 02:00 a.m. son estimados según lo redactado.

Tabla 12.

Datos recolectados de Humedad para un día de la estación de primavera.

		HUMEDAD (%)			
CONVENCIONAL		8:00 a.m.	10:00 a.m.	12:00 p.m.	02:00 a.m.
INSIDE	1° Medición	46.0	45	44.0	51.0
	2° Medición	47.0	43	44.0	52.0
	3° Medición	46.0	42	43.0	52.0
	4° Medición	45.0	43	43.0	50.0
	Promedio	46.0	43.3	43.5	51.3
OUTSIDE	1° Medición	45.0	44	43.0	50.0
	2° Medición	47.0	43	44.0	52.0
	3° Medición	45.0	41	43.0	50.0
	4° Medición	44.0	42	42.0	49.0

Promedio	45.3	42.5	43.0	50.3
----------	------	------	------	------

Nota: Fuente Propia. Los datos de las 02:00am son estimados según lo redactado.

Tabla 13.

Datos recolectados de Viento para un día de la estación de primavera.

		VIENTO (m/s)		
CONVENCIONAL		8:00 a.m.	10:00 a.m.	12:00 p.m.
INSIDE	1° Medición	0.2	0.2	0.1
	2° Medición	0.2	0.2	0.1
	3° Medición	0.2	0.1	0.2
	4° Medición	0.2	0.2	0.1
	Promedio	0.2	0.2	0.1
OUTSIDE	1° Medición	0.3	0.2	0.2
	2° Medición	0.2	0.3	0.2
	3° Medición	0.3	0.2	0.2
	4° Medición	0.3	0.3	0.1
	Promedio	0.3	0.3	0.2

Nota: Fuente Propia.

En base a los datos recolectados para primavera y verano, se estimaron los datos para la temporada de otoño e invierno según las diferencias obtenidas por el SENAMHI, estas estimaciones están representadas en las Tablas 13 y 14.

Tabla 14.

Datos estimados de parámetro bioclimáticos para la estación de otoño.

		PARÁMETROS BIOCLIMÁTICOS – OTOÑO		
		8:00 a.m.	12:00 p.m.	02:00 a.m.
INSIDE	Temperatura (°C)	24.1	27.3	17.3
	Humedad (%)	47.0	44.5	52.0
	Viento (m/s)	0.3	0.3	0.2
OUTSIDE	Temperatura (°C)	25.4	29.4	19.4
	Humedad (%)	46.3	44.0	51.3
	Viento (m/s)	0.4	0.4	0.3

Nota: Fuente Propia.

Tabla 15.

Datos estimados de Temperatura para la estación de invierno.

		VARIABLES BIOCLIMÁTICAS – INVIERNO		
		8:00 a.m.	12:00 p.m.	02:00 a.m.
INSIDE	Temperatura (°C)	24.6	27.8	17.8
	Humedad (%)	47.0	44.5	52.0
	Viento (m/s)	0.3	0.3	0.2
OUTSIDE	Temperatura (°C)	25.9	29.9	19.9
	Humedad (%)	46.3	44.0	51.3
	Viento (m/s)	0.4	0.4	0.3

Nota: Fuente Propia.

Estos datos serán trabajados con el fin de comparar con los datos de la vivienda modelada, para evaluar su desempeño ambiental y bioclimático.

4.1.7. Técnicas de medición de variables bioclimáticas outside

Se registraron las mediciones de Temperatura (°C), Humedad (%) y velocidad del viento (m/s) de la coordenada (-12.031092, -76.590417) teniendo un total de 12 datos por día, estos datos se utilizarán para lograr estimar los valores de la vivienda ecosostenible modelada según lo redactado en el acápite de metodología.

Se muestra un ejemplo de los parámetros recolectados para la estación de primavera en la tabla 16, 17 y 18.

Tabla 16.

Datos recolectados de Temperatura Outside en la estación de primavera.

TEMPERATURA (°C)				
MODELADO	8:00 a.m.	12:00 p.m.	02:00 a.m.	
OUTSIDE	1° Medición	26.5	29.0	19.0
	2° Medición	26.4	28.9	18.9
	3° Medición	26.7	28.7	18.7
	4° Medición	26.0	28.8	18.8
	Promedio	26.4	28.9	18.9

Nota: Fuente Propia

Tabla 17.

Datos recolectados de Humedad Outside en la estación de primavera.

HUMEDAD (%)				
MODELADO	8:00 a.m.	12:00 p.m.	02:00 a.m.	
OUTSIDE	1° Medición	45.0	43.0	50.0
	2° Medición	47.0	44.0	52.0
	3° Medición	45.0	43.0	50.0
	4° Medición	44.0	42.0	49.0
	Promedio	45.3	43.0	50.3

Nota: Fuente Propia

Tabla 18.
Datos recolectados de Viento Outside en la estación de primavera.

		VIENTO (m/s)		
MODELADO		8:00 a.m.	10:00 a.m.	12:00 p.m.
OUTSIDE	1° Medición	0.3	0.2	0.2
	2° Medición	0.2	0.3	0.2
	3° Medición	0.3	0.2	0.2
	4° Medición	0.3	0.3	0.1
	Promedio	0.3	0.3	0.2

Nota: Fuente Propia

Según las estimaciones que se dieron para la vivienda convencional para las estaciones de otoño e invierno, los valores Outside utilizadas serán las mismas a considerar para la vivienda ecosostenible modelada tal como se presentan en las Tablas 19 y 20.

Tabla 19.
Datos estimados de la vivienda ecosostenible modelada Outside para otoño.

		PARÁMETROS BIOCLIMÁTICOS – OTOÑO		
		8:00 a.m.	12:00 p.m.	02:00 a.m.
OUTSIDE	Temperatura (°C)	25.4	29.4	19.4
	Humedad (%)	46.3	44.0	51.3
	Viento (m/s)	0.4	0.4	0.3

Nota: Fuente Propia.

Tabla 20.
Datos estimados de la vivienda ecosostenible modelada Outside para invierno.

		PARÁMETROS BIOCLIMÁTICOS – INVIERNO		
		8:00 a.m.	12:00 p.m.	02:00 a.m.
OUTSIDE	Temperatura (°C)	25.9	29.9	19.9
	Humedad (%)	46.3	44.0	51.3
	Viento (m/s)	0.4	0.4	0.3

Nota: Fuente Propia.

4.1.8. Técnicas de estimación de variables bioclimáticas inside

Los datos bioclimáticos interiores de la vivienda ecosostenible modelada serán tomados de manera referencial según bibliografía dado que la vivienda aún no se encuentra construida.

Según la estimación mencionada en acápites anteriores, el resultado de los valores interiores de un día de primavera para la vivienda ecosostenible modelada será los mostrados en la tabla 21, 22 y 23.

Tabla 21.

Datos estimados de la vivienda ecosostenible modelada Inside de Temperatura para un día de primavera.

		TEMPERATURA (°C)		
	MODELADO	8:00 a.m.	12:00 p.m.	02:00 a.m.
INSIDE	1° Medición	26.5	21.0	24.0
	2° Medición	26.4	20.9	23.9
	3° Medición	26.7	20.7	23.7
	4° Medición	26.0	20.8	23.8
	Promedio	26.4	20.9	23.9

Nota: Fuente Propia.

Tabla 22.

Datos estimados de la vivienda ecosostenible modelada Inside de Humedad para un día de primavera.

		HUMEDAD (%)		
	MODELADO	8:00 a.m.	12:00 p.m.	02:00 a.m.
INSIDE	1° Medición	44.0	42.0	49.0
	2° Medición	46.0	43.0	51.0
	3° Medición	44.0	42.0	49.0
	4° Medición	43.0	41.0	48.0
	Promedio	44.3	42.0	49.3

Nota: Fuente Propia.

Tabla 23.

Datos estimados de la vivienda ecosostenible modelada Inside de Viento para un día de primavera.

		VIENTO (m/s)		
	MODELADO	8:00 a.m.	10:00 a.m.	12:00 p.m.
INSIDE	1° Medición	0.2	0.1	0.1
	2° Medición	0.1	0.2	0.1
	3° Medición	0.2	0.1	0.1
	4° Medición	0.2	0.2	0.0
	Promedio	0.2	0.2	0.1

Nota: Fuente Propia.

De igual manera, según lo estimado para las estaciones de otoño e invierno para las viviendas convencionales, se pasará a estimar para la vivienda ecosostenible modelada teniendo como resultado lo presentado en la tabla 24 y 25.

Tabla 24.

Datos estimados de la vivienda ecosostenible modelada Inside para otoño.

PARÁMETROS BIOCLIMÁTICOS – OTOÑO				
		8:00 a.m.	12:00 p.m.	02:00 a.m.
INSIDE	Temperatura (°C)	25.4	26.4	26.4
	Humedad (%)	45.3	43.0	50.3
	Viento (m/s)	0.3	0.3	0.2

Nota: Fuente Propia.

Tabla 25.

Datos estimados de la vivienda ecosostenible modelada Inside para invierno.

PARÁMETROS BIOCLIMÁTICOS – INVIERNO				
		8:00 a.m.	12:00 p.m.	02:00 a.m.
INSIDE	Temperatura (°C)	25.9	26.9	26.9
	Humedad (%)	45.3	43.0	50.3
	Viento (m/s)	0.3	0.3	0.2

Nota: Fuente Propia.

4.1.9. Variables climáticas (temperatura, humedad, precipitación y viento)

{Valores máximos, mínimos y medios}

Con los datos recolectados de la base de datos del SENAMHI se pudo establecer los valores mínimos, máximos y promedios por cada parámetro bioclimático como temperatura, humedad, precipitación, dirección del viento y velocidad del viento obteniendo un promedio por cada estación del año.

Tabla 26.

Valores máximos y mínimos de la Temperatura por estación.

Estación	Temperatura mínima (°C)	Temperatura promedio (°C)	Temperatura máxima (°C)
Primavera	13.0	13.3	13.9
Verano	11.3	12.6	14.1
Otoño	11.1	12.2	13.2
Invierno	12.2	12.7	13.1

Nota: Fuente Propia basado en la información otorgada por SENAMHI.

Tabla 27.
Valores máximos y mínimos de la Precipitación por estación.

Estación	Precipitación mínima (mm)	Precipitación promedio (mm)	Precipitación máxima (mm)
Primavera	0.4	2.5	4.6
Verano	12.1	51.1	106.2
Otoño	9.6	26.5	42.3
Invierno	0.0	0.3	1.5

Nota: Fuente Propia basado en la información otorgada por SENAMHI.

Tabla 28.
Valores máximos y mínimos de la Humedad por estación.

Estación	Humedad mínima (%)	Humedad promedio (%)	Humedad máxima (%)
Primavera	47.1	52.5	59.4
Verano	67.2	77.9	89.8
Otoño	73.5	77.6	84.8
Invierno	37.7	41.7	47.3

Nota: Fuente Propia basado en la información otorgada por SENAMHI.

Tabla 29.
Valores máximos y mínimos de la Velocidad del viento por estación.

Estación	Velocidad del viento mínima (m/s)	Velocidad del viento promedio (m/s)	Velocidad del viento máxima (m/s)
Primavera	0.8	0.8	0.9
Verano	0.4	0.6	0.8
Otoño	0.6	0.8	0.9
Invierno	0.9	1.0	1.1

Nota: Fuente Propia basado en la información otorgada por SENAMHI.

De igual manera, según la información recolectada se tienen los valores mínimos, promedio y máximo para la temperatura y humedad para cada estación del año para la sección Outside, se puede corroborar que las diferencias que hay entre cada estación son similares a las dadas por el SENAMHI por lo que la estimación fue realizada de una manera óptima.

Tabla 30.
Valores máximos y mínimos de la Temperatura por estación.

Estación	Temperatura mínima (°C)	Temperatura promedio (°C)	Temperatura máxima (°C)
Primavera	18.9	27.0	33.0
Verano	17.2	25.3	33.2
Otoño	17.4	25.4	31.5
Invierno	17.9	26.0	31.5

Nota: Fuente Propia estimada en la información otorgada por SENAMHI.

Tabla 31.
Valores máximos y mínimos de la Humedad por estación.

Estación	Humedad mínima (%)	Humedad promedio (%)	Humedad máxima (%)
Primavera	43.0	45.5	51.3
Verano	44.0	46.5	51.2
Otoño	46.3	44.0	51.3
Invierno	46.3	44.0	51.3

Nota: Fuente Propia estimada en la información otorgada por SENAMHI.

Por último, se mostrarán los valores máximos, mínimos y promedio por cada estación para la vivienda convencional y la vivienda modelada en las Tablas 32, 33, 34 y 35.

Tabla 32.
Valores máximos y mínimos de la Temperatura por estación para una vivienda convencional.

Estación	Temperatura mínima (°C)	Temperatura promedio (°C)	Temperatura máxima (°C)
Primavera	16.5	22.9	26.5
Verano	21.2	25.9	31.2
Otoño	17.3	22.9	27.3
Invierno	17.8	23.4	27.8

Nota: Fuente Propia.

Tabla 33
Valores máximos y mínimos de la Humedad por estación para una vivienda convencional.

Estación	Humedad mínima (%)	Humedad promedio (%)	Humedad máxima (%)
Primavera	43.5	46.9	51.3
Verano	42.5	49.3	55
Otoño	44.5	47.9	52.3
Invierno	44.5	47.9	52.3

Nota: Fuente Propia.

Tabla 34.

Valores máximos y mínimos de la Temperatura por estación para la vivienda ecosostenible modelada.

Estación	Temperatura mínima (°C)	Temperatura promedio (°C)	Temperatura máxima (°C)
Primavera	21.0	23.7	26.4
Verano	25.0	26.8	28.0
Otoño	25.4	26.4	26.4
Invierno	25.9	26.9	26.9

Nota: Fuente Propia.

Tabla 35.

Valores máximos y mínimos de la Humedad por estación para la vivienda ecosostenible modelada.

Estación	Humedad mínima (%)	Humedad promedio (%)	Humedad máxima (%)
Primavera	42.0	45.2	49.3
Verano	42.0	49.2	55.3
Otoño	45.3	43.0	50.3
Invierno	45.3	43.0	50.3

Nota: Fuente Propia.

4.1.10. Elaboración y estimación de los indicadores bioclimáticos mediante ábacos

Se ingresarán los parámetros bioclimáticos del interior tanto de la vivienda ecosostenible modelada como de la vivienda convencional al ábaco de Víctor Olgyay a fin de comprobar en qué zona de confort se encuentran ambos modelos de construcción en las diferentes estaciones. Es así como se usará el valor máximo y mínimo para cada caso con el fin de generar una línea continua sobre el ábaco y confirmar si a lo largo de todo el día por cada temporada, la vivienda convencional o modelada se encuentra en la zona de confort térmico estimado.

Caso 1: Vivienda Convencional:

- Primavera: Las temperaturas consideradas son de 16.5°C y 26.5 °C y las humedades son 43.5% y 51.3%.

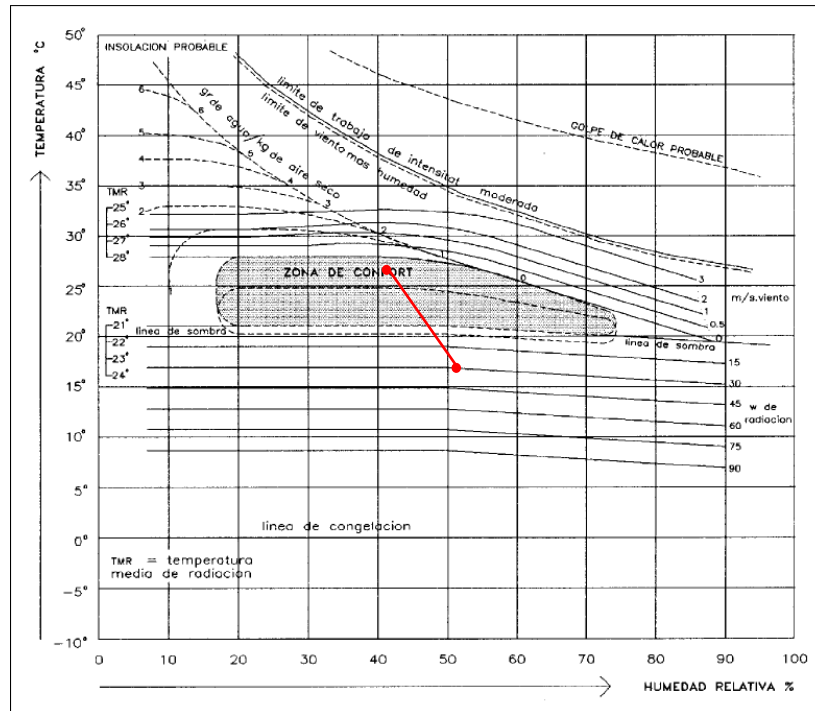


Figura 49. Línea establecida por los parámetros bioclimáticos para primavera de una vivienda convencional en el ábaco de Olgay. Fuente: Propia.

- Verano: Las temperaturas consideradas son de 21.2°C y 31.2 °C y las humedades son 42.5% y 55%.

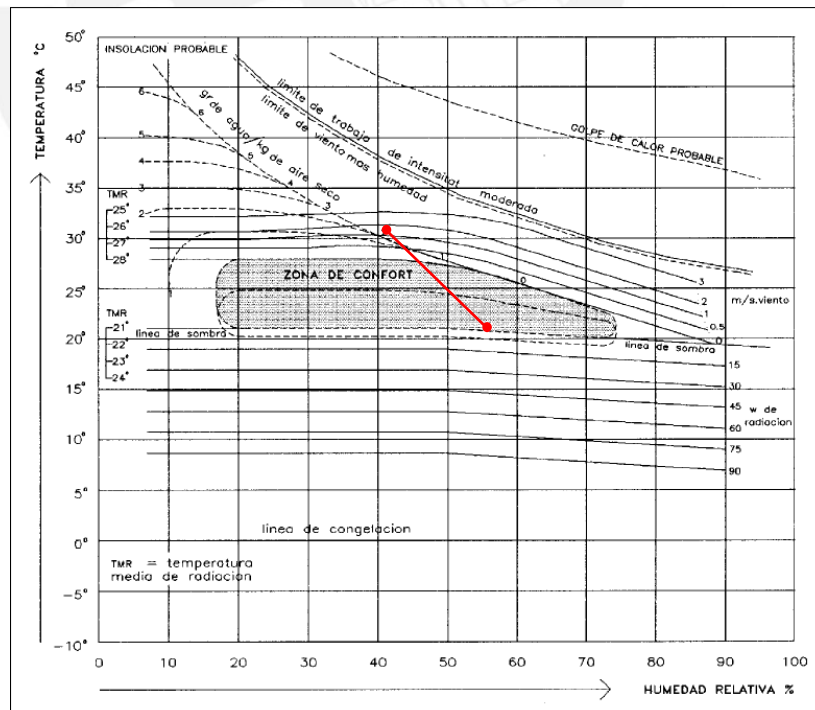


Figura 50. Línea establecida por los parámetros bioclimáticos para verano de una vivienda convencional en el ábaco de Olgay. Fuente: Propia.

- Otoño: Las temperaturas consideradas son de 17.3°C y 27.3 °C y las humedades son 44.5% y 52.3%.

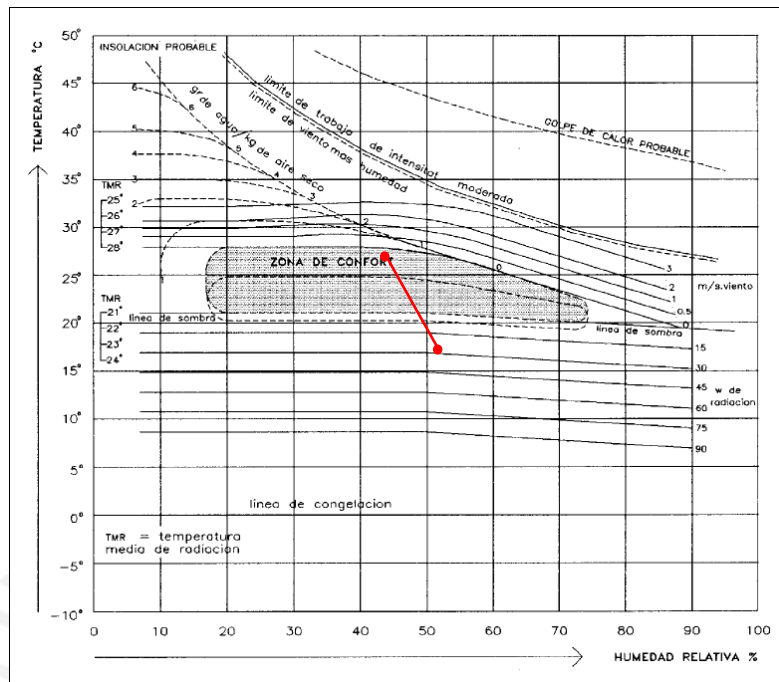


Figura 51. Línea establecida por los parámetros bioclimáticos para otoño de una vivienda convencional en el ábaco de Olgay. Fuente: Propia.

- Invierno: Las temperaturas consideradas son de 17.8°C y 27.8 °C y las humedades son 44.5% y 52.3%.

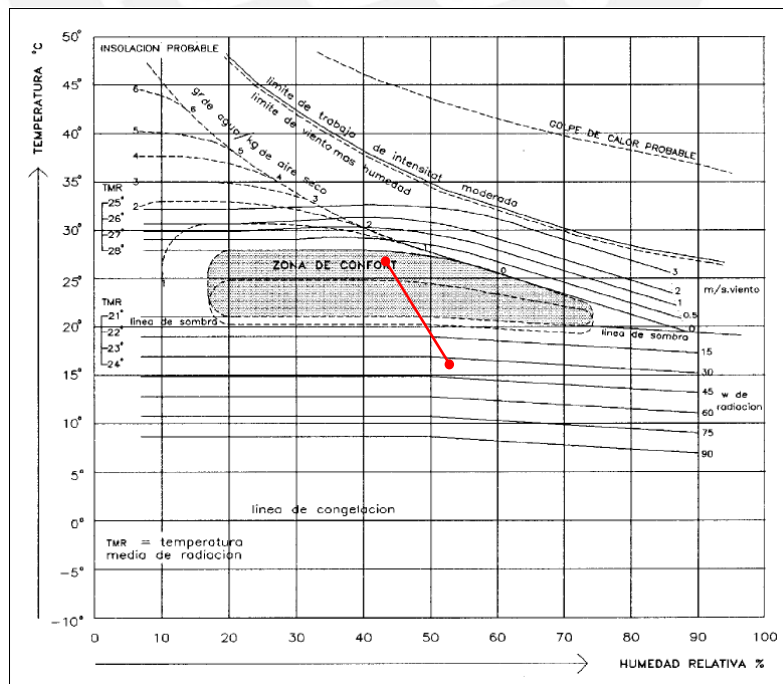


Figura 52. Línea establecida por los parámetros bioclimáticos para invierno de una vivienda convencional en el ábaco de Olgay. Fuente: Propia.

Caso 2: Vivienda Ecosostenible Modelada

- Primavera: Las temperaturas consideradas son de 21°C y 26.4 °C y las humedades son 42% y 49.3%.

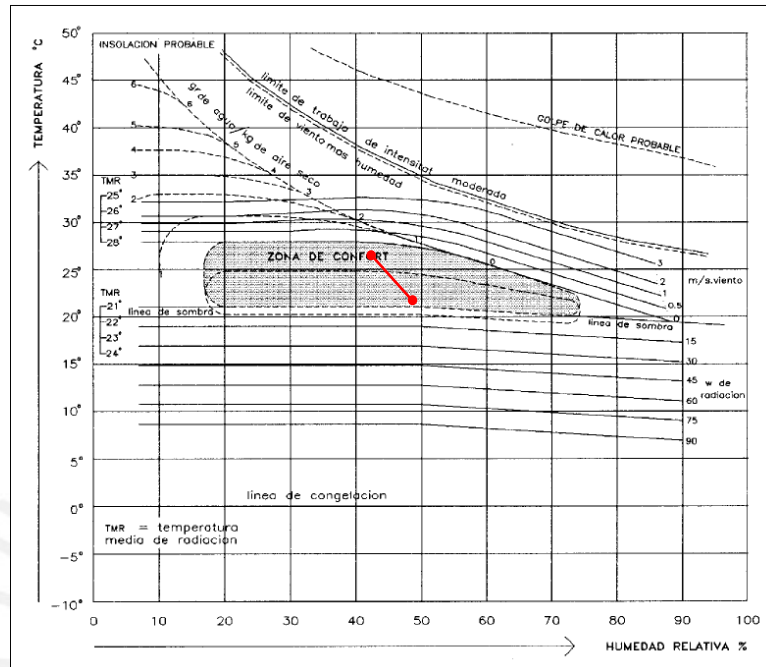


Figura 53. Línea establecida por los parámetros bioclimáticos para primavera de la vivienda ecosostenible modelada en el ábaco de Olgay. Fuente: Propia.

- Verano: Las temperaturas consideradas son de 25°C y 28 °C y las humedades son 42% y 55.3%.

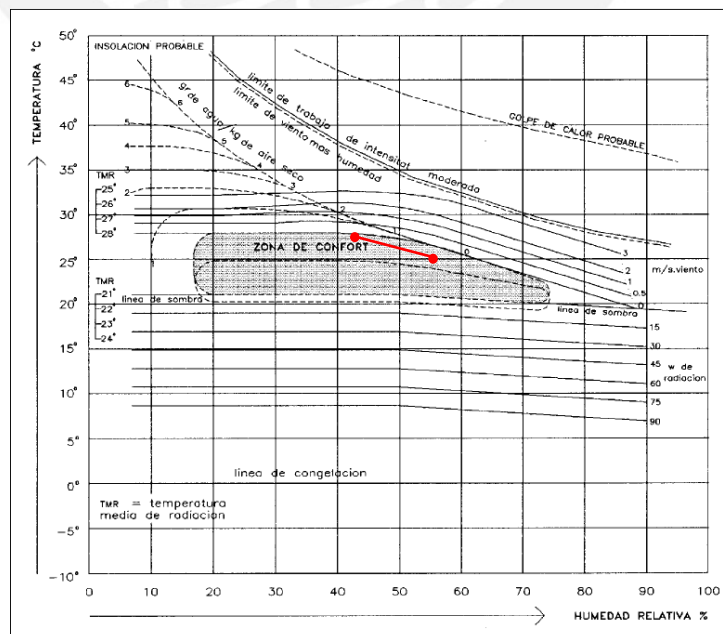


Figura 54. Línea establecida por los parámetros bioclimáticos para verano de la vivienda ecosostenible modelada en el ábaco de Olgay. Fuente: Propia.

- Otoño: Las temperaturas consideradas son de 25.4°C y 26.4 °C y las humedades son 45.3% y 50.3%.

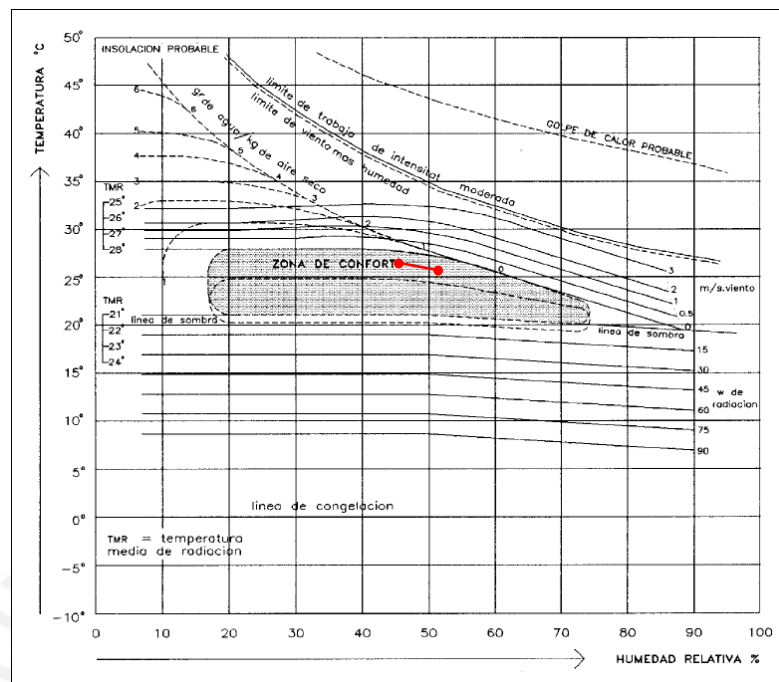


Figura 55. Línea establecida por los parámetros bioclimáticos para otoño de la vivienda ecosostenible modelada en el ábaco de Olgay. Fuente: Propia.

- Invierno: Las temperaturas consideradas son de 25.9°C y 26.9 °C y las humedades son 43% y 50.3%.

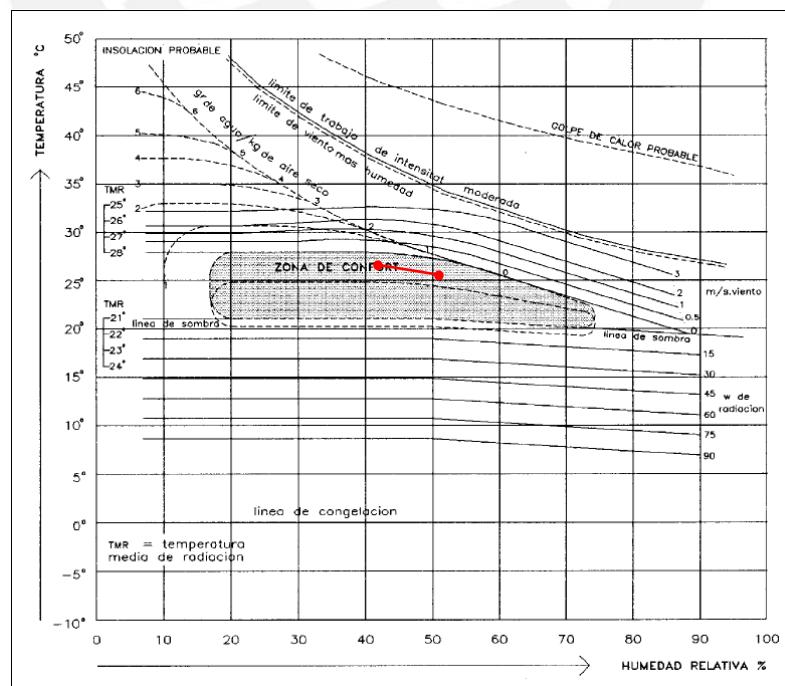


Figura 56. Línea establecida por los parámetros bioclimáticos para invierno de la vivienda ecosostenible modelada en el ábaco de Olgay. Fuente: Propia.

4.1.11. Índices de ganancia y pérdida de calor según los materiales

Los materiales por evaluar y calcular los índices de ganancia y pérdida de calor son los principales según el proceso constructivo de la vivienda modelada, es decir, se considerarán los muros a base de carrizo y barro con su revestimiento de cemento, y el techo compuesto por los mismos materiales.

Según González (2002), las conductividades térmicas de los materiales de carrizo, cemento, madera de construcción, tierra con paja, aire y vidrio plano son 0.123, 0.09, 0.13, 0.3, 0.026, 1.16 W/m·K respectivamente. Con estos datos es posible calcular los coeficientes de transmisión térmica presentados en la tabla 36.

Tabla 36.
Coefficiente de Transmisión Térmica para los materiales utilizados en la vivienda modelada.

	Material	Espesor (m)	λ (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	K (W/m ² ·K)	K(kcal/h·m ² ·C)
Muro	Carrizo	0.025	0.123	0.203		
	Cemento	0.015	0.09	0.167	2.206	1.897
	Tierra con paja	0.025	0.3	0.083		
Techo	Carrizo	0.025	0.123	0.203		
	Tierra con paja	0.025	0.3	0.083	1.613	1.387
	Cemento	0.03	0.09	0.333		
Puerta	Madera	0.04	0.148	0.270	3.700	3.181

Nota: Fuente Propia.

Para hallar las pérdidas de carga por transmisión se ha considerado las áreas de tres ambientes a analizar, los cuales son los muros de quincha, techo y puerta, así como la diferencia de temperaturas de la zona exterior e interior de la vivienda modelada a analizar para horas de la madrugada que es el horario más extremo en comparación a las diferencias del mediodía.

En la tabla 37 se presenta las diferencias de temperatura para las cuatro estaciones a evaluar, además en las tablas siguientes se presentan el resultado de las pérdidas de carga por transmisión.

Tabla 37.
Diferencias de temperatura de la vivienda ecosostenible modelada para las 4 estaciones.

	ΔT (°C)
Primavera	5
Verano	5
Otoño	7
Invierno	7

Nota: Fuente propia.

Tabla 38.
Pérdidas de carga por transmisión de la vivienda ecosostenible modelada en primavera.

Ambiente	Área en m ²	K	ΔT (°C)	Pt(kcal/h)
Muro de quincha	63.128	1.897	5	598.77
Techo	55.6	0.538	5	149.56
Puerta	16.38	3.181	5	260.52
Total				1,008.86

Nota: Fuente propia.

Tabla 39.
Pérdidas de carga por transmisión de la vivienda ecosostenible modelada en verano.

Ambiente	Área en m ²	K	ΔT (°C)	Pt(kcal/h)
Muro de quincha	63.128	1.897	5	598.77
Techo	55.6	0.538	5	149.56
Puerta	16.38	3.181	5	260.52
Total				1,008.86

Nota: Fuente propia

Tabla 40.
Pérdidas de carga por transmisión de la vivienda ecosostenible modelada en otoño.

Ambiente	Área en m ²	K	ΔT (°C)	Pt(kcal/h)
Muro de quincha	63.128	1.897	7	838.28
Techo	55.6	0.538	7	209.39
Puerta	16.38	3.181	7	364.73
Total				1,412.40

Nota: Fuente propia

Tabla 41.
Pérdidas de carga por transmisión de la vivienda ecosostenible modelada en invierno.

Ambiente	Área en m ²	K	ΔT (°C)	Pt(kcal/h)
Muro de quincha	63.128	19.707	7	838.28
Techo	55.6	20.587	7	209.39
Puerta	16.38	3.181	7	364.73
Total				1,412.40

Nota: Fuente propia

Luego se procede a hallar las pérdidas por infiltración (Pi), para calcular estas pérdidas según Acero, la constante U tiene un valor de 0.29 y los cambios cada hora, para la vivienda modelada que corresponde a “Ambiente con ventanas o puertas en dos paredes” sería de un valor de 1.5. (2016).

Tabla 42.
Pérdidas de carga por infiltración de la vivienda ecosostenible modelada.

Ambiente	Volumen (m ³)	c/h	U	ΔT (°C)	Pi (kcal/h)
Primavera	161.24	1	0.29	5	233.798
Verano	161.24	1	0.29	5	233.798
Otoño	161.24	1	0.29	7	327.317
Invierno	161.24	1	0.29	7	327.317

Nota: Fuente propia.

Una vez obtenido los valores de pérdidas de carga por transmisión e infiltración, se procede a calcular el total de pérdidas por cada estación, tal como lo mostrado en la tabla 43.

Tabla 43.
Pérdidas de carga por transmisión de la vivienda ecosostenible modelada.

Perdidas	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Por Transmisión (Pt)	1,008.86	1,008.86	1,412.40	1,412.40
Por Infiltración (Pi)	233.798	233.798	327.317	327.317
Total	1,242.658	1,242.658	1,739.717	1,739.717

Nota: Fuente Propia.

Asimismo, se procederá a calcular las ganancias de calor considerados como aportes directos o indirectos.

Para ambos casos se consideró una radiación solar de 5.5 kWh/m², lo que equivale a 197.05 kcal/m²·hora, esta información es la recolectada según Solargis en el Direct Normal Irradiation tal como lo presentado en la figura 53 y será considerada para todas las estaciones.

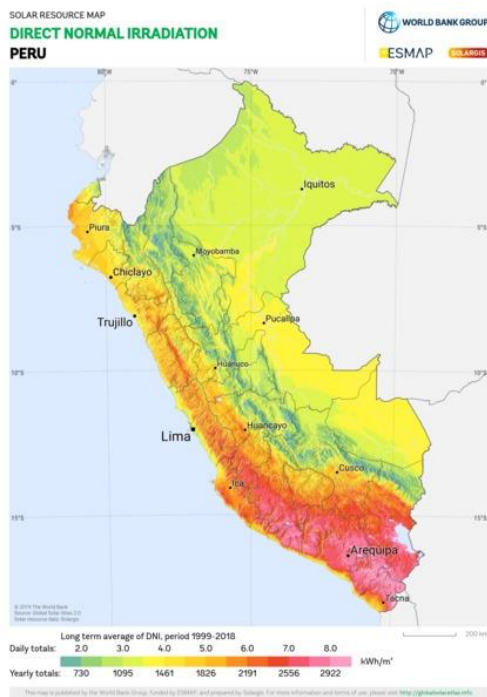


Figura 57. Mapa de Irradiación Normal Directa para el Perú. Fuente: <https://solargis.com/es/maps-and-gis-data/download/peru>

Según Acero, el porcentaje de transmisividad tendrá un valor de 0.85 para todos los casos, es así como se tiene como resultado para las ganancias de aporte directo lo presentado en la tabla 44. (2016).

Tabla 44.
Ganancia de calor por aporte directo.

Área de ventanas (m ²)	Radiación solar (kcal/m ² ·h)	% Transmisividad	Ganancia de calor-Aporte Directo
5.592	197.05	0.85	936.62

Nota: Fuente Propia.

Luego, se procederá a realizar las ganancias por aportes indirectos, los cuales serán los aportes independientes y los aportes de calor por transmisión.

Para la ganancia de calor por aportes independientes se tendrá en consideración aquellos artefactos eléctricos como radio y televisor, así como los 10 focos led de 7W y los ocupantes estimados de 2 adultos y 2 niños. Los resultados calculados son los presentados en la tabla 45.

Tabla 45.
Ganancia de calor por aporte independiente.

	Cantidad	Energía (W)	Ganancias (kcal/h)
Radio y TV	2	134.4	231.168
Foco Led 7W	10	7	60.2
Dos adultos y dos niños	4	72	247.68
		Total	539.048

Nota: Fuente Propia.

Para los aportes por ganancias de calor por transmisión, se tendrán en cuenta los muros y techo de quincha tal como lo mostrado en la tabla 46 y 47 para las estaciones de primavera/verano y otoño/invierno.

Tabla 46.
Ganancia de calor por transmisión para primavera y verano.

Ambiente	Área en m ²	K	ΔT (°C)	Ganancia de calor por transmisión
Muro de quincha	63.128	1.897	5	598.769
Techo	55.6	1.387	5	385.586
			Total	984.355

Nota: Fuente Propia.

Tabla 47.
Ganancia de calor por transmisión para otoño e invierno.

Ambiente	Área en m ²	K	ΔT (°C)	Ganancia de calor por transmisión
Muro de quincha	63.128	1.897	7	838.277
Techo	55.6	1.387	7	539.820
			Total	1,378.097

Nota: Fuente Propia.

Luego de tener todos los resultados de ganancias, se procederá a calcular el total de ganancias por estación que para primavera/verano será de 2,460.02 kcal/h y para otoño/invierno será de 2,853.76 kcal/h.

Seguidamente se procederá a calcular el total de calor que hay en la vivienda modelada por cada hora del día para cada estación, ello se puede apreciar en la tabla 48.

Tabla 48.
Calor total por hora diaria en las 4 estaciones en kcal/h.

	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Ganancia	2460.02	2460.02	2853.76	2853.76
Pérdida	1242.658	1242.658	1739.72	1739.72
Total	1217.363	1217.363	1114.04	1114.04

Nota: Fuente propia.

Por último, será necesario calcular las ganancias correctas para cada estación, esto se podrá calcular considerando las pérdidas y ganancias indirectas para todo el día, es decir, 24 horas y las ganancias directas de calor considerando únicamente las horas sol que están por cada día en cada estación, dicha información ha sido recolectada según base de datos descargada del SENAMHI y se muestra en la tabla 49.

Tabla 49.
Calor total por hora diaria en las 4 estaciones en kcal/h.

	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Hora sol por día	1.62	4.7	3.2	1.26

Nota: Fuente propia.

Las ganancias finales totales por día se presentan en la tabla 50.

Tabla 50.
Calor total por hora diaria en las 4 estaciones en kcal/h.

	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Pérdidas por día (kcal/día)	29823.8	29823.8	41753.3	41753.3
Ganancia indirecta por día (kcal/día)	36561.7	36561.7	46011.5	46011.5
Ganancia directa (kcal/día)	1517.3	4402.1	2997.2	1180.1
Ganancia total (kcal/día)	38079.0	40963.8	49008.7	47191.6
Porcentaje de calor (%)	127.7	137.4	117.4	113.0

Nota: Fuente propia.

4.2. Estimación del desempeño bioclimático de la vivienda ecosostenible modelada

La estimación del desempeño bioclimático de la vivienda modelada se dará construyendo unos índices que mostrarán si efectivamente su desempeño es el óptimo según lo esperado. Se analizará dos posibles situaciones correspondientes a los límites térmicos del ábaco de Olgyay tales como son las temperaturas de 21°C y 28°C. En base a las temperaturas mínima y máxima del ábaco, se pasará a evaluar las temperaturas consideradas para cada estación de la vivienda modelada.

Según Fernández, el número índice es una medida del rubro estadístico que permite realizar una comparación que existe entre dos magnitudes ya sean simples o complejas. (2015). Dado que se analizará la variación entre dos magnitudes, donde una de ellas es fija, se manejarán los números índice simples. El periodo base o de referencia serán los valores mínimo y máximo de las temperaturas del ábaco con el valor asignado de 100, siendo cada magnitud de temperatura denominado como m_{i0} y para las otras temperaturas de las diferentes estaciones serán m_{it} . La fórmula para calcular cada número índice simple será la siguiente:

$$I_0^t(i) = \frac{m_{it}}{m_{i0}} * 100 \quad (6)$$

Por consiguiente, se obtendrán los resultados de los números índices para cada caso siendo presentadas en la tabla 51 y 52.

Tabla 51.
Índices simples de temperaturas mínimas para distintas estaciones.

Estación	Temperaturas mínimas (°C)	Índices Simples
Todas	21	100.00
Primavera	21	100.00
Verano	25	119.05
Otoño	25.4	120.95
Invierno	25.9	123.33

Nota: Fuente Propia

Tabla 52.
Índices simples de temperaturas máximas para distintas estaciones.

Estación	Temperaturas máximas (°C)	Índices Simples
Todas	28	100.00
Primavera	26.4	94.29
Verano	28	100.00
Otoño	26.4	94.29
Invierno	26.9	96.07

Nota: Fuente propia.

La interpretación de los índices para las temperaturas máxima y mínima se realizará teniendo en consideración dos importantes diferencias. De este modo, en las temperaturas mínimas los índices mayores o iguales a 100 indicarán que el desempeño bioclimático es el adecuado, mientras que, para las temperaturas máximas, los índices menores o iguales a 100 serán los considerados como óptimos para un buen desempeño bioclimático.

4.3. Evaluación del desempeño ambiental de la vivienda ecosostenible modelada

La evaluación del desempeño ambiental de la vivienda modelada se analizará de la misma manera que la presentada para el desempeño bioclimático, es decir, mediante los números índice simples.

Para el desempeño ambiental se considerará las huellas de carbono calculadas para cada tipo de material utilizado en la construcción de los muros y techos de la vivienda modelada, sin embargo, sólo se considerará la huella de carbono sin tomar en cuenta el transporte que incurrían algunos materiales hacia el poblado de Chillaco, ello con el fin de realizar la comparación con los materiales tradicionales dados por bibliografía.

La tabla 53 muestra los kg de CO₂ por m² de muro de los materiales utilizados para la vivienda ecosostenible modelada.

Tabla 53.

Huella de Carbono para los distintos materiales utilizados en la vivienda ecosostenible modelada sin considerar transporte.

Material	Peso (kg/m ²)	Kg de CO2 eq.	Kg de CO2 eq.
Muro de quincha	Barro	36.25	0.409
	Carrizo	1.98	0.162
	Revestimiento interior	20.35	2.75
	Revestimiento exterior	20.35	2.75
Techo de carrizo y madera	Viguetas de madera	95.25	8.78
	Cubierta carrizo	1.98	0.162
	Cubierta barro	36.25	0.409
	Revestimiento interior	20.47	9.191
	Revestimiento exterior	34.14	5.258

Nota: Fuente propia.

Para los materiales tradicionales utilizados en las viviendas convencionales, se tomará datos según bibliografía para los muros como de bloques de adobe, ladrillo o de concreto; de la misma manera, para los techos de losas de viguetas de concreto o losas de concreto macizo de 10cm de espesor, ello está presentado en la tabla 54 y 55.

Tabla 54.

Huella de Carbono para distintos materiales convencionales.

Material	Peso (kg/m ²)	Kg de CO2 eq.
Muro de adobe	321.5	19.2
Muro de ladrillo	100.45	36.80
Muro de concreto de 10 cm espesor	254.08	139.67

Nota: Tomado de “Evaluación de la Huella de Carbono con enfoque de Análisis de ciclo de vida para 12 sistemas constructivos” de L. Güereca et al., 2016, p.60 y “Construcción con Tierra en el siglo XXI” de S. Bestraten, et al., 2011, p. 18.

Tabla 55.

Huella de Carbono para distintos materiales convencionales.

Material	Peso (kg/m ²)	Kg de CO2 eq.
Losa de viguetas de concreto	205	89.38
Losa de concreto macizo 10 cm	254.08	139.67

Nota: Tomado de “Evaluación de la Huella de Carbono con enfoque de Análisis de ciclo de vida para 12 sistemas constructivos” de L. Güereca et al., 2016, p.60.

El periodo base o de referencia serán los menores valores de huella de carbono que tengan los materiales convencionales para cada caso, ya sea de muro o techo. Las tablas 56 y 57

presentan los números índices para los materiales utilizados en la vivienda modelada respecto a los materiales convencionales.

Tabla 56.
Índices simples de los materiales utilizados para los muros de una vivienda.

Material	Kg de CO2 por m ²	Índices Simples
Muro de Adobe	19.20	100.00
Muro de Quincha	6.07	31.61
Muro de Ladrillo	29.15	191.67
Muro de concreto de 10cm de espesor	139.67	727.45

Nota: Fuente propia.

Tabla 57.
Índices simples de los materiales utilizados para el techo de una vivienda.

Material	Kg de CO2 por m ²	Índices Simples
Losa de viguetas de concreto	89.38	100.00
Techo de carrizo y madera	23.8	26.63
Losa de concreto macizo 10cm	139.67	156.27

Nota: Fuente propia.

La interpretación de los índices para las huellas de carbono se realizará considerando que mientras los índices sean mucho menores al base 100 se obtendrá el mejor desempeño ambiental, mientras que, si son mayores, se tendrá como resultado un desempeño ambiental elevado en comparación a los otros materiales.

4.4. Comparación, a nivel bioclimático y de huellas ambientales, de la vivienda ecosostenible modelada con una convencional

A fin de realizar una comparación entre la vivienda ecosostenible modelada comparada con una convencional, se pasará a analizar los resultados obtenidos en los índices para el desempeño bioclimático y ambiental.

Desde el punto de vista del bioclimatismo, hemos obtenido los números índice para la vivienda modelada mas no para la vivienda convencional, es así como se ve necesario el encontrar los números índice para este tipo. Las tablas 58 y 59 muestra los números índice obtenidos para las temperaturas de una vivienda convencional.

Tabla 58.

Índices simples de temperaturas mínimas para distintas estaciones para una vivienda convencional.

Estación	Temperaturas mínimas (°C)	Índices Simples
Todas	21	100.00
Primavera	16.5	78.57
Verano	21.2	100.95
Otoño	17.3	82.38
Invierno	17.8	84.76

Nota: Fuente Propia

Tabla 59.

Índices simples de temperaturas máximas para distintas estaciones para una vivienda convencional.

Estación	Temperaturas máximas (°C)	Índices Simples
Todas	28	100.00
Primavera	26.5	94.64
Verano	31.2	111.43
Otoño	27.3	97.50
Invierno	27.8	99.29

Nota: Fuente propia.

Una vez conocido todos los números índice para ambos tipos de vivienda, se puede observar en las tablas de las temperaturas mínimas, que la vivienda modelada cuenta con índices bastante superiores al esperado a excepción de la temporada de primavera en la que coincide con el valor mínimo, en cambio, los índices de la vivienda convencional nos brindan valores considerablemente por debajo del índice base a excepción de la temporada de verano donde el valor es muy cercano a 100, ello nos estaría indicando un desempeño bioclimático no tan adecuado para la zona, dado que se estarían obteniendo valores muy menores a la temperatura mínima.

Adicionalmente, en las tablas observadas de temperaturas máximas, se puede observar que en la vivienda modelada los valores se encuentran por debajo del índice base, indicando que se está cumpliendo el desempeño bioclimático requerido a excepción de la estación de verano que se encuentra en el límite. Sin embargo, para la vivienda convencional, a pesar de que los valores se encuentren por debajo del índice base, se logra encontrar que hay estaciones en las que la diferencia es muy corta, y además para la estación de verano sí se logra superar el valor, por lo que no se estaría logrando el confort térmico que se requiere.

Por ende, en cuanto al desempeño bioclimático se puede indicar que la vivienda ecosostenible modelada contempla un mejor desempeño, mientras que las viviendas convencionales de la zona no satisfacen lo requerido para desempeñarse de manera adecuada respecto al bioclimatismo puesto que no se logra obtener un adecuado confort térmico.

Desde la perspectiva del desempeño ambiental, se puede observar de manera clara en las tablas 56 y 57, que los muros de quincha considerados en la vivienda modelada se desempeñan de una manera amigable con el ambiente, es así que su índice es como la tercera parte del índice base, el cual considera un material comúnmente usado en el país en zonas aisladas; además, considerando que la mayor parte de las viviendas en Chillaco son construidas a base de adobe se puede notar que este obtiene un índice superior respecto al de la vivienda modelada, por lo que la huella de carbono que deja al medio ambiente es mayor que el de la quincha, pero sigue siendo mucho menor que el del concreto o de ladrillo. De igual manera, los índices obtenidos para el tipo de techo utilizado de carrizo con viguetas de madera en la vivienda modelada nos brindan casi la cuarta parte del índice base, mientras las losetas de viguetas de concreto o concreto macizo dan valores mucho mayores, por lo que, se puede contemplar un desempeño ambiental de la vivienda modelada superior al encontrado en las viviendas convencionales como lo mostrado en la figura 58.

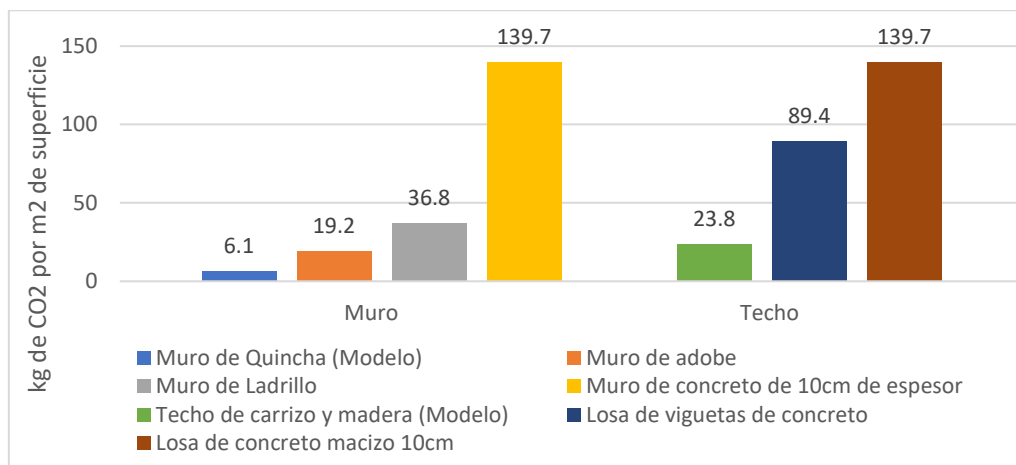


Figura 58. Comparación entre tipos de materiales de muro y techo.

Capítulo V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Discusión de Resultados respecto al Desempeño Bioclimático

Según los resultados del primer acápite según el orden de la metodología, se puede apreciar que las temperaturas en el poblado de Chillaco son muy similares en promedio a lo largo de las estaciones, además, que las estaciones de primavera y verano son las que contemplan mayores temperaturas, y en particular la estación de primavera es la que obtiene un mayor grado térmico. Estos datos de temperatura son muy importantes debido a que se puede indicar que el poblado de Chillaco no sufrirá de las heladas que ocurren en la zona altoandina de nuestro país, por el contrario, el clima respecto a sensación de temperatura en Chillaco es uno que se mantiene casi constante a lo largo del año, un punto resaltante al momento de evaluar el confort térmico.

Además, se puede notar en el umbrograma que las humedades son lo inverso a la tendencia de la temperatura, es así como al tener una menor temperatura se obtendrá un mayor porcentaje de humedad y viceversa, obteniendo un valor mínimo de humedad de 42% y como máximo casi 90%. Con respecto al climatograma, este nos brinda datos importantes respecto a las precipitaciones donde se verifica que en temporada de verano hay mayores precipitaciones comparadas en las otras estaciones, sin embargo, como se ha comentado, ello no influye en lo que respecta a las temperaturas. Por último, en el BoxPlot se puede identificar que tanto las temperaturas como las velocidades del viento contienen valores cercanos entre sí, a diferencia de la humedad y la precipitación.

La orientación y distribución que tiene la vivienda modelada ecosostenible permite obtener una incidencia solar que actúa de manera favorable en la vivienda, puesto que por las mañanas recibe la radiación solar por el frente mientras que por las tardes en la parte posterior. Las ventanas ubicadas según la incidencia solar obtenida por el ECOTECH, a su

vez permiten evitar corrientes de viento fuertes y logran una ventilación equilibrada en su interior.

La medición de variables bioclimáticas tales como la temperatura y humedad en el poblado de Chillaco tanto en la zona exterior como para el interior de una vivienda convencional, permitió comparar y corroborar si el confort térmico se daba en dicha vivienda a lo largo de las distintas estaciones. Es así, como en primer lugar se puede notar que, para la estación de primavera, durante el día las diferencias de temperatura son pequeñas siendo únicamente 2.6 °C el interior más fresco que la temperatura sentida en el exterior, sin embargo, para horas de la madrugada, esta diferencia sigue manteniéndose lo que conllevaría a que el confort térmico no se establezca en este horario; de similar manera ocurre para las estaciones de otoño e invierno.

Lo que se espera para una vivienda es que durante el día la temperatura a su interior sea más fresca que el exterior, y que en la madrugada donde las temperaturas suelen disminuir como en el caso de Chillaco que se tiende a disminuir alrededor de 10 °C, las temperaturas al interior aumenten para lograr obtener un confort térmico a lo largo de todo el día.

Dado que las viviendas convencionales ubicadas en Chillaco no corresponden favorablemente a un confort térmico, es conveniente analizar los materiales que son usados para su construcción, es así como se puede indicar que sus muros son de adobe, el cual es un material que tiene regular transmitancia térmica, y además que el techo es de calamina. Este último material con el que se construye la mayoría de las viviendas, según Ramos et al. (2013), contempla una transmitancia térmica de 7.14 W/m²·K. Este valor es uno muy elevado comparado a la transmitancia térmica del techo de la vivienda modelada la cual tiene como valor 1.613 W/m²·K; a menor transmitancia térmica nos indicará que las pérdidas y ganancias de energía calorífica serán menores, es decir, el calor no se podrá

transmitir tan rápidamente del espacio interior al exterior y viceversa, por lo que se tendrá una buena capacidad aislante.

De esta manera, en el caso de las viviendas convencionales al contar con un material de elevada transmitancia térmica, se puede esclarecer la razón por la cual en horarios de madrugada la vivienda sigue siendo igual o más fría que la zona exterior.

Asimismo, se pudo obtener como resultado de las tablas 38, 39, 40 y 41 sobre la vivienda modelada, que hay mayor pérdida de calor por transmisión en los muros de las viviendas y ello se puede corroborar comparando el coeficiente de transmisión térmica del muro con el del techo; sin embargo, dado que la diferencia es mínima, ello indica que la vivienda modelada seguirá comportándose de una manera más adecuada en comparación a las viviendas convencionales del poblado de Chillaco.

Es así que, en el caso de la vivienda modelada, según la transmitancia térmica obtenida se pudo estimar los resultados para las distintas horas principales a lo largo del día, obteniendo un buen desempeño debido a que durante el día cuando se obtiene una mayor cantidad de temperatura, en la zona interior se obtiene una sensación de frescura, y por el contrario en la madrugada al disminuir la temperatura en la zona exterior, gracias a la baja transmitancia térmica que se obtiene, permite liberar la energía recolectada a lo largo del día y obtener una sensación de confort térmico para los habitantes.

Otro punto importante a considerar son la ubicación de las ventanas, que si bien cumplen un rol fundamental al obtener un equilibrio del viento al interior, también tienen un gran aporte en cuanto al confort térmico, dado que en la tabla 44 se muestra las ganancias de calor obtenidas por las ventanas, las cuales son una cifra importante al momento de realizar el balance térmico.

Entonces, para evaluar si se cumple o no el confort térmico en las distintas estaciones para las viviendas convencionales y la vivienda ecosostenible modelada, los resultados del acápite de la estimación de los indicadores bioclimáticos mediante ábacos nos muestran que en el caso de la vivienda convencional no hay ni una sola estación en la que se logre un confort térmico total a lo largo del día. Además, ello es demostrable en el acápite comparativo donde se muestran las tablas de los índices simples basados en las temperaturas, y podemos corroborar que los valores por cada estación interpolando las tablas nunca coincidirán.

No obstante, en la vivienda ecosostenible modelada, se observa en los ábacos que en todas las estaciones se encuentra dentro del régimen establecido por Víctor Olgyay, siendo en la mayoría de los casos valores muy cercanos al intermedio superior del área establecida.

Es así como se puede fundamentar que la vivienda modelada está logrando el confort térmico que se espera y no será necesario aplicar ningún tipo de artefacto de calefacción adicional según lo mostrado en la tabla 50 en la que los porcentajes de calor son superiores al 100%.

En el acápite de la estimación de la Bóveda Celeste mediante el programa ECOTEC 2011, se pudo modelar los ambientes de la vivienda ecosostenible modelada junto a sus ventanas y puertas a fin de obtener el recorrido solar que se obtendrá a lo largo del día en todos los meses del año. Gracias a este resultado, se pudo verificar la correcta ubicación de ventanas y puertas, debido a que la posición del sol y la entrada de iluminación natural en la mañana se ubica en los dormitorios y la sala-comedor de la vivienda modelada, así como en la tarde, la iluminación se dará en el otro extremo de la otra habitación y la cocina. Los resultados de sombras generadas por el programa nos permiten verificar que existe un confort lumínico en la vivienda modelada, parte también fundamental en la evaluación del desempeño bioclimático.

Es así como la vivienda ecosostenible modelada obtendrá un buen desempeño bioclimático respecto a una vivienda convencional de la zona que no logra cumplir con los requisitos necesarios para obtener un buen confort térmico.

5.2. Discusión de Resultados respecto al Desempeño Ambiental

El desempeño ambiental por evaluar en la presente tesis fue considerado respecto a las huellas de carbono generadas por los materiales utilizados en la vivienda modelada, así como su respectivo proceso constructivo.

En los resultados obtenidos gracias al programa SimaPro, en primer lugar, se puede observar las diferentes cantidades de CO₂ encontrados para cada tipo de material utilizado en la vivienda modelada, siendo resaltante la huella de carbono encontrada para el concreto de cimentación en comparación a los valores ínfimos encontrados para el carrizo y la madera, de igual manera, para el barro utilizado con el carrizo para conformar la quincha, el valor también es muy pequeño considerando el del concreto.

Asimismo, se encontraron las cantidades por kg de CO₂ por toda el área de la vivienda modelada construida según sus diferentes etapas de su ciclo de vida, siendo la principal etapa recolectora de mayor cantidad de CO₂ la del Uso debido a que en dicha etapa es considerada la utilización de energía por 30 años, por lo que la emisión de CO₂ es superior. En cuanto a la etapa de PreUso, la huella de carbono es menos de la mitad que la del Uso, por último, la etapa de fin de vida útil nos muestra cierta cantidad de kg de CO₂ concerniente a los escombros.

A fin de evaluar el desempeño ambiental de la vivienda modelada, fue necesario realizar una comparación de los materiales utilizados respecto a los convencionales de las viviendas. Es así, que se utilizó nuevamente el programa SimaPro con el fin de encontrar las huellas de carbono para los materiales utilizados en la vivienda modelada sin considerar

el transporte de aquellos materiales que no se encontraban en el poblado tales como el concreto, cemento, paja o yeso. Se realizó de esta manera debido a que la información brindada por bibliografía no considera algún tipo de transporte, y para realizar la debida comparación era necesario realizarlo de dicha manera.

Según los resultados obtenidos en el acápite de la evaluación del desempeño ambiental, se puede afirmar que los muros de quincha considerados en la vivienda modelada generan casi la tercera parte de kg de CO₂ por m² de área del material convencional utilizado en las viviendas convencionales de Chillaco que cuenta con menor huella de carbono que es el muro de adobe y casi la sexta parte de kg CO₂ por m² de los muros de ladrillo. Lo mencionado anteriormente se puede confirmar, observando los índices obtenidos de los materiales según tipo de muros.

De igual manera ocurre para los diferentes tipos de techo, donde el muro de la vivienda modelada a base de quincha y madera es sumamente menor a los otros tipos de techos convencionales. Si bien es cierto, no se puede realizar una comparación directa con los tipos de techo utilizados en el poblado de Chillaco, debido a que son de calamina y no se pudo encontrar información bibliográfica detallada respecto a ello, se puede esperar que la huella de carbono utilizada para la vivienda modelada sea menor.

Finalmente, se puede establecer que el desempeño ambiental encontrado para la vivienda modelada es mucho mejor que el encontrado en las viviendas convencionales de Chillaco.

CONCLUSIONES

La vivienda ecosostenible modelada obtuvo un desempeño ambiental según lo estimado mediante huellas de carbono, es así como el resultado de ello son valores muy bajos por kg de CO₂. Por lo que se establece que a menor cantidad de kg es menor huella de carbono y mucho mejor será el desempeño ambiental.

La vivienda ecosostenible modelada obtuvo un desempeño bioclimático adecuado a la zona según lo estimado, esto se refleja al cumplir con el confort lumínico requerido y el confort térmico para la zona donde está ubicado Chillaco. Asimismo, para todas las estaciones del año, la vivienda modelada se encuentra en la zona de confort según el ábaco de Víctor Olgyay que vincula la temperatura interior con la humedad.

La vivienda ecosostenible modelada tiene un mejor desempeño bioclimático y ambiental comparado a los desempeños para las viviendas convencionales de Chillaco. Las viviendas convencionales de Chillaco no lograban mantener la zona de confort térmico a lo largo de las estaciones según el ábaco de Víctor Olgyay mientras la vivienda modelada sí; además, los materiales utilizados en las viviendas convencionales generaban altos valores de kg de CO₂ comparados con los ínfimos valores obtenidos para la vivienda modelada.

Se concluye que la vivienda ecosostenible modelada a base de quincha reforzada junto con la disposición de sus ambientes generará una mejora en el impacto ambiental de la zona debido a que posee buen desempeño bioclimático y ambiental comparado a los obtenidos por las viviendas convencionales que se encuentran en el poblado de Chillaco ubicado en la provincia de Huarochirí, departamento de Lima.

RECOMENDACIONES

Es recomendable tener la vivienda ecosostenible construida, a fin de poder evitar grandes incertidumbres en la estimación de los parámetros bioclimáticos considerados a lo largo del día y de las estaciones del año.

Se recomienda tomar mayor cantidad de mediciones en la zona a lo largo de todas las estaciones del año, con el fin de obtener valores más certeros con respecto a los parámetros ambientales tales como temperatura, humedad y velocidad del viento.

Se recomienda tomar la cantidad de luxes para el interior de las viviendas convencionales y de la vivienda ecosostenible modelada con el fin de poder tener una mejor comparación del desempeño bioclimático en términos de confort lumínico.

Es recomendable considerar el agua para la etapa de Uso de la vivienda ecosostenible modelada para fin de considerar de una manera más plena el análisis de ciclo de vida de la vivienda modelada a lo largo de su vida útil y obtener una huella de carbono más completa, lo cual no ha sido considerado para la presente tesis.

Referencias Bibliográficas

Acero, N. (2016). Evaluación y diseño de vivienda rural bioclimática en la comunidad campesina de Ccopachullpa del Distrito de Ilave. (Tesis de titulación en Ingeniería Agrícola). Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ingeniería Agrícola. Puno, Perú.

Bestraten, S., Hormías, E., Altermir, A. (2011). Construcción con Tierra en el siglo XXI. *Informes de la Construcción*, 63 (523), 5-20. doi.org/10.3989/ic.2011.v63.i523.

Carpio, B. (2022). Propuesta de adecuación espacial urbana para el mejoramiento del confort térmico en el eje arco Deústua, parque Pino y plaza de armas de la ciudad de Puno. (Tesis de titulación en Arquitectura). Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura. Puno, Perú.

Castaño, S. y Osorio, V. (2013). Sobre la Arquitectura Bioclimática en el marco de la sustentabilidad. *Arquetipo*, 7, 103-114.

Conforme Zambrano, G. y Castro Mero, J. (2020). Arquitectura Bioclimática. *Polo del Conocimiento*, 5 (3), 751-779.

Cortés, S. (2010). Condiciones de aplicación de las estrategias bioclimáticas. *Cuaderno de Investigación Urbanística*, (69), 88-100.

EADIC (2012). Arquitectura Bioclimática. Cuaderno de Formación.

Ecoinvent (2013). The life cycle inventory data version 3. Swiss Centre for Life Cycle Inventories. <https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/data-releases/ecoinvent-3-0/>

Haya, E. Escuela de Organización Industrial. (2016). *Análisis de Ciclo de Vida – Master en Ingeniería y Gestión Medioambiental*. Recuperado de <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/25482/analisis-de-ciclo-de-vida>

García, V., Medina, K. y Perez, A. (2016). Indicadores de Evaluación de sostenibilidad ambiental a partir del uso de la guadua en viviendas en Colombia. (Tesis de titulación en Contaduría Pública). Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de Contaduría Pública. Bucaramanga, Colombia.

Fernández, S. (2015). *Números Índices – Estadística Descriptiva*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid. Facultad Ciencias Económicas y Empresariales.

González, E. (2002). Selección de materiales en la concepción arquitectónica bioclimática. Maracaibo: Instituto de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura y Diseño (IFAD).

Gonzalo, G. y Nota, V. (2015). *Manual de Arquitectura Bioclimática y Sustentable*. (5ª ed.). Buenos Aires, Argentina: Editorial Nobuko. ISBN: 950-43-9028-5.

Guerra, M. (2013). Arquitectura Bioclimática como parte fundamental para el ahorro de energía en edificaciones. *ING-NOVACIÓN*, 3(5), 123-133. ISSN: 2221-1136

Guevara, M. (9-13 de noviembre de 2015). *Evaluación térmica de un elemento arquitectónico ancestral: Los Putucos, Puno, Perú*. 15º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. Cuenca, Ecuador.

Güereca L., Padilla, A. y Herrera, H. (2016). *Evaluación de la Huella de Carbono con enfoque de análisis de Ciclo de Vida para 12 Sistemas Constructivos*. México: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Hernández, A. (2013). *Manual de diseño bioclimático urbano*. Braganca. ISBN: 978-972-745-157-9

Higueras, E. (2006). *Urbanismo bioclimático*. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili.

Huamani, F., Taipe Y. y Ugarte J. (2021). Análisis del confort térmico en las viviendas “Sumaq Wasi”, Misquipata, distrito de San Juan de Jarpa, provincia Chupaca, región Junín. (Tesis de titulación en Arquitectura). Universidad Continental. Facultad de Arquitectura. Junín, Perú.

López, A. (2018). Estudios y análisis de parámetros bioclimáticos. Caso práctico: Las fachadas del edificio C1 de la escuela técnica superior de ingeniería de la edificación de la UPV. (Tesis de titulación Construcción y Medio Ambiente). Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de construcciones arquitectónicas. Valencia, España

López, M. (2003). Estrategias Bioclimáticas en la Arquitectura. Universidad autónoma de Chiapas.

Neila, J. (2004). Arquitectura Bioclimática en un entorno sostenible: buenas prácticas edificatorias. *Cuadernos de Investigación Urbanística*, (41), 89-99.

Mestanza, V. (2021). Diseño y evaluación ambiental de un prototipo de vivienda bioclimática y de sus parámetros de confort térmico, lumínico y de ventilación en la ciudad de Lima. (Tesis de titulación en Ingeniería Civil). Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Lima, Perú.

Molina, J., Espinoza, R. (2015). *Análisis de Operatividad de una vivienda bioclimática altoandina*. XXII Simposio Peruano de Energía Solar y del Ambiente. Congreso llevado a cabo en Arequipa, Perú.

Muentes, W. (2017). Análisis Bioclimático del conjunto habitacional “Maratea” de la parroquia Los Esteros del Cantón Manta. (Tesis de titulación en Arquitectura). Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Facultad de Arquitectura. Manabí, Ecuador.

Olgay, V. (2002). *Arquitectura y Clima*. Ed.2

Olgay, V. (2015). *Design with Climate*. Princenton University Press.

Piñeiro, M. (2015). *Arquitectura Bioclimática-Consecuencias en el lenguaje Arquitectónico*.
Universidade da Coruña.

Quintuña, I. (2019). *Estrategias de diseño pasivas para brindar confort térmico en la capilla de la comunidad de Guarangos Chico de la ciudad de Azogues*. (Tesis de Magister en Arquitectura Bioclimática, Confort y Eficiencia Energética). Universidad de Cuenca. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Cuenca, Ecuador.

Ramos, E., Ocupa, D., Molina, J., y otros. (11-15 de noviembre de 2013). *Acondicionamiento térmico para edificaciones rurales altoandinas*. XX Simposio Peruano de Energía Solar. Tacna, Perú.

Rayter, D. (2008). *Guía de Aplicación de Arquitectura Bioclimática en Locales Educativos*. Lima, Perú: Ministerio de Educación del Perú.

Rodríguez, M. (Ed.). (2008). *Introducción a la arquitectura bioclimática*. Balderas, México: Editorial Limusa S.A.

Rojas, K. (2018). *Confort ambiental basado en los principios de una arquitectura bioclimática en un centro educativo básico especial para niños de 0 – 14 años en la provincia de Cajamarca*. (Tesis de titulación en Arquitectura). Universidad Privada del Norte. Facultad de Arquitectura y Diseño. Cajamarca, Perú.

Salazar, S. (2011). *Construcción y desarrollo sostenible “Arquitectura Bioclimática”*. Universidad de Almería.

Sagastume, W. (2006). *Influencia de los factores climáticos en el diseño para la vivienda urbana ubicada en climas extremos*. (Tesis de titulación en Arquitectura). Universidad Rafael Landívar. Facultad de Arquitectura y Diseño. Guatemala.

Serra, R. y Coch, H. (1995). *Arquitectura y Energía Natural*. Barcelona, España: Editorial Edicions UPC y Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya.

SOLARGIS. (2017). *Mapa de Irradiación Normal Directa para el Perú*.
<https://solargis.com/es/maps-and-gis-data/download/peru>

Taberner, F. (2010). La arquitectura bioclimática y el cambio climático. *Ari Real Instituto Elcano*, (70), 1-8.

Velastegui, E. (2015). Prototipo Arquitectónico de vivienda con parámetros bioclimáticos para las comunas de cerro alto y sube y baja 2014. (Tesis de titulación en Arquitectura). Universidad de Guayaquil. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Guayaquil, Ecuador.

Vidal, A., Rico, L. y Vásquez, G. (2010). Diseño de un modelo de vivienda bioclimática y sostenible Fase I. San Salvador, El Salvador: Universidad Tecnológica de El Salvador.

Wieser, M. (2011). Consideraciones Bioclimáticas en el Diseño Arquitectónico: El caso peruano. *Cuadernos de Arquitectura*, (10), 5-65.

ANEXO 1

Encuesta sobre hogar

1. Nombre: Margarita Vargas Paaco

2. ¿Cuántas personas viven en tu casa? (incluyéndote): 5 personas

3. ¿Qué tan frecuente son los robos en casas en la zona?

1 2 3 4 5

Poco frecuente Muy frecuente

4. ¿Tienes llave de luz en tu casa?

Sí
 No
 Otro: _____

6. ¿Cuántos focos y de que tipo tienes en casa?

Incandescentes: _____
Ahorraadores: 5 Focos
LED: _____
Fluorescentes: _____

5. ¿Cuántos tomacorrientes tienes en casa?: 8 Tomacorrientes

7. ¿Utilizas extensiones, conectores múltiples adaptadores para aumentar tus conexiones?

Sí
 No

8. ¿Llevas algún electrodoméstico contigo a trabajar? Si la respuesta es sí, ¿cual/es?:
Sí Radio

9. ¿Qué electrodomésticos tienes en tu casa?
Selecciona todos los que correspondan.

<input type="checkbox"/> Microondas	<input checked="" type="checkbox"/> Refrigeradora
<input type="checkbox"/> Cocina eléctrica	<input type="checkbox"/> Licuadora
<input type="checkbox"/> Plancha	<input checked="" type="checkbox"/> Radio
<input checked="" type="checkbox"/> Licuadora	<input checked="" type="checkbox"/> Televisor
<input type="checkbox"/> Olla arrocera	<input type="checkbox"/> Computadora
<input type="checkbox"/> Ducha eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/> Señal de cable / Decodificador
<input type="checkbox"/> Therma eléctrica	Otro: <input type="checkbox"/> _____

10. ¿Cuántas horas a la semana utilizas los electrodomésticos? (completa solo los que tienes)

	Menos de 1 hora	1 a 3 horas	3 a 7 horas	Más de 7 horas
Microondas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cocina eléctrica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plancha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Olla arrocera	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ducha eléctrica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Therma eléctrica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Televisor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Computadora	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. ¿Cómo almacenas agua en tu casa?

No almaceno el agua
 Tanque elevado Rotoplas
 Tanque Rotoplas (no elevado)
 Tanque de cemento
 Bidones pequeños

12. ¿Cómo calientas el agua para bañarte?

No caliente el agua para bañarme
 Therma eléctrica
 Therma solar
 Ducha eléctrica
 Tetera
 Otra: _____

13. ¿Te afecta algún desastre natural?
Selecciona todos los que correspondan.

Inundación por lluvia
 Inundación por desborde de río
 Derrumbes
 Huaycos
 Sismos
Otro: _____
 Ninguno me afecta

14. Si es que crías animales en tu casa ¿cuáles y cuántos son?

Cuy: 20
Conejo: 5
gallina: 2
 No Tengo

Nombre: Margarita Vargas Paaco

¿Cuál es el lugar en el que pasas más tiempo y por qué?
En la cocina

¡Queremos conocer tu casa mejor! Para este ejercicio necesitaremos que dibujes tu casa. Imagina que las ves desde arriba. ¿Que veríamos? (Responde que puedes escribir y señalar lo que quieras)

Ejemplo:
Soy Paola y esta es mi casa:

El lugar en el que paso más tiempo es la cocina porque cocino junto a mi papá todos los días y eso me gusta mucho.

Figura 1. Encuesta realizada a familia del poblado de Chillaco sobre su hogar. Fuente: Propia.

Encuesta sobre hogar

1. Nombre: Juan Quispe Palomino

2. ¿Cuántas personas viven en tu casa? (incluyéndote): 7

3. ¿Qué tan frecuente son los robos en casas en la zona?

1 2 3 4 5

Poco frecuente Muy frecuente

4. ¿Tienes llave de luz en tu casa?

Sí
 No
 Otro:

6. ¿Cuántos focos y de que tipo tienes en casa?

Incandescentes: _____
Ahorradores: 4+1
LED: _____
Fluorescentes: _____

5. ¿Cuántos tomacorrientes tienes en casa?:
4

7. ¿Utilizas extensiones, conectores múltiples o adaptadores para aumentar tus conexiones?

Sí
 No

8. ¿Llevas algún electrodoméstico contigo a trabajar? Si la respuesta es sí, ¿cual/es?:
N/A.

9. ¿Qué electrodomésticos tienes en tu casa?

Selecciona todos los que correspondan.

<input type="checkbox"/> Microondas	<input checked="" type="checkbox"/> Refrigeradora
<input type="checkbox"/> Cocina eléctrica	<input type="checkbox"/> Licuadora
<input type="checkbox"/> Plancha	<input type="checkbox"/> Radio
<input checked="" type="checkbox"/> Licuadora	<input checked="" type="checkbox"/> Televisor
<input type="checkbox"/> Olla arrocera	<input type="checkbox"/> Computadora
<input type="checkbox"/> Ducha eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/> Señal de cable / Decodificador
<input type="checkbox"/> Therma eléctrica	Otro: <input type="checkbox"/>

10. ¿Cuántas horas a la semana utilizas los electrodomésticos? (completa solo los que tienes)

	Menos de 1 hora	1 a 3 horas	3 a 7 horas	Más de 7 horas
Microondas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cocina eléctrica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plancha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Olla arrocera	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ducha eléctrica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Therma eléctrica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Televisor	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Computadora	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. ¿Cómo almacenas agua en tu casa?

No almaceno el agua
 Tanque elevado Rotoplas
 Tanque Rotoplas (no elevado)
 Tanque de cemento
 Bidones pequeños

12. ¿Cómo calientas el agua para bañarte?

No caliento el agua para bañarme
 Therma eléctrica
 Therma solar
 Ducha eléctrica
 Tetera
 Otro:

13. ¿Te afecta algún desastre natural?

Selecciona todos los que correspondan.

Inundación por lluvia
 Inundación por desborde de río
 Derrumbes
 Huaycos
 Sismos
Otro:

Ninguno me afecta

14. Si es que crías animales en tu casa ¿cuáles y cuántos son?

Cuy → 10
Perros → 3
Gato → 1

No Tengo

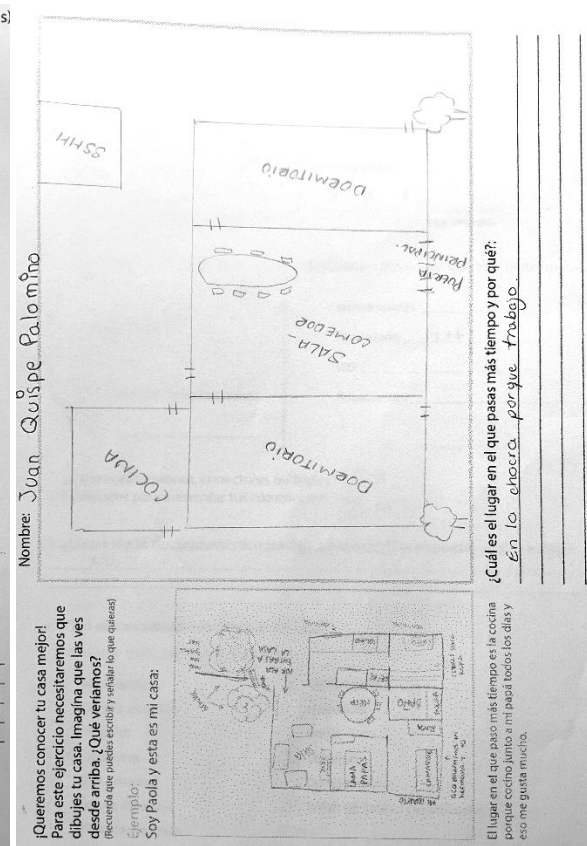


Figura 2. Encuesta realizada a familia del poblado de Chillaco sobre su hogar. Fuente: Propia.

Encuesta sobre hogar

1. Nombre: GIOVANNA LUGO

2. ¿Cuántas personas viven en tu casa? (incluyéndote): 6

3. ¿Qué tan frecuente son los robos en casas en la zona?

1 2 3 4 5

Poco frecuente Muy frecuente

4. ¿Tienes llave de luz en tu casa?

Sí

No

Otro: _____

5. ¿Cuántos tomacorrientes tienes en casa?: 5

6. ¿Cuántos focos y de que tipo tienes en casa?

Incandescentes: _____

Ahorraadores: 5 focos

LED: _____

Fluorescentes: _____

7. ¿Utilizas extensiones, conectores múltiples adaptadores para aumentar tus conexiones?

Sí

No

8. ¿Llevas algún electrodoméstico contigo a trabajar? Si la respuesta es sí, ¿cual/es?: NO

9. ¿Qué electrodomésticos tienes en tu casa?

Selecciona todos los que correspondan.

<input type="checkbox"/> Microondas	<input checked="" type="checkbox"/> Refrigeradora
<input type="checkbox"/> Cocina eléctrica	<input type="checkbox"/> Licuadora
<input type="checkbox"/> Plancha	<input checked="" type="checkbox"/> Radio
<input type="checkbox"/> Licuadora	<input checked="" type="checkbox"/> Televisor
<input type="checkbox"/> Olla arrocera	<input type="checkbox"/> Computadora
<input type="checkbox"/> Ducha eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/> Señal de cable / Decodificador
<input type="checkbox"/> Thermo eléctrica	Otro: <input type="checkbox"/> _____

10. ¿Cuántas horas a la semana utilizas los electrodomésticos? (completa solo los que tienes)

	Menos de 1 hora	1 a 3 horas	3 a 7 horas	Más de 7 horas
Microondas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cocina eléctrica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plancha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Olla arrocera	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ducha eléctrica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Thermo eléctrica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Televisor	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Computadora	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. ¿Cómo almacenas agua en tu casa?

No almaceno el agua

Tanque elevado Rotoplus

Tanque Rotoplus (no elevado)

Tanque de cemento

Bidones pequeños

12. ¿Cómo calientas el agua para bañarte?

No caliento el agua para bañarme

Thermo eléctrica

Thermo solar

Ducha eléctrica

Tetera

Otro: _____

13. ¿Te afecta algún desastre natural?

Selecciona todos los que correspondan.

Inundación por lluvia

Inundación por desborde de río

Derrumbes

Huaycos

Sismos

Otro: _____

Ninguno me afecta

14. Si es que crías animales en tu casa ¿cuáles y cuántos son?

No Tengo

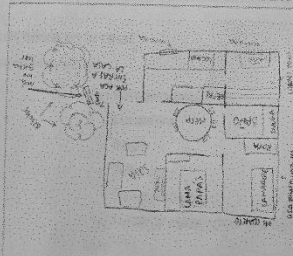
Nombre: _____

¿Cuál es el lugar en el que pasas más tiempo y por qué?:

LA SALA

¡Queremos conocer tu casa mejor! Para este ejercicio necesitaremos que dibujes tu casa. Imagina que las ves desde arriba. ¿Que veríamos? (frecuencia que puedas escribir y señalar lo que quieras)

Ejemplo:
Soy Paola y esta es mi casa:



El lugar en el que paso más tiempo es la cocina porque cocino junto a mi papá todos los días y eso me gusta mucho.

Figura 3. Encuesta realizada a familia del poblado de Chillaco sobre su hogar. Fuente: Propia.

Encuesta sobre hogar

1. Nombre: MARIA MACHAHUAY O B.

2. ¿Cuántas personas viven en tu casa? (incluyéndote): 6

3. ¿Qué tan frecuente son los robos en casas en la zona?

1 2 3 4 5
Poco frecuente Muy frecuente

4. ¿Tienes llave de luz en tu casa?

Sí
 No
 Otro:

6. ¿Cuántos focos y de que tipo tienes en casa?

Incandescentes: _____

Ahorraadores: 6 focos

LED: _____

Fluorescentes: _____

5. ¿Cuántos tomacorrientes tienes en casa?

Cinco (5)

7. ¿Utilizas extensiones, conectores múltiples o adaptadores para aumentar tus conexiones?

Sí
 No

8. ¿Llevas algún electrodoméstico contigo a trabajar? Si la respuesta es sí, ¿cual/es?:

9. ¿Qué electrodomésticos tienes en tu casa?

Selecciona todos los que correspondan.

- | | |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Microondas | <input checked="" type="checkbox"/> Refrigeradora |
| <input type="checkbox"/> Cocina eléctrica | <input checked="" type="checkbox"/> Licuadora |
| <input type="checkbox"/> Plancha | <input type="checkbox"/> Radio |
| <input checked="" type="checkbox"/> Licuadora | <input checked="" type="checkbox"/> Televisor |
| <input type="checkbox"/> Olla arrocera | <input type="checkbox"/> Computadora |
| <input type="checkbox"/> Ducha eléctrica | <input checked="" type="checkbox"/> Señal de cable / Decodificador |
| <input type="checkbox"/> Therma eléctrica | Otro: <input type="checkbox"/> |

10. ¿Cuántas horas a la semana utilizas los electrodomésticos? (completa solo los que tienes)

	Menos de 1 hora	1 a 3 horas	3 a 7 horas	Más de 7 horas
Microondas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cocina eléctrica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plancha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Olla arrocera	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ducha eléctrica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Therma eléctrica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Televisor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Computadora	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. ¿Cómo almacenas agua en tu casa?

- No almaceno el agua
 Tanque elevado Rotoplas
 Tanque Rotoplas (no elevado)
 Tanque de cemento
 Bidones pequeños

12. ¿Cómo calientas el agua para bañarte?

- No caliente el agua para bañarme
 Therma eléctrica
 Therma solar
 Ducha eléctrica
 Tetera
 Otro: AGUA FRÍA

13. ¿Te afecta algún desastre natural?

Selecciona todos los que correspondan.

- Inundación por lluvia
 Inundación por desborde de río
 Derrumbes
 Huaycos
 Sismos
Otro:
 Ninguno me afecta

14. Si es que crías animales en tu casa ¿cuáles y cuántos son?

EUY. MUCHAS

No Tengo

Nombre: MARIA MACHAHUAY B. BAUTISTA

¿Cuál es el lugar en el que pasas más tiempo y por qué?
EN LA COCINA POR QUE TRABAJAN Y Tienen que ALMORZAR A SU HORA

¡Queremos conocer tu casa mejor! Para este ejercicio necesitaremos que dibujes tu casa. Imagina que las ves desde arriba. ¿Qué veríamos? (Recuerda que puedes escribir y señalar lo que quieras)

Ejemplo:
Soy Paola y esta es mi casa:

El lugar en el que paso más tiempo es la cocina porque cocino junto a mi papá todos los días y eso me gusta mucho.

Figura 4. Encuesta realizada a familia del poblado de Chillaco sobre su hogar. Fuente: Propia.

Encuesta sobre hogar

1. Nombre: María Luz Rivera Quispe

2. ¿Cuántas personas viven en tu casa? (incluyéndote): 4

3. ¿Qué tan frecuente son los robos en casas en la zona?

1 2 3 4 5

Poco frecuente Muy frecuente

4. ¿Tienes llave de luz en tu casa?

Sí

No

Otro: _____

5. ¿Cuántos tomacorrientes tienes en casa?: 3

7. ¿Utilizas extensiones, conectores múltiples o adaptadores para aumentar tus conexiones?

Sí

No

8. ¿Llevas algún electrodoméstico contigo a trabajar? Si la respuesta es sí, ¿cual/es?: NO

9. ¿Qué electrodomésticos tienes en tu casa?

Selecciona todos los que correspondan.

<input type="checkbox"/> Microondas	<input checked="" type="checkbox"/> Refrigeradora
<input type="checkbox"/> Cocina eléctrica	<input type="checkbox"/> Licuadora
<input type="checkbox"/> Plancha	<input type="checkbox"/> Radio
<input checked="" type="checkbox"/> Licuadora	<input checked="" type="checkbox"/> Televisor
<input type="checkbox"/> Olla arrocera	<input type="checkbox"/> Computadora
<input type="checkbox"/> Ducha eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/> Señal de cable / Decodificador
<input type="checkbox"/> Therma eléctrica	Otro: <input type="checkbox"/>

10. ¿Cuántas horas a la semana utilizas los electrodomésticos? (completa solo los que tienes)

	Menos de 1 hora	1 a 3 horas	3 a 7 horas	Más de 7 horas
Microondas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cocina eléctrica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plancha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Olla arrocera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ducha eléctrica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Therma eléctrica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Televisor	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Computadora	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11. ¿Cómo almacenas agua en tu casa?

No almaceno el agua

Tanque elevado Rotoplas

Tanque Rotoplas (no elevado)

Tanque de cemento

Bidones pequeños

12. ¿Cómo calientas el agua para bañarte?

No caliento el agua para bañarme

Therma eléctrica

Therma solar

Ducha eléctrica

Tetera

Otro: cocina a leña

13. ¿Te afecta algún desastre natural?

Selecciona todos los que correspondan.

Inundación por lluvia

Inundación por desborde de río

Derrumbes

Huaycos

Sismos

Otro:

Ninguno me afecta

14. Si es que crías animales en tu casa ¿cuáles y cuántos son?

cria cuyes (pocos)

gato 2

perro 1

No Tengo

Nombre: María Luz Rivera Quispe

¿Cuál es el lugar en el que pasas más tiempo y por qué?: El lugar que paso más tiempo es la cocina porque cocino desde arriba. ¿Qué veríamos? desayuno, luego el almuerzo y la cena. También en la chacra cultivamos la tierra mis hijos y mi esposo.

¡Queremos conocer tu casa mejor! Para este ejercicio necesitaremos que dibujes tu casa. Imagina que las ves desde arriba. ¿Qué veríamos? (recuerda que puedes escribir y señalar lo que quieras)

Ejemplo: Soy Paola y esta es mi casa:

El lugar en el que paso más tiempo es la cocina porque cocino junto a mi papá todos los días y eso me gusta mucho.

Figura 5. Encuesta realizada a familia del poblado de Chillaco sobre su hogar. Fuente: Propia.

Encuesta sobre hogar

1. Nombre: Emilio Sanchez Ore
2. ¿Cuántas personas viven en tu casa? (incluyéndote): 3
3. ¿Qué tan frecuente son los robos en casas en la zona?
- 1 2 3 4 5
 Poco frecuente Muy frecuente
4. ¿Tienes llave de luz en tu casa?
 Sí
 No
 Otro: _____
6. ¿Cuántos focos y de que tipo tienes en casa?
 Incandescentes: _____
 Ahorradores: 2 Focos
 LED: _____
 Fluorescentes: _____
5. ¿Cuántos tomacorrientes tienes en casa?: 1
7. ¿Utilizas extensiones, conectores múltiples adaptadores para aumentar tus conexiones?
 Sí
 No
8. ¿Llevas algún electrodoméstico contigo a trabajar? Si la respuesta es sí, ¿cual/es?:
NO

9. ¿Qué electrodomésticos tienes en tu casa?
 Selecciona todos los que correspondan.
- | | |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Microondas | <input type="checkbox"/> Refrigeradora |
| <input type="checkbox"/> Cocina eléctrica | <input type="checkbox"/> Licuadora |
| <input type="checkbox"/> Plancha | <input type="checkbox"/> Radio |
| <input type="checkbox"/> Licuadora | <input type="checkbox"/> Televisor |
| <input type="checkbox"/> Olla arrocera | <input type="checkbox"/> Computadora |
| <input type="checkbox"/> Ducha eléctrica | <input type="checkbox"/> Señal de cable / Decodificador |
| <input type="checkbox"/> Therma eléctrica | Otro: <input checked="" type="checkbox"/> <u>No tengo ningún electrodoméstico</u> |

10. ¿Cuántas horas a la semana utilizas los electrodomésticos? (completa solo los que tienes)

	Menos de 1 hora	1 a 3 horas	3 a 7 horas	Más de 7 horas
Microondas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cocina eléctrica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plancha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Olla arrocera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ducha eléctrica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Therma eléctrica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Televisor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Computadora	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11. ¿Cómo almacenas agua en tu casa?

- No almaceno el agua
- Tanque elevado Rotoplas
- Tanque Rotoplas (no elevado)
- Tanque de cemento
- Bidones pequeños

12. ¿Cómo calientas el agua para bañarte?

- No caliento el agua para bañarme
- Therma eléctrica
- Therma solar
- Ducha eléctrica
- Tetera
- Otro: en fogon

13. ¿Te afecta algún desastre natural?

Selecciona todos los que correspondan.

- Inundación por lluvia
- Inundación por desborde de río
- Derrumbes
- Huaycos
- Sismos
- Otro: _____
- Ninguno me afecta

14. Si es que crías animales en tu casa ¿cuáles y cuántos son?

conejos 10
perros 2
gato 2
gallinas

No Tengo

Nombre: Emilio Sanchez Ore

¿Cuál es el lugar en el que pasas más tiempo y por qué?
la chacra porque de lo que produce nos da para vivir.

Queremos conocer tu casa mejor! Para este ejercicio necesitamos que dibujes tu casa. Imagina que las ves desde arriba. ¿Qué veríamos? (Recuerda que debes indicar y nombrar lo que quieras)

Ejemplo:
 Soy Pacita y esta es mi casa.

El lugar en el que paso más tiempo es la cocina porque cocino junto a mi papa todos los días y eso me gusta mucho.

Figura 6. Encuesta realizada a familia del poblado de Chillaco sobre su hogar. Fuente: Propia.

Encuesta sobre hogar

1. Nombre: Nilda Zavala Fernandez

2. ¿Cuántas personas viven en tu casa? (incluyéndote): 5

3. ¿Qué tan frecuente son los robos en casas en la zona?

1 2 3 4 5

Poco frecuente Muy frecuente

4. ¿Tienes llave de luz en tu casa?

Sí No Otro:

6. ¿Cuántos focos y de que tipo tienes en casa?

Incandescentes: _____

Ahorraadores: _____

LED: 4

Fluorescentes: _____

5. ¿Cuántos tomacorrientes tienes en casa?: 3

7. ¿Utilizas extensiones, conectores múltiples adaptadores para aumentar tus conexiones?

Sí No

8. ¿Llevas algún electrodoméstico contigo a trabajar? Si la respuesta es sí, ¿cual/es?:
Sí, Radio a pilas

9. ¿Qué electrodomésticos tienes en tu casa?

Selecciona todos los que correspondan.

<input type="checkbox"/> Microondas	<input checked="" type="checkbox"/> Refrigeradora
<input type="checkbox"/> Cocina eléctrica	<input type="checkbox"/> Licuadora
<input type="checkbox"/> Plancha	<input type="checkbox"/> Radio
<input type="checkbox"/> Licuadora	<input checked="" type="checkbox"/> Televisor
<input type="checkbox"/> Olla arrocera	<input type="checkbox"/> Computadora
<input type="checkbox"/> Ducha eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/> Señal de cable / Decodificador
<input type="checkbox"/> Thermo eléctrica	Otro: <input type="checkbox"/> _____

10. ¿Cuántas horas a la semana utilizas los electrodomésticos? (completa solo los que tienes)

	Menos de 1 hora	1 a 3 horas	3 a 7 horas	Más de 7 horas
Microondas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cocina eléctrica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plancha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Olla arrocera	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ducha eléctrica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Thermo eléctrica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Televisor	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Computadora	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. ¿Cómo almacenas agua en tu casa?

No almaceno el agua

Tanque elevado Rotoplas

Tanque Rotoplas (no elevado)

Tanque de cemento

Bidones pequeños

12. ¿Cómo calientas el agua para bañarte?

No caliento el agua para bañarme

Thermo eléctrica

Thermo solar

Ducha eléctrica

Tetera

Otro:

13. ¿Te afecta algún desastre natural?

Selecciona todos los que correspondan.

Inundación por lluvia

Inundación por desborde de río

Derrumbes

Huaycos

Sismos

Otro: _____

Ninguno me afecta

14. Si es que crías animales en tu casa ¿cuáles y cuántos son?

conejo 40 Cuy 80

No Tengo

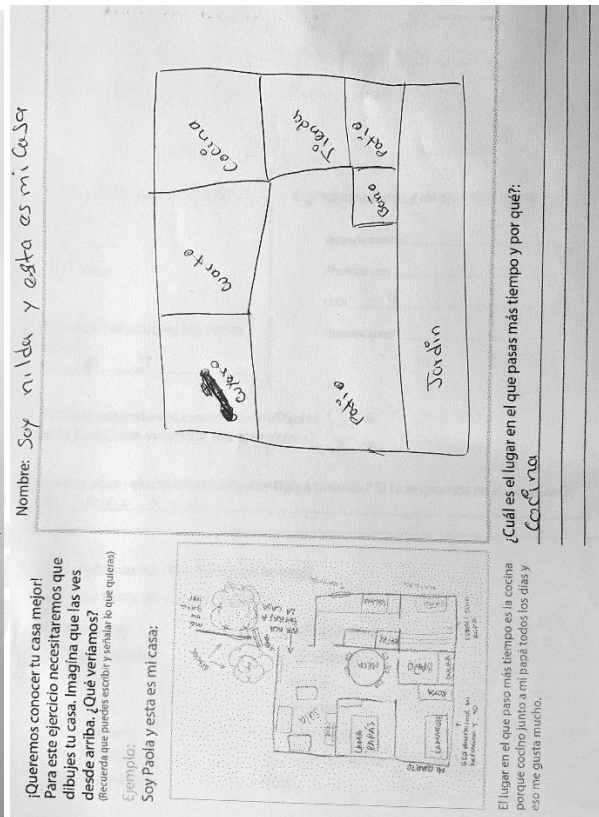


Figura 7. Encuesta realizada a familia del poblado de Chillaco sobre su hogar. Fuente: Propia.

Encuesta sobre hogar

1. Nombre: Eva Huarpaga

2. ¿Cuántas personas viven en tu casa? (incluyéndote): 5

3. ¿Qué tan frecuente son los robos en casas en la zona?

1 2 3 4 5

Poco frecuente Muy frecuente

4. ¿Tienes llave de luz en tu casa?

Sí
 No
 Otro:

6. ¿Cuántos focos y de que tipo tienes en casa?

Incandescentes: _____
Ahorrares: 5
LED: _____
Fluorescentes: _____

5. ¿Cuántos tomacorrientes tienes en casa?: 5

7. ¿Utilizas extensiones, conectores múltiples o adaptadores para aumentar tus conexiones? Sí No

8. ¿Llevas algún electrodoméstico contigo a trabajar? Si la respuesta es sí, ¿cual/es?:
No

9. ¿Qué electrodomésticos tienes en tu casa?
Selecciona todos los que correspondan.

<input checked="" type="checkbox"/> Microondas	<input checked="" type="checkbox"/> Refrigeradora
<input type="checkbox"/> Cocina eléctrica	<input type="checkbox"/> Licuadora
<input type="checkbox"/> Plancha	<input checked="" type="checkbox"/> Radio
<input checked="" type="checkbox"/> Licuadora	<input checked="" type="checkbox"/> Televisor
<input type="checkbox"/> Olla arrocera	<input type="checkbox"/> Computadora
<input type="checkbox"/> Ducha eléctrica	<input type="checkbox"/> Señal de cable / Decodificador
<input type="checkbox"/> Therma eléctrica	Otro: <input type="checkbox"/>

10. ¿Cuántas horas a la semana utilizas los electrodomésticos? (completa solo los que tienes)

	Menos de 1 hora	1 a 3 horas	3 a 7 horas	Más de 7 horas
Microondas	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cocina eléctrica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plancha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Olla arrocera	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ducha eléctrica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Therma eléctrica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Televisor	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Computadora	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. ¿Cómo almacenas agua en tu casa?

No almaceno el agua
 Tanque elevado Rotoplas
 Tanque Rotoplas (no elevado)
 Tanque de cemento
 Bidones pequeños

12. ¿Cómo calientas el agua para bañarte?

No caliento el agua para bañarme
 Therma eléctrica
 Therma solar
 Ducha eléctrica
 Tetera
 Otro:

13. ¿Te afecta algún desastre natural?
Selecciona todos los que correspondan.

Inundación por lluvia
 Inundación por desborde de río
 Derrumbes
 Huaycos
 Sismos
Otro:

Ninguno me afecta

14. Si es que crías animales en tu casa ¿cuáles y cuántos son?
2 perros

No Tengo

Nombre: _____

¿Cuál es el lugar en el que pasas más tiempo y por qué?
En la cocina, por que se vende comida y para nosotros alimentarnos.

¡Queremos conocer tu casa mejor!
Para este ejercicio necesitaremos que dibujes tu casa. Imagina que las ves desde arriba. ¿Qué veríamos?
(Recuerda que puedes escribir y señalar lo que quieras)

Ejemplo:
Soy Paola y esta es mi casa:

El lugar en el que paso más tiempo es la cocina porque cocino junto a mi papá todos los días y eso me gusta mucho.

Figura 8. Encuesta realizada a familia del poblado de Chillaco sobre su hogar. Fuente: Propia.

Encuesta sobre hogar

1. Nombre: Fortunato Bravo Cordero.

2. ¿Cuántas personas viven en tu casa? (incluyéndote): 03

3. ¿Qué tan frecuente son los robos en casas en la zona?

1 2 3 4 5
 Poco frecuente Muy frecuente

4. ¿Tienes llave de luz en tu casa?
 Sí No
 Otro: _____

6. ¿Cuántos focos y de que tipo tienes en casa?

Incandescentes: _____
 Ahorradores: 03 focos
 LED: _____
 Fluorescentes: _____

5. ¿Cuántos tomacorrientes tienes en casa?:
03

7. ¿Utilizas extensiones, conectores múltiples adaptadores para aumentar tus conexiones?
 Sí No

8. ¿Llevas algún electrodoméstico contigo a trabajar? Si la respuesta es sí, ¿cual/es?:
Ninguno

9. ¿Qué electrodomésticos tienes en tu casa?
 Selecciona todos los que correspondan.

<input type="checkbox"/> Microondas	<input checked="" type="checkbox"/> Refrigeradora
<input type="checkbox"/> Cocina eléctrica	<input type="checkbox"/> Licuadora
<input checked="" type="checkbox"/> Plancha	<input type="checkbox"/> Radio
<input checked="" type="checkbox"/> Licuadora	<input checked="" type="checkbox"/> Televisor
<input type="checkbox"/> Olla arrocera	<input type="checkbox"/> Computadora
<input type="checkbox"/> Ducha eléctrica	<input type="checkbox"/> Señal de cable / Decodificador
<input type="checkbox"/> Termo eléctrica	Otro: <input type="checkbox"/>

10. ¿Cuántas horas a la semana utilizas los electrodomésticos? (completa solo los que tienes)

	Menos de 1 hora	1 a 3 horas	3 a 7 horas	Más de 7 horas
Microondas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cocina eléctrica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plancha	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Olla arrocera	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ducha eléctrica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Termo eléctrica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Televisor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Computadora	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. ¿Cómo almacenas agua en tu casa?

No almaceno el agua
 Tanque elevado Rotoplas
 Tanque Rotoplas (no elevado)
 Tanque de cemento
 Bidones pequeños

12. ¿Cómo calientas el agua para bañarte?

No caliento el agua para bañarme
 Termo eléctrica
 Termo solar
 Ducha eléctrica
 Tetera
 Otro: _____

13. ¿Te afecta algún desastre natural?
 Selecciona todos los que correspondan.

Inundación por lluvia
 Inundación por desborde de río
 Derrumbes
 Huaycos
 Sismos
 Otro:

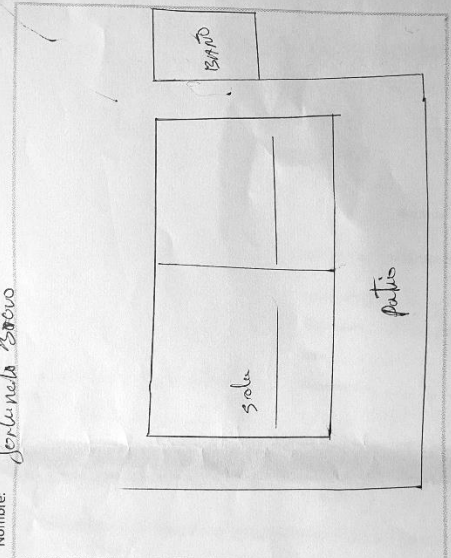
Ninguno me afecta

14. Si es que crías animales en tu casa ¿cuáles y cuántos son?

duyas aproximadamente
50

No Tengo

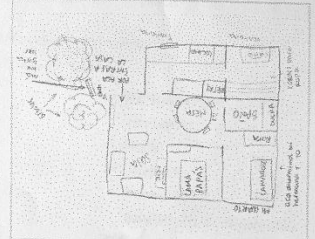
Nombre: Fortunato Bravo



¿Cuál es el lugar en el que pasas más tiempo y por qué?
El lugar que paso mas tiempo es mi chakra cultivando plantaciones de papa

¿Queremos conocer tu casa mejor? Para este ejercicio necesitaremos que dibujes tu casa. ¿Qué veríamos? desde arriba. ¿Qué veríamos? (Recomendamos que pases escribiendo y señalando lo que quieres)

Ejemplo:
 Soy Paola y esta es mi casa:



El lugar en el que paso más tiempo es la cocina porque cocino junto a mi papá todos los días y eso me gusta mucho.

Figura 9. Encuesta realizada a familia del poblado de Chillaco sobre su hogar. Fuente: Propia.

Encuesta sobre hogar

1. Nombre: Zeila Milagros Hermosa Zavaleta

2. ¿Cuántas personas viven en tu casa? (incluyéndote): 3

3. ¿Qué tan frecuente son los robos en casas en la zona?

1 2 3 4 5
 Poco frecuente Muy frecuente

4. ¿Tienes llave de luz en tu casa?

Sí
 No
 Otro:

6. ¿Cuántos focos y de que tipo tienes en casa?

Incandescentes: _____

Ahorradores: _____

LED: 2

Fluorescentes: _____

5. ¿Cuántos tomacorrientes tienes en casa?: 2

7. ¿Utilizas extensiones, conectores múltiples o adaptadores para aumentar tus conexiones? Sí No

8. ¿Llevas algún electrodoméstico contigo a trabajar? Si la respuesta es sí, ¿cual/es?:
Radio a Pilas

9. ¿Qué electrodomésticos tienes en tu casa?

Selecciona todas las que correspondan.

- | | |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Microondas | <input type="checkbox"/> Refrigeradora |
| <input type="checkbox"/> Cocina eléctrica | <input type="checkbox"/> Licuadora |
| <input type="checkbox"/> Plancha | <input type="checkbox"/> Radio |
| <input type="checkbox"/> Licuadora | <input checked="" type="checkbox"/> Televisor |
| <input type="checkbox"/> Olla arrocera | <input type="checkbox"/> Computadora |
| <input type="checkbox"/> Ducha eléctrica | <input checked="" type="checkbox"/> Señal de cable / Decodificador |
| <input type="checkbox"/> Therma eléctrica | Otro: <input type="checkbox"/> |

10. ¿Cuántas horas a la semana utilizas los electrodomésticos? (completa solo los que tienes)

	Menos de 1 hora	1 a 3 horas	3 a 7 horas	Más de 7 horas
Microondas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cocina eléctrica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plancha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Olla arrocera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ducha eléctrica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Therma eléctrica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Televisor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Computadora	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11. ¿Cómo almacenas agua en tu casa?

- No almaceno el agua
 Tanque elevado Rotoplas
 Tanque Rotoplas (no elevado)
 Tanque de cemento
 Bidones pequeños

12. ¿Cómo calientas el agua para bañarte?

- No caliento el agua para bañarme
 Therma eléctrica
 Therma solar
 Ducha eléctrica
 Tetera
 Otro:

13. ¿Te afecta algún desastre natural?

Selecciona todas las que correspondan.

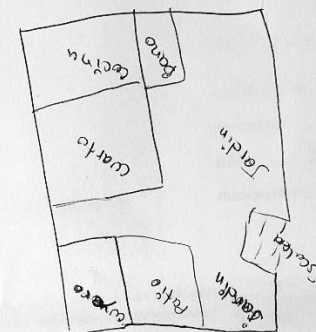
- Inundación por lluvia
 Inundación por desborde de río
 Derrumbes
 Huaycos
 Sismos
 Otro:
 Ninguno me afecta

14. Si es que crías animales en tu casa ¿cuáles y cuántos son?

Cuy 10

No Tengo

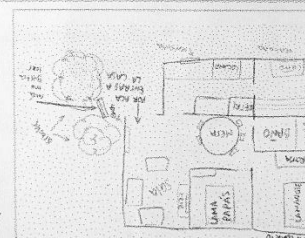
Nombre: Soy Milagros y esta es mi Casa



¿Cuál es el lugar en el que pasas más tiempo y por qué?
Cocina

¿Cómo conoces tu casa mejor? Este ejercicio necesitaremos que seas tú quien describa tu casa. Imagina que las ves arriba. ¿Qué veríamos? ¿Qué podemos escribir y señalar lo que quieras?

10. ¿Cómo conoces tu casa mejor? Este ejercicio necesitaremos que seas tú quien describa tu casa. Imagina que las ves arriba. ¿Qué veríamos? ¿Qué podemos escribir y señalar lo que quieras?



¿Cómo conoces tu casa mejor? Este ejercicio necesitaremos que seas tú quien describa tu casa. Imagina que las ves arriba. ¿Qué veríamos? ¿Qué podemos escribir y señalar lo que quieras?

Figura 10. Encuesta realizada a familia del poblado de Chillaco sobre su hogar. Fuente: Propia.

FICHA FAMILIAR

NOMBRE JUAN GUALBERTO
 APELLIDO QUISPE PALOMINO
 PREDIO(S) NUMERO(S) 02

CHILLACO ES SU RESIDENCIA PRINCIPAL sí no
 JEFE DE FAMILIA sí no

MIEMBROS DE LA FAMILIA
 compañera(a)/esposa(o), hijos, abuelos, otros)

NOMBRE/LAZO FAMILIAR	EDAD	H/M
1 <u>IMARUA MUÑOZ ESPOSA</u>	<u>54</u>	<u>M</u>
2 <u>GABRIELA HIJA</u>	<u>25</u>	<u>M</u>
3 <u>ROSSANA HIJA</u>	<u>22</u>	<u>M</u>
4 <u>KEVIN HIJO</u>	<u>19</u>	<u>H</u>
5 <u>MIGUEL HIJO</u>	<u>16</u>	<u>H</u>
6 <u>MIA NIETA</u>	<u>4</u>	<u>M</u>
7		

NIVEL EDUCATIVO FAMILIAR

	M1	M2	M3	M4	M5
Analfabeto (o menor de 5)					
primaria					
secundaria				X	
instituto		X	X		
universidad	X				
otros <u>ENCIAL</u>					

¿SUS HIJOS MENORES ESTAN INSCRITOS EN LA ESCUELA DE ANTIOQUIA? sí no

HABITAT - VIVIENDA

MATERIAL: Adobe Material noble

TIPO DE PISO
 concreto tierra c/acabados otros

CUARTOS
 1 2 3 4 mas de 4

SERVICIOS BASICOS
 Wifi Agua (tuberías)
 Señal celular Desagüe
 Telefono Energía eléctrica

SI NO TIENE ACCESO AL AGUA POR TUBERIAS, OBTIENE EL AGUA POR MEDIO DE:
 Camión cisterna recuperación (lluvia)
 Rio otro

ALMACENAMIENTO DE AGUA
 Tanque de concreto Bidones otro

TIPO DE SERVICIOS HIGIENICOS
 Tasa c/agua letrina turco otro

TIPO DE FOGON
 Estufa de gas/kerosene leña otro

ELECTRODOMESTICOS Y SIMILARES
 refrigeradora horno micro. lavadora
 licuadora TV/radio computadora

SERVICIOS DE SALUD
 Cuando se enferman van a: Se automedican
 Posta medica Antioquia hospital Lima

ECONOMIA - SEGURIDAD ALIMENTARIA

LA PRINCIPAL ACTIVIDAD ECONOMICA DE LA FAMILIA (padre/madre) ES:
 Agricultura Trabajo asalariado
 Crianza de animales Comercio
 Obrero (jornal) Otros

INGRESO MENSUAL PROMEDIO DE LA FAMILIA
 Menos de s/300 s/1001 - s/1500
 s/301 - s/700 s/1501 - s/2500
 s/701 - s/1000 mas de s/2500

LA FAMILIA CRIA ANIMALES si no
 SI "SI", CUALES:
CUYES

ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LA FAMILIA PARA SU CONSUMO (huertos, aves de corral):
MZ, MEMBRILLO

ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LA CHACRA PARA SU CONSUMO (cultivos agrícolas/otros):
MZ, PALTA, CHIRIMOYA

ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LOS HUERTOS O CHACRAS PARA LA VENTA (huertos, aves de corral, cultivos agrícolas):
MEMBRILLO, COCHINILLA (TUVALES)

USTED VENDE EN:
 Antioquia Chillaco Lima otros

Figura 11. Encuesta realizada a familia del poblado de Chillaco sobre su hogar. Fuente: Propia.

FICHA FAMILIAR

NOMBRE MILAGROS HERMOSA ZAVALAETA
 APELLIDO HERMOSA ZAVALAETA
 PREDIO(S) NUMERO(S) 2

CHILLACO ES SU RESIDENCIA PRINCIPAL si no
 JEFE DE FAMILIA si no

MIEMBROS DE LA FAMILIA
 compañera(a)/esposa(o), hijos, abuelos, otros)

NOMBRE / LAZO FAMILIAR	EDAD	H/M
¹ <u>Isidoro RIVERA HUARACA</u>	<u>34</u>	<u>H</u>
² <u>Milagros Hermosa Zavalaeta</u>	<u>30</u>	<u>M</u>
³ <u>Alexandro Rivera Hermosa</u>	<u>6</u>	<u>H</u>
⁴		
⁵		
⁶		
⁷		

NIVEL EDUCATIVO FAMILIAR

	M1	M2	M3	M4	M5
Analfabeto (o menor de 5)					
primaria					
secundaria	X				
instituto					
universidad					
otros					

¿SUS HIJOS MENORES ESTAN INSCRITOS EN LA ESCUELA DE ANTIOQUIA? si no

HABITAT - VIVIENDA

MATERIAL: Adobe Material noble

TIPO DE PISO
 concreto tierra c/ acabados otros

CUARTOS
 1 2 3 4 mas de 4

SERVICIOS BASICOS
 Wifi Agua (tuberías)
 Señal celular Desagüe
 Telefono Energía eléctrica

SI NO TIENE ACCESO AL AGUA POR TUBERIAS, OBTIENE EL AGUA POR MEDIO DE:
 Camión cisterna recuperación (lluvia)
 Rio otro

ALMACENAMIENTO DE AGUA
 Tanque de concreto Bidones otro

TIPO DE SERVICIOS HIGIENICOS
 Tasa c/agua letrina turco otro

TIPO DE FOGON
 Estufa de gas/kerosene leña otro

ELECTRODOMESTICOS Y SIMILARES
 refrigeradora horno micro. lavadora
 licuadora TV/ radio computadora

SERVICIOS DE SALUD
 Cuando se enferman van a: Se automedican
 Posta medica Antioquia hospital Lima

ECONOMIA - SEGURIDAD ALIMENTARIA

LA PRINCIPAL ACTIVIDAD ECONOMICA DE LA FAMILIA (padre/madre) ES:
 Agricultura Trabajo asalariado
 Crianza de animales Comercio
 Obrero (jornal) Otros

INGRESO MENSUAL PROMEDIO DE LA FAMILIA
 Menos de s/300 s/1001 - s/1500
 s/301 - s/700 s/1501 - s/2500
 s/701 - s/1000 mas de s/2500

LA FAMILIA CRIA ANIMALES si no
 SI "si", CUALES: CUY

ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LA FAMILIA PARA SU CONSUMO (huertos, aves de corral):

ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LA CHACRA PARA SU CONSUMO (cultivos agrícolas/otros)
CHIRINOYA

ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LOS HUERTOS O CHACRAS PARA LA VENTA (huertos, aves de corral, cultivos agrícolas):
CHIRINOYA

USTED VENDE EN:
 Antioquia Chillaco Lima otros

Figura 12. Encuesta realizada a familia del poblado de Chillaco sobre su hogar. Fuente: Propia.

FICHA FAMILIAR

NOMBRE Hernan Mauro
 APELLIDO Conde Rojas
 PREDIO(S) NUMERO(S) 01

CHILLACO ES SU RESIDENCIA PRINCIPAL si no
 JEFE DE FAMILIA si no

MIEMBROS DE LA FAMILIA
 compañera(s)/esposa(o), hijos, abuelos, otros)

NOMBRE / LAZO FAMILIAR	EDAD	H/M
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

NIVEL EDUCATIVO FAMILIAR

	M1	M2	M3	M4	M5
Analfabeto (o menor de 5)					
primaria					
secundaria					
instituto					
universidad					
otros					

¿SUS HIJOS MENORES ESTÁN INSCRITOS EN LA ESCUELA DE ANTIOQUIA? si no

HABITAT - VIVIENDA

MATERIAL: Adobe Material noble

TIPO DE PISO
 concreto tierra c/ acabados otros

CUARTOS
 1 2 3 4 mas de 4

SERVICIOS BASICOS

Wifi Agua (tuberías)
 Señal celular Desagüe
 Telefono Energía eléctrica

SI NO TIENE ACCESO AL AGUA POR TUBERIAS, OBTIENE EL AGUA POR MEDIO DE:
 Camión cisterna recuperación (lluvia)
 Rio otro

ALMACENAMIENTO DE AGUA
 Tanque de concreto Bidones otro

TIPO DE SERVICIOS HIGIENICOS
 Tasa c/agua letrina turco otro

TIPO DE FOGON
 Estufa de gas/kerosene leña otro

ELECTRODOMESTICOS Y SIMILARES
 refrigeradora horno micro. lavadora
 licuadora TV/ radio computadora

SERVICIOS DE SALUD
 Cuando se enferman van a: Se automedican
 Posta medica Antioquia hospital Lima

ECONOMIA - SEGURIDAD ALIMENTARIA

LA PRINCIPAL ACTIVIDAD ECONOMICA DE LA FAMILIA (padre/madre) ES:

Agricultura Trabajo asalariado
 Crianza de animales Comercio
 Obrero (jornal) Otros

INGRESO MENSUAL PROMEDIO DE LA FAMILIA

Menos de s/300 s/1001 - s/1500
 s/301 - s/700 s/1501 - s/2500
 s/701 - s/1000 mas de s/2500

LA FAMILIA CRIA ANIMALES si no
 Si "si", CUALES:

ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LA FAMILIA PARA SU CONSUMO (huertos, aves de corral):
Cuy

ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LA CHACRA PARA SU CONSUMO (cultivos agrícolas/otros)
Membrillo, Palta, Manzana

ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LOS HUERTOS O CHACRAS PARA LA VENTA (huertos, aves de corral, cultivos agrícolas):
Palta, Membrillo

USTED VENDE EN:
 Antioquia Chillaco Lima otros

Figura 13. Encuesta realizada a familia del poblado de Chillaco sobre su hogar. Fuente: Propia.

FICHA FAMILIAR

NOMBRE FORTUNATO
 APELLIDO BRAVO CARDENAS
 PREDIO(S) NUMERO(S) 02

CHILLACO ES SU RESIDENCIA PRINCIPAL sí no
 JEFE DE FAMILIA sí no

MIEMBROS DE LA FAMILIA
 compañera(a)/esposa(o), hijos, abuelos, otros)

NOMBRE / LAZO FAMILIAR	EDAD	H/M
1 HERMELINDA / ESPOSA	65	
2		
3		
4		
5		
6		
7		

NIVEL EDUCATIVO FAMILIAR

	M1	M2	M3	M4	M5
Analfabeto (o menor de 5)					
primaria	<input checked="" type="checkbox"/>				
secundaria					
instituto					
universidad					
otros					

¿SUS HIJOS MENORES ESTAN INSCRITOS EN LA ESCUELA DE ANTIOQUIA? sí no

HABITAT - VIVIENDA

MATERIAL: Adobe Material noble

TIPO DE PISO
 concreto tierra c/ acabados otros

CUARTOS
 1 2 3 4 mas de 4

SERVICIOS BASICOS
 Wifi Agua (tuberías)
 Señal celular Desagüe
 Telefono Energía eléctrica

SI NO TIENE ACCESO AL AGUA POR TUBERIAS, OBTIENE EL AGUA POR MEDIO DE:
 Camión cisterna recuperación (lluvia)
 Rio otro

ALMACENAMIENTO DE AGUA
 Tanque de concreto Bidones otro

TIPO DE SERVICIOS HIGIENICOS
 Tasa c/agua letrina turco otro

TIPO DE FOGON
 Estufa de gas/kerosene leña otro

ELECTRODOMESTICOS Y SIMILARES
 refrigeradora horno micro. lavadora
 licuadora TV/ radio computadora

SERVICIOS DE SALUD
 Cuando se enferman van a: Se automedican
 Posta medica Antioquia hospital Lima

ECONOMIA - SEGURIDAD ALIMENTARIA

LA PRINCIPAL ACTIVIDAD ECONOMICA DE LA FAMILIA (padre/madre) ES:
 Agricultura Trabajo asalariado
 Crianza de animales Comercio
 Obrero (jornal) Otros

INGRESO MENSUAL PROMEDIO DE LA FAMILIA
 Menos de s/300 s/1001 - s/1500
 s/301 - s/700 s/1501 - s/2500
 s/701 - s/1000 mas de s/2500

LA FAMILIA CRIA ANIMALES si no
 SI "si", CUALES:
CUYES
 ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LA FAMILIA PARA SU CONSUMO (huertos, aves de corral):
CHIRIMOYA, PALTA

ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LA CHACRA PARA SU CONSUMO (cultivos agrícolas/otros)

ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LOS HUERTOS O CHACRAS PARA LA VENTA (huertos, aves de corral, cultivos agrícolas):

LISTED VENDE EN:
 Antioquia Chillaco Lima otros

Figura 14. Encuesta realizada a familia del poblado de Chillaco sobre su hogar. Fuente: Propia.

FICHA FAMILIAR

NOMBRE NILDA NANCY
 APELLIDO ZAVALETA FERNANDEZ
 PREDIO(S) NUMERO(S) 2

CHILLACO ES SU RESIDENCIA PRINCIPAL: sí no
 JEFE DE FAMILIA sí no

MIEMBROS DE LA FAMILIA
 compañera(a)/esposa(o), hijos, abuelos, otros)

NOMBRE / LAZO FAMILIAR	EDAD	H/M
¹ <u>JESÚS HERNANDEZ RANGOS</u>	<u>54</u>	<u>H</u>
² <u>NILDA NANCY ZAVALETA FERNANDEZ</u>	<u>51</u>	<u>M</u>
³ <u>CARINA HERNANDEZ ZAVALETA</u>	<u>18</u>	<u>M</u>
⁴ <u>ROSICELA HERNANDEZ ZAVALETA</u>	<u>9</u>	<u>M</u>
5		
6		
7		

NIVEL EDUCATIVO FAMILIAR

	M1	M2	M3	M4	M5
Analfabeto (o menor de 5)					
primaria					
secundaria	<input checked="" type="checkbox"/>				
instituto					
universidad					
otros					

¿SUS HIJOS MENORES ESTAN INSCRITOS EN LA ESCUELA DE ANTIOQUIA? sí no

HABITAT - VIVIENDA

MATERIAL: Adobe Material noble

TIPO DE PISO
 concreto tierra c/ acabados otros

CUARTOS
 1 2 3 4 mas de 4

SERVICIOS BASICOS
 Wifi Agua (tuberías)
 Señal celular Desagüe
 Telefono Energía eléctrica

SI NO TIENE ACCESO AL AGUA POR TUBERIAS, OBTIENE EL AGUA POR MEDIO DE:
 Camión cisterna recuperación (lluvia)
 Rio otro

ALMACENAMIENTO DE AGUA
 Tanque de concreto Bidones otro

TIPO DE SERVICIOS HIGIENICOS
 Tasa c/agua letrina turco otro

TIPO DE FOGON
 Estufa de gas/kerosene leña otro

ELECTRODOMESTICOS Y SIMILARES
 refrigeradora horno micro. lavadora
 licuadora TV/ radio computadora

SERVICIOS DE SALUD
 Cuando se enferman van a: Se automedican
 Posta medica Antioquia hospital Lima

ECONOMIA - SEGURIDAD ALIMENTARIA

LA PRINCIPAL ACTIVIDAD ECONOMICA DE LA FAMILIA (padre/madre) ES:
 Agricultura Trabajo asalariado
 Crianza de animales Comercio
 Obrero (jornal) Otros

INGRESO MENSUAL PROMEDIO DE LA FAMILIA
 Menos de s/300 s/1001 - s/1500
 s/301 - s/700 s/1501 - s/2500
 s/701 - s/1000 mas de s/2500

LA FAMILIA CRIA ANIMALES si no
 Si "si", CUALES: CUY

ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LA FAMILIA PARA SU CONSUMO (huertos, aves de corral):

ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LA CHACRA PARA SU CONSUMO (cultivos agrícolas/otros)
PALTA CHIRITOYA

ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LOS HUERTOS O CHACRAS PARA LA VENTA (huertos, aves de corral, cultivos agrícolas):
PALTA CHIRITOYA

USTED VENDE EN:
 Antioquia Chillaco Lima otros

Figura 15. Encuesta realizada a familia del poblado de Chillaco sobre su hogar. Fuente: Propia.

FICHA FAMILIAR

NOMBRE Nilda Guisela
 APELLIDO Flores Samulca
 PREDIO(S) NUMERO(S) 01

CHILLACO ES SU RESIDENCIA PRINCIPAL sí no
 JEFE DE FAMILIA sí no

MIEMBROS DE LA FAMILIA
 compaÑera(a)/esposa(o), hijos, abuelos, otros)

NOMBRE / LAZO FAMILIAR	EDAD	H/M
<u>1 Felix Isaac Chuguiqui</u>	<u>26</u>	<u>H</u>
<u>2 Dabshyluc Chuguiqui F</u>	<u>30</u>	<u>M</u>
<u>3 Ami Chuguiqui F</u>	<u>05</u>	<u>M</u>
<u>4</u>		
<u>5</u>		
<u>6</u>		
<u>7</u>		

NIVEL EDUCATIVO FAMILIAR

	M1	M2	M3	M4	M5
Analfabeto (o menor de 5)					
primaria					
secundaria					
instituto					
universidad					
otros					

¿SUS HUOS MENORES ESTAN INSCRITOS EN LA ESCUELA DE ANTIOQUIA? sí no

HABITAT – VIVIENDA

MATERIAL: Adobe Material noble

TIPO DE PISO
 concreto tierra c/acabados otros

CUARTOS
 1 2 3 4 mas de 4

SERVICIOS BASICOS
 Wifi Agua (tuberías)
 Señal celular Desagüe
 Telefono Energía eléctrica

SI NO TIENE ACCESO AL AGUA POR TUBERIAS, OBTIENE EL AGUA POR MEDIO DE:
 Camión cisterna recuperación (lluvia)
 Rio otro

ALMACENAMIENTO DE AGUA
 Tanque de concreto Bidones otro

TIPO DE SERVICIOS HIGIENICOS
 Tasa c/agua letrina turco otro

TIPO DE FOGON
 Estufa de gas/kerosene leña otro

ELECTRODOMESTICOS Y SIMILARES
 refrigeradora horno micro. lavadora
 licuadora TV/ radio computadora

SERVICIOS DE SALUD
 Cuando se enferman van a: Se automedican
 Posta medica Antioquia hospital Lima

ECONOMIA - SEGURIDAD ALIMENTARIA

LA PRINCIPAL ACTIVIDAD ECONOMICA DE LA FAMILIA (padre/madre) ES:

Agricultura Trabajo asalariado
 Crianza de animales Comercio
 Obrero (jornal) Otros

INGRESO MENSUAL PROMEDIO DE LA FAMILIA
 Menos de s/300 s/1001 - s/1500
 s/301 - s/700 s/1501 - s/2500
 s/701 - s/1000 mas de s/2500

LA FAMILIA CRIA ANIMALES si no
 Si "si", CUALES:

ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LA FAMILIA PARA SU CONSUMO (huertos, aves de corral):
Vacas,

ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LA CHACRA PARA SU CONSUMO (cultivos agrícolas/otros)
Berenjena, camote

ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LOS HUERTOS O CHACRAS PARA LA VENTA (huertos, aves de corral, cultivos agrícolas):
Berenjena

USTED VENDE EN:
 Antioquia Chillaco Lima otros

Figura 16. Encuesta realizada a familia del poblado de Chillaco sobre su hogar. Fuente: Propia.

FICHA FAMILIAR

NOMBRE AUGUSTO DOROTEO
 APELLIDO CHANTE ESQUIRBA
 PREDIO(S) NUMERO(S) 1

CHILLACO ES SU RESIDENCIA PRINCIPAL si no
 JEFE DE FAMILIA si no

MIEMBROS DE LA FAMILIA
 compañera(a)/esposa(o), hijos, abuelos, otros)

NOMBRE / LAZO FAMILIAR	EDAD	H/M
1 <u>Sonia Bernabe conyunte</u>	<u>49</u>	
2 <u>HAROL</u>	<u>24</u>	
3 <u>ZAIRA</u>	<u>17</u>	
4		
5		
6		
7		

NIVEL EDUCATIVO FAMILIAR

	M1	M2	M3	M4	M5
Analfabeto (o menor de 5)					
primaria					
secundaria	<input checked="" type="checkbox"/>				
instituto					
universidad		<input checked="" type="checkbox"/>			
otros					

¿SUS HIJOS MENORES ESTAN INSCRITOS EN LA ESCUELA DE ANTIOQUIA? si no

HABITAT - VIVIENDA

MATERIAL: Adobe Material noble

TIPO DE PISO
 concreto tierra c/ acabados otros

CUARTOS
 1 2 3 4 mas de 4

SERVICIOS BASICOS
 Wifi Agua (tuberías)
 Señal celular Desagüe
 Telefono Energía eléctrica

SI NO TIENE ACCESO AL AGUA POR TUBERIAS, OBTIENE EL AGUA POR MEDIO DE:
 Camión cisterna recuperación (lluvia)
 Rio otro

ALMACENAMIENTO DE AGUA
 Tanque de concreto Bidones otro

TIPO DE SERVICIOS HIGIENICOS
 Tasa c/agua letrina turco otro

TIPO DE FOGON
 Estufa de gas/kerosene leña otro

ELECTRODOMESTICOS Y SIMILARES
 refrigeradora horno micro. lavadora
 licuadora TV/ radio computadora

SERVICIOS DE SALUD
 Cuando se enferman van a: Se automedican
 Posta medica Antioquia hospital Lima

ECONOMIA - SEGURIDAD ALIMENTARIA

LA PRINCIPAL ACTIVIDAD ECONOMICA DE LA FAMILIA (padre/madre) ES:
 Agricultura Trabajo asalariado
 Crianza de animales Comercio
 Obrero (jornal) Otros

INGRESO MENSUAL PROMEDIO DE LA FAMILIA
 Menos de s/300 s/1001 - s/1500
 s/301 - s/700 s/1501 - s/2500
 s/701 - s/1000 mas de s/2500

LA FAMILIA CRIA ANIMALES si no
 SI "si", CUALES:

ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LA FAMILIA PARA SU CONSUMO (huertos, aves de corral):

ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LA CHACRA PARA SU CONSUMO (cultivos agricolas/otros)
Honzonas, papas

ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LOS HUERTOS O CHACRAS PARA LA VENTA (huertos, aves de corral, cultivos agricolas):
HONDOS, CHILINUYA

USTED VENDE EN:
 Antioquia Chillaco Uma otros

Figura 17. Encuesta realizada a familia del poblado de Chillaco sobre su hogar. Fuente: Propia.

FICHA FAMILIAR

NOMBRE Daniel Santos
 APELLIDO Castro Melo
 PREDIO(S) NUMERO(S) 1

CHILLACO ES SU RESIDENCIA PRINCIPAL sí no
 JEFE DE FAMILIA sí no

MIEMBROS DE LA FAMILIA
 compañera(a)/esposa(o), hijos, abuelos, otros)

NOMBRE / LAZO FAMILIAR	EDAD	H/M
1 <u>Daniel Castro M.</u>	<u>48</u>	<u>H</u>
2 <u>Carmen Gómez</u>	<u>47</u>	<u>M</u>
3 <u>Daniel Castro E.</u>	<u>18</u>	<u>H</u>
4 <u>Percy Castro E.</u>	<u>16</u>	<u>H</u>
5		
6		
7		

NIVEL EDUCATIVO FAMILIAR

	M1	M2	M3	M4	M5
Analfabeto (o menor de 5)					
primaria					
secundaria	<input checked="" type="checkbox"/>				
instituto					
universidad					
otros					

¿SUS HUOS MENORES ESTAN INSCRITOS EN LA ESCUELA DE ANTIOQUIA? sí no

HABITAT – VIVIENDA

MATERIAL: Adobe Material noble

TIPO DE PISO
 concreto tierra c/acabados otros

CUARTOS
 1 2 3 4 mas de 4

SERVICIOS BASICOS
 Wifi Agua (tuberías)
 Señal celular Desagüe
 Telefono Energía eléctrica

SI NO TIENE ACCESO AL AGUA POR TUBERIAS, OBTIENE EL AGUA POR MEDIO DE:
 Camión cisterna recuperación (lluvia)
 Rio otro

ALMACENAMIENTO DE AGUA
 Tanque de concreto Bidones otro

TIPO DE SERVICIOS HIGIENICOS
 Tasa c/agua letrina turco otro

TIPO DE FOGON
 Estufa de gas/kerosene leña otro

ELECTRODOMESTICOS Y SIMILARES
 refrigeradora horno micro. lavadora
 licuadora TV/ radio computadora

SERVICIOS DE SALUD
 Cuando se enferman van a: Se automedican
 Posta medica Antioquia hospital Lima

ECONOMIA - SEGURIDAD ALIMENTARIA

LA PRINCIPAL ACTIVIDAD ECONOMICA DE LA FAMILIA (padre/madre) ES:

Agricultura Trabajo asalariado
 Crianza de animales Comercio
 Obrero (jornal) Otros

INGRESO MENSUAL PROMEDIO DE LA FAMILIA
 Menos de s/300 s/1001 - s/1500
 s/301 - s/700 s/1501 - s/2500
 s/701 - s/1000 mas de s/2500

LA FAMILIA CRIA ANIMALES si no
 SI "si", CUALES:

ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LA FAMILIA PARA SU CONSUMO (huertos, aves de corral):

ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LA CHACRA PARA SU CONSUMO (cultivos agrícolas/otros)

manzana, palta, chirimoya.

ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LOS HUERTOS O CHACRAS PARA LA VENTA (huertos, aves de corral, cultivos agrícolas):

manzana, palta,

USTED VENDE EN:
 Antioquia Chillaco Lima otros

Figura 18. Encuesta realizada a familia del poblado de Chillaco sobre su hogar. Fuente: Propia.

FICHA FAMILIAR

NOMBRE Rosa
 APELLIDO Ramos Flores
 PREDIO(S) NUMERO(S) 01

CHILLACO ES SU RESIDENCIA PRINCIPAL: sí no
 JEFE DE FAMILIA sí no

MIEMBROS DE LA FAMILIA
 compañera(a)/esposa(o), hijos, abuelos, otros)

NOMBRE / LAZO FAMILIAR	EDAD	H/M
1 <u>Amal Nuncio (esposa)</u>	<u>39</u>	<u>H</u>
2		
3		
4		
5		
6		
7		

NIVEL EDUCATIVO FAMILIAR

	M1	M2	M3	M4	M5
Analfabeto (o menor de 5)					
primaria					
secundaria	<input checked="" type="checkbox"/>				
instituto					
universidad					
otros					

¿SUS HIJOS MENORES ESTAN INSCRITOS EN LA ESCUELA DE ANTIOQUIA? sí no

HABITAT – VIVIENDA

MATERIAL: Adobe Material noble

TIPO DE PISO
 concreto tierra c/acabados otros

CUARTOS
 1 2 3 4 mas de 4

SERVICIOS BASICOS
 Wifi Agua (tuberías)
 Señal celular Desagüe
 Telefono Energía eléctrica

SI NO TIENE ACCESO AL AGUA POR TUBERIAS, OBTIENE EL AGUA POR MEDIO DE:
 Camión cisterna recuperación (lluvia)
 Rio otro

ALMACENAMIENTO DE AGUA
 Tanque de concreto Bidones otro

TIPO DE SERVICIOS HIGIENICOS
 Tasa c/agua letrina turco otro

TIPO DE FOGON
 Estufa de gas/kerosene leña otro

ELECTRODOMESTICOS Y SIMILARES
 refrigeradora horno micro. lavadora
 licuadora TV/ radio computadora

SERVICIOS DE SALUD
 Cuando se enferman van a: Se automedican
 Posta medica Antioquia hospital Lima

ECONOMIA - SEGURIDAD ALIMENTARIA

LA PRINCIPAL ACTIVIDAD ECONOMICA DE LA FAMILIA (padre/madre) ES:
 Agricultura Trabajo asalariado
 Crianza de animales Comercio
 Obrero (jornal) Otros

INGRESO MENSUAL PROMEDIO DE LA FAMILIA
 Menos de s/300 s/1001 - s/1500
 s/301 - s/700 s/1501 - s/2500
 s/701 - s/1000 mas de s/2500

LA FAMILIA CRIA ANIMALES si no
 SI "SI", CUALES:

ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LA FAMILIA PARA SU CONSUMO (huertos, aves de corral):
cuy

ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LA CHACRA PARA SU CONSUMO (cultivos agricolas/otros):
camote

ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LOS HUERTOS O CHACRAS PARA LA VENTA (huertos, aves de corral, cultivos agricolas):
cuy

USTED VENDE EN:
 Antioquia Chillaco Lima otros

Figura 19. Encuesta realizada a familia del poblado de Chillaco sobre su hogar. Fuente: Propia.

FICHA FAMILIAR

NOMBRE GUILLERMO JUAN
 APELLIDO CONDE ROJAS
 PREDIO(S) NUMERO(S) 1

CHILLACO ES SU RESIDENCIA PRINCIPAL sí no
 JEFE DE FAMILIA sí no

MIEMBROS DE LA FAMILIA
 compañera(a)/esposa(o), hijos, abuelos, otros)

NOMBRE / LAZO FAMILIAR	EDAD	H/M
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

NIVEL EDUCATIVO FAMILIAR

	M1	M2	M3	M4	M5
Analfabeto (o menor de 5)					
primaria					
secundaria					
instituto					
universidad					
otros					

¿SUS HIJOS MENORES ESTAN INSCRITOS EN LA ESCUELA DE ANTIOQUIA? sí no

HABITAT – VIVIENDA

MATERIAL: Adobe Material noble

TIPO DE PISO
 concreto tierra c/acabados otros

CUARTOS
 1 2 3 4 mas de 4

SERVICIOS BASICOS
 Wifi Agua (tuberías)
 Señal celular Desagüe
 Telefono Energía eléctrica

SI NO TIENE ACCESO AL AGUA POR TUBERIAS, OBTIENE EL AGUA POR MEDIO DE:
 Camión cisterna recuperación (lluvia)
 Rio otro _____

ALMACENAMIENTO DE AGUA
 Tanque de concreto Bidones otro

TIPO DE SERVICIOS HIGIENICOS
 Tasa c/agua letrina turco otro

TIPO DE FOGON
 Estufa de gas/kerosene leña otro

ELECTRODOMESTICOS Y SIMILARES
 refrigeradora horno micro. lavadora
 licuadora TV/ radio computadora

SERVICIOS DE SALUD
 Cuando se enferman van a: Se automedican
 Posta medica Antioquia hospital Lima

ECONOMIA - SEGURIDAD ALIMENTARIA

LA PRINCIPAL ACTIVIDAD ECONOMICA DE LA FAMILIA (padre/madre) ES:
 Agricultura Trabajo asalariado
 Crianza de animales Comercio
 Obrero (jornal) Otros

INGRESO MENSUAL PROMEDIO DE LA FAMILIA
 Menos de s/300 s/1001 - s/1500
 s/301 - s/700 s/1501 - s/2500
 s/701 - s/1000 mas de s/2500

LA FAMILIA CRIA ANIMALES si no
 SI "si", CUALES:
CUF

ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LA FAMILIA PARA SU CONSUMO (huertos, aves de corral):
—

ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LA CHACRA PARA SU CONSUMO (cultivos agrícolas/otros)
COMOIS

ALIMENTOS QUE SE PRODUCEN EN LOS HUERTOS O CHACRAS PARA LA VENTA (huertos, aves de corral, cultivos agrícolas):
MEMBRILLO

USTED VENDE EN:
 Antioquia Chillaco Lima otros

Figura 20. Encuesta realizada a familia del poblado de Chillaco sobre su hogar. Fuente: Propia.