



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL
DEPARTAMENTO DE FORMACIÓN DE POSGRADO**

MAESTRÍA EN: Ingeniería civil Mención Construcción civil sustentable

TRABAJO DE TITULACIÓN

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN Ingeniería Civil mención Construcción civil sustentable**

TEMA

Sistema de bioclimatización de viviendas unifamiliares

Autor/a:

Ing. Civil Katherine Galuth Nuñez Gavilanez

Tutor/a:

Arq. Jacqueline Stefanie Luna Cabrera, Msc.

GUAYAQUIL-ECUADOR

2022



REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO: “Sistema de bioclimatización de viviendas unifamiliares.”	
AUTOR: Nuñez Gavilanez Katherine Galuth, Ing.	REVISOR O TUTOR: Arq. Luna Cabrera Jacqueline Stefanie, Msc.
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Magíster en Ingeniería Civil Mención Construcción Civil Sustentable
MAESTRIA: Maestría en Ingeniería Civil	COHORTE: COHORTE I
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2022	N. DE PAGES: 115
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción.	
PALABRAS CLAVE: Bioclimatización, climatización, estrategias bioclimáticas, vivienda de interés social, proyectos urbanísticos.	
RESUMEN: Los sistemas bioclimáticos buscan una integración entre los aspectos arquitectónicos,	

ingenieriles con el entorno que rodea una edificación. La problemática que tiene el Ecuador es la carencia de criterios bioclimáticos en proyectos de vivienda de interés social, donde existe un foco de interés en atender el déficit cuantitativo que el cualitativo. Por tales motivos el presente proyecto presenta un caso práctico para implementar criterios bioclimáticos de aplicación en la ciudad de Babahoyo Provincia de Los ríos. Se desarrolló una metodología centrada en la carta bioclimática de Givoni, se estudiaron proyectos a nivel mundial para realizar una recopilación de los principales aspectos bioclimáticos. Se levantó información climatológica a partir de los anuarios disponibles y se seleccionaron las estrategias aplicables a la ciudad de Babahoyo. Los principales resultados se resumen en que las viviendas deben orientar sus fachadas principales en sentido sur este o sur oeste, deben realizar una protección solar constante a las ventanas donde pueden considerar vegetación, celosías, persianas o parasoles. Del mismo modo las aberturas en conjunto con la orientación deben favorecer la ventilación natural donde se pueden aplicar métodos de ventilación cruzada, cámara solar, torres de aspiración entre otros métodos. Por último, se puede utilizar acondicionamiento mecánico a través de un aire acondicionado, sin embargo, con una correcta implementación de las otras estrategias el uso del aire acondicionado va a estar en segundo plano. Se recomienda que estos criterios sean incorporados a los futuros proyectos urbanísticos en la ciudad de Babahoyo y se extrapole la metodología aquí descrita a otras ciudades del Ecuador.

N. DE REGISTRO (en base dedatos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR: Nuñez Gavilanez Katherine Galuth,Ing.	Teléfono: 0994449236	E-mail: knunezg@ulvr.com.edu.ec

**CONTACTO EN
LA INSTITUCIÓN:**

PhD. Eva Guerrero López
Teléfono: 042596500 Ext. 170 E-
mail: eguerrerol@ulvr.edu.ec
Director Departamento Posgrado
Mg. Kleber Moscoso Riera
Teléfono: 042596500 Ext. 170
kmoscoso@ulvr.edu.ec
Coordinador de Maestría

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía, por ser mi protector, por darme el regalo de la vida.

A mis padres, por ser mis maestros de vida, por ser mi fortaleza cuando más lo necesite, por ser mi puerto seguro.

A mis hermanos, por ser mis compañeros de vida, por su apoyo incondicional, por su confianza.

A mis amigas del alma, por su sinceridad, por su amistad, por todo su cariño.

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios, porque sin él no estaría aquí hoy, cumpliendo una meta más en mi vida.

A esta prestigiosa universidad, por abrirme sus puertas, para seguir expandiendo mis conocimientos.

A nuestro coordinador de maestría, Ing. Kleber Moscoso, Msc., por toda la ayuda brindada, sin tener en cuenta ni los días, ni los horarios.

A mi tutora de tesis de maestría, Arq. Jacqueline Luna Cabrera, Msc., por su guía, por su apoyo y todos sus consejos.

A mis lobos esteparios, un grupo hermoso de personas, que fueron incondicionales en todo el tiempo que curse estos estudios.

A mis compañeros, grandes profesionales, siempre dispuestos a ayudar, siempre buscando el bien común.

Y finalmente, a mi madre, que jamás me ha dejado rendirme, que siempre me instruye a seguir cultivándome, gracias a ella sé lo que es, la tenacidad.

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO

Tesis Nuñez

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	app.sni.gob.ec Fuente de Internet	2%
2	moam.info Fuente de Internet	1%
3	disfrutarch.com Fuente de Internet	1%
4	www.trust.org Fuente de Internet	1%
5	www.solerpalau.com Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Catolica De Cuenca Trabajo del estudiante	1%



Excluir citas Apagado
Excluir bibliografía Apagado

Excluir coincidencias < 1%

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Guayaquil 14 de enero 2022

Yo, Nuñez Gavilanez Katherine Galuth, declaro bajo juramento, que la autoría del presente trabajo me corresponde totalmente y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo mis derechos de autor a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establecido por las normativas Institucionales vigentes.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Katherine Galuth', is written over a horizontal line. The signature is enclosed within a large, hand-drawn oval shape.

Firma: _____

Ing. Nuñez Gavilanez Katherine Galuth

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR DE LA TESIS

Guayaquil 14 de enero 2022

Certifico que el trabajo titulado “Sistema de bioclimatización de viviendas unifamiliares.” ha sido elaborado por Ing. Velasco Borja Guido Enrique bajo mi tutoría, y que el mismo reúne los requisitos para ser defendido ante el tribunal examinador que sedesigne al efecto.



Firma: _____

Arq. Luna Cabrera Jacqueline Stefanie, Msc.

RESUMEN

Los sistemas bioclimáticos buscan una integración entre los aspectos arquitectónicos, ingenieriles con el entorno que rodea una edificación. La problemática que tiene el Ecuador es la carencia de criterios bioclimáticos en proyectos de vivienda de interés social, donde existe un foco de interés en atender el déficit cuantitativo que el cualitativo. Por tales motivos el presente proyecto presenta un caso práctico para implementar criterios bioclimáticos de aplicación en la ciudad de Babahoyo Provincia de Los ríos. Se desarrolló una metodología centrada en la carta bioclimática de Givoni, se estudiaron proyectos a nivel mundial para realizar una recopilación de los principales aspectos bioclimáticos. Se levantó información climatológica a partir de los anuarios disponibles y se seleccionaron las estrategias aplicables a la ciudad de Babahoyo. Los principales resultados se resumen en que las viviendas deben orientar sus fachadas principales en sentido sur este o sur oeste, deben realizar una protección solar constante a las ventanas donde pueden considerar vegetación, celosías, persianas o parasoles. Del mismo modo las aberturas en conjunto con la orientación deben favorecer la ventilación natural donde se pueden aplicar métodos de ventilación cruzada, cámara solar, torres de aspiración entre otros métodos. Por último, se puede utilizar acondicionamiento mecánico a través de un aire acondicionado, sin embargo, con una correcta implementación de las otras estrategias el uso del aire acondicionado va a estar en segundo plano. Se recomienda que estos criterios sean incorporados a los futuros proyectos urbanísticos en la ciudad de Babahoyo y se extrapole la metodología aquí descrita a otras ciudades del Ecuador.

Palabras claves: Bioclimatización, climatización, estrategias bioclimáticas, proyectos urbanísticos, proyectos urbanísticos.

ABSTRACT

Bioclimatic systems seek an integration between architectural and engineering aspects with the environment that surrounds a building. The problem that Ecuador has is the lack of bioclimatic criteria in housing projects of social interest, where there is a focus of interest in addressing the quantitative deficit rather than the qualitative one. For these reasons, this project presents a practical case to implement bioclimatic criteria for application in the city of Babahoyo, Province of Los Ríos. A methodology focused on the Givoni bioclimatic chart was developed, worldwide projects were studied to compile a compilation of the main bioclimatic aspects. Climatological information was collected from the available yearbooks and the strategies applicable to the city of Babahoyo were selected. The main results are summarized in that the houses must orient their main facades in a south east or south west direction, they must carry out constant solar protection to the windows where they can consider vegetation, lattices, blinds or parasols. In the same way, the openings together with the orientation must favor natural ventilation where cross ventilation methods, solar chamber, suction towers, among other methods, can be applied. Finally, mechanical conditioning can be used through an air conditioner, however, with a correct implementation of the other strategies, the use of air conditioning will be in the background. It is recommended that these criteria be incorporated into future urban projects in the city of Babahoyo and the methodology described here be extrapolated to other cities in Ecuador.

Keywords: Bioclimatization, air conditioning, bioclimatic strategies, urban projects.

ÍNDICE GENERAL

1. CAPÍTULO I: MARCO GENERAL DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Tema.....	1
1.2. Planteamiento del Problema.....	1
1.3. Formulación del Problema	2
1.4. Sistematización del Problema	2
1.5. Delimitación del Problema de Investigación	2
1.6. Objetivos	3
1.6.1. Objetivo General.....	3
1.6.2. Objetivos Específicos.....	3
1.7. Justificación del trabajo de titulación.....	3
1.8. Hipótesis de la investigación.....	4
1.9. Variables.....	4
1.9.1. Variable Dependiente.....	4
1.9.2. Variable Independiente	4
2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Marco Teórico	5
2.1.1. Déficit habitacional.....	5
2.1.2. Construcción de viviendas de interés habitacional	8
2.1.3. Importancia de la bioclimatización.....	8
2.1.4. Diseño Bioclimático.....	9
2.1.5. Eficiencia energética.....	10
2.1.6. Prototipos Bioclimáticos.....	12
2.2. Marco Conceptual	15
2.3. Marco Legal	17
3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	22
3.1. Enfoque de la investigación	22
3.2. Tipo de investigación	23

3.3.	Población.....	23
3.4.	Muestra.....	23
3.5.	Análisis interpretación y discusión de resultados.....	24
3.5.1.	Análisis de resultados de tipologías arquitectónicas.....	24
3.5.2.	Análisis de resultados de encuesta.....	43
3.5.3.	Discusión de Resultados	51
4.	CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	59
4.1.	Título de la propuesta.....	59
4.2.	Objetivos	59
4.2.1.	Objetivo General.....	59
4.2.2.	Objetivos Específicos.....	59
4.3.	Justificación.....	59
4.4.	Descripción de la propuesta de solución	60
4.5.	Datos Meteorológicos de la ciudad de Babahoyo	61
4.5.1.	Anuario meteorológico 2010	63
4.5.2.	Anuario meteorológico 2011	66
4.5.3.	Anuario meteorológico 2013	69
4.6.	Construcción de carta psicrométrica	72
4.7.	Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad de Babahoyo	79
4.8.	Estrategias Bioclimáticas aplicables a la ciudad de Babahoyo	81
4.9.	Guía general de criterios de diseño	82
4.9.1.	Orientación de la vivienda	82
4.9.2.	Protección Solar	82
4.9.3.	Refrigeración por ventilación natural y mecánica	88
4.9.4.	Aire acondicionado	92
4.9.5.	Des humificación convencional.....	93
	CONCLUSIONES	95
	RECOMENDACIONES.....	96
	REFERENCIAS.....	97
	ANEXOS	99

ÍNDICE DE FIGURA

FIGURA 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA COMPLEJO DE CASAS BIOCLIMÁTICAS ITER.....	25
FIGURA 2. MODELO DE VIVIENDA DEL COMPLEJO AMBIENTAL ITER	26
FIGURA 3. CARTA PSICOMÉTRICA DE LA CASA EN ESTUDIO.....	26
FIGURA 4. BOSQUEJO ARQUITECTÓNICO ORIENTADO A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS.....	27
FIGURA 5. BOSQUEJO DE MATERIALES A UTILIZAR EN LAS FACHADAS.....	27
FIGURA 6. PLANTA BAJA ARQUITECTÓNICA.....	28
FIGURA 7. PLANTA ALTA ARQUITECTÓNICA	28
FIGURA 8. ORIENTACIÓN DE LA VIVIENDA	29
FIGURA 9. PROTECCIÓN SOLAR.....	29
FIGURA 10. PROTECCIÓN CONTRA EL VIENTO EN INVIERNO.....	30
FIGURA 11. VENTILACIÓN NATURAL EN VERANO E INVIERNO.....	30
FIGURA 12. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN SELECCIONADOS.....	31
FIGURA 13. UBICACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO	32
FIGURA 14. VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y HUMEDAD CASO DE ESTUDIO DE FORMA MENSUAL....	32
FIGURA 15. VARIACIÓN DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DE CASO DE ESTUDIO DE FORMA HORARIA	33
FIGURA 16 DIAGRAMA PSICROMÉTRICO DEL SITIO DE ESTUDIO.....	33
FIGURA 17. PLANTA ARQUITECTÓNICA PROYECTO SRI LANKA.....	34
FIGURA 18. UBICACIÓN NORTON SUMMIT AUSTRALIA.....	35
FIGURA 19. PLANTA ARQUITECTÓNICA DEL CASO DE ESTUDIO.....	36
FIGURA 20. ELEVACIÓN ESTE DEL PROYECTO.....	36
FIGURA 21. COMPARACIÓN DE LA TEMPERATURA EXTERIOR E INTERIOR DURANTE EL MES DE ENERO	38
FIGURA 22 .COMPARACIÓN DE LA TEMPERATURA EXTERIOR E INTERIOR DURANTE EL MES DE JULIO	38
FIGURA 23. SEGMENTOS Y TIPOLOGÍAS DE LAS VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL APROBADAS POR EL MIDUVI	40
FIGURA 24 PLANTA TIPO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL ENTREGADA POR EL MIDUVI.....	41
FIGURA 25. ELEVACIÓN FRONTAL Y POSTERIOR DE LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL.....	42
FIGURA 26. MATERIALES UTILIZADOS POR LA VIVIENDA TIPO MIDUVI.....	43
FIGURA 27. PREGUNTA 1.....	45
FIGURA 28. PREGUNTA 2.....	47
FIGURA 29. PREGUNTA 3.....	48
FIGURA 30. PREGUNTA 4.....	49
FIGURA 31. PREGUNTA 5.....	50
FIGURA 32 RED DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS PRINCIPALES	61
FIGURA 33. CLIMA DE LA CIUDAD DE BABAHOYO	62
FIGURA 34. TEMPERATURAS ANUARIO METEOROLÓGICO 2010	65
FIGURA 35. HUMEDAD RELATIVA ANUARIO METEOROLÓGICO 2010	65

FIGURA 36. ROSA DE LOS VIENTOS 2010.....	66
FIGURA 37. TEMPERATURAS ANUARIO METEOROLÓGICO 2011	68
FIGURA 38. HUMEDAD RELATIVA ANUARIO METEOROLÓGICO 2011	68
FIGURA 39. ROSA DE LOS VIENTOS 2011	69
FIGURA 40. TEMPERATURAS ANUARIO METEOROLÓGICO 2013	71
FIGURA 41. HUMEDADES RELATIVAS ANUARIO METEOROLÓGICO 2013.....	71
FIGURA 42. ROSA DE LOS VIENTOS 2013.....	72
FIGURA 43. CARTA PSICROMÉTRICA PARA LA CIUDAD DE BABAHOYO AÑO 2010	74
FIGURA 44. CARTA PSICROMÉTRICA PARA LA CIUDAD DE BABAHOYO AÑO 2011.....	76
FIGURA 45. CARTA PSICROMÉTRICA PARA LA CIUDAD DE BABAHOYO AÑO 2013	78
FIGURA 46. PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE BABAHOYO.....	80
FIGURA 47. PROTECCIÓN SOLAR EN VENTANAS	83
FIGURA 48. PROTECCIÓN SOLAR PARASOLES	84
FIGURA 49. PROTECCIÓN SOLAR VEGETACIÓN EXTERIOR.....	85
FIGURA 50. COMPORTAMIENTO SOLAR DE VIDRIOS.....	86
FIGURA 51. COEFICIENTE DE SOMBRA PARA ELEMENTOS EXTERIORES E INTERIORES	87
FIGURA 52. COEFICIENTE DE SOMBRA PARA ELEMENTOS EXTERIORES E INTERIORES	87
FIGURA 53. ESTRATEGIA DE REFRIGERACIÓN POR VENTILACIÓN NATURAL Y MECÁNICA.....	88
FIGURA 54. ESQUEMA DE VENTILACIÓN CRUZADA	89
FIGURA 55. ESQUEMA DE EFECTO CHIMENEA	90
FIGURA 56. ESQUEMA DE CÁMARA SOLAR.....	90
FIGURA 57. ESQUEMA DE ASPIRACIÓN ESTÁTICA	91
FIGURA 58. ESQUEMA DE TORRE DE VIENTO	91
FIGURA 59. ESTRATEGIA DE AIRE ACONDICIONADO	92
FIGURA 60. ESTRATEGIA DES HUMIDIFICACIÓN CONVENCIONAL.....	93

ÍNDICE DE TABLA

TABLA 1 EVOLUCIÓN DEL DÉFICIT HABITACIONAL CUALITATIVO EN EL ECUADOR PERIODO 2009-2017	6
TABLA 2 EVOLUCIÓN DEL DÉFICIT HABITACIONAL CUANTITATIVO EN EL ECUADOR PERIODO 2009-2017	7
TABLA 3 TIPOLOGÍA DE DÉFICIT HABITACIONAL EN LA CIUDAD DE BABAHOYO.....	7
TABLA 4 NORMAS NEC SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES.....	18
TABLA 5 GUÍAS PRÁCTICAS DE DISEÑO DE CONFORMIDAD CON LA NEC-15.....	19
TABLA 6 NORMAS NEC RELACIONADAS HABITABILIDAD Y SALUD	20
TABLA 7 PREGUNTAS DE LA ENCUESTA APLICADA	44
TABLA 8 PREGUNTA 1.....	45
TABLA 9 PREGUNTA 2	46
TABLA 10 PREGUNTA 3	47
TABLA 11 PREGUNTA 4	49
TABLA 12 PREGUNTA 5	50
TABLA 13 APLICACIÓN Y BENEFICIOS DE LOS PROYECTOS BIOCLIMÁTICOS ESTUDIADOS	54
TABLA 14 DEBILIDADES BIOCLIMÁTICAS DE LOS PROYECTOS MIDUVI.....	55
TABLA 15 RESULTADOS DE LA ENCUESTA APLICADA	57
TABLA 16 INFORMACIÓN ANUARIO METEOROLÓGICO 2010	63
TABLA 17 FRECUENCIA EN DIRECCIÓN DE LOS VIENTOS.....	64
TABLA 18 INFORMACIÓN ANUARIO METEOROLÓGICO 2011	67
TABLA 19 FRECUENCIA EN DIRECCIÓN DE LOS VIENTOS.....	67
TABLA 20 INFORMACIÓN ANUARIO METEOROLÓGICO 2013.....	70
TABLA 21 FRECUENCIA EN DIRECCIÓN DE LOS VIENTOS.....	70
TABLA 22 ESQUEMA DE TABULACIÓN DE PUNTOS SOBRE CARTA PSICROMÉTRICA	73
TABLA 23 PUNTOS A GRAFICAR ANUARIO METEOROLÓGICO 2010.....	73
TABLA 24 PUNTOS A GRAFICAR ANUARIO METEOROLÓGICO 2011.....	75
TABLA 25 PUNTOS A GRAFICAR ANUARIO METEOROLÓGICO 2013.....	77

1. CAPÍTULO I: MARCO GENERAL DE INVESTIGACIÓN

1.1. Tema

Sistema de bioclimatización de viviendas unifamiliares

1.2. Planteamiento del Problema

Cada día alrededor del mundo, hay alguna construcción que se está ejecutando, lo que implica que una gran cantidad de recursos se utilizan a diario, convirtiendo al sector de la construcción en una de las industrias más grandes y a la vez en una de las que más afectaciones causan al medio ambiente. En Europa los edificios son responsables del 40% del consumo total de energía y del 36% de las emisiones de CO₂, por lo que se ha vuelto de gran importancia para el continente europeo realizar una reducción en el consumo de energía (Synnefa, et al., 2017). La realidad de Europa es similar a la de América Latina y el Caribe, con la única diferencia que, en temas de regulatorios, la zona se encuentra muy atrasada.

Del mismo modo el acelerado crecimiento poblacional a nivel mundial ha aumentado el déficit habitacional. En el Ecuador de acuerdo a datos relevados del INEC este porcentaje se encuentra en el 12,4% para el año 2018. Bajo el mismo esquema, un estudio realizado por Banco Interamericano de desarrollo elaborado en el 2019, menciona que más de dos millones de hogares ecuatorianos sufren déficit habitacional, de los cuales, 1,2 millones se localiza en áreas urbanas (21% con déficit cualitativo) y 850.000 en áreas rurales (38% de déficit cualitativo).

El clima es un factor extremadamente relevante al momento del diseño de una vivienda o edificación, ya que en base a esta se realizará las adecuaciones necesarias para que las edificaciones presenten un confort térmico adecuado para sus habitantes o huéspedes, el cual se ve reflejado automáticamente en el consumo de energía, es aquí donde radica la necesidad de un mayor análisis de la variación climática que pueda presentar cada sitio donde se vaya a construir alguna vivienda o edificación, pero sobre todo la de encontrar soluciones amigables con el medio ambiente que permita mejorar el confort térmico dentro de una edificación. (Almusaed, Almssad, & Alasadi, 2018)

La población de bajos recursos es uno de los factores constantes dentro de la problemática a intervenir, ya que no posee la capacidad financiera para satisfacer su necesidad de refrigeración o calefacción dentro de su vivienda, y esto influye en el estado de salud de las personas ya que

existen varios estudios que han confirmado que una mala calidad ambiental dentro de las viviendas tiene un grave impacto en la mortalidad. Todo esto es un indicador de la importancia de un diseño de bioclimatización para una vivienda o edificación ya que se puede llegar a obtener grandes beneficios no solo para sus habitantes sino también para el medio ambiente (Synnefa, et al., 2017).

En base a lo antes mencionado, teniendo en cuenta las necesidades de vivienda desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo, sumado al hecho de que la industria de la construcción en el Ecuador no sigue modelos de eficiencia arquitectónica, resulta imperativo prepararse para el futuro y desarrollar el tema de sostenibilidad ambiental en la construcción de viviendas. Para ello se propone abordar la problemática a través de la definición de lineamiento claros que se puedan anexar al código de construcción NEC.

1.3. Formulación del Problema.

¿Cómo establecer lineamientos técnicos claros en relación a la bioclimatización para viviendas unifamiliares que se puedan anexar a las normas NEC, en la ciudad de Babahoyo Provincia de Los Ríos?

1.4. Sistematización del Problema.

¿Cuál es la influencia de la variación de factores climáticos en una vivienda unifamiliar?

¿Qué modelo de diseño de bioclimatización es el adecuado para viviendas unifamiliares de interés social?

¿Cómo realizar la evaluación del sistema bioclimático diseñado, para una vivienda unifamiliar?

¿Qué aspectos regula las normas NEC en relación a la sostenibilidad urbana? —Eficiencia energética- Climatización se regula

¿Existen directrices técnicas locales en relación a la bioclimatización en el Ecuador?

1.5. Delimitación del Problema de Investigación

Realizar una investigación de la normativa ecuatoriana en relación a los criterios de bioclimatización que deben incorporarse para futuros proyectos urbanísticos en viviendas de interés social en la ciudad de Babahoyo Provincia de Los Ríos.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

- Identificar los lineamientos bioclimáticos básicos a considerar en una vivienda unifamiliar de interés social para la ciudad de Babahoyo que se puedan anexar en las normas NEC.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Establecer una metodología para poder evaluar estrategias de bioclimatización, que se puedan aplicar en las viviendas unifamiliares de interés social para la ciudad de Babahoyo.
- Analizar los diferentes modelos bioclimáticos de otros países para seleccionar los criterios básicos que puedan ser aplicados a las viviendas de interés social en la ciudad de Babahoyo.
- Analizar la normativa ecuatoriana de la construcción en relación a modelos de bioclimatización y construcciones sostenibles.
- Elaborar una guía de lineamientos bioclimáticos básicos a considerar en una vivienda unifamiliar de interés social para la ciudad de Babahoyo que se puedan anexar en las normas NEC.

1.7. Justificación del trabajo de titulación

En la actualidad existen varias investigaciones que buscan dar aportes sostenibles y ecológicos a varios de los problemas que hoy se tienen, especialmente en la industria de la vivienda y construcción, una de las más novedosas y amigables con el medio ambiente, es a través de un enfoque de diseño bioclimático (Synnefa, et al., 2017).

En investigaciones sobre viviendas se determinó dos campos importantes los cuales son la eficiencia energética y el diseño universal, estos abordan algunas secciones de las bases ambientales y sociales de la sostenibilidad. A través de la eficiencia energética se puede reducir el consumo de energía en el hogar, la cual se apoya en la tecnología y la ingeniería para cumplir con este objetivo, por otro lado, el diseño universal se fundamenta en que un diseño debe cumplir con las necesidades de cada uno de los integrantes de una familia (Kapedani, Herssens, & Verbeeck, 2019).

Uno de los más grandes desafíos en este siglo, pero a la vez de los que más vale la pena llevar a cabo, es el de modernizar edificaciones residenciales, ya que se puede obtener grandes beneficios como reducir el consumo energético, la huella de carbono, y a la vez mejorar las condiciones ambientales interiores, todo esto de una manera rentable, lo que representa una gran oportunidad para poder dar una solución amigable a los problemas ambientales que nos enfrentamos hoy en día. (Synnefa, et al., 2017).

1.8. Hipótesis de la investigación

Si se consideran los lineamientos bioclimáticos básicos aplicados en proyectos a nivel internacional, se podrá mejorar las condiciones de vida en las viviendas de interés social para la ciudad de Babahoyo.

1.9. Variables

1.9.1. Variables dependientes

- Lineamientos bioclimáticos básicos a partir del análisis de criterios de diseño en proyectos a nivel internacional.

1.9.2. Variables Independientes

- Condiciones bioclimáticas de las viviendas de interés social en la ciudad de Babahoyo.

Bajo este esquema, se espera recopilar la información requerida para poder lograr el objetivo del proyecto que se presente en el capítulo 4

2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se va a ampliar el estado del arte de la problemática detectada en la investigación a través de un análisis desde 3 aristas de enfoque. La primera es la fundamentación teórica, en la cual se va a investigar bibliografía de temas relacionados al proyecto. Se va a procurar citar fuentes actualizadas, con el objeto de enriquecer el trabajo investigativo.

La segunda arista es el marco conceptual, en la cual se van a citar palabras claves que se van a utilizar a lo largo de la investigación. Por último, el marco legal, en el cual se citarán leyes, estatutos, normativas, ordenanzas entre otros instrumentos legales relacionados al tema de investigación propuesto.

2.1. Marco Teórico

El presente marco teórico se lo va a abordar delimitando dos hechos relevantes del problema de investigación. El primero, el déficit habitacional que existen en el Ecuador y el segundo; proyectos de arquitectura bioclimática en viviendas de interés social. El objetivo es poder relacionar estas dos variables que ayuden a plantear proyectos urbanísticos, satisfaciendo la necesidad habitacional en concordancia con criterios de bioclimatización para la construcción.

2.1.1. Déficit habitacional

En una investigación realizada por el Banco Mundial en relación a las necesidades de la región de América Latina y el Caribe se menciona que actualmente existen 26 millones de unidades de vivienda que son inadecuadas y se requieren con urgencia 28 millones de unidades adicionales para reducir el hacinamiento y las condiciones inferiores a los estándares. Ante esta situación la incapacidad de los mercados formales de vivienda en ofrecer viviendas dignas, han provocado que 128 millones de personas vivan en barrios marginales en América latina y el Caribe. (Jha, 2007)

De acuerdo a CEPAL el déficit habitacional se estimó en 18.7 millones de viviendas en el año 2006. Para 2011, CEPAL lo cuantificó en 22.7 millones. Disgregando este análisis aplicado a la región, en el año 2012, se discretizó el déficit cuantitativo y cualitativo, compuesto de la siguiente forma:

- Déficit Cuantitativo: 6%
- Déficit Cualitativo:
 - Carentes de infraestructura: 21%

- Carentes de electricidad: 4%
- Carentes de saneamiento: 15%
- Carentes de agua potable corriente: 9%
- Materiales deficientes: 12%
- Techo deficiente: 3%
- Piso de tierra: 6%
- Paredes deficientes: 2%
- Carentes de tenencia adecuada de la tierra: 11%
- Hacinamiento: 6%

En el Ecuador de acuerdo a datos obtenidos del INEC¹, en el año 2017 el déficit habitacional cuantitativo era del 13.4% a nivel nacional. Del mismo modo, el INEC para el mismo año sitúa al déficit cualitativo con el 33.7 % (INEC, 2018). En la tabla 1, se muestra la evolución de indicadores del déficit cualitativo desde el año 2009 al 2017.

Tabla 1

Evolución del déficit habitacional cualitativo en el Ecuador periodo 2009-2017

Periodo	Nacional	Urbano	Rural
dic-09	35,6%	34,0%	39,0%
dic-10	36,3%	34,0%	41,2%
dic-11	34,4%	30,2%	42,5%
dic-12	33,2%	28,1%	43,4%
dic-13	32,6%	28,9%	40,7%
dic-14	33,7%	30,7%	40,5%
dic-15	32,5%	29,4%	39,7%
dic-16	33,6%	30,9%	40,0%
dic-17	33,7%	30,4%	41,4%

Fuente: (INEC, 2018)

¹ INEC: Instituto Nacional de estadísticas y Censos

Tabla 2*Evolución del déficit habitacional cuantitativo en el Ecuador periodo 2009-2017*

Periodo	Nacional	Urbano	Rural
dic-09	21,2%	11,5%	41,7%
dic-10	19,3%	10,1%	38,7%
dic-11	16,5%	7,1%	34,9%
dic-12	13,7%	5,6%	29,8%
dic-13	15,6%	9,2%	29,7%
dic-14	15,2%	9,7%	27,6%
dic-15	13,4%	8,5%	24,8%
dic-16	12,3%	7,7%	22,6%
dic-17	13,4%	8,0%	25,9%

Fuente: (INEC, 2018)

Profundizando un poco más el tema, para llegar a la ciudad de estudio, se determina que el 37,9% de las viviendas de la ciudad son aceptables, el déficit cualitativo es del 37,4% y el cuantitativo es del 24,8%. La tabla 3, resumen las tipologías de viviendas antes mencionada, aplicable para la ciudad de Babahoyo.

Tabla 3*Tipología de déficit habitacional en la ciudad de Babahoyo*

Tipología Déficit Habitacional			
Ciudad	Viviendas aceptables	Déficit Cualitativo (Viviendas recuperables)	Déficit Cuantitativo (Viviendas irrecuperables)
Babahoyo	37,9%	37,4%	24,8%

Fuente: (INEC, 2018)

Se puede concluir que el déficit habitacional en la región de América Latina y el Caribe ha aumentado en los últimos años, sobre todo el déficit cualitativo. Del mismo modo en Ecuador, el déficit cuantitativo se ha reducido, sin embargo, el cualitativo se ha mantenido ligeramente constante. Por otro lado, en la ciudad de Babahoyo existe un déficit cuantitativo del 24,8%. En base a este análisis, es imperativo definir lineamientos de construcción sostenible y bioclimática que se adapten a construcciones existentes y se apliquen a nuevas viviendas, ya que en la actualidad las viviendas aceptables y con déficit cualitativo no cuentan con criterios de construcción sostenible.

2.1.2. Construcción de viviendas de interés habitacional

La construcción de viviendas de interés social tiene como objetivo solventar uno de los grandes problemas que han soportado las personas desde hace varios años, como lo es el “déficit habitacional, debido al continuo incremento de la población a nivel mundial. Esto ha provocado un aumento en la demanda de servicios urbanos, causando que tanto las entidades gubernamentales nacionales y locales no tengan los recursos suficientes para satisfacer esta necesidad. Aunque es un derecho universal el tener una “vivienda adecuada” la realidad socioeconómica lo hace inaccesible, lo que ha causado que la población a baje su calidad de vida (Muenala G., 2015).

Se puede demostrar de esta manera, la importancia de la construcción de viviendas de interés social, las cuales deben cumplir con los criterios de habitabilidad establecidos en la ley. Estas edificaciones también deben satisfacer con las necesidades e interés de la población de bajos recursos, lo que hace de gran relevancia el diseño de la vivienda, volviéndolo un desafío a lo largo del tiempo, pues debe mantenerse dentro de un costo razonable, por lo que es preciso, siempre innovar para mejorar los diseños sin alterar su costo. En este punto la arquitectura sostenible en combinación con la tecnología, puede traer grandes beneficios, proporcionando un mejor entorno para las familias que habiten las viviendas.

En el Ecuador a pesar de los esfuerzos del gobierno al tener varios programas para facilitar el acceso a viviendas para personas de bajos recursos, sigue considerándose un gran problema por resolver, ya que se tiene varias desventajas, como lo son las construcciones informales y la falta de terrenos lotizados con servicios básicos, provocando los temibles asentamientos irregulares, estas construcciones informales no satisfacen las necesidades básicas de habitabilidad. Es por estas razones que es necesario la continua mejora en las políticas de vivienda, así como también de las guías técnicas de diseño y construcción de viviendas para mayores beneficios para la comunidad (Muenala G., 2015).

2.1.3. Importancia de la bioclimatización

Esta sección abordará el tema de la bioclimatización y de su importancia para el diseño de una edificación residencial. En las últimas décadas lo más importante ha sido que los proyectos sean técnica y económicamente viables, dejando de lado el impacto ambiental que puedan causar, es aquí donde aparece la bioclimatización, ya que a través de ella se puede encontrar soluciones

sostenibles para reducir no solo los daños ocasionados al medio ambiente si no también lograr el aumento de la eficiencia energética en las viviendas, ya que utiliza métodos de diseño que permiten beneficiarse de las energías renovables (Guerra, 2013).

Las construcciones de proyectos habitacionales tienen grandes deficiencias, una vivienda para obtener un confort interior adecuado llega a consumir grandes cantidades de energía, lo cual ocasiona grandes daños al medio ambiente. La bioclimatización es una gran aliada para resolver este conflicto, ya que combina sistemas pasivos (método utilizado en la arquitectura que busca acondicionamiento ambiental mediante recursos naturales) con sistemas activos (sistemas modernos que requieren de energía para su funcionamiento), es decir toma lo mejor de cada uno de estos sistemas según sea el caso de estudio, ya que es muy versátil y adaptable.

El estándar “Passivhaus” es un gran representante de la Bioclimatización, el cual se llevó a cabo y se desarrolló en Alemania, su principal meta es garantizar confort interior y un bajo consumo energético, para poder cumplir con este estándar debe aplicar algunos criterios y parámetros, los cuales están direccionados para Europa Central. En América Latina aún no se ha difundido este estándar, sin embargo, Chile es uno de los pioneros al realizar estudios para implementar este estándar en la construcción de viviendas, en los cuales obtuvieron resultados muy alentadores como, por ejemplo: la tecnología para su construcción es accesible, su costo inicial es mayor en comparación a otras construcciones; sin embargo, tiene a favor que su costo de operación es mucho más bajo y se logró la reducción de energía en climatización para las viviendas en un 80%. Un punto relevante del estudio es certificar el estándar con instituciones nacionales para garantizar su calidad y dar seguridad a futuros usuarios, (Hatt, Saelzer, Hempel & Gerber, 2012).

2.1.4. Diseño Bioclimático

Un edificio bioclimático es aquel que se encuentra diseñado para adaptarse a su clima actual y futuro, aprovechando los recursos climáticos locales, con lo cual se debe tener cuidado ya que el clima tiene un estado de cambio acelerado y seguirá cambiando (Pajek & Košir, 2018).

En el sector de la construcción de edificaciones residenciales, están teniendo esta nueva visión por implementar soluciones verdes, debido a las grandes dificultades ambientales que hoy padecemos. Se presenta como una gran alternativa el diseño bioclimático, ya que puede dar grandes aportaciones como obtener un nivel de confort adecuado, pero usando la mínima cantidad

de energía posible y también logrando una reducción de emisión de contenido de carbono (Victoria, Mahayuddin, Zahri Wan Zaharuddin, Harun, & Ismail , 2017).

El camino hacia la sostenibilidad es muy largo aún, porque no se trata solamente de la aplicación de nuevas tecnologías, herramientas, diseños, ya que esto solo abarca el factor técnico, se trata también de la aceptación y conducta de las personas a este estilo de vida, además debe ir acompañado de políticas que las respalden. Este tema ha sido ya estudiado por varios investigadores y llegan a un punto crítico, pues no es posible una reducción de consumo de energía en las viviendas, sin que también se disminuya el área habitable per cápita, lo que conlleva una problemática social, pues siempre se busca la comodidad de los habitantes del hogar (Lorek & Spangenberg, 2019).

El cambio climático trae consigo una diversidad de contratiempos y una de ellas son las islas de calor que afectan al entorno urbano, ya que se trata de las elevadas temperaturas que se concentran en las áreas urbanas, sobre todo en las ciudades que presentan un clima seco y cálido, como consecuencia de estas islas de calor urbano se ven afectadas directamente la población , pero también pueden incidir en el crecimiento de demanda de energía en edificios residenciales, por lo que se estudia metodologías de mitigación en especial con intervenciones bioclimáticas (Karakounos, Dimoudi, & Zoras , 2018).

Después de analizar la importancia y la necesidad del diseño bioclimático en viviendas, podemos decir que es la alternativa adecuada para esta nueva realidad donde tenemos que convivir con el calentamiento global, el agotamiento del ozono, el alto consumo de energía, la contaminación, etc., sin que esto no quiera decir que no debemos seguir actualizándonos y mejorando en nuevos métodos de diseño que tome en cuenta la durabilidad, accesibilidad, sostenibilidad y que sean económicamente viables.

2.1.5. Eficiencia energética

El área de la construcción es uno de los principales responsables de la contaminación ambiental, al realizar un mayor enfoque en las edificaciones, se da a conocer que estas son las causantes en gran parte del consumo universal de energía, es aquí donde nace la necesidad de una evaluación de estrategias sustentables, no solo para minimizar este inconveniente, sino poder alcanzar un consumo energético más eficiente, para lo cual uno de los primeros pasos es la optimización de recursos y la sugerencia de tecnologías para el empleo de energías renovables (Guerra, 2013).

El confort térmico en un edificio es muy importante y para lograr esto en al menos en las regiones de la costa, se ha vuelto indispensable el uso de aires acondicionados, los cuales generalmente funcionan con electricidad, debido a esta situación existe un aumento en la demanda de energía, se estima que el 50% del uso de energía en la zona residencial se debe a los sistemas de aire acondicionado, que a su vez afecta al 12% del consumo general de un país desarrollado (Tarsitano, Ciancio, & Coppi , 2017).

Las edificaciones requieren de una evaluación energética para mejorar su eficacia energética, esto se logra a través de estrategias pasivas y envolventes como por ejemplo protecciones solares, ventilación e iluminación natural, inercia térmica, etc., después de esto se recomienda la selección de aparatos y equipos de alta eficiencia, y finalmente la incorporación de sistemas de energía renovables (Guerra, 2013).

En varios países han decidido apoyar la lucha contra la contaminación ambiental, una forma de hacerlo es con la iniciativa de casa-net-energy-plus o casa pasiva, estas casa presentan un balance positivo entre la generación y el consumo de energía, estas viviendas obtienen la mayor parte de su energía de los sistemas de energía renovable, que a su vez ayuda a la disminución de uso de energía eléctrica con respecto a la calefacción y refrigeración (HwiKim, y otros, 2019).

Actualmente existen algunas investigaciones donde se utiliza la energía solar para el funcionamiento de sistema de aire acondicionado, para de esta manera reemplazar la energía eléctrica, un ejemplo de esto es el sistema fotovoltaico que convierte la luz solar en electricidad, se busca que este sistema funcione permanentemente y se establezca como un sistema de climatización eficaz (Daut, Adzrie, Irwanto, Ibrahim, & Fitra, 2013).

Los sistemas de aire acondicionado se han vuelto casi indispensables en edificaciones, es por esta razón que se necesita que estos sean eficientes energéticamente, en una investigación se analiza el rendimiento energético de tres tipos de sistemas de refrigeración, el primero los A/C de radiantes ASHP convencionales, el segundo A/C de radiantes ASPH de alta temperatura y tercero los A/C radiantes basados en VRF mediante el modelo de simulación Energy Plus, dando como resultado que el A/C radiante basado en VRF, obtuvo el mejor rendimiento de los tres sistemas (Zhao, Jianbo, Fei, Lingchuang, & Minglu , 2018).

Otra alternativa sustentable para la climatización de edificaciones residenciales se basa en un sistema formado por máquinas de absorción que necesiten una fuente térmica para su

funcionamiento, para este caso colectores solares, este sistema produce un bajo impacto ambiental (Tarsitano, Ciancio, & Coppi, 2017).

La necesidad de un sistema de refrigeración, que brinde bienestar térmico, que sea accesible económicamente y sea bondadoso con el medio ambiente, es una meta que aún no se ha alcanzado a pesar de las diversas investigaciones, sin embargo en innegable los avances que se han logrado, en las zonas costeras de México, se simulo un sistema de climatización solar para viviendas de bajos ingresos, esto se lo realizo por medio del programa TRSNYS versión 17, aunque se demostró que es factible técnicamente, este aún no es rentable (Viñas, Best, & Lugo, 2016).

Nos encontramos hoy en día con nuevos desafíos, con más exigencias en el ámbito del diseño, se busca el balance perfecto entre la construcción, el medioambiente y la sociedad, por lo que se es necesario nuevas metodologías de diseño, donde se trabaje las áreas de la eficiencia energética y del diseño universal. En el estudio de viviendas, la eficiencia energética trata del ahorro de energía en el domicilio mediante nuevos métodos y tecnologías, en cambio el diseño universal tiene que ver con el diseño propiamente, que este pueda complacer a cada grupo de personas sin excepción (jóvenes, ancianos, personas con discapacidad), por lo que se vuelve de vital importancia nuevas políticas e investigaciones que apoyen estos conceptos de viviendas sostenibles (Kapedani, Herssens, & Verbeeck, 2019).

2.1.6. Prototipos Bioclimáticos

Rockwood, Teles da Silva, Olsen, Robertson, y Tran, (2015). Un caso muy interesante se dio en las Islas del Pacífico, un grupo de profesores arquitectos e ingenieros y estudiantes, decidieron crear un diseño de un prototipo de vivienda, para los isleños del Pacífico, quienes a pesar de las dificultades se niegan a abandonar sus hogares los cuales se ven afectados por el cambio climático, el incremento del nivel del mar y los incidentes de tormentas, este diseño cumple con varios requisitos como, durabilidad, sostenibilidad, confort térmico y bajo costo. Para cumplir con el objetivo tuvieron que hacer una revisión del pasado, de cómo eran las casas tradicionales indígenas de esa zona, que a pesar del tiempo y desventajas climáticas se han mantenido en pie, ya que se desea no solo viviendas de calidad, sino reconectar a las personas a su cultura tradicional y reactivar la economía. Este prototipo de vivienda incorpora varios criterios en su diseño:

- Durabilidad: Las viviendas serán prefabricadas, utilizando materiales que puedan soportar los diversos factores ambientales.

- Sistema de ahorro de energía y confort: Este método integra salientes de sombreado, ventilación en la cumbrera, iluminación natural, barreras radiantes en el techo, etc.
- Asequibilidad: Estas viviendas están destinadas a personas de bajos recursos, por lo que, para minimizar su costo, se utiliza materiales prefabricados de fácil instalación, que podría ser realizada por los propios moradores.
- Resiliencia: Se realizó un diseño estructural de la vivienda, para que estas resistan las tempestades del sitio, también estas se edificaran sobre pilotes de hormigón, quedando entre 1 a 2 m sobre suelo para estar protegidas de posibles inundaciones.
- Sostenibilidad: Para alcanzar este concepto, se utilizaron tácticas pasivas que reducen el consumo de energía, además de la utilización de materiales de buena calidad y duraderos, como el cemento FRCC que permite además el uso de materiales reciclables.

Aunque al momento solo es un prototipo y aún se encuentra en estudios, no deja de ser un gran ejemplo del diseño bioclimático en viviendas, nos enseña todas las ventajas que podemos obtener y que puede ser diseñado de tal forma que pueda ser accesible económicamente, no solo es una forma de minimizar los impactos ambientales también puede ser una forma de llegar a más personas que no tengan vivienda y sean de bajos recursos.

Nos encontramos en una etapa de búsqueda de respuestas, para las problemáticas que hoy tenemos a nivel mundial, y se deslumbra un camino, una solución a estas dificultades, la cual es el diseño bioclimático, otro ejemplo de esto se dio en Dayak en Sarawak, Malasia donde se realizó un estudio acerca de las viviendas tradicionales de Dayak, para analizar si había en ellas algún tipo de perspectiva de diseño bioclimático, es de esta manera que se encontró en estas viviendas características muy propias de edificaciones bioclimáticas. Estas casas se construyeron con materiales de la zona como el bambú, madera de hierro y hojas de palmera, este tipo de materiales y el diseño pasivo posibilitan la ventilación natural, protección solar e iluminación natural. Se desea que esta información sea de guía para crear nuevas soluciones bioclimáticas en edificios residenciales (Victoria et al., 2017).

En la competencia Solar Decathlon China 2017, en la cual se pone a prueba a varios equipos de universidades para que realicen el diseño, la edificación y operación de viviendas sustentables,

con eficiencia energética y a la vez llamativa arquitectónicamente, es aquí donde se presentó el diseño EnergyPLUS Home 4.0, este modelo presenta dos zonas de amortiguación que tienen como objetivo un mejor funcionamiento tanto en el aspecto técnico como arquitectónico, estas zonas brindan beneficios en el clima de invierno y en el de verano, para el sistema de climatización se usa como fuente una bomba de calor, la cual aún debe ser perfeccionada, en conclusión este tipo de vivienda es una de las que más se acerca como un modelo óptimo de hogares sostenibles (Lyu, Pan, & Qu , 2017).

Hasta el momento se ha planteado el diseño bioclimático como una solución futura en las próximas construcciones de vivienda, pero que ocurre con las edificaciones existentes y que continuarán en los siguientes años, las cuales son responsables en gran parte del consumo de electricidad y emisiones de CO₂ a nivel mundial, por lo que se analiza el diseño bioclimático para una readaptación de las viviendas actuales a las condiciones ambientales presentes para conseguir que se reduzcan el uso de energía y la huella de carbono. Este análisis se lo elaboró a un edificio ubicado en el Municipio de Peristeri, en Atenas, donde se procedió al reconocimiento de la zona y del edificio, después de este primer paso se establecieron metas de readaptación a través de un análisis holístico que toma en cuenta: energía, medio ambiente y costo; se realizaron varias mejoras al edificio utilizando tecnologías de eficiencia energética. Algunas de las intervenciones que se hicieron fueron las siguientes: aislamiento de la envoltura, paneles fotovoltaicos, sistema de iluminación energéticamente eficiente, sombreado exterior. Después de esta innovación al edificio de estudio, se puede concluir que ha alcanzado las metas propuestas, las cuales consistían en el ahorro de energía, minimizar la huella de carbono y mejorar el confort del edificio (Synnefa, et al., 2017).

Al analizar las diferentes propuestas de diseño de vivienda que se presentaron, es fácil determinar su factor común, todas tienen como meta la sustentabilidad y la sostenibilidad, aunque se han hecho avances significativos, es también una realidad que sin la aceptación de la población a este estilo vida y sin políticas que lo respalden, correría el riesgo de permanecer solo como prototipos y no en proyectos reales.

2.2. Marco Conceptual

Déficit Cualitativo

El déficit cualitativo se define a partir de estas condiciones: Condiciones deficientes de la vivienda: viviendas con alguna de estas limitaciones: 1. Techo hecho de materiales no permanentes; 2. Paredes y estructura hechas de materiales no permanentes; 3. Suelos de tierra; 4. Hacinamiento: más de tres personas por cuarto; 5. Condiciones deficientes del vecindario: insuficiencia de infraestructura o servicios: Ausencia de agua potable con acceso por tuberías; 6. Ausencia de cloacas o sistemas de disposición de aguas servidas; 7. Ausencia de electricidad; 8. Limitaciones en la tenencia de la tierra: la familia no tiene la propiedad de la casa o de la parcela.

Déficit Cuantitativo

Ausencia de vivienda a partir de dos condiciones: (1) que el número de familias que comparten el mismo techo y comparten las facilidades de preparación de las comidas, sea superior a una; (2) familias que viven en viviendas que no pueden ser mejoradas dada la baja calidad de los materiales constructivos.

Bioclimatización

Acondicionamiento del ambiente de un lugar cerrado mediante energías renovables para obtener una mayor eficiencia energética e integración del entorno, tanto desde el punto de vista arquitectónico como constructivo. Además, se utilizan materiales sostenibles o amigables con el ambiente y para el diseño de la edificación se toma en cuenta varios factores como orientaciones, insolaciones en verano o invierno, ventilaciones cruzadas, etc.

Clima

Conjunto de condiciones o fenómenos meteorológicos característicos de una región o lugar determinado, tales como la temperatura, las precipitaciones, la humedad y el viento. El clima de un sitio se ve afectado por su latitud, terreno y altitud, como también por los cuerpos de agua y sus corrientes.

Vivienda de interés de social

Es una edificación de uso residencial, que el Estado entrega a las personas que no tienen la posibilidad de acceder a una vivienda digna, al no tener los recursos necesarios. Estas viviendas no solo deben resolver el déficit habitacional de un entorno, si no también deben cumplir con los requisitos mínimos de habitabilidad, teniendo un espacio apropiado, con seguridad, iluminación, ventilación, infraestructura adecuada y servicios básicos, para satisfacer las necesidades primordiales de las personas, elevando su calidad de vida y el costo referencial de estas, debe mantenerse dentro de un rango razonable. Finalmente se debe entender la importancia que tienen las viviendas, sin importar el nivel económico de quien las habita, ya que son un componente social que deberá integrarse a la ciudad, teniendo como función, permitir la interacción social de sus habitantes con el entorno.

Construcción sostenible

La construcción sostenible no sólo satisface las necesidades de las personas, sino que también **conserva el medio ambiente**, esto no se logra construyendo **viviendas eco amigables**, sino tomando en cuenta el entorno y la orientación del lugar. La construcción sostenible trata de crear, planificar y desarrollar de forma responsable un ambiente, construir en él optimizando los recursos naturales existentes y respetando los principios ecológicos, para así brindar bienestar a los usuarios.

Arquitectura sostenible

Es aquella que tiene en cuenta el impacto que va a tener la edificación durante todo su Ciclo de Vida, desde su construcción, su uso y su demolición. Surge como una necesidad de un cambio de actitud en el diseño y construcción de edificios, como estrategia para garantizar no sólo la conservación del medio ambiente y la salud de los ciudadanos, sino también su viabilidad.

Infraestructura verde

Es una red de zonas naturales y seminaturales y otros elementos ambientales, planificada de forma estratégica, diseñada y gestionada para la prestación de una extensa gama de servicios eco sistémicos, que conservan las funciones y valores de los ecosistemas naturales y provee beneficios asociados a la población.

Confort térmico

Es cuando las condiciones de humedad, temperatura y movimiento de aire son agradables y adecuados a la actividad que se realiza en su interior. O a su vez cuando las personas que lo habitan no experimentan sensación de calor ni frío.

Eficiencia energética

Es el consumo energético para alcanzar unos niveles determinados de confort y de servicio para **proteger el medio ambiente** mediante la reducción de la intensidad energética y habituando al usuario a consumir lo necesario. Las emisiones de CO₂ que envía a la atmósfera son mayores y, por ese motivo, la eficiencia energética se ha convertido en una forma de cuidar al planeta.

2.3. Marco Legal

En esta sección se va abordar el marco normativo existente en el país en relación a la construcción de viviendas sostenibles. Para ello es importante definir la jerarquización de leyes aplicables a la problemática planteada.

En primer lugar, está la constitución de la república del Ecuador que en su artículo 30 menciona que “las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica” (República del Ecuador, 2008). Lo que menciona la constitución es un derecho que consagra por la jerarquía que tiene esta carta magna. Es decir, tener un hábitat seguro y saludable es un derecho fundamental de los ecuatorianos.

En cuanto a la planificación nacional para garantizar el derecho a un hábitat seguro, la Constitución establece en el artículo 375 que “El Estado, en todos sus niveles de gobierno, garantizará el derecho al hábitat y a la vivienda digna” (República del Ecuador, 2008). Dentro de este artículo se citan los siguientes puntos:

1. Generará la información necesaria para el diseño de estrategias y programas que comprendan las relaciones entre vivienda, servicios, espacio y transporte públicos, equipamiento y gestión del suelo urbano.
2. Mantendrá un catastro nacional integrado geo-referenciado, de hábitat y vivienda.

3. Elaborará, implementará y evaluará políticas, planes y programas de hábitat y de acceso universal a la vivienda, a partir de los principios de universalidad, equidad e interculturalidad, con enfoque en la gestión de riesgos.
4. Mejorará la vivienda precaria, dotará de albergues, espacios públicos y áreas verdes y promoverá el alquiler en régimen especial.
5. Desarrollará planes y programas de financiamiento para vivienda de interés social, a través de la banca pública y de las instituciones de finanzas populares, con énfasis para las personas de escasos recursos económicos y las mujeres jefas de hogar.

Una vez analizado el hecho de que el Gobierno debe garantizar el acceso a una vivienda digna. Es importante definir qué políticas ha manejado hasta el momento. El Ministerio de desarrollo urbano y vivienda es el ente que expide las regulaciones en temas de construcción. En el país existen las normas NEC, que se dividen en diferentes capítulos de acuerdo a los subsistemas constructivos.

Tabla 4

Normas NEC Seguridad Estructural de las edificaciones

SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES
NEC-SE-CG: Cargas (no sísmicas)
NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sísmo resistente parte 1
NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sísmo resistente parte 2
NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sísmo resistente parte 3
NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sísmo resistente parte 4
NEC-SE-RE: Riesgo Sísmico, Evaluación, Rehabilitación de Estructuras
NEC-SE-GC: Geotécnia y Cimentaciones
NEC-SE-HM: Estructuras de Hormigón Armado
NEC-SE-AC: Estructuras de Acero
NEC-SE-MP: Mampostería Estructural

NEC-SE-MD: Estructuras de Madera

NEC-SE-VIVIENDA: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m parte 1

NEC-SE-VIVIENDA: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m parte 2

NEC-SE-VIVIENDA: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m parte 3

NEC-SE-VIVIENDA: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m parte 4

NEC-SE-GUADÚA: Estructuras de Guadúa

Fuente: (NEC, 2018)

Tabla 5

Guías Prácticas de Diseño de Conformidad con la NEC-15

GUÍAS PRÁCTICAS DE DISEÑO DE CONFORMIDAD CON LA NEC – 15

Guía para viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros

Guía para estructuras de hormigón armado

Guía para estructuras de acero

Guía para estructuras de madera

Guía para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras

Guía para estudios geotécnicos y trabajos de cimentación

Guía de procedimientos y estándares mínimos para trabajadores de la construcción

Fuente: (NEC, 2018)

Tabla 6

Normas NEC relacionadas habitabilidad y salud

HABITABILIDAD Y SALUD
NEC-HS-VIDRIO: Vidrio
NEC-HS-CI: Contra Incendios
NEC-HS-AU: Accesibilidad Universal
NEC-HS-EE: Eficiencia Energética
NEC-HS-CL: Climatización
NEC-HS-ER: Energías Renovables

Fuente: (NEC, 2018)

En la tabla 4 se encuentran las normas NEC relacionadas a la seguridad estructural dependiendo del método constructivo y materiales a aplicar. En la tabla 5, se encuentran guías de diseño en función de las normas NEC de la tabla. Por último y más importante en la tabla 6, que se refiere a las normas NEC relacionadas a la habitabilidad y salud. Estas son las que más se relacionan en términos regulatorios con la problemática identificada. Los capítulos de eficiencia energética y climatización contienen principios de construcciones sostenibles y bioclimatización, pero no se profundizan.

Por lo antes citado es evidente que en Ecuador existe el compromiso hacia el desarrollo sustentable, por lo que el gobierno ha realizado aportes en el diseño de edificaciones residenciales, para que estén sean eficientes energéticamente, los cuales se encuentran dentro de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) en el código: NEC-HS-EE, este código en especial fue ejecutado en conjunto con el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), las cuales se basan en los principios de la habitabilidad y salud. Esta norma presenta un mapa de las zonas climáticas del Ecuador, así como también tablas de referencia para zonificación climática, lo cual es vital para poder iniciar un diseño bioclimático, además de que enseñan los pasos a seguir, y las propiedades de los materiales deben tener según la norma, para poder cumplir con cada uno de los requisitos como lo es, la envolvente de la edificación, el control de la infiltración del aire, la calidad del aire, valores mínimos de iluminación, etc., para que una vivienda disminuya el uso de energía, pero sin dejar de ofrecer un buen confort térmico (NEC, 2018).

Estas normas son de uso obligatorio a nivel nacional, sin embargo muy pocos las conocen, y otro menor grupo las aplica, por lo que nos encontramos con un desafío más en este camino, ya que no solo se quiere hacer una propuesta de guías de diseño para viviendas considerando criterios de bioclimatización y eco diseño, sino que la aplicación de las mismas se regule y se aplique para futuros proyectos de construcción para que sea un ejemplo real de todos los beneficios que podemos obtener a través de la construcción sustentable, pero para lograrlo se requiere romper paradigmas, de un mayor compromiso de cada persona que habita en nuestro país, el camino hacia la sustentabilidad viene acompañado de varios retos en el ámbito profesional, pero también existen retos por superar como país.

Como conclusión de este capítulo se ha hecho un análisis de las necesidades de vivienda en términos cualitativos y cuantitativos en el Ecuador, se ha analizado aplicación y modelos de construcción sostenibles en diferentes fuentes bibliográficas. Del mismo modo, se ha citado leyes locales que regulan la vivienda digna y además normas para realizarlas de forma sostenible. Sin embargo, aún no está claro o definido alguna guía que resuma estos criterios y que se pueda anexar a las NEC. Por tales motivos en los siguientes capítulos se va a recopilar las mejoras prácticas y se va a elaborar una propuesta que permita al Ecuador aplicar a futuros proyectos de viviendas criterios de sostenibilidad, en primera instancia aplicado a la ciudad de Babahoyo provincia de Los Ríos.

3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El método que se empleará para este proyecto, será el método deductivo, el cual va de lo general a lo específico, se deberá determinar la población a la cual va dirigida esta investigación, de la cual se obtendrá la muestra. Por lo tanto, se procederá a realizar un análisis de las tipologías de viviendas bioclimáticas aplicadas en otros países, con lo cual tendremos un panorama general de los diversos criterios bioclimáticos que se utilizan en el diseño de viviendas, para posteriormente realizar una comparación con las viviendas de interés social otorgadas por el estado, teniendo de esta manera, un análisis más específico acerca de los diseños de vivienda de interés social otorgadas por el Estado. Además, se podrá realizar la recolección de datos, mediante una encuesta acerca de, sí las viviendas otorgadas por el estado, cumplen con los requisitos mínimos de habitabilidad en referencia a sus condiciones bioclimática, desde la percepción de la población.

Finalmente, con estos análisis se obtendrá, los beneficios que aportará la guía de lineamientos bioclimáticos, para el diseño de las viviendas de interés social otorgadas por el estado.

3.1. Enfoque de la investigación

El enfoque que se le va a dar al presente trabajo es investigativo, analítico y bibliográfico. Debido a que se recopilará información de diversas fuentes, se aplicarán los conocimientos adquiridos para clasificar la información y a su vez se analizarán proyectos bioclimáticos internacionales, para de esta forma construir una propuesta de guía que satisfaga el objetivo del presente trabajo de titulación.

En relación a la investigación bibliográfica se puede comprender (Stewart, 1984; McMillan y Kennedy 1981; Hart, 2001; Pritchard y Scott, 1996, citado en Méndez, 2008) como:

un proceso mediante el cual recopilamos conceptos con el propósito de obtener un conocimiento sistematizado. El objetivo es procesar los escritos principales de un tema particular. Este tipo de investigación adquiere diferentes nombres: de gabinete, de biblioteca, documental, bibliográfica, de la literatura, secundaria, resumen, e (p. 16).

Como bien se menciona en la cita, el enfoque investigativo es el procesamiento y sistematización de la información recopilada, la cual para la elaboración de una guía de diseño es esencial la indagación de los criterios que son aplicables al área de estudio. La investigación documental es similar a la bibliográfica, sin embargo, se centra más al punto cualitativo, por otro lado, la bibliográfica analiza ambos.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación obedece al concepto de explorativa y descriptiva. Es importante mencionar que, desde el enfoque documental, se deriva el tipo exploratorio que tiene como finalidad demostrar si algunas de las hipótesis planteadas son verdaderas o falsas. En este caso, se va a explorar proyectos de viviendas unifamiliares bioclimáticas en otros países y contrastándola con proyectos locales para realizar un análisis de tipología y construir la metodología del presente trabajo de titulación.

3.3. Población

El presente trabajo se hará en base a los habitantes de la ciudad de Babahoyo, que desde la vista estadística tiene un total de 175281 habitantes como proyección para el año 2020. Por lo tanto, se identificará la población dentro de la ciudad analizada, que será dirigida al trabajo en mención según lo establecido anteriormente, donde se caracterizaría a la población según las necesidades de la ciudad de implantación del proyecto. En este caso de acuerdo a los datos proporcionados por el INEC, el 29% de la población vive en condición de pobreza. Lo que daría un total de 50.381 habitantes.

3.4. Muestra

Se identificará la muestra a través de una fórmula matemática para una población finita:

$$n = \frac{Z^2 p * q N}{e^2 (N - 1) + Z^2 p * q}$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra
N= Población o universo (50.381)
Z= Nivel de confianza (95%)
p= Probabilidad a favor (50%)
q= Probabilidad en contra (50%)
e= Error muestral (5%)

Aplicando la fórmula matemática, se obtiene que el tamaño de la muestra es de 382 habitantes, los cuales viven en condiciones de pobreza dentro de la ciudad de Babahoyo, al cual va dirigido el enfoque de nuestra investigación.

3.5. Análisis interpretación y discusión de resultados

3.5.1. Análisis de resultados de tipologías arquitectónicas

Se han seleccionado 3 proyectos bioclimáticos a nivel internacional y se los va a comparar con los modelos de viviendas de interés social que aplica el MIDUVI en Ecuador para las distintas ciudades del país incluyendo Babahoyo. Es importante resaltar que el eje fundamental es extraer los criterios de diseño y construcción con el objetivo de ir edificando una metodología que permita ser aplicada en el Ecuador, en específico a las condiciones climáticas de la ciudad de Babahoyo.

Proyecto Casas Bioclimáticas ITER. –

En la isla de Tenerife que forma parte del archipiélago de las islas canarias de España, el instituto tecnológico de energías renovables, lanzó un concurso para diseñar y construir un complejo de casas bioclimáticas. El complejo, ubicado en El Medaño, conforma un conjunto urbanístico con cero emisiones de CO₂ y autosustentables energéticamente, utilizando las fuentes de energía renovables tales como: sol, viento y el agua. Además, aprovechando otros criterios como la vegetación. Estas casas, diferentes unas de otras en cuanto a diseño, fueron concebidas como un laboratorio a escala real que permite la monitorización de todos los sistemas y técnicas bioclimáticas integradas a través de sensores de temperatura, sensores de humedad relativa, medidores de flujo de aire, etc. A través de este sistema de captación de datos se realiza la gestión efectiva de la eficiencia energética de la vivienda mejorando al mismo tiempo el confort. Para ello, es necesario que las viviendas estén ocupadas por lo que se ofertan como estancias turísticas de corta duración.



Figura 1. Ubicación geográfica Complejo de casas Bioclimáticas ITER
Fuente: Imagen extraída desde Google Maps

A continuación, se presenta un análisis de las condiciones bioclimáticas de una de las casas que conforman el Complejo Ambiental ITER. Los creadores de la vivienda son los arquitectos Pablo La Roche, Ignacio Oteiza, Francisco Mustieles, María Verónica Machado y María Delgado. En la figura 2, se aprecia la vivienda la cual se va a realizar el análisis correspondiente.



Figura 2. Modelo de Vivienda del Complejo Ambiental ITER
Fuente: ITER

Para el análisis de la vivienda se identifica la carta psicrométrica de la zona, donde se determina que en los meses de invierno las necesidades son de calentamiento, especialmente en la madrugada; mientras que, en los meses de verano, se necesita enfriamiento. Como conclusión, el diseño debe de controlar las pérdidas en invierno y las ganancias de calor en verano. En la figura 3, se puede apreciar la carta psicrométrica de las casas ITER.

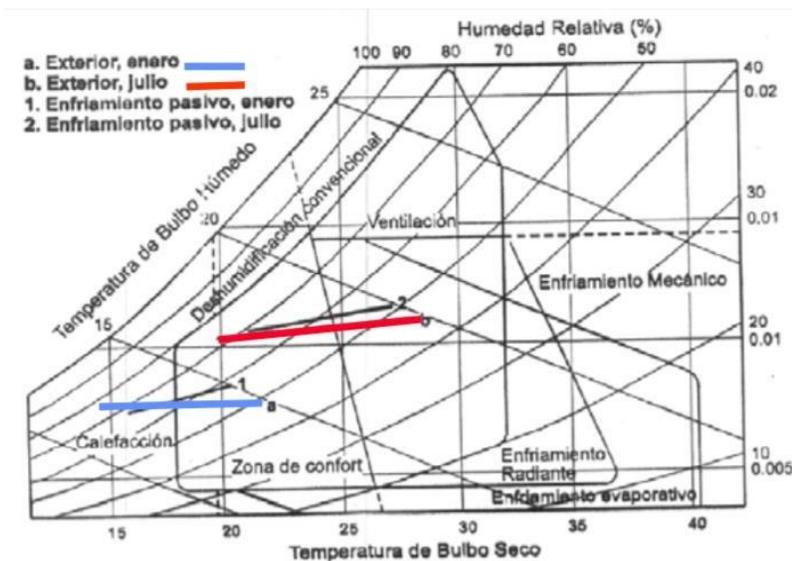


Figura 3. Carta Psicrométrica de la casa en estudio
Fuente: ITER

Con este conocimiento, los arquitectos realizaron un esquema del diseño arquitectónico que iba a tener la casa. En la figura 4, se puede apreciar el bosquejo.

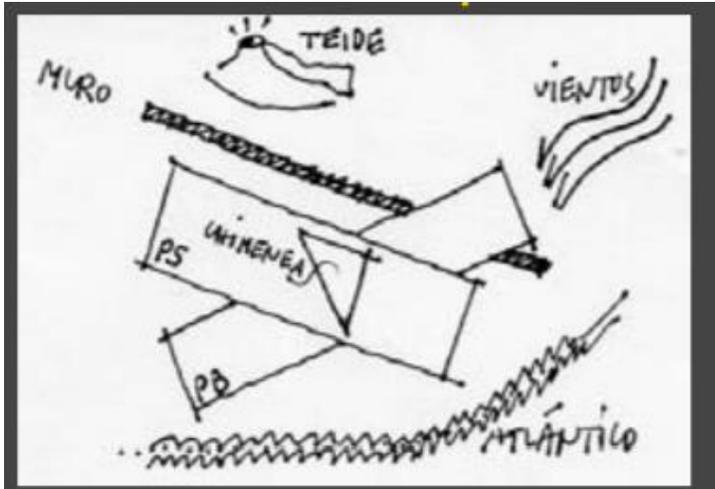
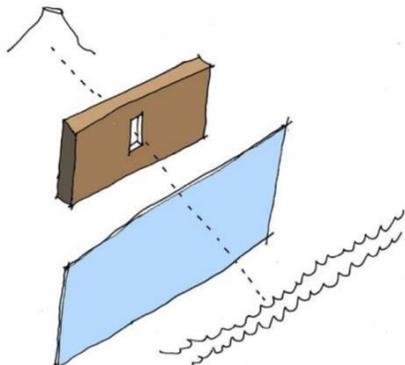


Figura 4. Bosquejo Arquitectónico orientado a las condiciones climáticas
Fuente: ITER

En base a este boceto, dimensionaron los materiales que iban a utilizar en las fachadas, tal como se muestra en la figura 5.



Opaca al norte y transparente al sur.

Figura 5. Bosquejo de materiales a utilizar en las fachadas
Fuente: ITER

Con este análisis preliminar, se realizaron los planos arquitectónicos donde destaca un muro opaco que protege la casa de los vientos predominantes, pero con aberturas que permitan una ventilación natural. Al sur, ventanas abiertas que se regulan automáticamente para controlar la radiación que ingresa a los dormitorios.



Figura 6. Planta baja arquitectónica

Fuente: ITER

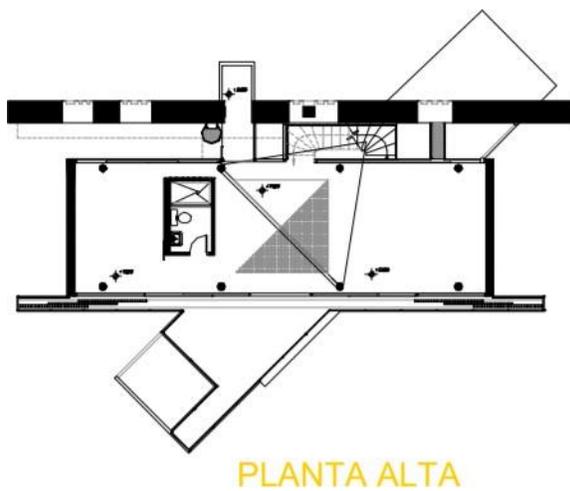


Figura 7. Planta alta arquitectónica

Fuente: ITER

Las técnicas bioclimáticas empleadas en este caso se van a resumir en los siguientes aspectos. En primer lugar, la orientación de la planta baja está a 45 grados respondiendo a los vientos predominantes. Mientras que la planta alta está orientada en sentido Este-Oeste. En la figura 8, se puede apreciar este aspecto.

En cuanto a la figura 9, se puede apreciar las ventanas que están orientadas de este-oeste y están a lo largo de la planta alta con grandes aberturas para permitir el paso de los rayos del sol.

Del mismo modo, las ventanas cuentan con una configuración de ajuste automático de acuerdo a la intensidad del sol, de esta forma se garantiza la protección solar.



Figura 8. Orientación de la Vivienda
Fuente: ITER

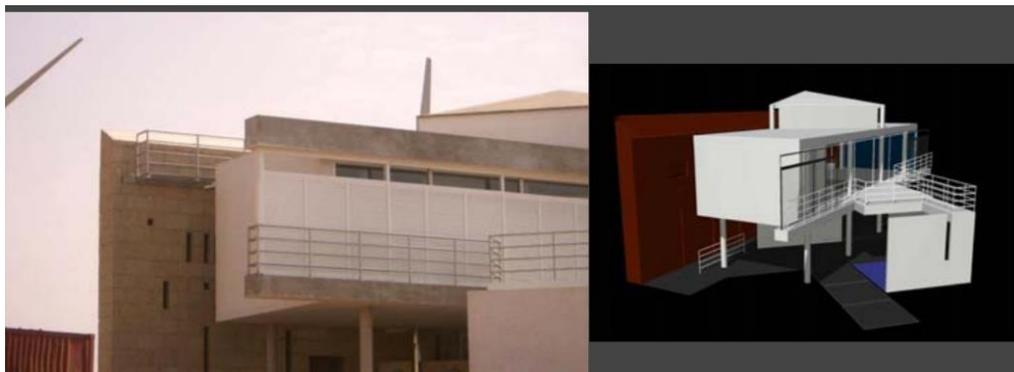


Figura 9. Protección Solar
Fuente: ITER

En la figura 8, se puede ver el muro exterior posterior a la fachada de la casa, que fue construido con bloques de arcilla a través de la técnica de muro tapial, la cual es una metodología de construcción que consiste en elaborar muros con tierra arcillosa húmeda. Esto permite dar una protección contra los vientos predominantes en época de invierno, ya que permite almacenar gran cantidad de calor por su masa, la cual en las noches se libera generando un efecto de confort térmico. Sin embargo, en la figura 10 se puede observar una serie de aberturas en la superficie del muro, la cual en época de verano permite realizar una ventilación natural tal como se muestra en la figura 11, donde el flujo de aire circula por las aberturas del muro y por la chimenea eólica de la casa que atraviesa las dos plantas ventilando de esta forma los dos pisos y captando el máximo de ventilación disponible.



Figura 10. Protección Contra el viento en invierno
Fuente: ITER

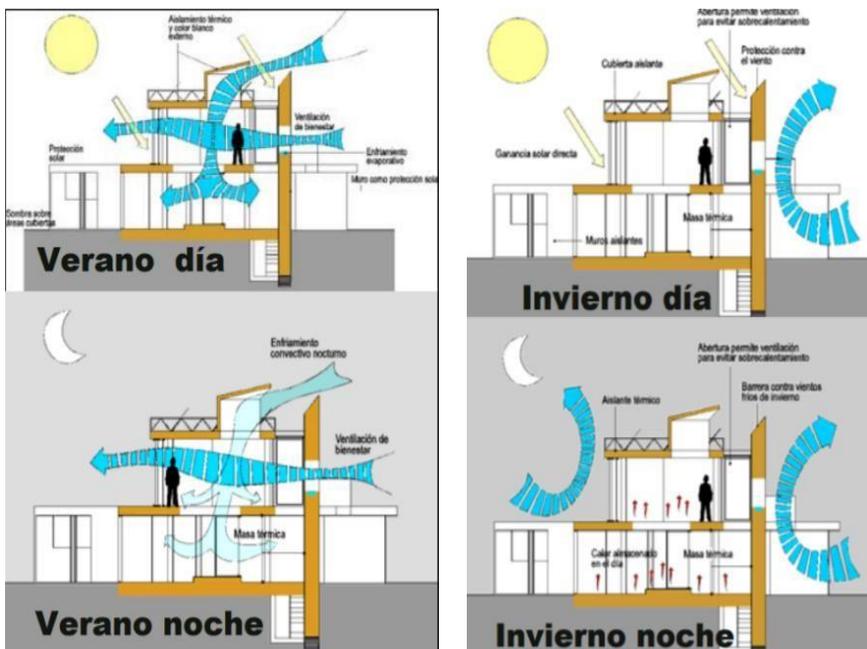


Figura 11. Ventilación natural en verano e invierno
Fuente: ITER

La figura 12, muestra algunos de los materiales de construcción que se utilizaron, donde se puede resaltar el uso de bloques de cemento de piedra volcánica y para el hormigón se usó un agregado de piedra porosa similar a la piedra pómez. De la misma forma se usaron maderas certificadas en los exteriores y pisos filtrantes para favorecer el escurrimiento superficial.



Figura 12. Materiales de construcción seleccionados
Fuente: ITER

A modo resumen los criterios empleados en la construcción de estas casas son los siguientes:

- Cubierta ecológica que en invierno actúa como aislamiento térmico y acumulador de calor y en verano como amortiguador del calor
- Fachadas diseñadas según orientación
- Minimización del perímetro de la vivienda
- Ventilación cruzada
- Protecciones solares en ventanas
- Aguas grises con depuradora
- Reutilización para riego de zonas comunes
- Patio interior o chimeneas eólicas para introducción de radiación solar directa en estancias, etc.
- Uso de energías renovables. - Por ejemplo, los paneles solares sirven para cubrir alrededor del 50% de las necesidades energéticas de la casa. Del mismo se usa para proveer agua caliente en los sistemas hidrosanitarios.

Proyecto Bandaragama House, Colombo, Sri Lanka.

El presente proyecto presenta un análisis de vivienda bioclimática en el País de Sri Lanka, ciudad de Colombo. Del libro “*Bioclimatic housing: innovative designs for warm climates*” editado por Richard Hyde se extrae este caso de estudio, que permite evaluar los criterios bioclimáticos aplicados para la construcción en climas trópicos cálidos y húmedos. (Hyde, 2008) . El caso evalúa el uso de un patio intermedio como estrategia bioclimática principal para controlar y mitigar las cargas térmicas. A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos y datos recopilados de la metodología empleada.

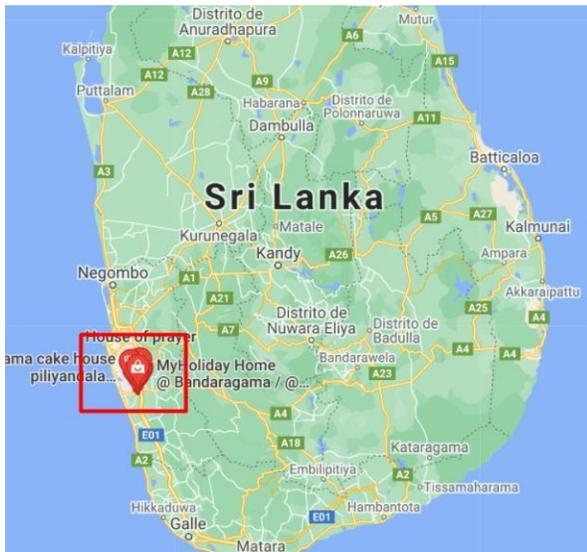


Figura 13. Ubicación del caso de estudio
Fuente: Imagen extraída desde Google Maps

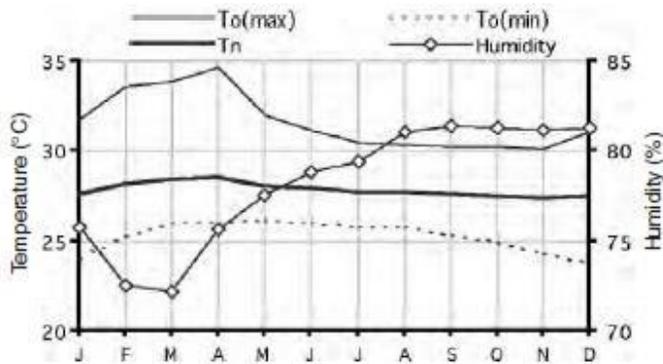


Figura 14. Variación de temperatura y humedad caso de estudio de forma mensual
Fuente: Gráfica extraída del caso de estudio Colombo, Sri Lanka (Hyde, 2008)

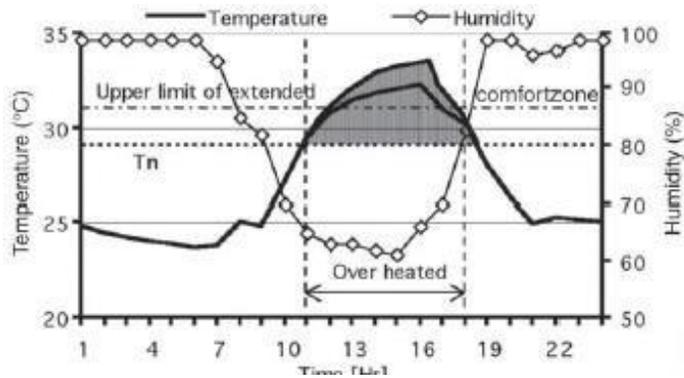


Figura 15. Variación de temperatura y humedad de caso de estudio de forma horaria
 Fuente: Gráfica extraída del caso de estudio Colombo, Sri Lanka (Hyde, 2008)

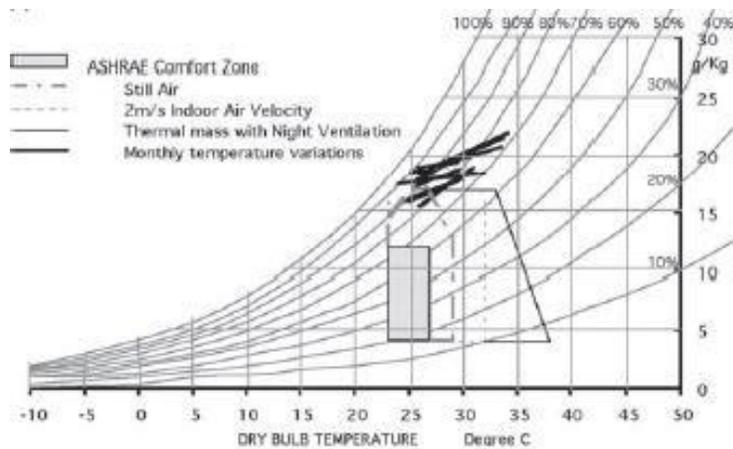


Figura 16 Diagrama Psicrométrico del sitio de estudio
 Fuente: Gráfica extraída del caso de estudio Colombo, Sri Lanka (Hyde, 2008)

En la figura 14, se muestran datos de la variación mensual de la temperatura y humedad del sitio, donde se observa que los meses más calurosos son de enero a abril, con una variación de temperatura de 25 a 35 grados centígrados. En la figura 15, se muestra la variación horaria de temperatura y humedad durante el mes de abril. Se observa que entre las 11 am hasta 6 pm se presentan temperaturas por arriba de la zona de confort. Con estos resultados en la figura 16, se realizó el gráfico de la carta psicrométrica para definir la estrategia de bioclimatización más adecuado a las condiciones meteorológicas de Sri Lanka.

En la figura 17, se muestra la planta arquitectónica del proyecto, donde se puede observar el patio central, resaltado de rojo, como estrategia de bioclimatización pasiva.

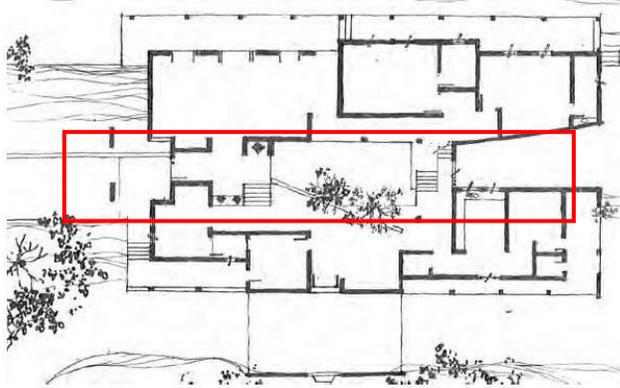


Figura 17. Planta arquitectónica proyecto Sri Lanka

Fuente: Gráfica extraída del caso de estudio Colombo, Sri Lanka (Hyde, 2008)

Como conclusión del caso, se evidencio que el efecto del patio permite un control térmico al interior de la casa, ya que se produce un túnel de ventilación que conecta con los espacios arquitectónicos de la planta, logrando así una continua renovación de la calidad del aire interior.

Kawanda Muna/Smith-Miller House Australia.

En Australia, en la ciudad de Norton Summit, South Australia, se diseñó y construyó un modelo de casa bioclimática. El objetivo principal de los propietarios de la casa, era construir una vivienda autosustentable, con un mínimo impacto al medioambiente, utilizando materiales de construcción reciclable. Para ello emplearon algunos criterios bioclimáticos que se explican a continuación.

La casa está ubicada en Norton Summit Ridge, en Adelaide Hills (35 ° sur latitud, 360 m sobre el nivel del mar). El sitio de 0,7ha desciende hacia el norte. Hay una serie de árboles de eucalipto que se han mantenido tanto como sea posible para proporcionar un entorno natural, así como dar sombra a la casa. El sitio está a 300 metros de una carretera principal, tiene red eléctrica y está a unos 15 a 20 minutos del centro de la ciudad. (Soebarto, 2000)

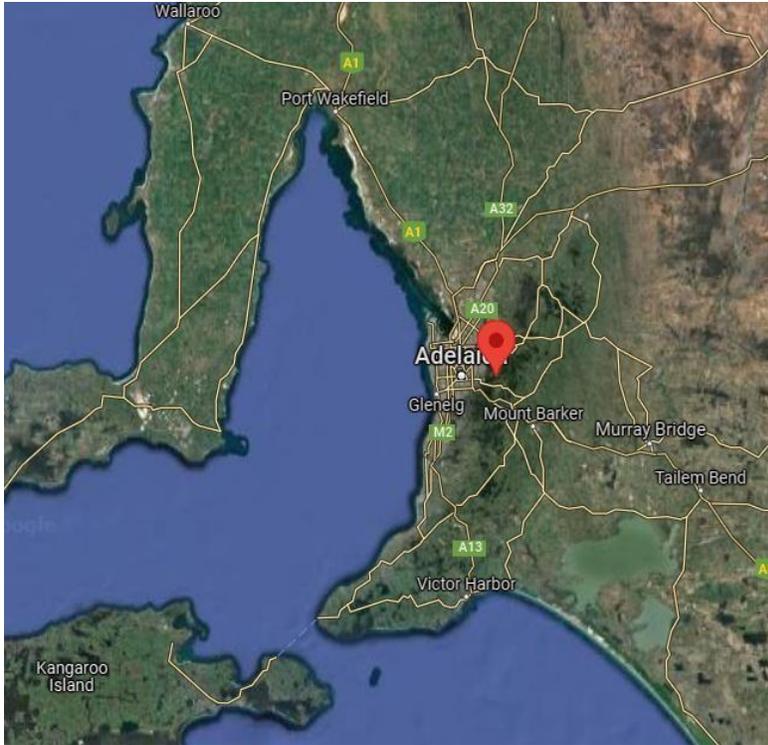


Figura 18. Ubicación Norton Summit Australia
Fuente: Imagen extraída desde Google Maps

La casa consta de dos estructuras separadas, rectangulares y orientadas al norte. Los pisos están unidos por un desnivel, que es el espacio de entrada principal. La estructura norte (en el nivel inferior) es un espacio abierto que comprende sala, comedor y áreas de cocina. La estructura sur (en un nivel superior), que se gira 15° hacia el este, consta de dos dormitorios (uno en cada extremo), una sala de estudio y una zona húmeda (baño y lavadero). Los techos se inclinan hacia arriba 15° al norte para permitir la máxima penetración de la luz solar. Por otro lado, el techo sobre la entrada se inclina 35° hacia el sur para proporcionar la pendiente óptima para el colector solar.

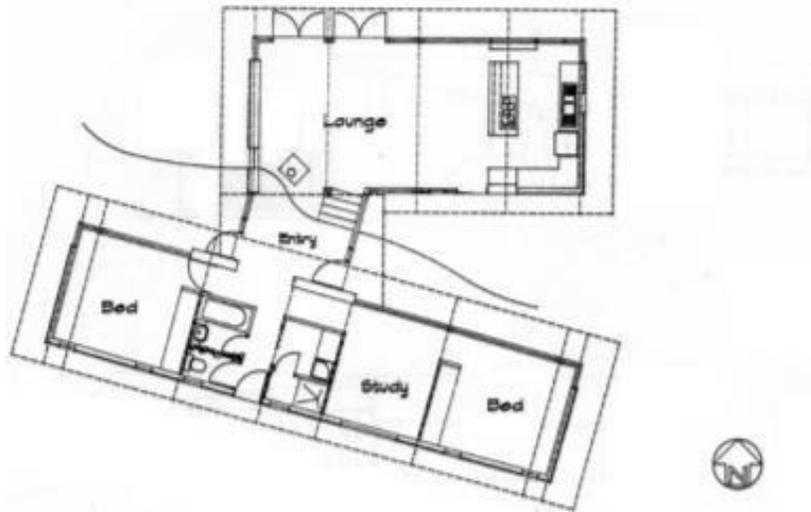


Figura 19. Planta arquitectónica del caso de estudio

Fuente: Imagen extraída de la fuente bibliográfica de la siguiente cita textual. (Soebarto, 2000)

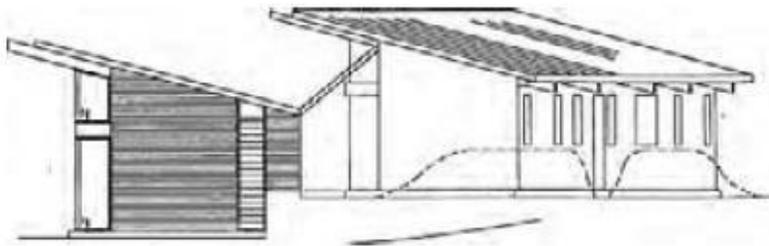


Figura 20. Elevación este del proyecto

Fuente: Imagen extraída de la fuente bibliográfica de la siguiente cita textual. (Soebarto, 2000)

En la figura 19 y 20, se puede apreciar la distribución de los espacios y la implantación del modelo constructivo. Aunque el caso no menciona una carta psicrométrica, se puede inferir que los arquitectos diseñadores la construyeron y por esos motivos, el piso superior está inclinado 15 grados al este para aprovechar de mejor forma los vientos y permitir una mejor ventilación de la casa. Dentro de las principales estrategias bioclimáticas aplicadas a esta vivienda resaltan:

- **Ventilación.** -El edificio utiliza la ventilación cruzada a través de las aberturas, la ubicación del edificio permite que la brisa entre fácilmente. Las altas aberturas de las ventanas permiten un efecto de ventilación en pila. Un pequeño estanque con agua de lluvia en el recorrido de la ventilación proporciona refrigeración por

evaporación. También se utilizan ventiladores de techo para crear movimiento de aire cuando es necesario. La casa no tiene refrigeración mecánica. La calefacción se proporciona sólo en el espacio habitable, mediante un calentador de combustión lenta, y ocasionalmente se utiliza un calentador radiante en la sala de estudio.

- **Uso de electrodomésticos.** - Los electrodomésticos de bajo consumo utilizados son un lavavajillas de 378W, un frigorífico de 640W 640W, una lavadora de 237W (no hay secadora eléctrica) y un horno de gas. de gas. El agua de lluvia es la única fuente de agua, que se calienta con un colector solar de 6 metros cuadrados con undepósito de agua de 380 litros, conectado al calentador de combustión lenta, y un reforzador de gas instantáneo para la cocina. La luz natural se utiliza en todas las habitaciones durante el día, mientras que las luces fluorescentes compactas (16W, 24W, 26W y 36W) se utilizan por la noche. La carga media de iluminación es de 2W/m² en el bloque de salón/comedor y 2,6W/m² en el bloque de dormitorio/baño.
- **Uso de energías renovables.** - La casa está conectada a la red eléctrica; sin embargo, también genera energía a partir de una red fotovoltaica interactiva de doce módulos de 86W instalados en la propiedad. La energía generada por el panel fotovoltaico se distribuye a la red eléctrica, por lo que los propietarios reciben los un descuento en sus facturas por la electricidad generada. La electricidad se utiliza para las luces y los electrodomésticos, mientras que el gas (GLP) se utiliza para cocinar y para calentar el agua, y la madera (del lugar) para la calefacción.
- **Uso de la iluminación natural.** - El emplazamiento disfruta de una media diaria de cinco horas de sol en invierno y diez horas en verano. La luz del día se aprovecha durante todo el día en todas las habitaciones del edificio. La ganancia de calor solar a través de los cristales orientados al norte es la principal fuente de calefacción en invierno. Durante el verano, la ganancia de calor solar se reduce gracias a los aleros del tejado y las persianas interiores, mientras que las ventanas de las paredes occidentales están a la sombra de los árboles. Debido a las hermosas vistas hacia el este, se instaló una ventana más grande en ese lado, la que da sombra un toldo exterior.
- **Compromiso de preservar los recursos.** - La casa emplea cuatro principios fundamentales: rechazar el despilfarro de recursos; reutilizar de otros; reciclar todo

lo posible; y reducir el tamaño de sus residuos para para conservar los recursos. El 90% de la madera utilizada en el edificio es de segunda mano. Varios materiales, como accesorios eléctricos, cables y de fontanería, fueron recogidos a lo largo de los años por los propietarios.

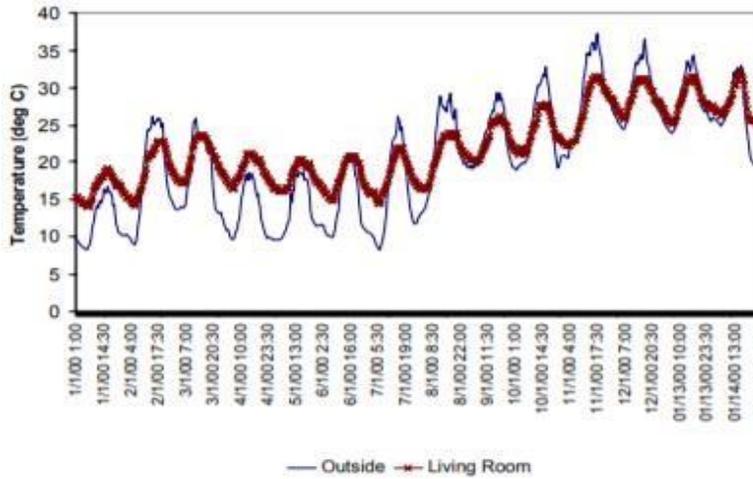


Figura 21. Comparación de la temperatura exterior e interior durante el mes de enero
Fuente: (Soebarto, 2000)

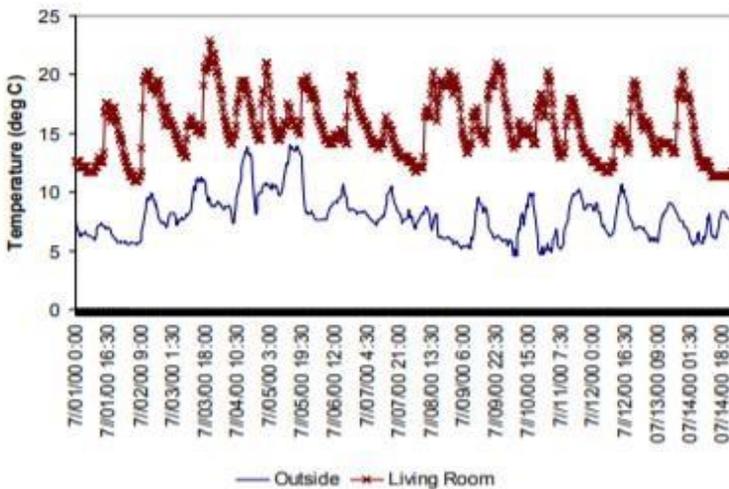


Figura 22 .Comparación de la temperatura exterior e interior durante el mes de Julio
Fuente: (Soebarto, 2000)

Como conclusión de este caso de estudio, se puede observar en las figuras 21 y 22, que las estrategias bioclimáticas aplicadas funcionan correctamente. En el mes de enero, la vivienda tiene una mayor temperatura en condiciones frías y durante el ciclo diario, permite un comportamiento que se mantiene en la zona de confort térmico. En el mes de Julio, se puede ver el aprovechamiento del calor que absorbe la casa y que permite mantenerla a una temperatura de más menos 7 grados

de la temperatura exterior. Al parecer, en la ciudad Norton Summit, Australia, el mes de julio tiene una temperatura promedio entre 5 y 10 grados Celsius.

Situación actual viviendas unifamiliares en la ciudad de Babahoyo, Ecuador.

En el Ecuador, el organismo rector que regula la vivienda, es el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, denominado MIDUVI. En el año 2018, con el propósito de alcanzar su objetivo en el Programa “Casa para todos”, del expresidente Lenin Moreno Garcés, el MIDUVI, expide el documento “*Lineamientos mínimos para registro y validación de tipologías de vivienda*”, donde se establecen que “El MIDUVI únicamente revisará y validará la tipología arquitectónica presentada por el proponente” (MIDUVI, 2018). Del mismo, en el documento se expone claramente que “El sistema constructivo será registrado y validado independientemente de la tipología de vivienda presentada siendo de responsabilidad de los Gobiernos Autónomos Descentralizados y las instituciones respectivas, la aprobación definitiva del proyecto arquitectónico y de las ingenierías correspondientes.” (MIDUVI, 2018).

Para viviendas de interés social, el MIDUVI, expide el reglamento para calificación de anteproyectos como viviendas de interés social, a través del acuerdo ministerial 031-19, aprobado el 5 de diciembre del 2019. Es importante citar este reglamento, ya que se explica los diferentes segmentos y tipologías de las viviendas de interés social. (MIDUVI, 2019)

En la figura 22, se observa que el MIDUVI, plantea 3 segmentos de viviendas de interés social y sus costos asociados en relación al salario básico unificado. Cada segmento tiene distintas tipologías de vivienda. Por ejemplo, el primer segmento, hacen referencia a viviendas con subsidio total del estado. Este segmento tiene 4 diferentes tipologías, que consisten en el caso de que el terreno sea del beneficiario, del promotor o del estado.

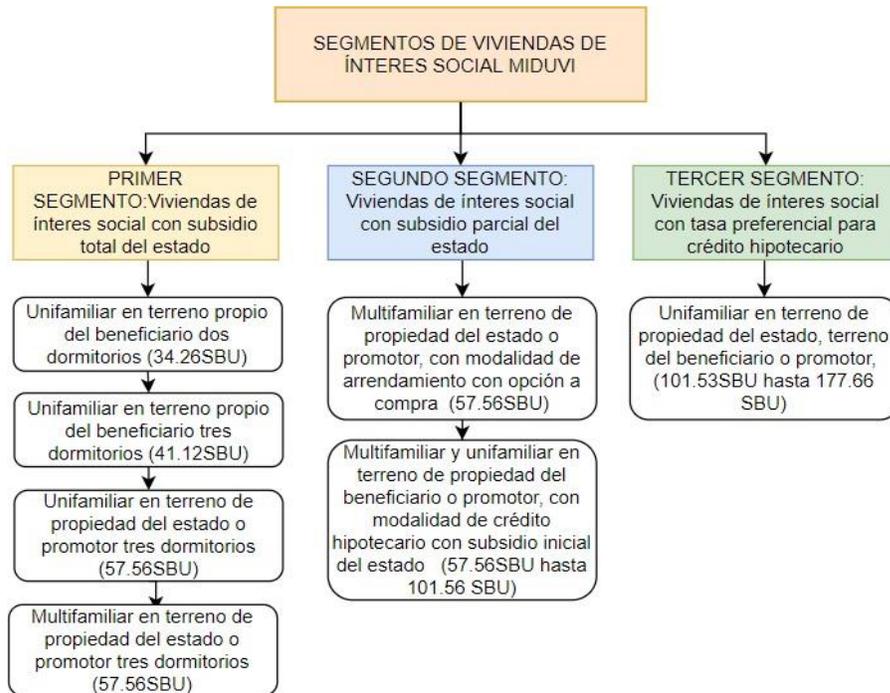


Figura 23. Segmentos y tipologías de las viviendas de interés social aprobadas por el MIDUVI
Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

Dentro los lineamientos arquitectónicos que contempla el MIDUVI se puede resaltar las siguientes directrices:

- Se contempla un área mínima de 49 metros cuadrados de construcción.
- La construcción debe estar acorde a las condiciones climáticas donde se va emplazar la vivienda. (Costa, Sierra y Oriente)
- La vivienda deberá tener como mínimo dos dormitorios, un cuarto de baño completo, sala - comedor, cocina, lavado y secado.
- El área de ventanas deberá cumplir el siguiente porcentaje mínimo de la superficie útil del ambiente a iluminar y ventilar, estimado de la siguiente manera:
 - Ventilación: 6%
 - Iluminación: 20%
- La cubierta de la vivienda, deberá contemplar aislamiento térmico y acústico.
- Del mismo modo, para los acabados el documento cita las siguientes normativas:
 - NTE INEN 2245

- NTE INEN 3142
- NTE INEN 2249
- NTE INEN 2309
- NTE INEN 2293

En términos generales, el MIDUVI, se limita a dar los requerimientos mínimos arquitectónicos, donde se evidencia que no se prioriza ningún criterio bioclimático aplicado al diseño arquitectónico. A pesar de que, en las normas ecuatorianas de la construcción, se brindan lineamientos generales, de acuerdo a las condiciones climáticas, se evidencian que no se cumplen.

A continuación, se presenta una vivienda típica entregada por el MIDUVI, considerada en el primer segmento que se describe en la figura 22.

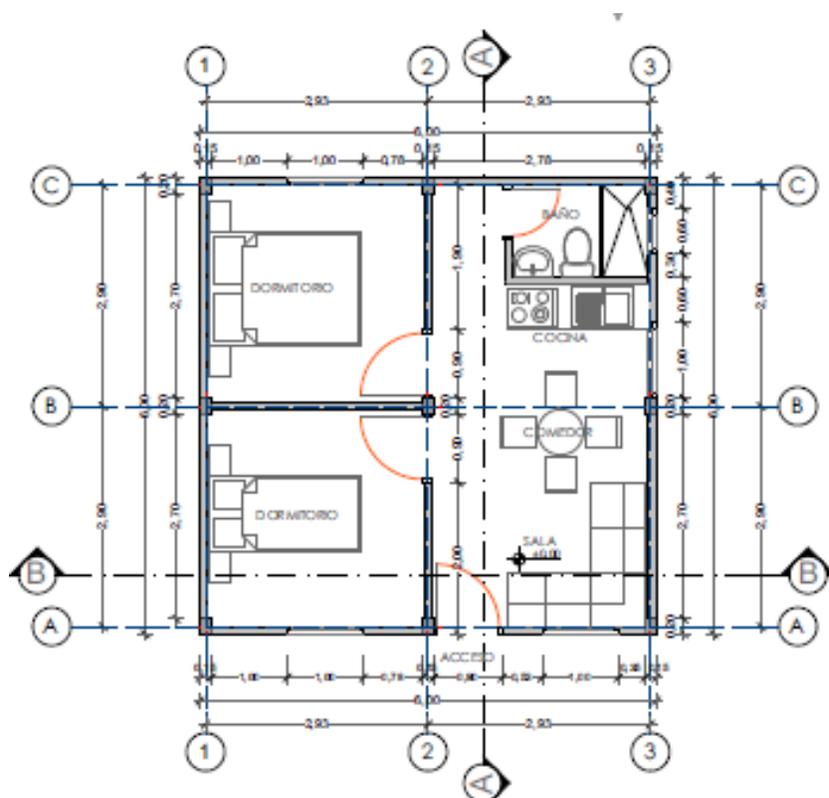


Figura 24 Planta tipo de vivienda de interés social entregada por el MIDUVI

Fuente: Información obtenida de la siguiente fuente bibliográfica citada (Piedra, 2017)

En la figura 24, se puede apreciar las dimensiones de 6,00 m x 6,00 m de área constructiva, dentro de las cuales destacan dos dormitorios, sala, comedor, cocina y un solo baño completo.

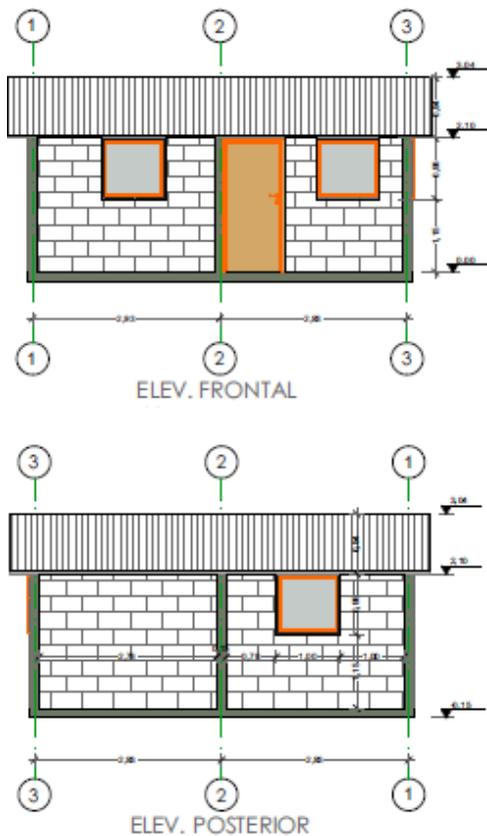


Figura 25. Elevación frontal y posterior de la vivienda de interés social
 Fuente: Información obtenida de la siguiente fuente bibliográfica citada (Piedra, 2017)

Dentro del estudio de investigación realizado por Piedra (2017), se realizó un análisis de confort térmico a una casa de MIDUVI, con las características mostradas en la figura 24 y 25.

En la figura 26, se pueden ver los materiales utilizados para la construcción de la vivienda tipo. A modo resumen, la cubierta es a dos aguas con pendientes del 25% y de material de fibrocemento. Las paredes son de bloque de 12 cm, el piso es de cemento, las puertas son de madera y las ventanas de vidrio.

FICHA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN (MATERIALIDAD)			
DESCRIPCIÓN	MATERIAL	OBSERVACIONES	FOTOGRAFÍA
Cubierta	Fibrocemento	Cubierta a dos aguas, P=25%	
Paredes	Bloque 12 cm	Sin Revestimiento Paredes Interiores como Exteriores	
Piso	Cemento		
Puertas	Madera	4 Puertas	
Ventanas	Vidrio	Vidrio 3mm, Marcos de Hierro , 4 Ventanas en Total	

*Figura 26. Materiales utilizados por la vivienda tipo MIDUVI
Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022*

Dentro de las principales conclusiones del estudio, se puede decir, que la vivienda no cumple con ningún criterio bioclimático, para condiciones de ciudad de Babahoyo, dado que existe poca ventilación, la orientación se adapta al espacio y no a las condiciones climáticas y la selección de materiales no es la más idónea para garantizar un adecuado confort térmico. De hecho, en el trabajo, se realizó simulaciones cambiando los materiales de construcción y la orientación de la vivienda para mejorar los indicadores de confort.

3.5.2. Análisis de resultados de encuesta

Se ha realizado el levantamiento de información mediante una encuesta, a 382 ciudadanos de bajos recursos de varios sectores urbanos y rurales de la ciudad de Babahoyo, que se encuentran aplicando a los planes habitacionales que ofrece el estado, sobre su percepción del diseño que tienen las viviendas de interés social.

Preguntas de la encuesta

Tabla 7

Preguntas de la encuesta aplicada

ENCUESTA					
1) ¿QUÉ TAN DE ACUERDO SE ENCUENTRA, CON LOS DISEÑOS DE LAS VIVIENDAS OTORGADAS POR EL GOBIERNO?					
Totalmente en desacuerdo	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	En desacuerdo	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
De acuerdo	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Totalmente de acuerdo	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Desconoce del tema	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
2) ¿QUÉ TAN DE ACUERDO SE ENCUENTRA, CON EL CONFORT TERMICO DE LAS VIVIENDAS OTORGADAS POR EL ESTADO?					
Totalmente en desacuerdo	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	En desacuerdo	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
De acuerdo	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Totalmente de acuerdo	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Desconoce del tema	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
3) ¿QUÉ TAN DE ACUERDO SE ENCUENTRA, CON LA VENTILACION INTERNA QUE POSEEN LAS VIVIENDAS OTORGADAS POR EL ESTADO?					
Totalmente en desacuerdo	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	En desacuerdo	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
De acuerdo	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Totalmente de acuerdo	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Desconoce del tema	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
4) ¿QUÉ TAN DE ACUERDO SE ENCUENTRA, CON LA ILUMINACIÓN NATURAL QUE POSEEN LAS VIVIENDAS OTORGADAS POR EL ESTADO?					
Totalmente en desacuerdo	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	En desacuerdo	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
De acuerdo	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Totalmente de acuerdo	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Desconoce del tema	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
5) ¿QUE TAN DE ACUERDO SE ENCUENTRA, CON QUE SE REALICEN MEJORAS EN LOS DISEÑOS DE LAS VIVIENDAS OTORGADAS POR EL ESTADO?					
Totalmente en desacuerdo	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	En desacuerdo	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
De acuerdo	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Totalmente de acuerdo	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	Desconoce del tema	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>

Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

Pregunta 1.- ¿Qué tan de acuerdo se encuentra, con los diseños de las viviendas otorgadas por el gobierno?

Tabla 8

Pregunta 1

PREGUNTA 1		
ALTERNATIVAS	NUMERO	PORCENTAJE
Totalmente en desacuerdo	11	3%
En desacuerdo	80	21%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	16	4%
De acuerdo	191	50%
Totalmente de acuerdo	15	4%
Desconoce del tema	69	18%
Total	382	100%

Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

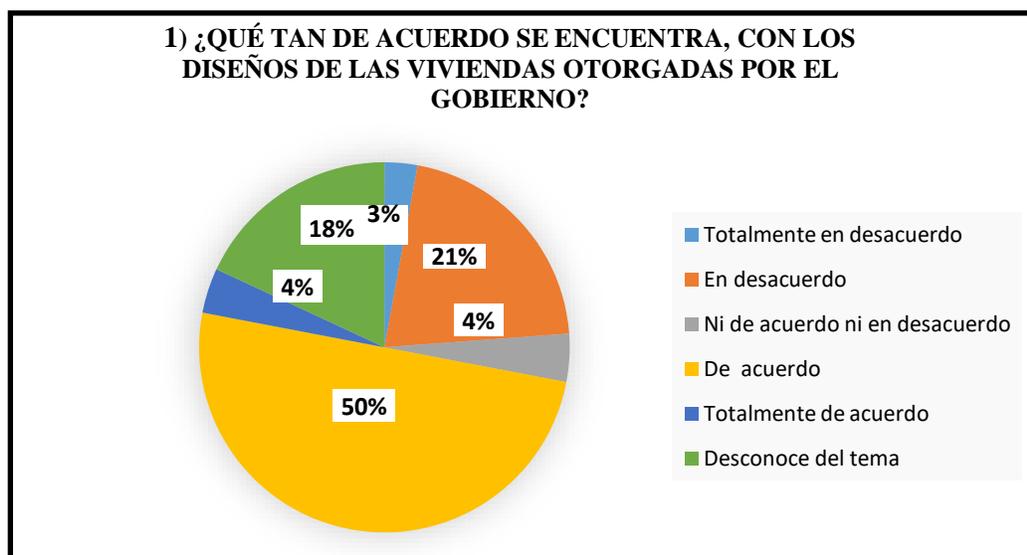


Figura 27. Pregunta 1

Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

Según los resultados se identifica que el 50% de la población encuestada, se encuentra de acuerdo con los diseños arquitectónicos de las viviendas otorgadas por el estado, el 21% no se encuentra de acuerdo, es necesario mencionar que hay un 18% que desconoce del tema. Entre los porcentajes menores tenemos que un 4% no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, seguido de un 3% que se encuentra totalmente en desacuerdo y un 4% que está totalmente de acuerdo. Con estos resultados vemos que existe una aceptación por parte de la población, pero no totalmente, en referencia los diseños de las viviendas.

Pregunta 2) ¿Qué tan de acuerdo se encuentra, con el confort térmico de las viviendas otorgadas por el estado?

Tabla 9

Pregunta 2

PREGUNTA 2		
ALTERNATIVAS	NUMERO	PORCENTAJE
Totalmente en desacuerdo	15	4%
En desacuerdo	172	45%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	23	6%
De acuerdo	80	21%
Totalmente de acuerdo	23	6%
Desconoce del tema	69	18%
Total	382	100%

Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

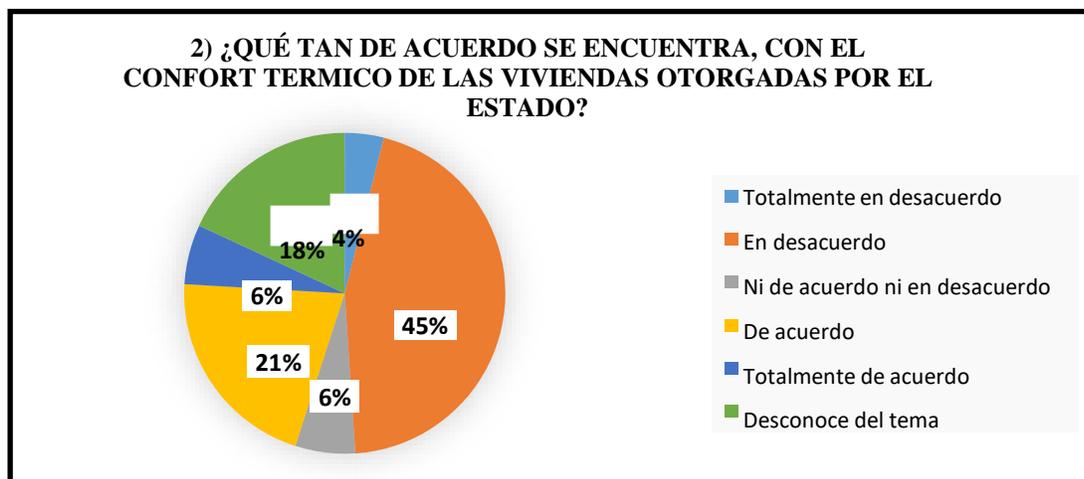


Figura 28. Pregunta 2
Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

De acuerdo a esta pregunta, se observa que el 45% de las personas encuestadas están en desacuerdo con el confort térmico de las viviendas otorgadas por el estado, el 21% se encuentra de acuerdo y un 18% desconoce del tema. Se tiene también que el 6% está ni de acuerdo no desacuerdo, un 4% está totalmente en desacuerdo y un 6 % está totalmente de acuerdo. Se observa que existe cierta insatisfacción con respecto al confort térmico de las viviendas.

Pregunta 3) ¿Qué tan de acuerdo se encuentra, con la ventilación interna que poseen las viviendas otorgadas por el estado?

Tabla 10

Pregunta 3

PREGUNTA 3		
ALTERNATIVAS	NUMERO	PORCENTAJE
Totalmente en desacuerdo	54	14%
En desacuerdo	141	37%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	38	10%
De acuerdo	69	18%
Totalmente de acuerdo	11	3%
Desconoce del tema	69	18%
Total	382	100%

Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

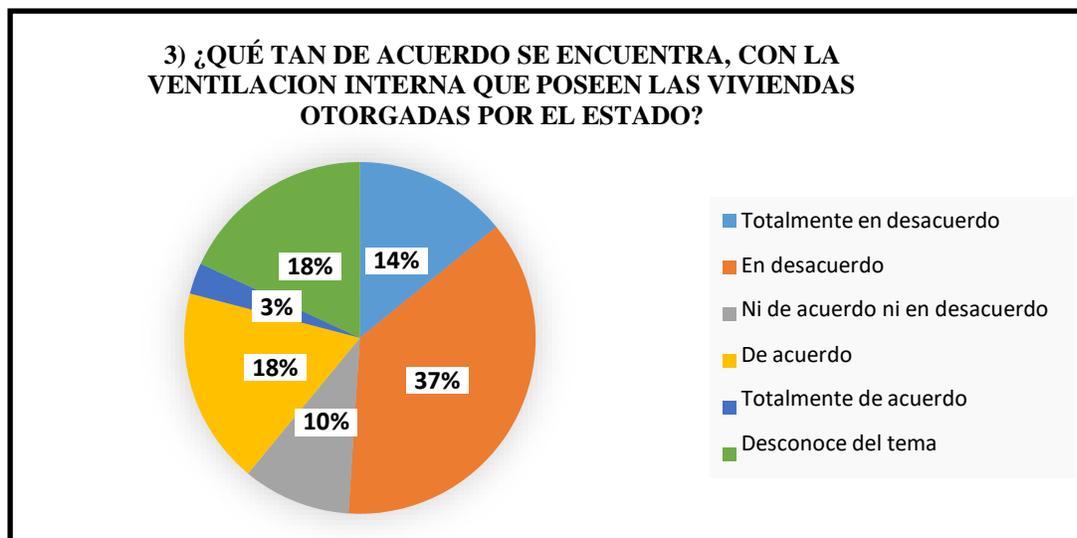


Figura 29. Pregunta 3
Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

En relación a la pregunta 3, se determina si la población encuestada, se encuentra de acuerdo con la ventilación interior de las viviendas otorgadas por el estado, teniendo como resultado que el 37% está en desacuerdo, el 18% se encuentra de acuerdo, el 18% desconoce el tema, el 10% se encuentra ni de acuerdo ni desacuerdo, el 14% está totalmente en desacuerdo y un 3% está totalmente de acuerdo. Según los resultados obtenidos, se determina que la ventilación interna de las viviendas no es la adecuada desde el punto de vista de la población encuestada.

Pregunta 4) ¿Qué tan de acuerdo se encuentra, con la iluminación natural que poseen las viviendas otorgadas por el estado?

Tabla 11

Pregunta 4

PREGUNTA 4		
ALTERNATIVAS	NUMERO	PORCENTAJE
Totalmente en desacuerdo	24	6%
En desacuerdo	107	28%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	57	15%
De acuerdo	95	25%
Totalmente de acuerdo	30	8%
Desconoce del tema	69	18%
Total	382	100%

Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

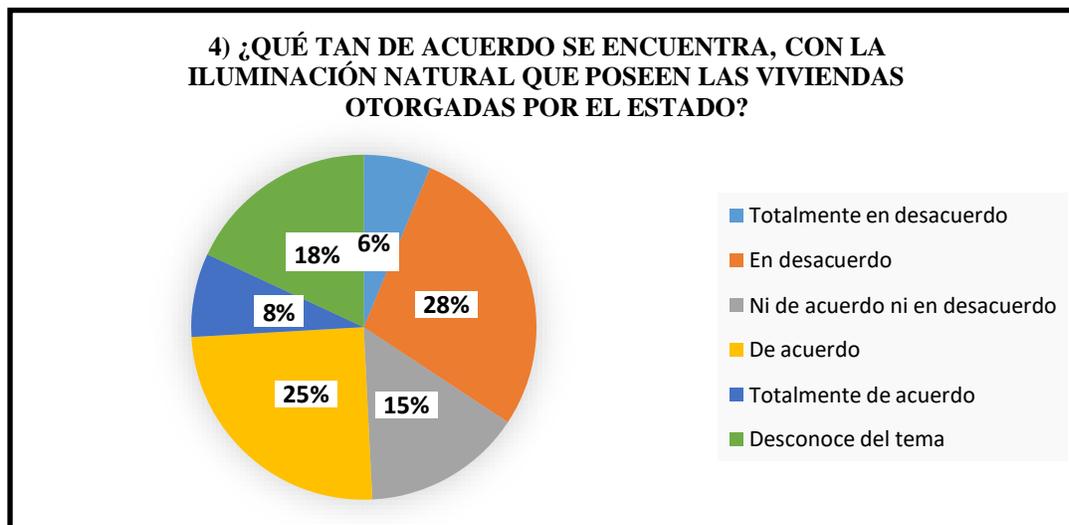


Figura 30. Pregunta 4

Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

En cuanto a esta pregunta, se obtuvo como resultado de los individuos que fueron encuestados, que el 28% están en desacuerdo con la iluminación natural que poseen las viviendas otorgadas por el estado, el 25% están de acuerdo, el 18% desconoce del tema, el 15% está ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 8% estaba totalmente de acuerdo y que el 6% estaba totalmente en desacuerdo. En este punto vemos que, aunque los porcentajes son casi iguales con los que están de acuerdo y con los que están en desacuerdo, sigue siendo muy relevante mejorar este aspecto.

Pregunta 5) ¿Que tan de acuerdo se encuentra, con que se realicen mejoras en los diseños de las viviendas otorgadas por el estado?

Tabla 12
Pregunta 5

PREGUNTA 5		
ALTERNATIVAS	NUMERO	PORCENTAJE
Totalmente en desacuerdo	9	2%
En desacuerdo	38	10%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	15	4%
De acuerdo	207	54%
Totalmente de acuerdo	46	12%
Desconoce del tema	69	18%
Total	384	101%

Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

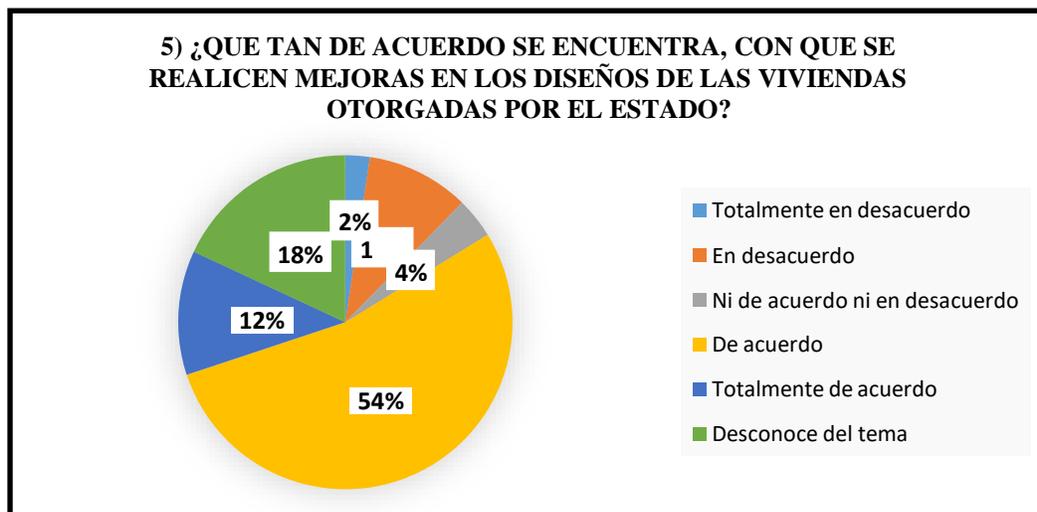


Figura 31. Pregunta 5
Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

En la pregunta 5, se puede identificar que, según los resultados de las encuestas realizadas, que el 54% están de acuerdo en que se realicen mejoras en los diseños de las viviendas otorgadas por el estado, se tiene que el 12% está totalmente de acuerdo, el 18 % desconoce del tema, el 10 % está en desacuerdo, el 2% está totalmente en desacuerdo y el 4% se encuentra ni de acuerdo ni en desacuerdo. Se puede identificar claramente, que existe una clara inclinación hacia, que se mejoren los diseños de vivienda, tomando en cuenta los aspectos antes mencionados en la encuesta.

Al aplicar esta encuesta, se intenta tener un conocimiento más claro, sobre qué tan informada se encuentra la ciudadanía, acerca de los diseños de vivienda otorgadas por el estado, y según su opinión si se encuentran satisfechos con el confort interno de estas edificaciones, ya que el propósito de los proyectos habitacionales de interés social, no solo es disminuir el déficit habitacional, si no también cumplir con las necesidades básicas de habitabilidad, que debe tener toda vivienda, pues es un derecho universal el acceso a una vivienda digna y adecuada.

3.5.3. Discusión de Resultados

Resultado de las tipologías arquitectónicas

Se han analizado tres proyectos donde se aplican diseños bioclimáticos con el objetivo de realizar un análisis comparativo y extraer puntos en común para desarrollar una metodología que pueda resolver la problemática planteada en el presente trabajo de titulación. De forma genérica, se puede mencionar que la arquitectura bioclimática tiene los siguientes objetivos en común:

- Mantener un equilibrio entre la arquitectura y el entorno.
- Brindar a las personas espacios confortables utilizando energías limpias
- Ahorro de energía sin incrementar los costos en construcción.
- Disminuir el consumo de CO₂, en otras palabras, la huella de carbono.

En primera instancia se evaluó una de las casas del complejo de viviendas bioclimáticas ITER, en la isla Tenerife, que forma parte del archipiélago de las islas canarias de España. Se podría definir al complejo de viviendas como un laboratorio a escala real del instituto de tecnología y energías renovables, que lanzó este proyecto con el objetivo de monitorear en tiempo real los parámetros bioclimáticos que adoptaron estas construcciones. Dado que estas casas fueron

financiadas por organismos multilaterales, no pueden ser consideradas como interés social, ya que el principal objetivo, fue aplicar estrategias bioclimáticas para comprobar los diseños realizados y evaluar la efectividad de los mismos. Sin embargo, se lo cita con el objeto de tener un panorama amplio de todos los criterios empleados.

El segundo proyecto seleccionado, forma parte de la colección de casos de estudio, del libro *“Bioclimatic housing: innovative designs for warm climates”* editado por Richard Hyde. Este proyecto está ubicado en la ciudad Sri Lanka, en la ciudad de Colombo. El clima es similar a la zona climática de la ciudad de Babahoyo que es húmeda y muy calurosa. Este proyecto inicia con una caracterización de las condiciones meteorológicas del lugar. Se obtienen gráficas de la temperatura y humedad de cada mes y de registro horario en los días más calurosos. Con estos insumos se graficó la carta psicrométrica para definir las estrategias bioclimáticas para la zona. En este caso se evalúa el uso de un patio intermedio a los accesos de la vivienda solución pasiva para controlar las cargas térmicas. Del mismo modo, tiene un muro perimetral, que permite absorber el calor durante el día y liberarlo durante la noche. Como conclusión al diseño, se puede determinar que la estrategia del patio central es efectiva, ya que produce un efecto de túnel de enfriamiento a lo largo del eje de la casa, y además permite la denominada ventilación cruzada que mejora la calidad del aire interior. Con este diseño, en los días más calurosos, la vivienda mantiene una temperatura de menos tres grados del ambiente exterior en el día, y en la noche por la liberación de calor de los muros exteriores, permite estar en la zona de confort térmico.

El tercer proyecto analizado es Kawanda Muna/Smith-Miller House, ubicado en la ciudad de Norton Summit en el país de Australia, es un modelo de casa bioclimática que busca al máximo ser eficiente y autosustentable. Está ubicada en las montañas, y el arquitecto diseñador junto con los propietarios buscaron que se integre al entorno, alterando lo más mínimo durante el proceso constructivo. Tiene una estructura de dos pisos rectangulares orientados hacia el norte, el segundo desnivel tiene un giro adicional de 15 grados para aprovechar los vientos provenientes de esa dirección. Dentro de las principales estrategias bioclimáticas adoptadas se puede citar la ventilación natural, uso de electrodomésticos de bajo consumo, uso de energía renovables, reutilización del agua, uso de materiales reciclables para la construcción. Como conclusión de este caso de estudio, se puede observar en las tabla 13, que las estrategias bioclimáticas aplicadas funcionan correctamente. En el mes de enero, la vivienda tiene una mayor temperatura en condiciones frías y durante el ciclo diario, permite un comportamiento que se mantiene en la zona

de confort térmico. En el mes de Julio, se puede ver el aprovechamiento del calor que absorbe la casa y que permite mantenerla a una temperatura de más menos 7 grados de la temperatura exterior. Al parecer, en la ciudad Norton Summit, Australia, el mes de julio tiene una temperatura promedio.

En base al breve análisis realizado se ha elaborado una matriz comparativa de los tres proyectos contrastándolos con el usos y beneficios de los criterios bioclimáticos aplicados. En la tabla 13, se muestra un análisis comparativo donde los criterios bioclimáticos seleccionados son los siguientes:

- Orientación
- Ventilación
- Aislamiento térmico
- Iluminación
- Uso de materiales específicos
- Reutilización del agua y uso de energías renovables.

Adicionalmente, también se analiza el uso de los criterios bioclimáticos antes mencionados en los diseños de los proyectos habitacionales del MIDUVI, para establecer si han sido aplicados o tomados en cuenta, lo cual se observa en la tabla 14.

Tabla 13

Aplicación y beneficios de los proyectos bioclimáticos estudiados

<i>Criterios bioclimáticos</i>	PROYECTO 1 Casas Bioclimáticas ITER, Isla Tenerife, España		PROYECTO 2 Bandaragama House, Colombo, Sri Lanka		PROYECTO 3 Kawanda Muna/Smith-Miller House Australia	
	Uso del criterio	Beneficios	Uso del criterio	Beneficios	Uso del criterio	Beneficios
Orientación	X	Permitir una mejor integración con el entorno, y a su vez aprovechar otros criterios bioclimáticos como ventilación, iluminación etc.	X	Se usó la carta psicrométrica para determinar la mejor orientación de la vivienda y aprovechar la integración con el entorno	X	Vivienda de dos niveles orientadas al norte. El segundo piso, gira 15 grados adicionales. Permite aprovechar la iluminación y la ventilación cruzada.
Aislamiento térmico	X	Permite mejorar el confort térmico, liberando calor, en las noches y absorbiendo la radiación por las mañanas.	X	Muro exterior de la vivienda que aísla térmicamente la casa, para evitar subidas de temperaturas por encima de la zona de confort		
Ventilación	X	Permite una renovación continua de la calidad del aire interior, y disminuyen el uso de sistemas activos	X	Uso de la estrategia de patio intermedio como sistema de control pasivo de las cargas térmicas.	X	Orientación del lado favorable de los vientos como estrategia de control pasivo.
Iluminación	X	Aprovechar de mejor forma la luz natural y disminuir el consumo energético	X	La cubierta del patio permite aprovechar de mejor forma la luz, y así lograr reducir el consumo energético.	X	Ventanales de la zona frontal de vidrio amplios, para aprovechar la luz del día.
Uso de materiales específicos	X	Permiten reducir la huella de carbono de la construcción, al emplear materiales ecológicos.			X	Uso de materiales reciclables para la construcción.
Reutilización del Agua y uso de energías renovables	X	Ahorro del agua y aprovechamiento del agua lluvia. Reducen el impacto ambiental y la huella hídrica			X	Uso de paneles fotovoltaicos para generar su propia electricidad y reúsan el agua lluvia. Se da tratamiento a las aguas grises.

Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

Tabla 14*Debilidades bioclimáticas de los proyectos MIDUVI*

<i>Criterios bioclimáticos</i>	PROYECTO MIDUVI, Vivienda de interés social	
	Uso del criterio	Debilidades
Orientación	No aplicado	Evita que se pueda aprovechar los otros criterios bioclimáticos como ventilación, iluminación etc.
Aislamiento térmico	X	No posee ninguna protección para la radiación de sol y ningún elemento o sistema que ayude a disipar el calor
Ventilación	X	No utiliza ninguna estrategia pasiva que permita la renovación continua de la calidad del aire interior.
Iluminación	X	Su diseño no logra aprovechar la luz natural, para así disminuir el consumo energético
Uso de materiales específicos	X	Los materiales empleados no aportan mayores beneficios para el confort de la vivienda.
Reutilización del Agua y uso de energías renovables	X	No existe ningún tipo de ahorro del agua, ni ningún sistema para aprovechar las energías renovables.

Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

Al contrastar la tabla 13 y 14, con los lineamientos que da el MIDUVI para las viviendas de interés social, es claro la carencia de estos criterios dentro del diseño arquitectónico. Las viviendas de interés social, se diseñan para combatir el déficit cuantitativo de viviendas que tiene el país y no está orientadas a mejorar el aspecto cualitativo, donde se puede mejorar la calidad de vida de las personas, adoptando ciertas condiciones del entorno. Por tales motivos, en base al análisis realizado se ha diseñado la siguiente estructura metodológica para alcanzar el objetivo general del presente trabajo de titulación.

1. En primera instancia se va a realizar un levantamiento de las condiciones meteorológicas de la ciudad de Babahoyo. Se va a utilizar estaciones meteorológicas cercanas, para obtener información de la humedad, dirección de vientos, precipitación entre otras variables. El objetivo de este proceso es construir la carta psicrométrica de la zona, para definir las estrategias bioclimáticas que se plasmaran en la propuesta del capítulo 4.
2. En segundo lugar, se va a estudiar el plan de ordenamiento y desarrollo territorial del cantón, para ver las futuras zonas de crecimiento habitacional que tienen previstas.
3. En función de las cartas psicrométricas de mínimo 3 años de análisis, se van a seleccionar las estrategias bioclimáticas y explicar el concepto de las mismas.
4. Por último, en función del sector y de las estrategias bioclimáticas, se van a realizar recomendaciones técnicas como propuestas que se incluyan dentro del diseño arquitectónico de una vivienda de interés social para la ciudad de Babahoyo.

Resultados de Encuestas

A continuación, se presenta los resultados de la encuesta aplicada a las 382 personas de diferentes sectores urbanos y rurales de la ciudad de Babahoyo:

Tabla 15

Resultados de la encuesta aplicada

PREGUNTAS	RESULTADOS						TOTAL
	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	Desconoce del tema	
1) ¿QUÉ TAN DE ACUERDO SE ENCUENTRA, CON LOS DISEÑOS DE LAS VIVIENDAS OTORGADAS POR EL GOBIERNO?	11	80	16	191	15	69	382
2) ¿QUÉ TAN DE ACUERDO SE ENCUENTRA, CON EL CONFORT TERMICO DE LAS VIVIENDAS OTORGADAS POR EL ESTADO?	15	172	23	80	23	69	382
3) ¿QUÉ TAN DE ACUERDO SE ENCUENTRA, CON LA VENTILACION INTERNA QUE POSEEN LAS VIVIENDAS OTORGADAS POR EL ESTADO?	54	141	38	69	11	69	382
4) ¿QUÉ TAN DE ACUERDO SE ENCUENTRA, CON LA ILUMINACIÓN NATURAL QUE POSEEN LAS VIVIENDAS OTORGADAS POR EL ESTADO?	24	107	57	95	30	69	382
5) ¿QUE TAN DE ACUERDO SE ENCUENTRA, CON QUE SE REALICEN MEJORAS EN LOS DISEÑOS DE LAS VIVIENDAS OTORGADAS POR EL ESTADO?	9	38	15	205	46	69	382

Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

Análisis de las Encuestas

Al analizar los resultados se puede determinar que, aunque hay una gran aceptación de los diseños de las viviendas otorgadas por el estado, aún existe un porcentaje considerable de las personas a la que se realizó la encuesta, que no está conforme. Así como también, hay un porcentaje relevante que no tiene conocimiento acerca de estos diseños, lo que nos indica la falta de una mayor socialización acerca de los planes habitacionales del gobierno. Según el análisis de las demás preguntas de la encuesta, se puede observar que existe un gran porcentaje de la población que no está totalmente satisfecha con el confort interno (confort térmico, ventilación interna, iluminación natural) de la vivienda, lo que comprueban que estas viviendas, aunque cumple con el enfoque cuantitativo del déficit habitacional, no lo hace con respecto a los requerimientos mínimo de habitabilidad. A finalizar la encuesta se pudo concluir, que existe un gran interés y deseo por parte de los habitantes de la ciudad, en que se mejoren los diseños de las viviendas otorgadas por el estado, por las razones antes mencionadas.

En los últimos años el gobierno ecuatoriano ha estado trabajando activamente en los planes de vivienda de interés social, lo que demuestra su interés en esta problemática, aunque aún existe un largo camino por recorrer, ya que hay muchos aspectos por perfeccionar. Por lo tanto, la opinión de la ciudadanía es de vital importancia ya que al final, el gobierno busca que su calidad de vida mejore. Un diseño de vivienda adecuado puede hacer una gran diferencia, con las pautas antes analizadas en la encuesta se determina cuáles son las debilidades a corregir en los diseños de vivienda, para esto se realizará una guía de lineamientos bioclimáticos básicos a considerar en una vivienda unifamiliar de interés social para la ciudad de Babahoyo.

4. CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

4.1. Título de la propuesta

Guía de lineamientos bioclimáticos básicos, a considerar en una vivienda unifamiliar de interés social para la ciudad de Babahoyo.

4.2. Objetivos

4.2.1. Objetivo General

- Elaborar una guía de lineamientos bioclimáticos básicos a considerar en una vivienda unifamiliar de interés social para la ciudad de Babahoyo que se puedan anexar en las normas NEC.

4.2.2. Objetivos Específicos

- Establecer una metodología para poder evaluar estrategias de bioclimatización, que se puedan aplicar en las viviendas unifamiliares de interés social para la ciudad de Babahoyo.
- Analizar los diferentes modelos bioclimáticos de otros países para seleccionar los criterios básicos que puedan ser aplicados a las viviendas de interés social en la ciudad de Babahoyo.
- Analizar la normativa ecuatoriana de la construcción en relación a modelos de bioclimatización y construcciones sostenibles.

4.3. Justificación

En este trabajo de investigación, se ha podido comprobar una de las falencias más significativas que tienen los diseños de las viviendas de interés social, con respecto a la habitabilidad, lo que implica que algo que aún se debe mejorar, lo cual sigue siendo un desafío, ya que los recursos para estas viviendas son limitados. Aquí nace la necesidad de establecer nuevos criterios que permitan solventar estas debilidades.

En la actualidad, es relevante encontrar un equilibrio entre los procesos constructivos y la sostenibilidad ambiental, los criterios bioclimáticos pueden hacer grandes aportes en la construcción de viviendas, en nuestro caso en particular a las viviendas de interés social de la

ciudad de Babahoyo. Debido a la climatología particular de la zona, estas edificaciones no poseen un confort interior adecuado, provocando contrariedades a quienes habitan las viviendas.

La guía de lineamientos bioclimáticos básicos para viviendas unifamiliares de interés social, pretende que se mejoren las debilidades que se encontraron en el diseño de las viviendas antes mencionadas, para así satisfacer las necesidades de la población estudiada sin llegar afectar los costos de ellas.

4.4. Descripción de la propuesta de solución

¿Es factible desarrollar una guía general de criterios de diseño y construcción bioclimática para la ciudad de Babahoyo? La respuesta a esta interrogante, indudablemente, es sí. Para ello se debe de seguir la metodología propuesta en el capítulo 3. En primer lugar, se tiene que realizar un levantamiento de la información climática tales como temperatura, humedad, brillo solar, precipitaciones y régimen de vientos. Esta información se organiza de acuerdo con el método de carta psicrométrica para determinar las estrategias de diseño bioclimático. Las recomendaciones se exponen en gráficos técnicos que indican cuáles serán las estrategias respecto a los elementos climáticos tales como el sol, el viento o el agua, describiendo si se deben rechazar, captar o transformar. Los gráficos describen elementos tales como cuáles serán las mejores orientaciones para implantarse respecto a la dirección predominante del viento, cuáles serán las fachadas a las que se les debe generar bloqueos solares, entre otros.

En segundo lugar, se va analizar el plan de ordenamiento territorial de la ciudad de Babahoyo, para ver la ubicación de las futuras áreas de expansión urbanas, destinada a viviendas de interés social. Este paso, es importante, ya que se tiene que recordar que la mayor parte de la ciudad, se encuentra en una zona altamente inundable, por lo cual se van a emitir recomendaciones para mitigar, en la medida de lo posible, afectaciones de esta índole.

Por último, en funciones de los resultados de la carta psicrométrica y de la ubicación prevista en el plan de ordenamiento territorial del GAD, se van a elaborar los criterios generales de diseño y construcción de viviendas bioclimáticas con un enfoque de interés social para la ciudad de Babahoyo.

En la figura 32 se observa la estación climatológica M51 que se encuentra propiamente en la ciudad de Babahoyo y va hacer la principal fuente de información para obtener los datos climáticos necesarios para construir la carta psicrométrica y a partir de esta definir las estrategias bioclimáticas. Otro factor a analizar es el tipo de clima con el que cuenta la ciudad de Babahoyo, para ello se elaboró un mapa utilizando el software ArcGIS donde se evidencia que el clima predominante es Tropical Megatérmico Semi-Húmedo, se define en función de los totales pluviométricos anuales que pueden oscilar entre 1000 mm a 2000 mm y las lluvias están concentradas en un periodo único, de diciembre a abril, siendo seco el verano. Las temperaturas medias son fuertes, cercanas a 25 grados Celsius y la humedad relativa varía entre 70 a 90 % según la época del año. Este tipo de clima se observa en una faja de aproximadamente 80 kilómetros de ancho, que parte de la costa norte para desaparecer a nivel del Golfo de Guayaquil.

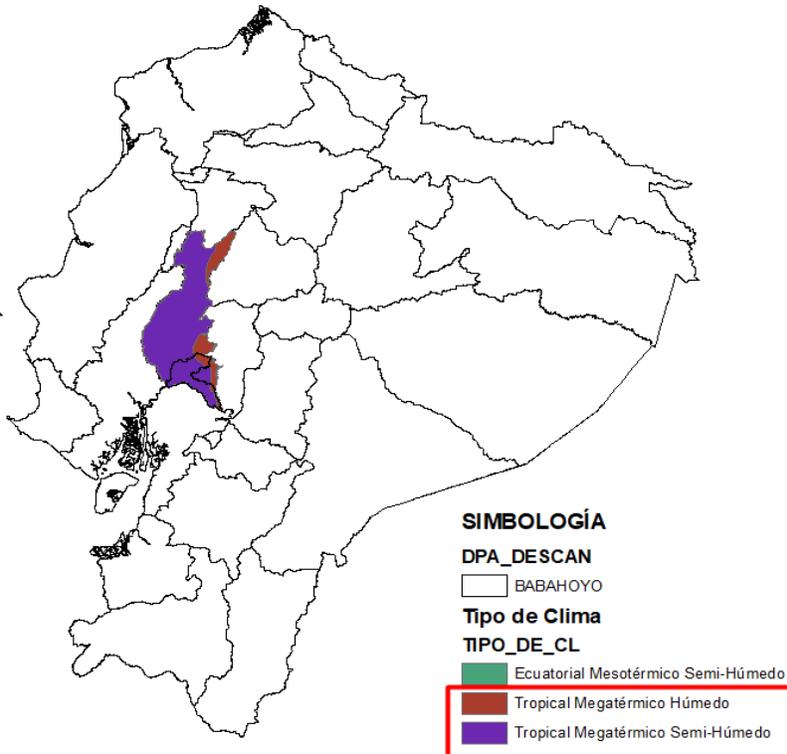


Figura 33. Clima de la ciudad de Babahoyo
Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

En base al tipo de clima y la estación climática cercana se van a obtener los datos de temperatura, humedad, pluviosidad de la zona de estudio. Para ello se va utilizar la información

disponible en el anuario meteorológico de la estación M0051 Babahoyo UTB de los años 2010, 2011 y 2013. Con este registro histórico se va a construir la carta psicrométrica.

4.5.1. Anuario meteorológico 2010

En la tabla 8 se observa sintetizado los datos de temperatura medias máximas y mínimas. También se puede apreciar información mensual de las humedades relativas máximas, mínimas y la precipitación de forma mensual.

Tabla 16

Información anuario meteorológico 2010

Meses	Temperatura grados Celsius			Humedad relativa (%)			Precipitación (mm)	
	Máxima	Media mensual	Mínima	Máxima	Media mensual	Mínima	Mensual	Días de precipitación
Enero	31.5	26.3	23.2	0.98	0.79	0.53	207.3	23
Febrero	32	26.6	23.6	0.97	0.81	0.59	632.6	27
Marzo	32	27	24	0.98	0.82	0.58	259.7	25
Abril	32.4	27.2	24.1	0.97	0.82	0.6	381.9	23
Mayo	31.6	26.6	23.7	0.95	0.82	0.61	142.1	12
Junio	29.8	25	22.1	0.98	0.82	0.62	4.9	8
Julio	29.6	24.6	21.2	0.97	0.81	0.57	7.3	9
Agosto	29.2	24.7	20.5	0.98	0.78	0.54	0.8	4
Septiembre	29.9	24.6	20.6		0.78		2.2	5
Octubre	30.7	24	20.5	0.98	0.8	0.51	0	0
Noviembre	29.5	23.4	20.1		0.8		6.5	5
Diciembre	30.3	24.1	21.1	0.97	0.81	0.53	373.7	19

Fuente: (INAMHI, 2012)

Del mismo modo en el anuario se puede desglosar la frecuencia en dirección de los vientos predominantes. En la tabla 9 se encuentra tabulada esta información, que corresponde un eje fundamental para seleccionar el emplazamiento de la vivienda.

Tabla 17*Frecuencia en dirección de los vientos*

Meses	Frecuencia en dirección de los vientos %							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Enero	0	0.15	0	0.23	0.14	0.34	0.01	0.13
Febrero	0	0.18	0.02	0.21	0.17	0.26	0.04	0.11
Marzo	0.01	0.02	0.01	0.23	0.12	0.34	0.01	0.26
Abril	0	0.08	0.03	0.24	0.07	0.37	0.03	0.17
Mayo	0	0.01	0.01	0.34	0.16	0.39	0.01	0.08
Junio	0	0	0	0.3	0.17	0.49	0.03	0.01
Julio	0	0.01	0.01	0.33	0.14	0.44	0.04	0.02
Agosto	0	0	0	0.28	0.13	0.59	0	0
Septiembre	0							
Octubre	0	0.01	0.01	0.43	0.17	0.37	0.01	0
Noviembre	0							
Diciembre		0.03	0	0.31	0.09	0.47	0.02	0.08

Fuente: (INAMHI, 2012)

La información de las tablas 8 y 9 se graficaron para una mejor interpretación del lector. En la figura 29, se puede observar las tres series de temperatura del anuario de forma mensual. En la figura 30, se grafican las humedades máximas, mínimas y medias reportadas. Finalmente, en la figura 31, está la rosa de los vientos representada en un diagrama radial con sus respectivas direcciones cardinales. Se han graficado estos parámetros, ya que constituyen las principales variables para poder aplicar el método de Givoni y a su vez definir las estrategias bioclimáticas que se ajustan a la localidad de Babahoyo.

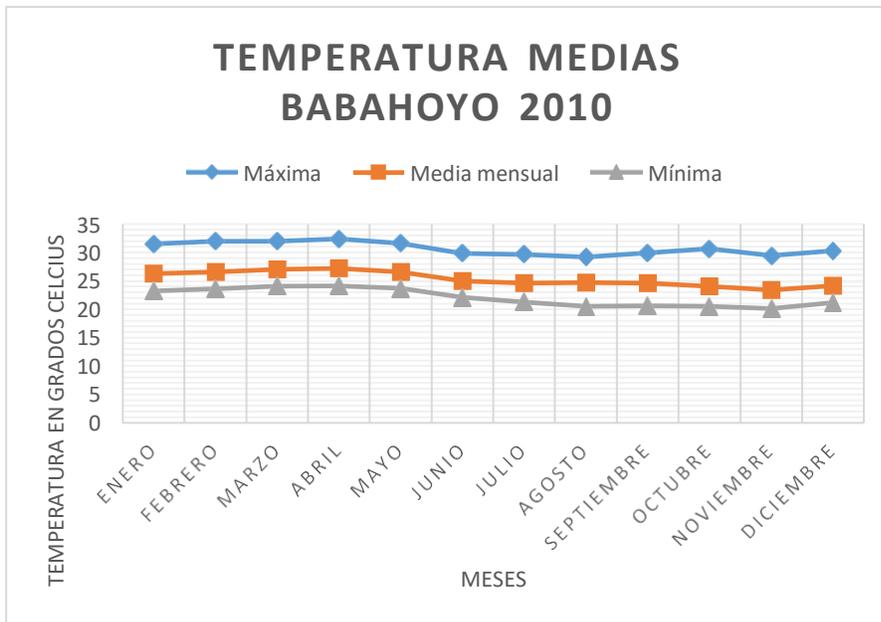


Figura 34. Temperaturas anuario meteorológico 2010
Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

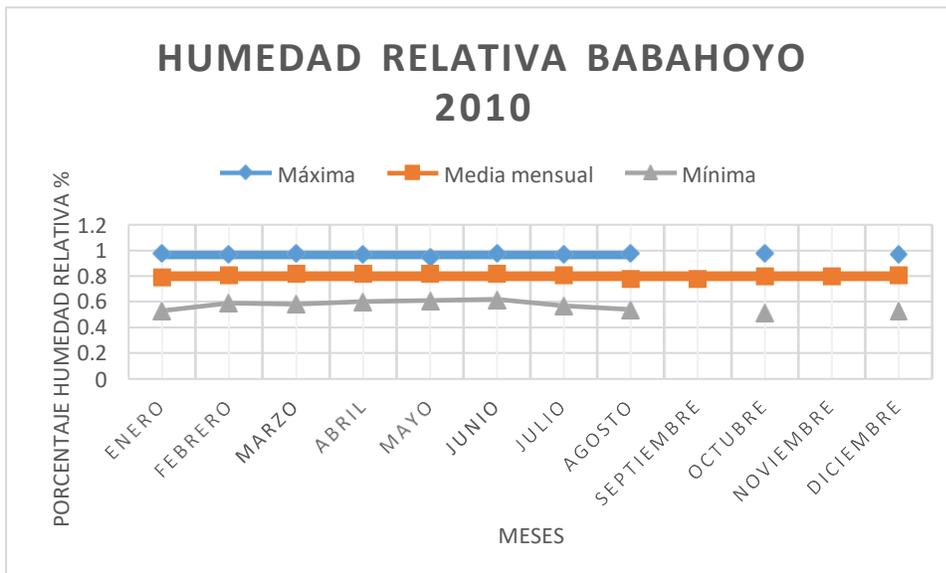


Figura 35. Humedad relativa anuario meteorológico 2010
Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

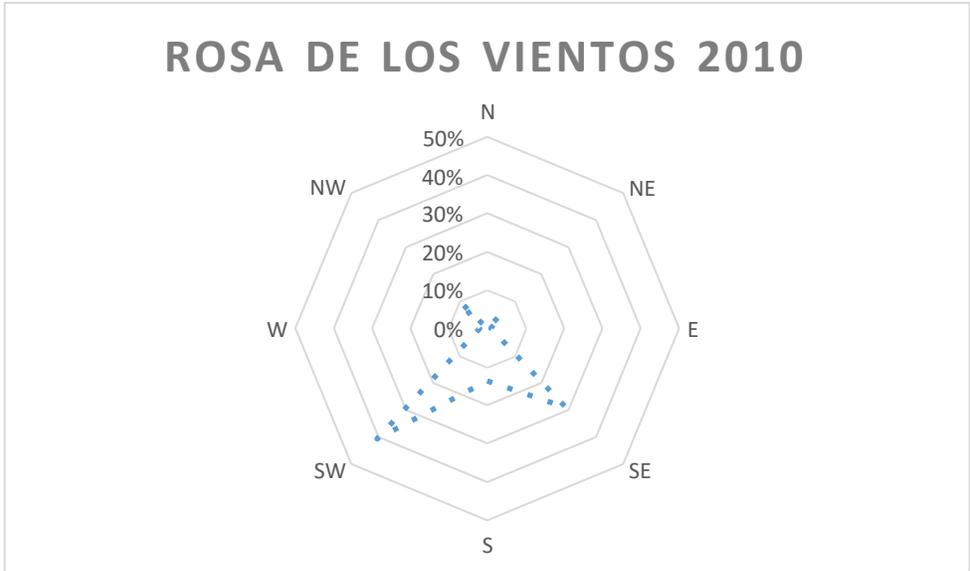


Figura 36. Rosa de los vientos 2010
Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

4.5.2. Anuario meteorológico 2011

De forma análoga se presentan los datos del anuario meteorológico del 2011. La tabla 10, muestra las variables de temperatura, humedad y precipitación. Del mismo modo la tabla 11 muestra la frecuencia de la dirección de los vientos.

Tabla 18*Información anuario meteorológico 2011*

Meses	Temperatura grados Celsius			Humedad relativa (%)			Precipitación (mm)	
	Máxima	Media mensual	Mínima	Máxima	Media mensual	Mínima	Mensual	Días de precipitación
Enero	31.5	24.7	22	98	83	55	261.6	21
Febrero	31.7	25.4	23.1	96	84	60	350.2	15
Marzo	33.5	26.4	23.4	98	79	54	154.3	9
Abril	32.5	26	23.1	97	83	61	575.7	25
Mayo	31.7	25.7	23	97	82	58	1.9	
Junio	30.2	24.7	22.5	97	86	66	31.6	11
Julio	29.6	23.9	21.9	98	87	64	103.3	6
Agosto	29.1	23.6	20.7	97	83	52	0.4	
Septiembre	30.6	24	20.5		82		3.5	1
Octubre	29.4	23.5	20.4	97	82	51	0.3	1
Noviembre	30.9	24.2	20.5	98	81	55	8.6	2
Diciembre	32	25.1	22.2	97	82	51	58.4	

Fuente: (INAMHI, 2012)

Tabla 19*Frecuencia en dirección de los vientos*

Meses	Frecuencia en dirección de los vientos %							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Enero	0.03	0.16	0	0.28	0.09	0.31	0	0.13
Febrero	0.04	0.12	0.01	0.27	0.12	0.3	0.02	0.12
Marzo	0	0	0	0.34	0.22	0.41	0.01	0.02
Abril	0	0.06	0	0.37	0.09	0.38	0.02	0.09
Mayo	0	0						
Junio	1	0.03	0.02	0.32	0.16	0.44	0	0.01
Julio	0	0.01	0	0.26	0.2	0.5	0.02	0.01
Agosto	0	0	0.01	0.22	0.19	0.57	0.01	0
Septiembre	0							
Octubre	0	0		0.3	0.22	0.48	0	0
Noviembre	0							
Diciembre		0.02	0	0.3	0.04	0.53	0	0.11

Fuente: (INAMHI, 2012)

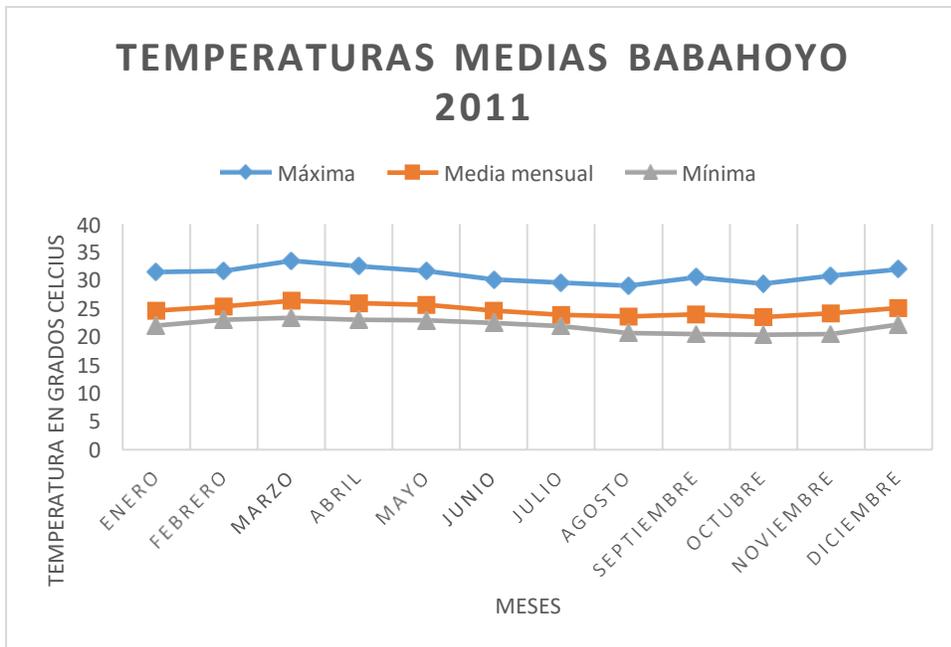


Figura 37. Temperaturas anuario meteorológico 2011
Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

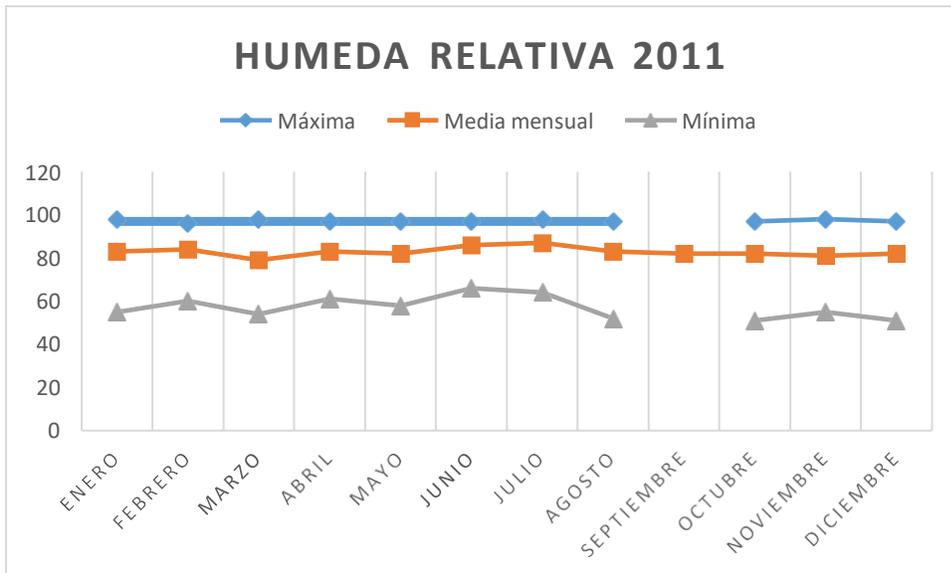


Figura 38. Humedad relativa anuario meteorológico 2011
Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

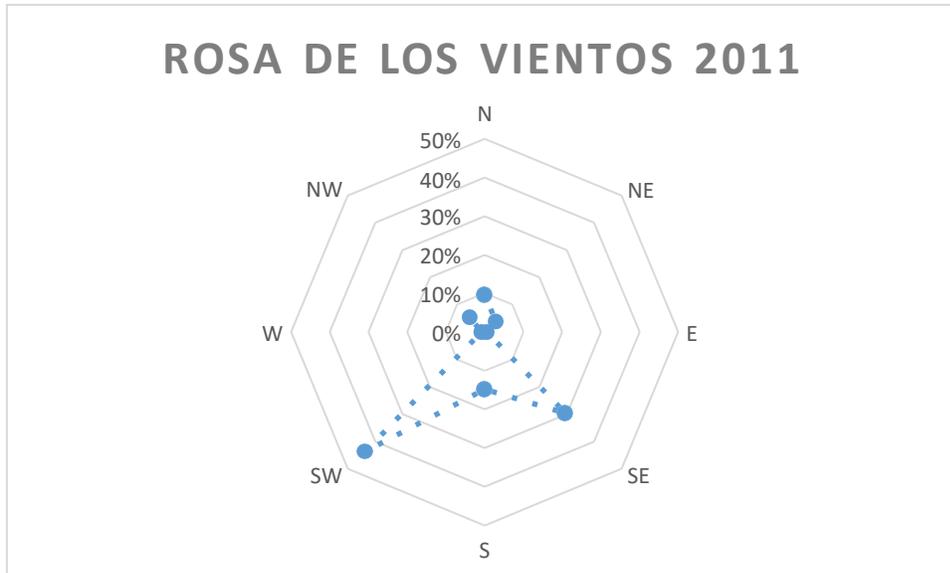


Figura 39. Rosa de los vientos 2011
Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

4.5.3. Anuario meteorológico 2013

No se toma en cuenta el año 2012, dado que en el anuario meteorológico reportado no existía información relacionada con la estación climatológica de interés. Por tales motivos, se está utilizando la información del año 2013, para poder tener tres años de comparación y ver la congruencia de la información reportada. A continuación, se presenta la información de forma análoga a los otros anuarios meteorológicos. En la tabla 12, se muestran las variables de temperatura, humedad y precipitación. En la tabla 13, se observa de forma mensual la frecuencia en dirección de los vientos para el año en cuestión. Un aspecto de resaltar del siguiente anuario, es el hecho de que presentan ciertos vacíos de datos en el reporte, sobre todo en la frecuencia de dirección de los vientos.

Nota: Se debe mencionar que en la página oficial INAMHI, se encuentra la información de los anuarios meteorológicos hasta el año 2013, por lo que no existen más datos recientes en el país.

Tabla 20

Información anuario meteorológico 2013

Meses	Temperatura grados Celcius			Humedad relativa (%)			Precipitación (mm)	
	Máxima	Media mensual	Mínima	Máxima	Media mensual	Mínima	Mensual	Días de precipitación
Enero	29.6	24.6	22.7	0.98	0.88	0.57	211.1	24
Febrero	30.9	24.7	22.9	0.98	0.88	0.62	561.5	
Marzo	31.2	25.6	23.6	0.97	0.86	0.63	877.3	23
Abril	31.3	25.2	23.5	1	0.87	0.66	239.3	14
Mayo	29.9	24.2	22.3		0.85		12.8	
Junio	28.6	23.6	21.4	0.98	0.86	0.66	3.7	3
Julio	28	22.9	20.4	0.98	0.84	0.63	0	0
Agosto	29	22.9	20.2	0.98	0.84	0.63	0	0
Septiembre	30.5	23.4	20.7	0.97	0.83	0.54	0.2	1
Octubre	30	23.6	21.1	0.98	0.84	0.64	0.1	1
Noviembre	29.2	23.8	21.3		0.84		0.8	0
Diciembre	31.8	24.4	22.2		0.83		2.2	1

Fuente: (INAMHI, 2012)

Tabla 21

Frecuencia en dirección de los vientos

Meses	<u>Frecuencia en dirección de los vientos %</u>							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Enero								
Febrero	0	0.02	0	0.41	0.05	0.46	0	0.06
Marzo								
Abril	0	0.03	0	0.31	0.1	0.53	0	0.02
Mayo								
Junio								
Julio								
Agosto								
Septiembre								
Octubre	0	0	0	0.34	0.11	0.55	0	0
Noviembre								
Diciembre								

Fuente: (INAMHI, 2012)

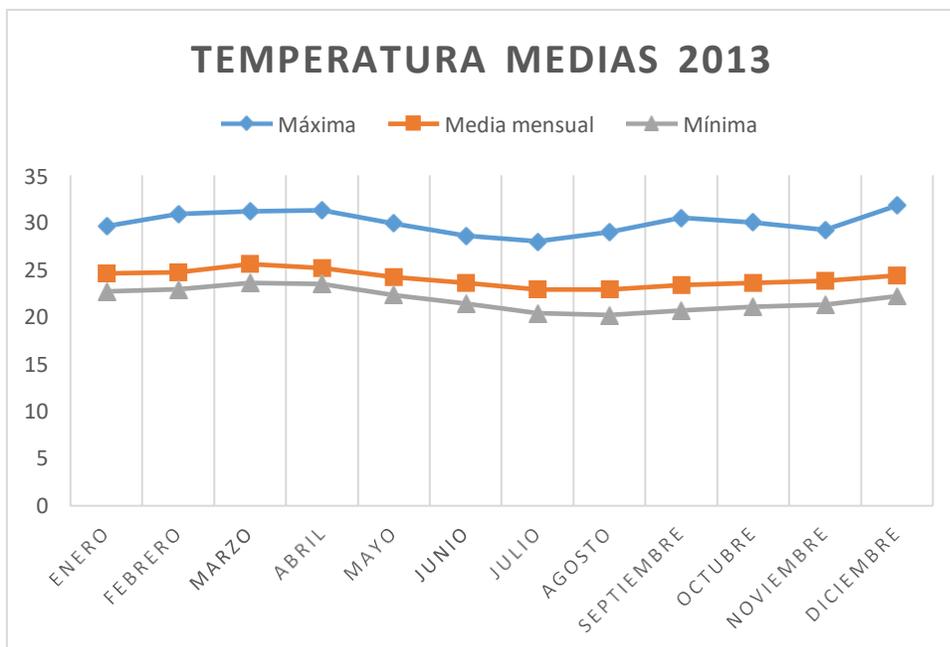


Figura 40. Temperaturas anuario meteorológico 2013
 Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

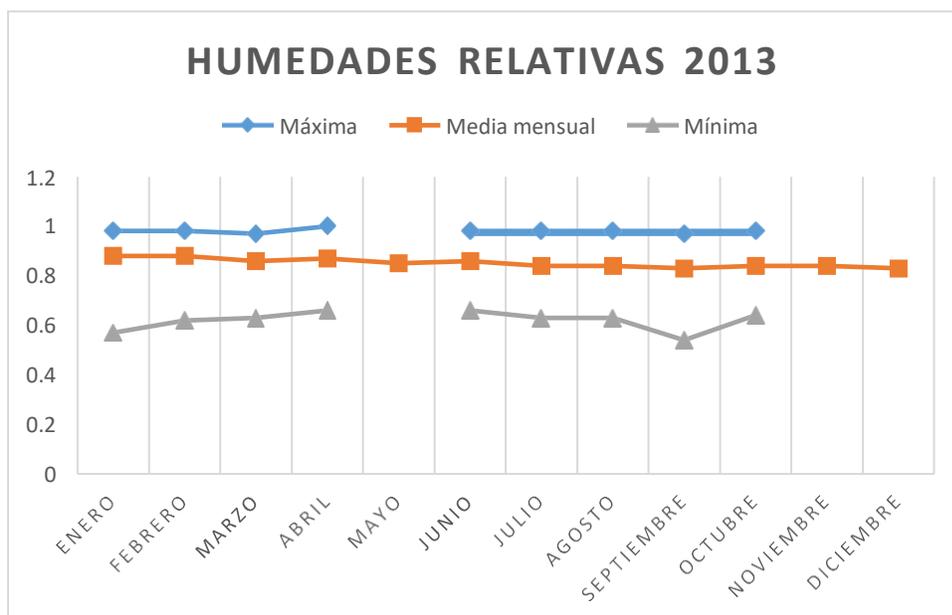


Figura 41. Humedades relativas anuario meteorológico 2013
 Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

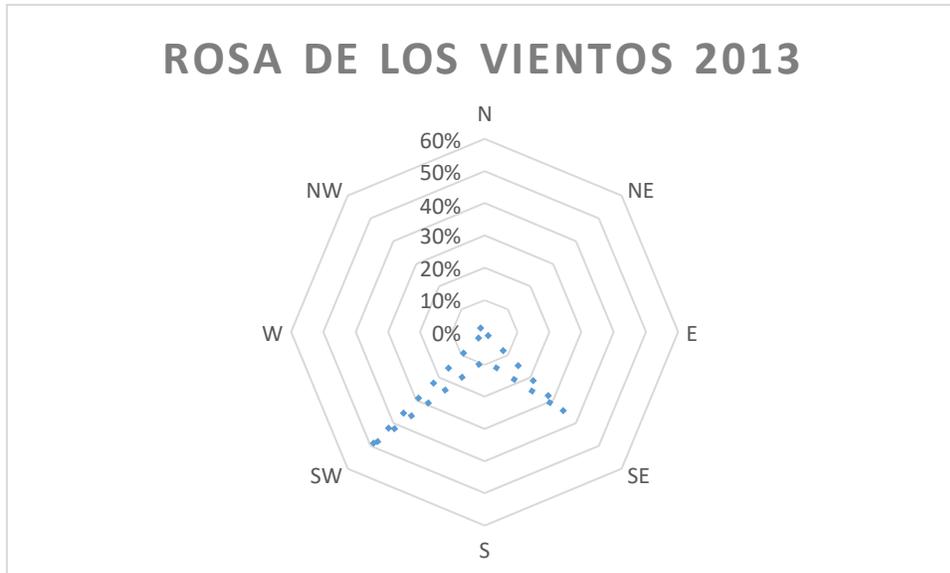


Figura 42. Rosa de los vientos 2013
Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

4.6. Construcción de carta psicrométrica

Como se menciona en la sección anterior se obtuvieron los anuarios meteorológicos de los años 2010,2011 y 2013 para levantar la información climática referente a la estación M51 de la ciudad de Babahoyo. Se pudo obtener datos de temperatura medias máximas y mínimas, así como humedades relativas máximas y mínimas. Además, se cuenta con información de precipitación mensual. Por último, se tiene información de la dirección predominante de los vientos. Esta información ha sido tabulada y graficada para poder construir la carta psicrométrica con la cual se van a definir las estrategias bioclimáticas.

Para esto se tiene que tabular una recta sobre la carta psicrométrica. Cada recta simboliza un mes en el año, y para poder graficarla se necesitan dos puntos. El primer punto está compuesto por temperatura máxima y la humedad relativa mínima. El segundo punto va estar conformado por la temperatura mínima y la humedad relativa máxima. Ya tabulado los dos puntos se unen y se analiza en que cuadrantes están inmersos para poder definir la estrategia bioclimática. La tabla 14 representa un esquema de cómo se van a tabular los puntos.

Tabla 22*Esquema de tabulación de puntos sobre carta psicrométrica*

X1	Y1	X2	Y2
Tmax	Hmin	Tmin	Hmax

Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

A continuación, se muestran las tablas con las que se van a tabular las rectas sobre la carta. La tabla 15, se encuentran los puntos del anuario meteorológico del 2010. En la tabla 16 los del anuario del 2011 y finalmente en la tabla 17 los del anuario del meteorológico 2013. El objetivo de graficar los tres años, es para ver variaciones en relación a las estrategias bioclimáticas que se aplicarán.

Tabla 23*Puntos a graficar anuario meteorológico 2010*

MESES	Tmax	H min	Tmin	Hmax	<i>Código de Color recta</i>
	X1	Y1	X2	Y2	
ENERO	31.5	0.53	23.2	0.98	
FEBRERO	32	0.59	23.6	0.97	
MARZO	32	0.58	24	0.98	
ABRIL	32.4	0.6	24.1	0.97	
MAYO	31.6	0.61	23.7	0.95	
JUNIO	29.8	0.62	22.1	0.98	
JULIO	29.6	0.57	21.2	0.97	
AGOSTO	29.2	0.54	20.5	0.98	
SEPTIEMBRE	29.9	0	20.6	0	
OCTUBRE	30.7	0.51	20.5	0.98	
NOVIEMBRE	29.5	0	20.1	0	
DICIEMBRE	30.3	0.53	21.1	0.97	

Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

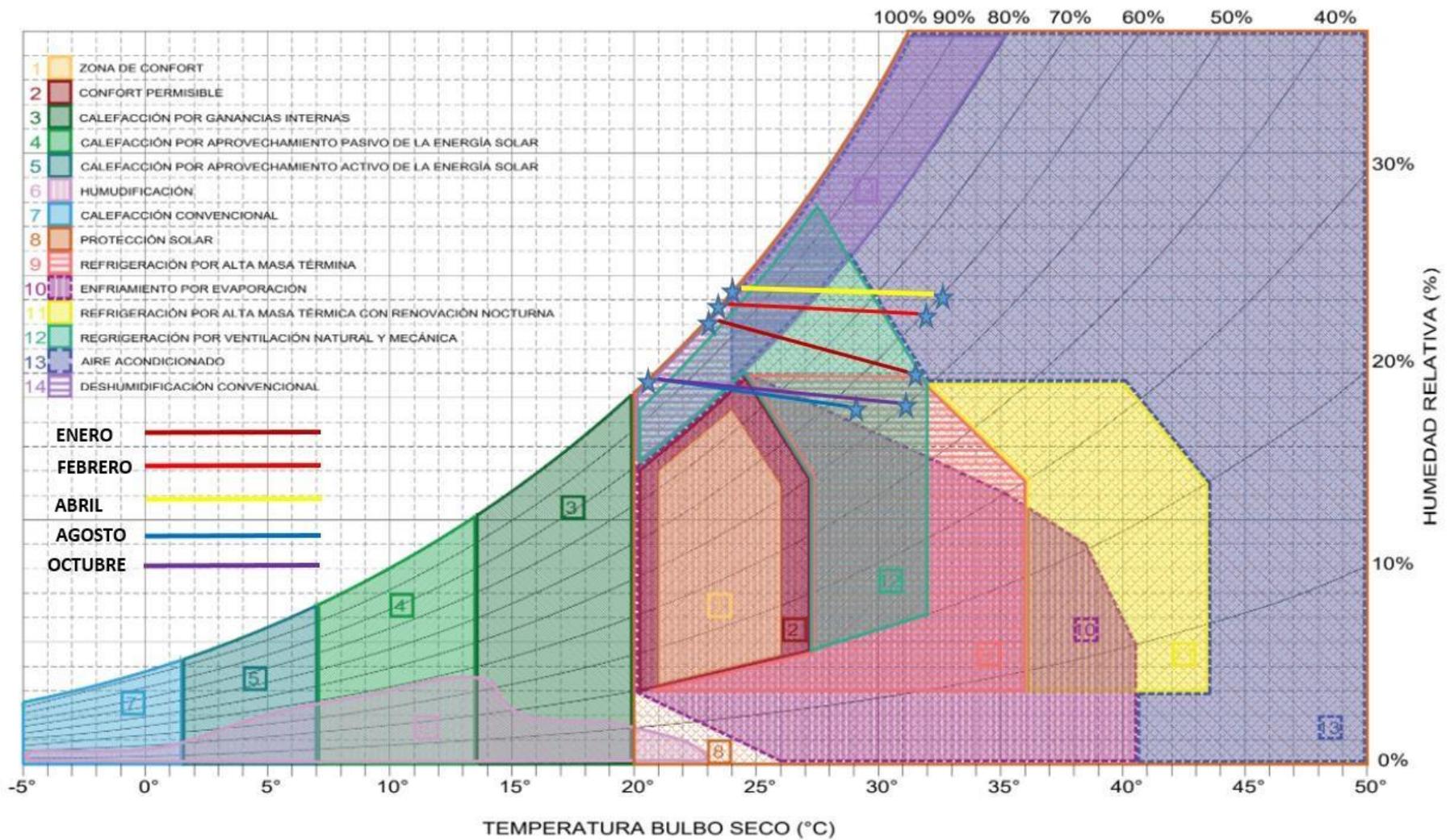
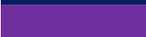


Figura 43. Carta psicrométrica para la ciudad de Babahoyo año 2010
 Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

Tabla 24*Puntos a graficar anuario meteorológico 2011*

MESES	Tmax	H min	Tmin	Hmax	Código de Color recta
	X1	Y1	X2	Y2	
ENERO	31.5	55	22	98	
FEBRERO	31.7	60	23.1	96	
MARZO	33.5	54	23.4	98	
ABRIL	32.5	61	23.1	97	
MAYO	31.7	58	23	97	
JUNIO	30.2	66	22.5	97	
JULIO	29.6	64	21.9	98	
AGOSTO	29.1	52	20.7	97	
SEPTIEMBRE	30.6	0	20.5	0	
OCTUBRE	29.4	51	20.4	97	
NOVIEMBRE	30.9	55	20.5	98	
DICIEMBRE	32	51	22.2	97	

Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

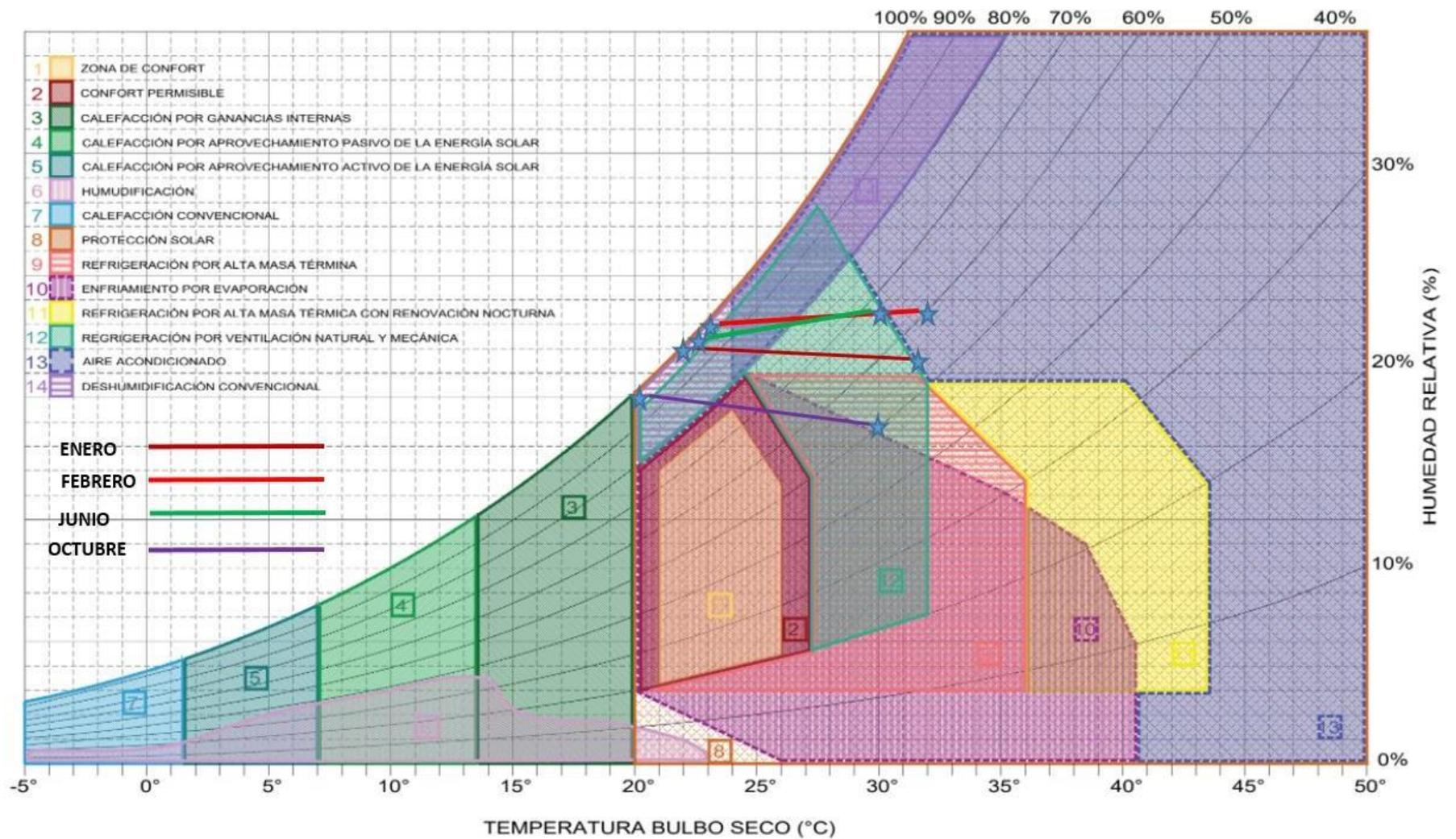


Figura 44. Carta psicrométrica para la ciudad de Babahoyo año 2011
Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

Tabla 25*Puntos a graficar anuario meteorológico 2013*

MESES	Tmax	H min	Tmin	Hmax	<i>Código de Color recta</i>
	X1	Y1	X2	Y2	
ENERO	29.6	0.57	22.7	0.98	
FEBRERO	30.9	0.62	22.9	0.98	
MARZO	31.2	0.63	23.6	0.97	
ABRIL	31.3	0.66	23.5	1	
MAYO	29.9	0	22.3	0	
JUNIO	28.6	0.66	21.4	0.98	
JULIO	28	0.63	20.4	0.98	
AGOSTO	29	0.63	20.2	0.98	
SEPTIEMBRE	30.5	0.54	20.7	0.97	
OCTUBRE	30	0.64	21.1	0.98	
NOVIEMBRE	29.2	0	21.3	0	
DICIEMBRE	31.8	0	22.2	0	

Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

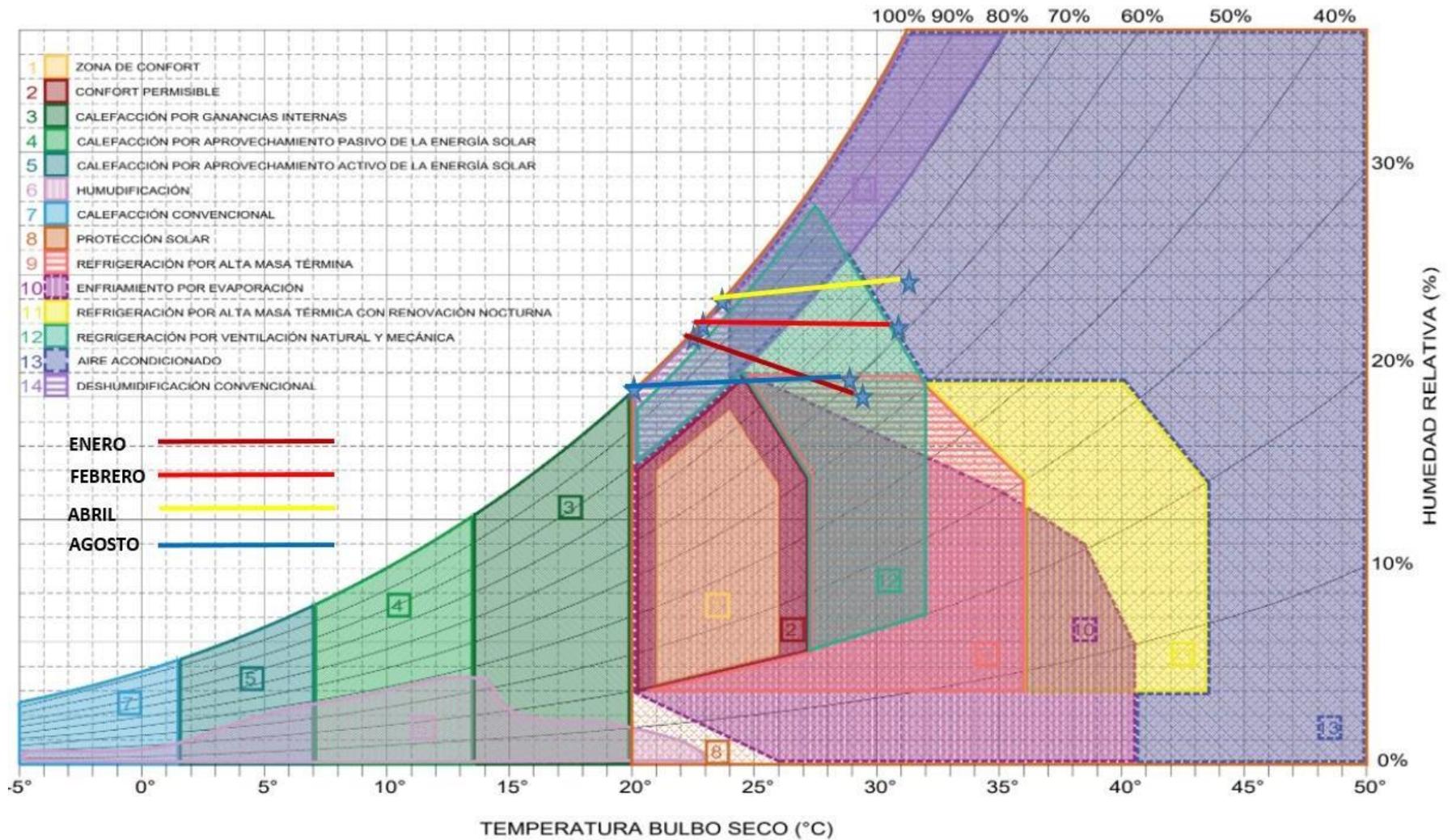


Figura 45. Carta psicrométrica para la ciudad de Babahoyo año 2013
 Elaborado por: Katherine Nuñez, 2022

4.7. Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad de Babahoyo

De acuerdo a la metodología propuesta, se tiene que analizar el plan de ordenamiento territorial de la ciudad de Babahoyo. El objetivo es determinar la zona de expansión que tiene el gobierno municipal en relación a las viviendas de interés social. En la figura 40, se puede observar el modelo propuesto de ordenamiento de la ciudad, el cual se encuentra dividido en 7 zonas identificadas por letras desde la A hasta la G.

Zona Urbana de Crecimiento “A” – ZU-A: La Zona A es un territorio urbano proyectado para usos de suelo residencial medio y alto. Delimitado con ordenanza urbana sobre tipo de construcciones, altura y uso de suelo sustentable para direccionar densidades medias y una utilización óptima del territorio.

Zona Urbana de Crecimiento “B” – ZU-B: Es un territorio de uso de suelo productivo urbano proyectado predominantemente para un **Parque Industrial** que concentre las capacidades de inversión y tecnológicas de las redes productivas cantonales, e incorpore valor agregado a los productos Agrícolas generados principalmente en las Zonas Rurales de agroindustria e inversión de capital ubicadas en las Parroquias de Pimocha, Caracol y Camilo Ponce.

Zona Urbana de Crecimiento “C” – ZU-C: Territorio del entorno urbano caracterizado como Humedal declarado Área Protegida Ecológica Emblemática, para la protección del ecosistema, la producción ancestral agrícola y la inversión turística de naturaleza, patrimonial y lúdica; con la participación de las comunidades ancestrales como parte de una economía popular solidaria.

Zona Urbana de Crecimiento “D” – ZU-D: Territorio urbano de uso de suelo Residencial-y de Servicios, de la población futura asentada a través de formas organizadas de asentamiento humanos y populares direccionados desde el GAD de Babahoyo, y que oriente la reconversión y modernización productiva de la inversión inmobiliaria, asociado a la inversión social del Estado y sus programas de incentivos de vivienda.

Zona Urbana de Crecimiento “E” – ZU-E: Territorio urbano de uso de suelo Residencial para la población futura de ingresos medios y altos; y, uso de suelo productivo de industrias de bajo impacto y de servicios.

Zona Urbana de Crecimiento “F”: Territorio urbano de uso de suelo Residencial para la población futura de ingresos bajos, medios y altos.

Zona Urbana de Crecimiento “G”: Territorio urbano consolidado y con Plan de regeneración urbana, declarado patrimonial su centro histórico y sus edificaciones emblemáticas históricas. Las áreas no consolidadas pasan a promoverse a través de un plan de reordenamiento urbano acorde con los principios de desarrollo del Territorio Urbano.

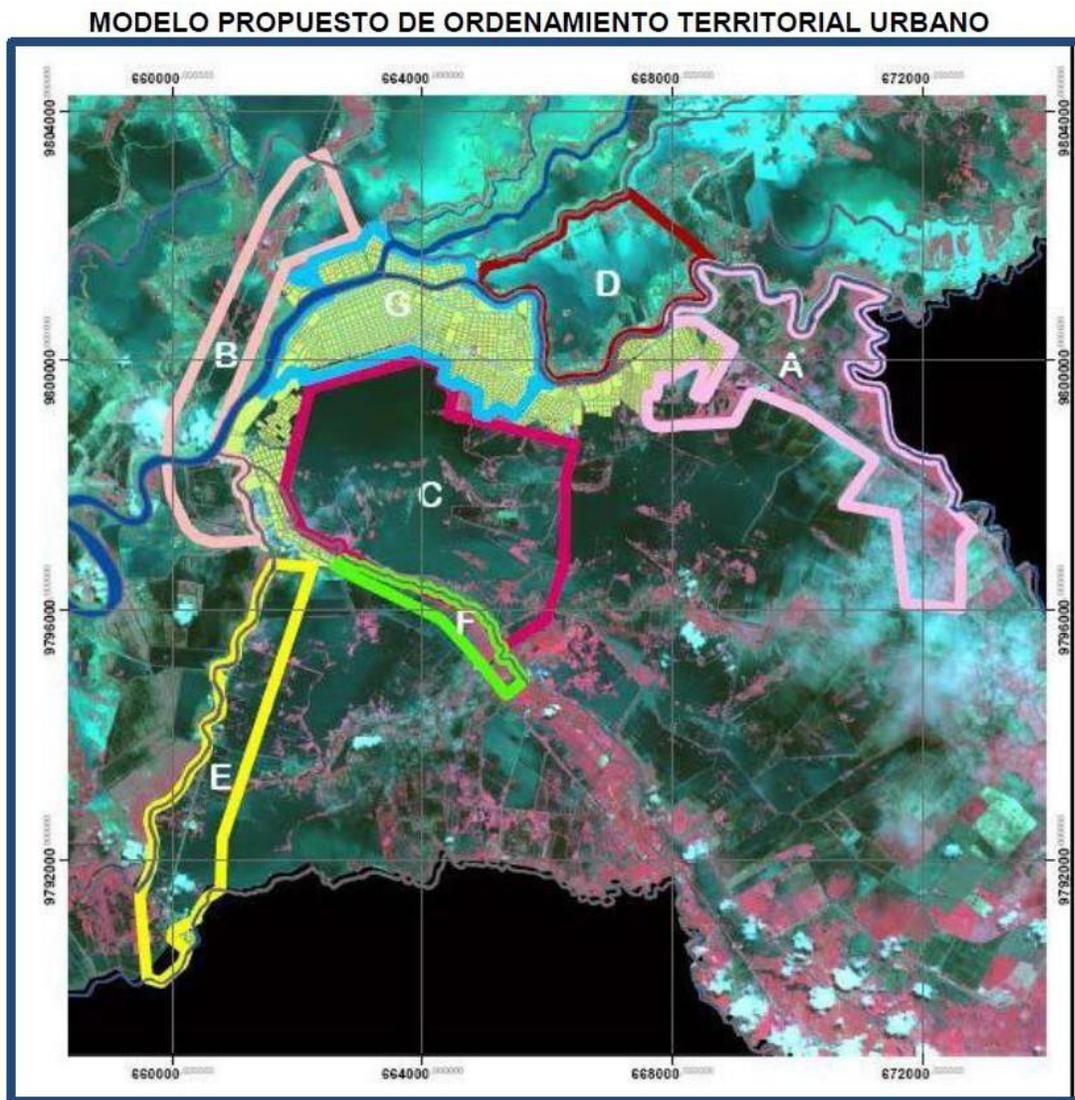


Figura 46. Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Babahoyo
Fuente: Documento extraído de la página web oficial de la municipalidad.

4.8. Estrategias Bioclimáticas aplicables a la ciudad de Babahoyo

De acuerdo a los resultados obtenidos de la carta psicrométrica realizados con los anuarios meteorológicos de los años 2010, 2011 y 2013, se han seleccionado las estrategias bioclimáticas que aplican a la geografía de la ciudad de Babahoyo. Las figuras 34, 35 y 36 tienen en común las siguientes estrategias bioclimáticas:

- ***Des humidificación convencional (14).*** - En esta situación se intentan mejorar las condiciones interiores de las viviendas con altos niveles de humedad mediante la des humidificación o desecación del aire. Es un sistema que necesita complementarse con otros sistemas estudiados, los métodos a implementar se basan en la absorción del vapor de agua por sales desecantes y placas salinas absorbentes.
- ***Refrigeración por Ventilación natural y mecánica. (12).*** - Mediante la utilización de la ventilación cruzada se consigue la renovación del aire interior. Esto se puede al ubicar los vanos o aberturas según la dirección principal del viento en el año. Para esto existen muchas estrategias pasivas y/o activas. Las cuales se abordarán en el apartado 4.5.
- ***Protección Solar (8).*** - La protección solar abarca desde los 21,5°C en adelante. Esta estrategia busca evitar la incidencia solar directa en la piel del edificio (huecos o cualquier otro cerramiento). Estos sistemas funcionan como apantallamientos para interceptar la radiación solar. Son formas pasivas como: uso de vegetación, aleros, celosías, toldos, parasoles, entre otros.
- ***Aire acondicionado (13).*** - En esta región la disminución de la temperatura necesaria para alcanzar la zona de confort se debe producir por medio de equipos de acondicionamiento de aire mecánicos. A pesar de no ser un sistema bioclimático, hay que tener en cuenta de que un adecuado diseño del edificio, así como una buena elección de materiales permite que el uso de este tipo de refrigeración no tenga carácter prioritario sino meramente de apoyo.

En resumen, los resultados de las estrategias bioclimáticas a través del método de Givoni, tienen que ser analizados aplicando el sentido común, ya que se puede tergiversar el uso de la información. En este caso, se puede concluir que las estrategias son aplicables dadas las condiciones climáticas de la ciudad de Babahoyo que tiene altas temperaturas, muchas horas de exposición al sol y altos niveles de humedad.

4.9. Guía general de criterios de diseño

En base a las estrategias bioclimáticas identificadas, se va a elaborar una guía general de criterios que deberán incluirse en las directrices para proyectos de viviendas de interés social. Se va a abordar la guía en función de las estrategias bioclimáticas.

4.9.1. Orientación de la vivienda

Este criterio es fundamental para iniciar cualquier diseño bioclimático. Hoy en día en el Ecuador, los proyectos urbanísticos buscan maximizar la rentabilidad de las inversiones, pero ¿cómo logran esto? La respuesta es sencilla construyendo la mayor cantidad de casas posible por metro cuadrado. No toman en cuenta el confort de la vivienda ni su relación con el entorno. Por tales motivos, el confort térmico en este tipo de viviendas es casi nulo, recurriendo en la mayoría de los casos a métodos mecánicos como aires acondicionados para poder mejorar la sensación térmica.

En el caso particular de la ciudad de Babahoyo, se pudo observar de la información de los anuarios meteorológicos de los años 2010, 2011 y 2013, que la orientación de los vientos predominantes se da en las direcciones sureste y suroeste, tal como se describen en las figuras 27,30 y 33. Por tales motivos, se recomienda que, en los proyectos urbanísticos, la orientación de las casas este en estas direcciones para favorecer aspectos de ventilación natural que se describen en la sección 4.5.3

4.9.2. Protección Solar

La Orientación de la vivienda juega un papel fundamental a la hora de brindar protección solar. Es importante señalar que esta estrategia se aplica para lugares con temperaturas mayores a 21,5°C en adelante. El objetivo principal como bien lo menciona la sección anterior es evitar la incidencia directa sobre la superficie de las viviendas. En la ciudad de Babahoyo, se tiene una alta incidencia de la radiación solar, por lo cual aplicar esta estrategia es de carácter obligatorio en cualquier diseño bioclimático. El parámetro con el que se mide la eficiencia de la protección solar, es el coeficiente de sombra, mientras mayor sea este parámetro menor va hacer el rendimiento de la estrategia. A continuación, se van a presentar criterios generales de protección solar de las viviendas, se tiene que tomar en cuenta las aberturas que va a tener el diseño arquitectónico, los elementos exteriores e interiores de protección.

La protección de las ventanas va a jugar un papel fundamental en términos de eficiencia energética, el medio que se escoja deber ser estudiado con detalle, la presente guía ofrece alternativas que deben ser estudiadas en el proyecto final ejecutivo. La figura 42, presenta una serie de soluciones para una protección externa de la vivienda, estas tienen como objeto principal limitar el traspaso de la luz del sol al interior de la vivienda. Se pueden utilizar toldos, celosías y persianas. Del mismo modo, para ambientes exteriores, se puede usar umbráculos focalizados en dirección a las aberturas de la casa, para que impidan el ingreso de la luz solar.

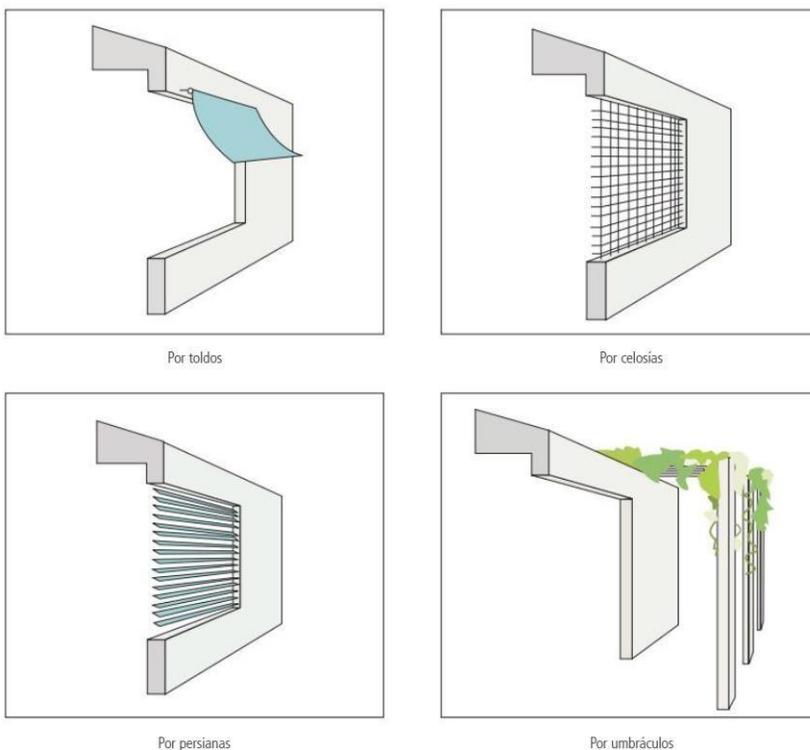


Figura 47. Protección solar en ventanas

Fuente: García (2021)

Realizando un breve análisis de las medidas de protección descritas en la figura 47, se recomienda para viviendas de interés social el uso de celosías, persianas o toldos debido al bajo coste de implementación y de mantenimiento. Por otro lado los umbráculos, para este tipo de viviendas se podrían implementar, pero tiene un costo de inversión y de mantenimiento más elevado. Todas estas opciones presentadas, permiten interceptar los rayos solares, produciendo sombra, y aprovechando las distintas ventajas visuales que estas representan.

Otro tipo de protección exterior a las ventanas son los parasoles, esta denominación engloba todos aquellas estructuras arquitectónicas, fijas o móviles exteriores al plano de la fachada y que permitan dar sombra a toda o a una parte de la misma. Los materiales que se emplean para este tipo de protección son variados, madera, hormigón, vidrio. En términos generales, se podría emplear cualquier material que tenga resistencia mínima a los cambios de temperatura. La figura 48 muestra los distintos tipos de parasoles que se podrían implementar para viviendas de interés social.

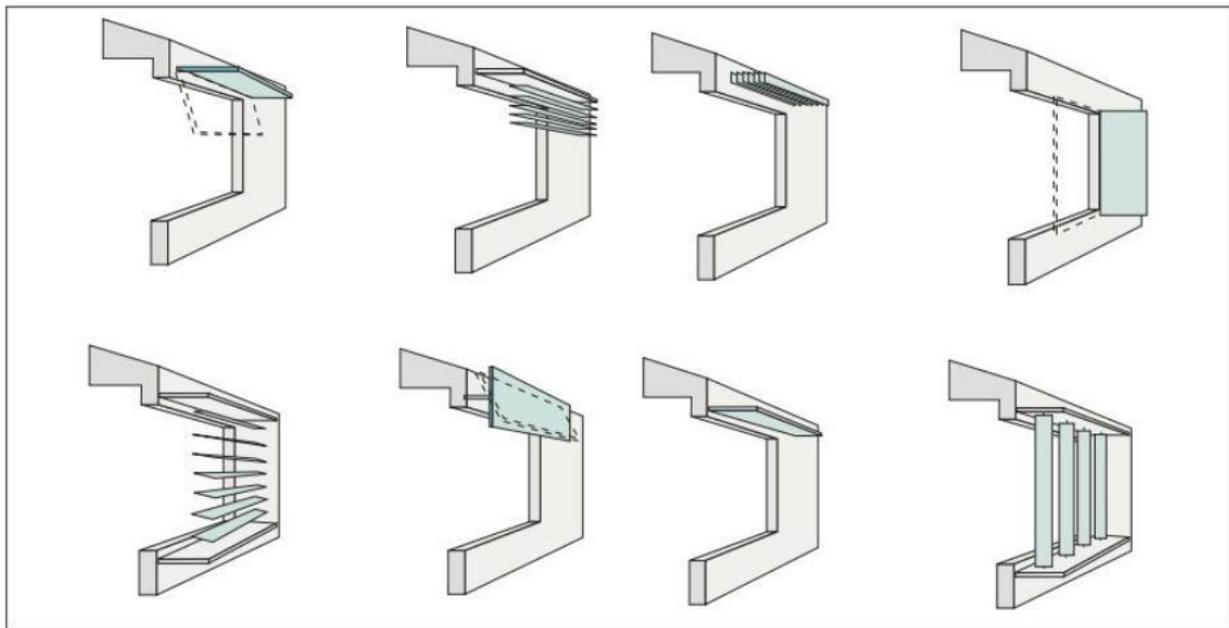


Figura 48. Protección solar Parasoles

Fuente: García (2021)

La eficacia de estos sistemas está directamente relacionada con su baja inercia térmica, su elevado poder reflector. Las dimensiones y formas van a estar condicionadas a las fachadas que tengan mayor exposición solar. Para el caso de la ciudad de Babahoyo, la fachada frontal y trasera en orientación sur-este, son las que más van a estar expuestas a la luz del sol. Se recomienda el uso de parasoles móviles verticales y que sean orientables, con el objeto de no perder su eficacia en ciertas horas del día. Estos sistemas móviles consisten en un conjunto de láminas opacas, cuyo respectivo eje de giro permite su ajuste conforme el ángulo de incidencia de los rayos solares.

Otro aspecto importante dentro de esta estrategia bioclimática, es la protección mediante vegetación exterior. Para los futuros proyectos de interés social en la ciudad de Babahoyo, se

recomienda incluir en los espacios verdes de la vivienda, arboles de mediana altura con hoja caduca para orientaciones este, sur-este, sur, sur-oeste y oeste. Este sistema además de brindar protección solar y generar sombra, favorece la ventilación natural de la vivienda.

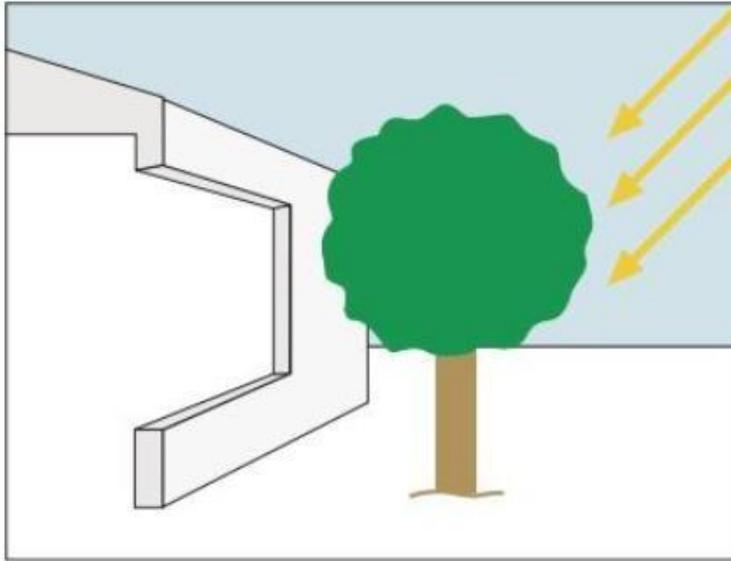


Figura 49. Protección solar Vegetación exterior
Fuente: García (2021)

Los elementos interiores tienen un rol imperativo dentro de las estrategias de protección solar. Para ello es importante entender el comportamiento de los vidrios que se describe en la figura 50. Los vidrios disipan la radiación incidente en dos tipos de reflexión, la térmica (RE), como la lumínica (RL). La cantidad de energía que pasa a través del vidrio se denomina transmisión térmica (TE) y lumínica (TL). Cada elemento tiene una capacidad de absorción energética que se remite al exterior una proporción y la otra al interior.

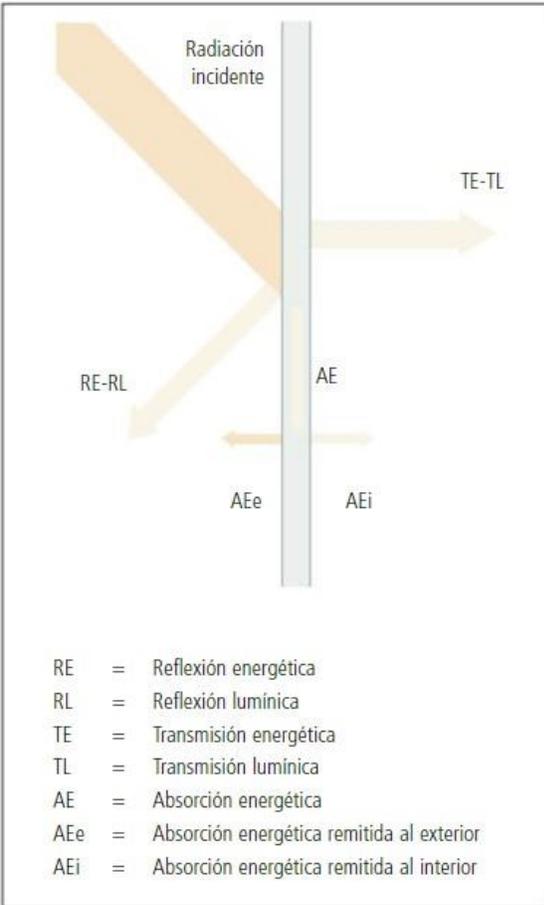


Figura 50. Comportamiento solar de vidrios
 Fuente: García (2021)

Para la ciudad de Babahoyo, se recomienda el uso de vidrios con tratamiento especiales para mejorar sus capacidades reflectantes hacia el exterior, estos podrían ser vidrio de baja emisividad. Del mismo modo, se podría utilizar vidrios absorbentes con un factor AEe más elevado que permita disipar energía externamente. Para concluir, en las figuras 51 y 52, se pueden ver los coeficientes de sombra para los distintos elementos exteriores e interiores de protección solar, que pueden ser utilizados a mejor criterio del diseñador, considerando las premisas antes descritas.

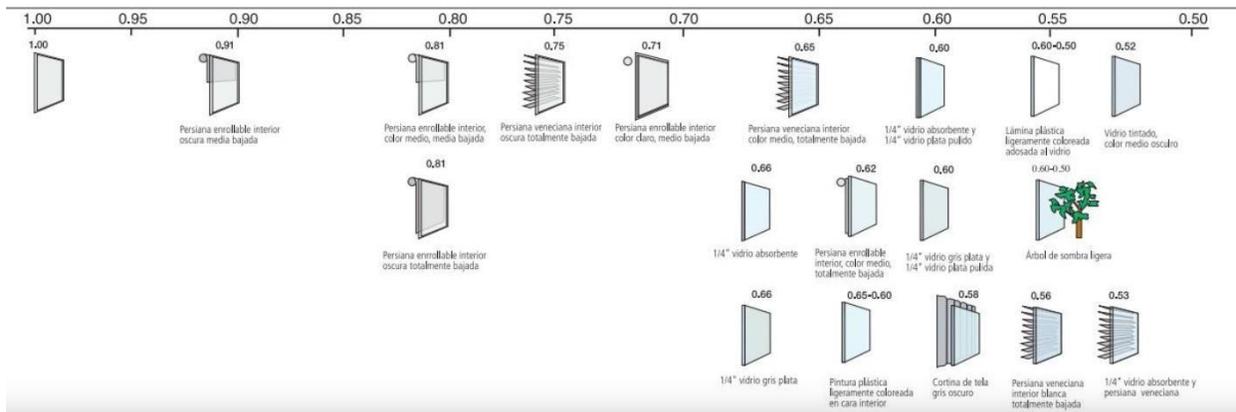


Figura 51. Coeficiente de sombra para elementos exteriores e interiores

Fuente: García (2021)

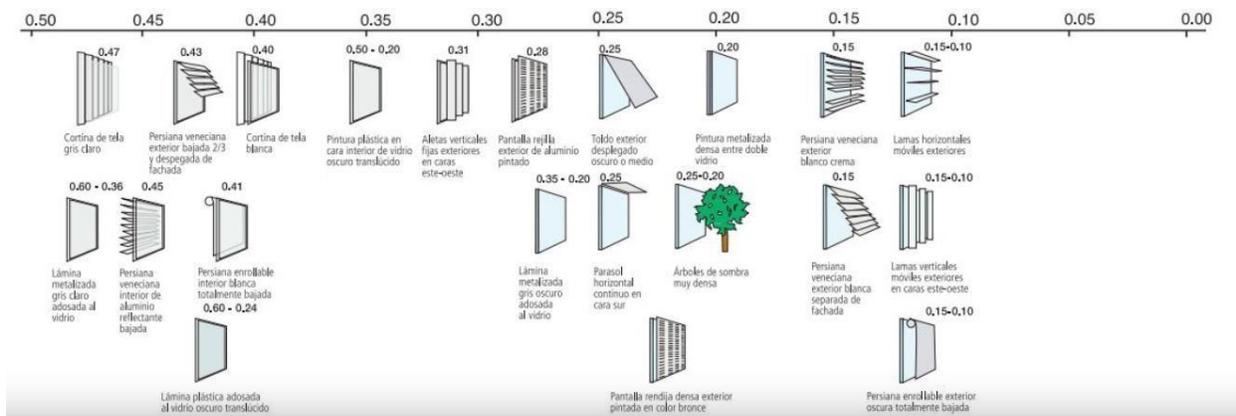


Figura 52. Coeficiente de sombra para elementos exteriores e interiores

Fuente: García (2021)

4.9.3. Refrigeración por ventilación natural y mecánica

En el diagrama de Givoni, la zona denominada refrigeración por ventilación natural y mecánica se encuentra entre las líneas del 20% y 75% de humedad relativa. Bordea la zona de confort y limita con las temperaturas de 21,5 grados Celsius a 31,5 grados. En la figura 48 se puede observar con mayor detalle el área que ocupa esta estrategia en el diagrama de Givoni.

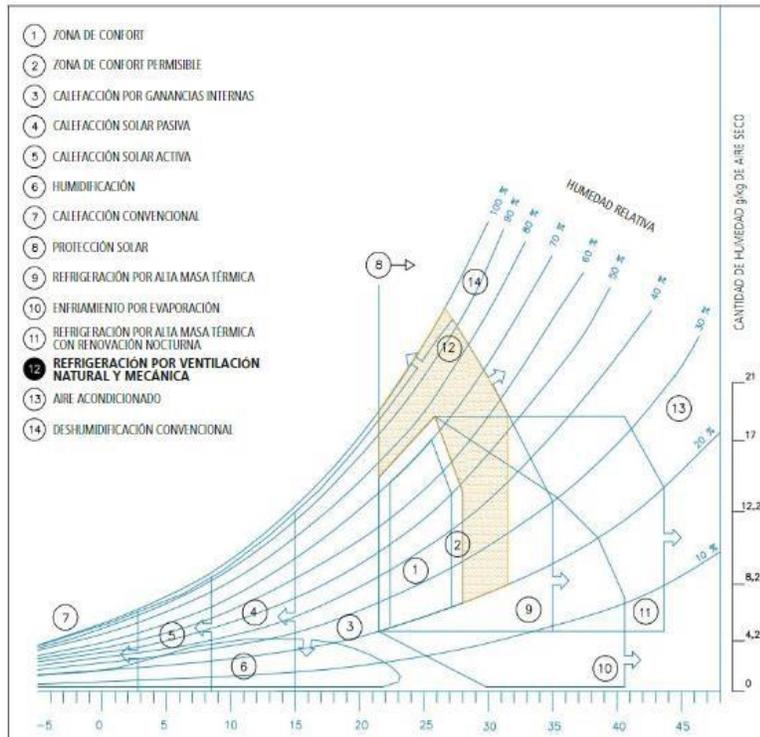


Figura 53 .Estrategia de refrigeración por ventilación natural y mecánica.
Fuente: García (2021)

La utilización de la ventilación consigue una renovación continua del aire interior, mejorando así la calidad del aire al depurar excesos de vapor de agua en el ambiente interno, esto produce de forma paralela una mejora en la sensación térmica. La ventilación natural es muy beneficiosa en áreas con suficiente viento en verano y humedad relativa superior al 20%. En la presente sección se presentarán una lista de criterios de diseño considerando aspectos de ventilación natural. La ventilación mecánica se emplea cuando los métodos naturales son insuficientes, recurriendo a elementos mecánicos. Sin embargo, en esta sección no se aborda, debido a que la problemática esta direccionada a viviendas de interés social.

La ventilación natural se puede dar mediante diferentes técnicas que se enlistan a continuación:

- **Ventilación cruzada.** - Este efecto se produce cuando se realiza aberturas en las caras opuestas de la fachada. Es importante que estén orientadas en la dirección de los vientos predominantes, para garantizar la eficiencia del sistema. También se debe de considerar su uso en fachadas que no estén expuestas a la radiación solar de forma paralela. Esto crea un gradiente térmico, que facilita el flujo del aire.

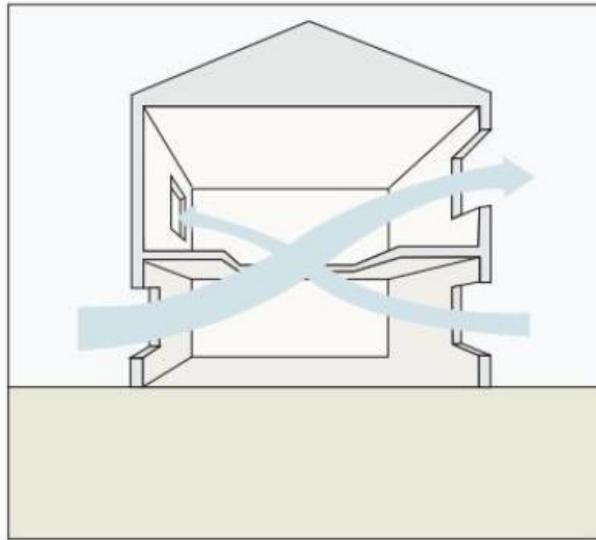


Figura 54. Esquema de Ventilación cruzada.
Fuente: García (2021)

- **Efecto chimenea.** - Este método consiste en realizar una abertura en la parte superior de la vivienda que provoca una extracción vertical. Del mismo modo se deben de realizar aberturas inferiores para la entrada y renovación de aire fresco. Este método tiene la ventaja que ayuda a evitar la estratificación del aire. En la figura 50, se puede ver un bosquejo del criterio antes descrito.

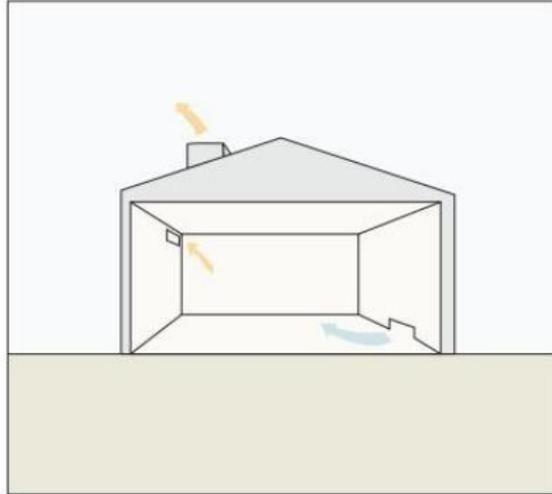


Figura 55. Esquema de efecto chimenea.

Fuente: García (2021)

- **Cámara solar.** – El criterio se basa en diseñar una cámara por captación directa, la cual provocar una mayor succión del aire interior. Es importante resaltar, que la orientación de la cámara debe de estar acorde a las necesidades de ventilación, por ejemplo, para mejorar la eficacia del sistema, la cámara debe de estar expuesta a la mayor intensidad de radiación solar. En la figura 51, se puede ver un bosquejo del sistema.

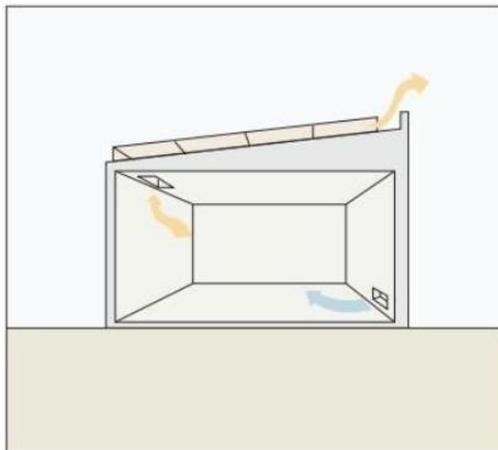


Figura 56. Esquema de cámara solar.

Fuente: García (2021)

- **Aspiración estática.** – Para este método se hace alusión al efecto venturi, donde un fluido disminuye su presión y aumenta la velocidad cuando se mueve de una sección mayor a una menor. Para la aplicación del presente principio se necesita una correcta orientación de la vivienda y fuertes vientos. En la figura 52, se puede apreciar un bosquejo de la aspiración estática.

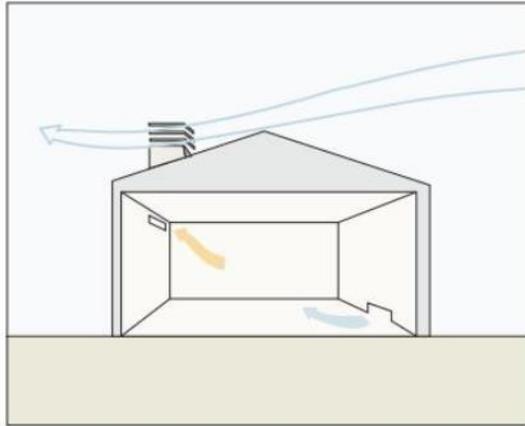


Figura 57. Esquema de aspiración estática
Fuente: García (2021)

- **Torre de viento.** – Se capta el aire mediante una torre que permite el ingreso del aire por las zonas bajas de la vivienda. La implementación de este método depende de las direcciones del viento, si es única, se realiza una sola entrada, pero si es variable se puede implementar entradas adicionales. La figura 53, muestra un esquema de la torre de viento.

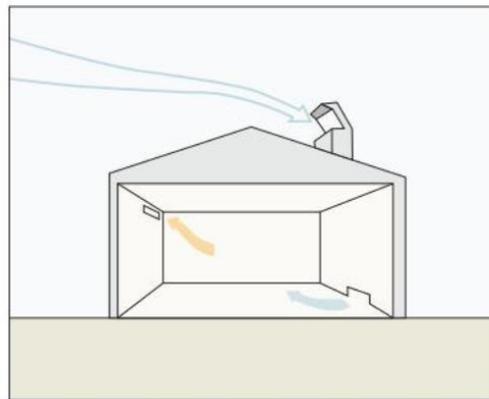


Figura 58. Esquema de torre de viento
Fuente: García (2021)

4.9.4. Aire acondicionado

En la ciudad de Babahoyo y en general en la mayoría de la región costa del Ecuador, el uso de aire acondicionado es muy frecuente para poder estar en la zona de confort térmico. En la figura 54, se puede apreciar la carta de Givoni, en la cual esta sombreado la zona que representa el uso de este método. Esta estrategia sola en si no representa ningún sistema bioclimático, sino que trabaja en sinergia con las demás estrategias. Se tiene que tener en cuenta una adecuada orientación de la vivienda, una correcta protección solar y un uso eficiente de los sistemas de ventilación. Del mismo modo tiene que venir acompañado con un adecuado diseño de la vivienda y de elección de materiales. Bajo estas premisas, el aire acondicionado no va a tener carácter prioritario, sino meramente de apoyo, con ahorros significativos en el consumo de energía eléctrica.

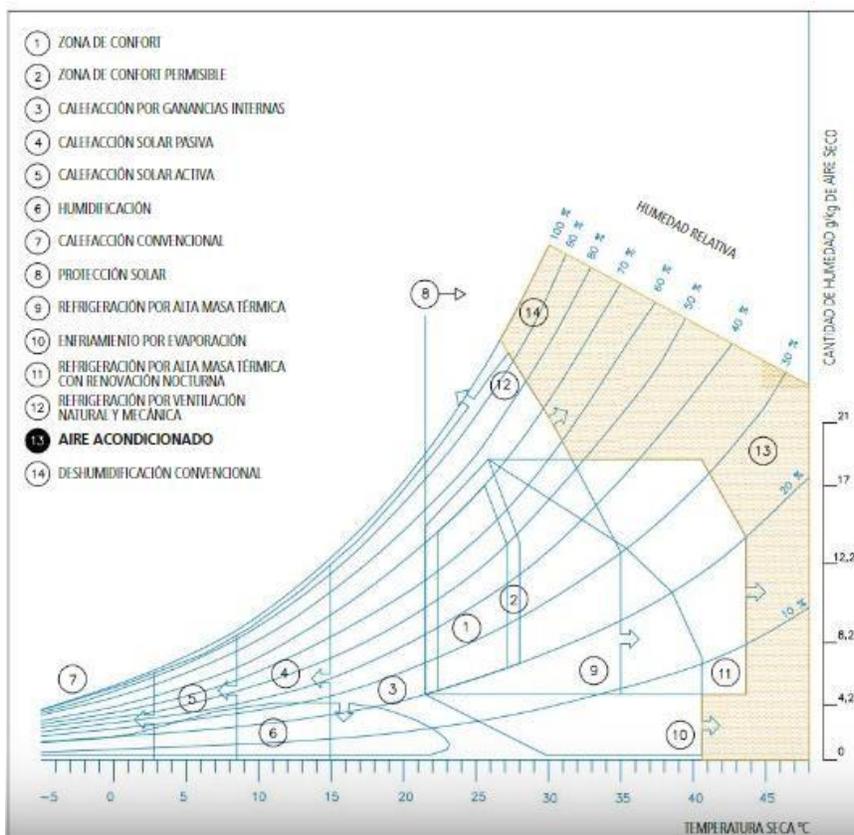


Figura 59. Estrategia de aire acondicionado

Fuente: García (2021)

En la actualidad, existen en el mercado una variedad amplia de aires acondicionados disponibles con precios asequibles para los estratos sociales más bajos. Sin embargo, se tiene que tener en cuenta no solo el costo del equipo como tal, sino la instalación y el mantenimiento del mismo. Para las viviendas de interés social, es recomendable el uso de equipos de 9000 BTU y 12000BTU, salvo alguna condición especial de climatización.

4.9.5. Deshumidificación convencional

Esta estrategia en el diagrama se encuentra en la zona comprendida entre el 80 al 100% de humedad relativa y a partir de los 20 grados Celsius. Lo que se busca es reducir los niveles de vapor de agua al interior de la vivienda, a través de la deshumidificación o desecación del aire. La figura 55, muestra el área de esta estrategia en el diagrama de Givoni.

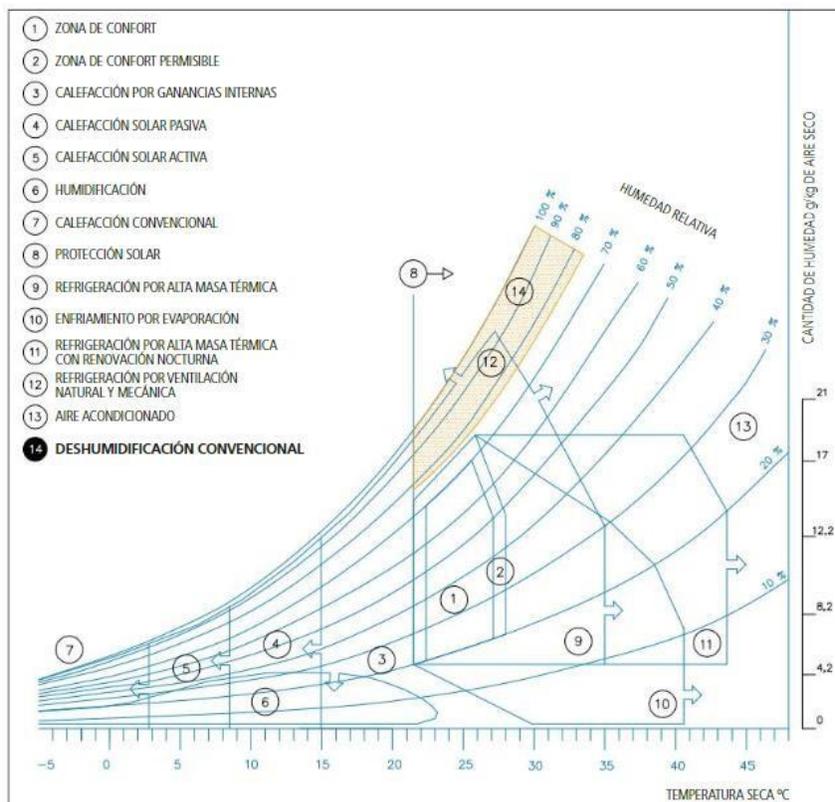


Figura 60. Estrategia des humidificación convencional
 Fuente: García (2021)

Los métodos que se utilizan se basan en mecanismos de absorción del vapor de agua, que buscan reducir los niveles de humedad al interior de la vivienda:

- ***Sales desecantes.*** –Se tratan de pastillas de forma sólida que absorben grandes cantidades de vapor de agua del aire, convirtiéndose de forma lenta en solución salina, a la vez que disminuyen los niveles de humedad. La desventaja de este sistema es el reciclaje y disposición final del producto líquido obtenido. Se puede desecar por exposición a la radiación solar o bien eliminar al sistema de alcantarillado sanitario.
- ***Placas Salinas Absorbentes.*** –Son dos placas que contiene sales absorbentes del vapor de agua. Su funcionamiento se basa en la alternancia de las placas. Una debe permanecer al interior de la vivienda captando el vapor de agua, mientras la otra se debe situar en el exterior para ir eliminándolo y devolver la operatividad a las placas.

En resumen, el uso de esta estrategia se complementa con las otras mencionadas, se debe de evitar en lo posible las ganancias térmicas al interior de la vivienda. Además, se tiene que estar correctamente orientada, para permitir la ventilación natural y la renovación del aire interior.

CONCLUSIONES

El Ecuador es un país mega diverso en aspectos climáticos, con condiciones particulares, en cada región. Por tales motivos, cuando se esté diseñando proyectos urbanísticos de interés social, se deben considerar los factores particulares del entorno y sobre todo del clima. El presente trabajo aborda la problemática del déficit de aplicación de criterios bioclimáticos en viviendas de interés social, pero también resalta el hecho del que déficit cualitativo de vivienda es tan importante como el cuantitativo. Se concluye que no existe una norma local que se pueda aplicar a este tipo de proyectos relacionada a criterios bioclimáticos, por tales motivos se resalta el trabajo realizado considerando un caso práctico para la ciudad de Babahoyo. Se aplica una metodología sencilla, pero efectiva para determinar las estrategias de diseño y a partir de las mismas elaborar la propuesta de guía del capítulo 4. A continuación se resaltan las principales conclusiones:

- En el Ecuador, los proyectos de vivienda de interés social, han estado sesgados hacia un enfoque en el déficit cuantitativo, descuidando aspectos relevantes en el confort habitacional.
- Se evidencia la carencia de normativa relacionada a criterios de diseño bioclimático aplicadas a viviendas de uso residencial. Existen normativas referentes a criterios de eficiencia energética y climatización enfocada a otro tipo de edificaciones.
- Las viviendas de interés social de los distintos proyectos a nivel gubernamental, no toman en cuenta condiciones básicas bioclimáticas, causando insatisfacción en la población, por lo que tienen un claro interés y deseo en que se mejoren los diseños de las viviendas.
- Uno de los mejores métodos para definir las estrategias bioclimáticas aplicar a un sitio en particular es la carta bioclimática de Givoni.
- En el caso de la ciudad de Babahoyo, las estrategias bioclimáticas aplicar son:
 - Protección solar
 - Refrigeración por ventilación natural y mecánica
 - Aire acondicionado
 - Des humidificación convencional
- La orientación de la vivienda, tiene que estar en sentido Sur-Oeste, para aprovechar los vientos predominantes de la zona y hacer sinergia con la estrategia de refrigeración por ventilación natural y mecánica. Se obtiene esta conclusión a partir de la información meteorológica analizada de los años 2010, 2011 y 2013.

RECOMENDACIONES

El diseño bioclimático es un tema de gran importancia hoy en día para poder combatir el cambio climático y el impacto que tiene el sector de la construcción sobre el medio ambiente. El presente trabajo, se centró en determinar criterios de diseño para la ciudad de Babahoyo, de la cuales se resaltan las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda que las autoridades municipales y estatales consideren dentro de sus normativas regularizar las nuevas construcciones basadas en criterios bioclimáticos establecidos en el capítulo 4, con la finalidad de mejorar de las condicione de habitabilidad para las viviendas de interés social.
- Incorporar los criterios de diseño bioclimático, como requisitos en los proyectos de vivienda de interés social que se vayan a desarrollar en la ciudad de Babahoyo.
- Extrapolar el siguiente estudio a las principales ciudades del Ecuador. Se deberá tener en cuenta que el país tiene diferentes pisos climáticos, donde se puede aplicar diferentes estrategias bioclimáticas.
- Se recomienda que cada Municipio del país incorpore en sus requisitos arquitectónicos criterios de diseño bioclimático.

REFERENCIAS

- Almusaed, A., Almssad, A., & Alasadi, A. (2018). Analytical Interpretation of Energy Efficiency Concepts in the Housing Design Process from Hot Climate. *Journal of Building Engineering*.
- Daut, I., Adzrie, M., Irwanto, M., Ibrahim, P., & Fitra, M. (2013). Solar Powered Air Conditioning System. *Energy Procedia*, 36, 444 – 453. doi:10.1016/j.egypro.2013.07.050
- García, M. d. (16 de Diciembre de 2021). *Estrategias Bioclimáticas*. Obtenido de https://issuu.com/itc_/docs/14
- Guerra, M. R. (2013). Arquitectura Bioclimática como parte fundamental para el ahorro de energía en edificaciones. *ING-NOVACIÓN*, 3(5), 123-133. Obtenido de <http://www.redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/1986/1/arquitectura%20bioclimatica.pdf>
- HwiKim, M., KyuKim, J., HoLee, K., Choon, N., Yong, D., & Weon, J. (2019). Performance investigation of an independent dedicated outdoor air system for energy-plus houses. *Applied Thermal Engineering*, 146, 306–317. doi:10.1016/j.applthermaleng.2018.09.131
- Hyde, R. (2008). *Bioclimatic housing : innovative designs for warm climates* . UK: Earthscan.
- INAMHI. (2012). *Anuario Meteorológico*. Obtenido de Anuario Meteorológico: https://www.inamhi.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am%202010.pdf
- INAMHI. (27 de 10 de 2021). *GEOVISOR*. Obtenido de <http://186.42.174.241/InamhiPronostico/geovisor.php>
- INEC. (2018). *Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y subempleo - ENEMDU*. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Asentamientos Humanos y Vivienda. Quito: Gobierno de la República del Ecuador.
- Jha, A. K. (2007). La vivienda popular en América Latina y el Caribe. *En breve*, 101.
- Kapedani, E., Herssens, J., & Verbeeck, G. (2019). Designing for the future? Integrating energy efficiency and universal design in Belgian passive houses. *Energy Research & Social Science*, 50, 215-223. doi:10.1016/j.erss.2019.01.011
- Karakounos, I., Dimoudi, A., & Zoras , S. (2018). The influence of bioclimatic urban redevelopment on outdoor thermal comfort. *Energy and Buildings*, 158, 1266-1274. doi:10.1016/j.enbuild.2017.11.035
- Lorek, S., & Spangenberg, J. H. (2019). Energy sufficiency through social innovation in housing. *Energy Policy*, 126, 287–294. doi:10.1016/j.enpol.2018.11.026

- MIDUVI. (23 de febrero de 2018). *Habitat y vivienda*. Obtenido de Habitat y vivienda: https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/04/LINEAMIENTOS-MINIMOS-PARA-REGISTRO-Y-VALIDACION-DE-TIPOLOGIAS-DE-VIVIENDA.pdf?utm_medium=website&utm_source=plataformaarquitectura.cl
- MIDUVI. (5 de diciembre de 2019). *Habitat y vivienda*. Obtenido de Habitat y vivienda: <http://intranet.miduvi.gob.ec/intranet2/wp-content/uploads/2020/12/Acuerdo-Nro.-031-2019.pdf>
- Muenala G., J. M. (2015). *Industrialización en la construcción de vivienda de interés social en Ecuador*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia. Obtenido de <https://riunet.upv.es/handle/10251/77886>
- NEC. (2018). *Eficiencia Energetico en Edificaciones Residenciales*. Quito: MIDUVI. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC- HS-EE-Final.pdf>
- Pajek, L., & Košir, M. (2018). Implications of present and upcoming changes in bioclimatic potential for energy performance of residential buildings. *127*, 157-172. doi:10.1016/j.buildenv.2017.10.040
- Piedra, J. A. (2017). *Red de bibliotecas Universidad Catolica de Cuenca*. Obtenido de Red de bibliotecas Universidad Catolica de Cuenca: <http://dspace.ucacue.edu.ec/handle/reducacue/8032>
- República del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Montecristi: Constituyente.
- Soebarto, V. I. (2000). A LOW-ENERGY HOUSE AND A LOW RATING:WHAT IS THE PROBLEM? *Proceedings of the 34th Conference of the Australia and New Zealand Architectural Science Association*, 8.
- Tarsitano, A., Ciancio, V., & Coppi, M. (2017). Air-conditioning in residential buildings through absorption systems powered by solar collectors. *Energy Procedia*, *126*(201709), 147-154. doi:10.1016/j.egypro.2017.08.134
- Victoria, J., Mahayuddin, S. A., Zahri Wan Zaharuddin, W. A., Harun, S. N., & Ismail, B. (2017). Bioclimatic design approach in Dayak traditional longhouse. *Procedia Engineering*, *180*(2017), 562-570. doi:10.1016/j.proeng.2017.04.215
- Viñas, E., Best, R., & Lugo, S. (2016). Simulation of solar air conditioning systems in coastal zones of Mexico. *Applied Thermal Engineering*, *97*, 28-38. doi:10.1016/j.applthermaleng.2015.09.104

ANEXOS

Anexo 1 Levantamiento de información (Encuesta)

